Títol: El *cuniculus* de Tàrraco: tècnica i anàlisi d'una obra amagada.

Autors: Josep Maria Macias Solé - Josep Maria Puche Fontanilles (Institut Català d'Arqueologia Clàssica).

Publicació: Tàrraco i l'aigua. Catàleg exposició Museu Nacional Arqueològic de Tarragona, Tarragona 2004, 37-50.

L'any 1996 es produí a Tarragona la redescoberta d'una galeria excavada en la roca i d'un gran llac subterrani de formació càrstica. Ambdós elements s'havien documentat en el segle XIX, si bé posteriors transformacions urbanístiques els havien tornat a ocultar sota el parcel·lari urbà definit a l'entorn del carrer del Gasòmetre (Albiñana/Bofarull 1849). No fou fins a l'excavació d'un pàrking soterrat quan es repetí la troballa i en el mateix indret en què s'havia produït anteriorment, l'actual núm. 32 del carrer del Gasòmetre (figs. 1 i 2). La presència del llac, conegut com la *cova urbana*, i de la galeria, identificada com a part d'un *cuniculus* o aqüeducte subterrani d'època romana, defineixen uns fets espeleològic i arqueològic que, per la seva magnitud i dificultat de documentació, esdevenen encara realitats per investigar i conèixer (Burés *et alii* 1998, SIET 2001).

La part inspeccionada fins ara del llac és una successió de galeries, grutes i pous que mesura uns tres Km de longitud. De tot això destaca una gran cova plena d'aigua de prop de 5000 m^2 de superfície. La cova urbana ha de considerar-se, juntament amb la conca hidrogràfica del riu Francolí, el principal recurs hídric amb què comptaren els habitants de l'*oppidum* ibèric i de la ciutat romana republicana. D'aquesta forma Tàrraco és un cas més que confirma la relació dels fenòmens càrstics, associats a la formació d'aqüífers, amb el desenvolupament de ciutats sobreposades que s'aprofitaren dels recursos del subsòl. És una associació ben coneguda en ciutats gregues o colònies de la Magna Grècia i amb el paral·lel proper de la Neàpolis empuritana. A més el llac càrstic esdevindria el principal recurs hídric durant els primers segles de la ciutat romana, donat que aquesta es desenvolupà sobre el tossal tarragoní i, per tant, en una posició elevada respecte la cota de la conca hidrogràfica del Francolí. Per aquest motiu és de suposar que, mentre el Francolí fou imprescindible en l'activitat agrícola periurbana, el subministrament d'aigua de l'àrea urbana provindria fonamentalment del llac.

Així doncs les evidències localitzades dalt o als peus del turó apunten a la cova urbana com l'aquífer principal. En aquest sentit fem referència ala font pública monumental de l'àrea portuària; al pou Cartanyà, d'època romana i amb 27 m de fondària; al pou medieval de la plaça de la Font, 47 m de fondària; a la "*fuente ascedente*" situada al carrer de l'arç de Sant Llorenç o al pou afectat per la pedrera portuària del s. XIX, entorn l'actual Palau de Congressos (Sanahuja/Torres 1867, 70-72). Igualment, el brollador d'aigua dolça de la Plaça dels Carros, emprat en l'avituallament de les naus arribades a port i conegut des de l'any 1777, pot considerar-se un aflorament procedent del llac. A la segona meitat del segle XIX s'efectuà un estudi mineralògic de les aigües procedents de diversos pous –de Cartanyà, de la Plaça de la Font, del carrer de la Unió i de l'àrea de la pedrera portuària- arribant a la conclusió que tots pertanyien a un únic aquífer (Cuchí 1875).

La galeria excavada a la roca discorre a uns 13 m per sota del nivell de l'antiga ciutat romana i ara per ara aquesta només és transitable en un segment de 68 m de longitud. La constatació d'aquesta obra hidràulica ha revaloritzat dades historiogràfiques que havien estat una mica desateses i que, tot plegat, permet afirmar la presència a Tàrraco d'un extens sistema subterrani de conducció d'aigua[1], del qual, hipotèticament, poden formar part altres segments localitzats a l'antiga fàbrica de la Chartreause i en el solar núm. 35/37 del carrer de Sant Miquel[2].

Malgrat no conèixer l'obra en la seva totalitat s'ha hipotetitzat que la galeria correspon a un segment de *cuniculus*[3], terme amb què els romans designaven qualsevol tipus de galeria subterrània, independentment de la seva funcionalitat o natura: caus d'animals, mines excavades per assetjar ciutats o fortaleses, galeries d'explotacions mineres o per a trànsit de persones i catacumbes. Nosaltres emprarem el terme per identificar una conducció subterrània d'aigua, de fet es tracta de l'accepció més emprada[4].

La pràctica romana d'excavar galeries fou la continuació d'una llarga tradició etrusca d'excavacions subterrànies destinades, fonamentalment, a treballs hidràulics i afavorida per la existència, en tota la zona del Laci, d'un subsòl geològic molt favorable a aquest tipus de treballs (Ravelli/Howarth 1988). També s'ha de tenir en compte la influència hel·lenística i en especial els seus sistemes matemàtics i geomètrics per tal de

---

[1] Aquesta galeria es relaciona amb les mines descobertes arran de la troballa del Pou Cartanyà (actual núm. 42 del c/ del Gasòmetre): "[...] El cañón del pozo es circular o cilíndrico, y tiene la considerable profundidad de 148 palmos (27 metros 50 centimetros) hasta el nivel del agua. A proporción que el cañón llega á la parte más profunda va insensiblemente ensanchándose hasta dejar una cavidad considerable o gran receptáculo, y para contener el derrumbamiento y sostener el terrreno flojo ó gredoso, por cuyo lecho corre la vena del agua, hay formada una caja de gruesos tablones de encina, los cuales aun se conservan perfectamente [...]. A la mitad con corta diferencia de la profundidad de este pozo, y mirando à Occidente, apareció una mina que fueron siguiendo los operarios, y les condujo à un espacio cuadrado que era la suela de otro pozo de prueba lleno de tierra virgen, probablemente muy anterior á la época de las dos ya citadas ruinas. En este punto se encontraron otras minas que se ramificaban, pero que no se han seguido todas por hallarse cegadas [...]",B. Hernández Sanahuja, Estudios históricos I de la Gaceta de Madrid (3-XII-1864).

[2] La galeria de la Chartreause ha estat inspeccionada recentment pel Servei d'Investigacions Espeleològiques de Tarragona (SIET). Pel tram del c/ Sant Miquel fem referència a la proximitat de la troballa amb el que després s'ha identificat com les termes públiques de l'àrea portuària (Macias en premsa): *"[...] trozo de galeria subterránea que existe en el glacis del Fuerte Real [...]. El declive de la presente galeria iria á terminar á la parte mas baja del puerto, en donde llenaria la balsa de forma elíptica ó baño, de la qual hicimos mención en la pàgina 140 por la razón de que en aquel mismo sitio y espacio, cuando fué descubierta aquella construccion; lo fué tambien la entrada de una galeria subterránea fabricada con grades sillares, de una vara de ancho, y una y media en su elevación..*" (Albinyana & Bofarull 1849, 169).

[3] Plini (*Hist. Nat*. 36.19) recull la tradició oral segons la qual l'etimologia del terme s'havia originat a *Hispania* com una assimilació de forma amb els caus i galeries excavades pels conills.

[4] Tot i que s'han conservat escasses referències escrites aquest era un element habitual en el món romà. Els principals tractats tècnics d'època clàssica mencionen l'existència de canals subterranis com a mitjà de drenatge o de recollida d'aigües. No disposem de descripcions exhaustives. Cató (*de Agricultura,* XLIII i CLV) i Varró (*de Re Rustica*, I, 6 i 29) esmenten la construcció de canals, ja siguin oberts o soterranis, per tal de drenar terrenys insalubres. Una mica més explícit és Columella (*de Re Rustica* II, 2) que descriu els canals soterranis com a mitjans de recollida d'aigua. Vitrubi, malgrat tractar temes d'aportació d'aigua no en fa cap esment concret. Altres referències les trobem a Ciceró (*Scaur*. 27), Sèneca (*Dial*. 5.21.3) o Livi (*Hist. Nat*. 31.57).

resoldre els problemes que comportava la projecció d'aquests tipus d'obra. En aquest darrer punt es obligatori esmentar l'obra de Eron d'Alexandria, bàsicament [illegible] i [illegible] que en el segle I a.C recollia tota la tradició hel·lenística proposant solucions tècniques per tal d'establir les alineacions correctes dins d'una galeria excavada simultàneament pels dos extrems, i descrivint l'ús i funcionament de diversos instruments topogràfics. Així no ha de sobtar, fruit d'un context cultural interrelacionat, que el primer aqüeducte de Roma fos gairebé del tot soterrat. Es tracta de l'*Aqua Appia*, traçat al 312 aC durant la segona guerra samnítica i amb una especial preocupació perquè aquest no fos sabotejat.

Els *cuniculi* hidràulics es podrien agrupar en dos tipus segons funcionalitat: els trams soterrats d'aqüeductes i els canals de captació i drenatge d'aigües del subsòl. Quant al primer cas, la limitació que comporta la obligatorietat de fer circular l'aigua gràcies a la gravetat i amb un determinat pendent, més els condicionants topogràfics existents al llarg dels seus recorreguts, feia necessària la realització de grans obres d'enginyeria que permetessin salvar els desnivells orogràfics. Encara que no tant espectaculars com les arcades que servien per salvar depressions i valls, no es pot menysprear l'esforç esmerçat en la construcció de les galeries que permetien superar les zones elevades del recorregut. La seva complexitat tècnica, així com la longitud que arribaven a assolir, feia que les parts subterrànies absorbeixin gran part de les energies i dels costos de construcció d'un aqüeducte. No deixa de ser significatiu que Frontino, en el seu llistat d'aqüeductes de Roma, quan enumera les seves longituds, diferenciï les parts aèries de les parts soterrades, però sense especificar quines de les primeres va sobre arcs. A la península Ibèrica tenim alguns dels exemples més significatius d'aquests tipus d'obra, dels que destacaríem els aqüeductes de Albarracín a Cella (Almagro Gorbea 2002) i el de Tiermes (Argente 1995). El primer és una conducció de 25 Km que inclou una galeria excavada a la roca de més de 4 Km i a una fondària mitjana de 30 metres per sota la superfície. L'aqüeducte de Tiermes presenta un tram urbà de 140 m de longitud que circula per sota la ciutat a una fondària mitjana de 5 m.

Els canals de drenatge foren molt emprats al centre de la península Itàlica donada l'existència de subsòls volcànics porosos, compactes i fàcils d'excavar. Es tracta però d'una pràctica freqüent en altres indrets i alguns autors han buscat paral·lels històrics i antropològics en el nord d'Àfrica o al Mig Orient. Els *qanat* magrebins o els *khettara* iranians són sistemes extensos i planificats de recollida d'aigua subterrània en llocs semidesèrtics o àrids que s'assemblen conceptualment i formalment als casos romans com a fruit de necessitats i solucions comunes (Ravelli/Howarth 1988). Aquesta coincidència reflecteix solucions comunes a necessitats similars i que no són exclusives de l'antiguitat. Sistemes de drenatges i de recollida d'aigua subterrània pràcticament idèntics els podem trobar en les mines d'aigua existents, entre altres llocs, a la

Catalunya meridional. En molts casos les úniques diferències són d'ordre cronològic i dels tipus de coberta, condicionat per la litologia del subsòl[5].

A Itàlia es desenvolupà, des del s. VIII aC, la tècnica d'obertura de galeries que recollien l'aigua, mitjançant filtració i degoteig, i permetien drenar zones humides per a nous usos agrícoles. Eren túnels amb l'alçada mínima per tal que un home pugés excavar-los frontalment (1,8-2 m d'alçada per 0,3-0,6 d'amplada) i les seves longituds varien de les desenes de metres als pocs quilòmetres. Circulaven a escassos metres de la superfície (majoritàriament entre 1 i 5 metres) i tenien tendència a seguir l'orografia, encara que conservant el pendent desitjat. Obeïren a iniciatives privades o, puntualment, de determinades comunitats, sense que hi hagués cap planificació o ordenació de la totalitat del sistema, no sent rar l'encreuament a diferent cota de dos o més *cuniculi*. Capítol apart mereixen les grans obres de dessecació de zones lacustres, fetes sota iniciativa imperial i que requeriren la construcció de galeries de longituds i seccions inusuals. El més conegut de tots es el realitzat per dessecar el llac Fucino, en la zona dels Abruzzo, de 5.640 m de llarg i una secció de 20 m^2. Fou inaugurat a l'any 53 dC i necessità d'11.000 homes i 11 anys per finalitzar-ho (Suetoni, *de vita Caesarum*).

Malgrat les finalitats diverses dels *cuniculi*, el seu traçat plantejà els mateixos problemes i solucions des del punt de vista de la enginyeria romana. L'excavació de túnels i galeries era una tècnica ben coneguda i utilitzada pels romans i, malgrat les dificultats intrínseques de l'obra, no esdevingueren un obstacle irresoluble en els seus projectes d'enginyeria. Coneixem bé els principis teòrics de càlcul i replanteig en que es basaren, però, malgrat aquesta, diguem-ne, normalitat, disposem d'escasses referències que ens puguin il·lustrar el procés real d'execució. Al *Corpus agrimensorum romanorum*[6], quan s'explica la projecció de galeries subterrànies s'indiquen com a solucions el sistema de la *Cutellatio* i el mètode d'Eron d'Alexandria. En ambdós casos s'intentava resoldre com establir correctament els punts d'entrada i sortida d'una galeria, que s'excavaven simultàniament, perquè aquests estiguessin perfectament alineats i a la cota desitjada, així com determinar la situació dels pous intermedis.

El procés de *cutellatio* (derivació de *cutellare*, tallar), s'iniciava amb la fase de *rigor*, es a dir el replanteig sobre el terreny de l'alineació correcta a seguir, (Hyginus, *de munitionibus*, v. Meng 1975, 191 n.2). Consistia en marcar amb estaques mitjançant una *groma*, el recorregut de la galeria sobre la superfície de la elevació a

[5] Un exemple proper el constitueix la mina de *La Protectora* construïda a partir de l'any 1862 pel Gremi de Pagesos de Tarragona (Yxart 1962) i que actualment encara rega el que resta de l'Horta de Tarragona. La mina s'inicià en la partida del Molí nou del Morell i el seu traçat és paral·lel, per orient, al del riu Francolí. D'aquesta forma es recull l'aigua del subsòl freàtic del riu. Consta de prop de 9 Km de galeries i de 113 pous d'excavació i manteniment.

[6] Text del s. VI dC que recull diverses obres referents a l'agrimensura escrites, fonamentalment, en el s. IV dC. És un manual per futurs agrimensors que comprèn escrits o obres de *Frontinus, Agennius Urbicus, Commentum de agrorum qualitate, Commentum de controversiis, Hyginus, Hyginus gromaticus* i *Siculus Flaccus*.

perforar. Un cop establerta aquesta, i utilitzant el *chorobates* amb l'auxili de la *pertica* s'anaven definint diferents "graons" a *modus* de talls verticals, que servirien per calcular les cotes[7] (fig. 5). De fet es un sistema idèntic al que utilitzaríem avui en dia amb un nivell òptic per tal de calcular les cotes al llarg d'un recorregut de perfil sinuós, amb la diferència que els romans utilitzaven un aparell no òptic, el *chorobates*. Hi ha un cas documentat de l'ús de la *cutellatio* en una estela epigràfica nord africana aixecada en memòria dels treballs de construcció d'un aqüeducte a la ciutat de *Saldae* a la *Mauritania Caesariesis* (CIL VIII, 2728). En el text es relaten els treballs preparatoris a la construcció d'una galeria: "[...] *rigor depalatus erat supramontem ab orientem in occidentem* [...] " (un rigorós traçat va ser marcat al de sobra la muntanya d'est a oest).

Pels casos en què fora impossible establir un *rigor* en el perfil de la elevació a perforar, Eron d'Alexandria va definir en la seva obra [illegible] una tècnica que, segurament, recollia una tradició topogràfica anterior. Emprant la *groma* o la *dioptra*[8] s'establien els extrems oposats i la longitud de la galeria a excavar. Aquest sistema consistia en vorejar, des d'un dels extrems triats, el perímetre de l'elevació a superar mitjançant la suma de diverses mides. Un cop superat el perímetre de l'obstacle, s'establia el punt oposat de la galeria en aquell punt on la suma de totes les distàncies, perpendiculars a l'eix longitudinal de la galeria, que s'allunyin del punt d'inici fos igual al de la suma de totes les distàncies perpendiculars que s'apropin a l'eix. Per calcular la distància entre el punt d'entrada i el de sortida simplement s'havia de fer la mateixa operació però amb les mesures paral·leles a l'eix de la galeria. Aquest mateix sistema era vàlid, tant per alinear els punts d'entrada i sortida com els diferents *putei* que es volguessin obrir (fig. 6).

L'equip d'excavació de cada galeria s'integrava per una persona en el front de mina, una o dues s'encarregaven d'extreure la terra a la boca de la galeria i una altra la recollia i transportava al lloc determinat (fig. 7). Per tal d'accelerar les feines i controlar la direcció, es feien, al llarg del recorregut, diversos pous (els autors clàssics els anomenen indistintivament *puteus, lumina* o *spiramina*[9]) que, un cop arribats al punt desitjat, servien per obrir nous fronts, accelerant l'excavació i facilitant l'extracció del material de rebuig.

Un cop assolida la fondària prevista dels *putei*, s'havien de marcar correctament les alineacions a seguir dins les galeries. Així, es disposaven tres *perticae* alineades, una a cada costat de la boca del pou i una tercera en el punt on se situava el següent *puteus*. Entre les dues primeres *perticae* es col·locava un fil, que reproduïa

---

[7] La *groma* era un aparell format per dos braços perpendiculars que es disposaven horitzontalment, i dels quals penjaven quatre plomades. Servia, bàsicament, per definir alineacions i perpendiculars. El *chorobates* era una espècie de nivell d'aigua de 6 metres de llarg descrit. La *pertica* era un pal escairat o de secció rodona de 10 peus d'alçada (*pertica decempeda*) que s'utilitzava com un modern jaló (v. Adam 1982).

[8] Aparell ideat pel mateix Eron que consistia en una regla amb un visor en cada extrem que podia girar sobre un limbe horitzontal graduat. Seria l'antecessor directe del nostre taquímetre.

[9] Plini recomanava excavar-los cada 70 metres (*Hist. Nat*. XXXI,57) i Vitrubi cada 35 (*de Arch*. VIII). No obstant la realitat variava segons les característiques de cada cas. Per exemple, a l'aqüeducte de *Saldae* es disposen cada 48 metres, al de Bolònia cada 250, al de Nimes cada 15 o cada 100 (Bussana 1998).

l'alineació a seguir, i es penjaven dues plomades (*perpendiculi*) fins al fons del *puteus*. Allí servien per perllongar i comprovar l'alineació del *cuniculus* donat que els *perpendiculi* estaven en línia amb l'eix superior. Un cop finalitzada l'obra, aquest pous servien, a més, com a punts d'entrada i ventilació durant les tasques de manteniment i inspecció. La il·luminació, tant en els treballs de construcció com en els de manteniment, es feia mitjançant llums d'oli que, sovint, estarien col·locats en petits retalls fets a propòsit.

Encara que l'aplicació teòrica d'aquests sistemes era correcta, la seva execució no es lliurava de problemes i inconvenients, sobretot derivats de la fiabilitat i limitació dels mitjans amb què es comptava. Es coneixen casos de projectes fallits o amb greus problemes d'execució. Un dels més famosos seria el de la galeria del Fucino on, malgrat els esforços esmerçats, el dia en què fou inaugurat per l'emperador Claudi no va baixar aigua. Calgué un any més de treball per tal de posar-lo en funcionament i s'hagué d'esperar a les modificacions impulsades per Trajà perquè el cuniculus funcionés com s'esperava en el projecte inicial.

Un cas encara més il·lustratiu seria el descrit per la inscripció abans esmentada de la ciutat de *Saldae*. Cap a l'any 148 dC Nonio Dato, *librator* –agrimensor especialitzat en traçar aqüeductes- de la *Legio III Augusta*, que tenia seu preferent a la província de *Numidia*, dugué a terme el projecte tècnic per l'aqüeducte d'aquesta ciutat de la província *Mauritania Caesariensis*[10]. Nonio no esperà a la finalització dels treballs i tornà al quarter de la seva legió, però tres anys més tard el procurador de la *Mauretania Caesariensis*, va escriure al *legatus augusti propraetore* de Numídia per demanar l'ajut de Nonio Dato. Explicava que al perforar la galeria pel extrems els dos grups de treball es varen desviar lleugerament i no es varen trobar ja que no van seguir correctament les indicacions senyalades. Així doncs, Nonio va tornar per tal de resoldre el problema -no explica com- i l'aqüeducte va ser acabat en els tres anys següents. Es tracta d'un fet anecdòtic que ens indica que tant el tècnic com els encarregats d'executar les parts més complexes de l'obra –l'inici de l'excavació del *cuniculus*- formaven part del cos militar. El fet que es requerís d'una província a l'altra la presència d'una determinada persona indica l'alt grau d'especialització que aquesta tasca demanava. També és de destacar el període de 4 anys que es va necessitar per construir una galeria de 428 m longitud i que transità a una fondària màxima de 86 m.

A més d'aquests casos, documentats històricament, l'arqueologia ha pogut constatar nombroses variacions i rectificacions amb l'objectiu de reparar errors d'execució o projecte, tal i com es pot veure en alguns trams de l'*Aqua Virgo* i l'*Aqua Claudia* a Roma, l'aqüeducte de Bolònia o en els emissaris dels llacs Albano i Martignato (Giorgetti 1984, 24-27). Donada aquesta dificultat real, no és d'estranyar que en els casos on no es van

[10] A la inscripció es descriuen les feines executades en el següent ordre: definició dels perfils altimètrics entre la font d'aigua i la ciutat, traçat sobre el terreny del recorregut de l'aqüeducte, traçat mitjançant la *cutellatio* dels eixos de la galeria a excavar sota una muntanya, dibuix de la planta general del projecte i començament de l'excavació de la galeria en què es van utilitzar dos destacaments de soldats auxiliars (Giorgetti 1984).

cometre errors, els responsables volguessin congratular-se mitjançant un epígraf, com fou el cas del constructor d'un tram soterrat de l'*Aqua Claudia* (CIL XIV, 3530).

Quant al *cuniculus* de Tàrraco (figs. 1-4) hi ha una sèrie de qüestions a remarcar d'ordre cronològic, històric i tècnic. Primer de tot creiem que respon a una obra hidràulica de captació i conducció d'aigües subterrànies, tot i que la manca de dades fa que aquesta conclusió tingui un valor del tot teòric i hipotètic. Reconeixem que es tracta d'una proposta interpretativa fruit de l'anàlisi formal i conceptual, donat que les característiques d'aquest cas i el seu context geològic i urbanístic eliminen la possibilitat que ens trobem davant d'una explotació minera o un pas soterrani.

A més, és evident que no disposem de dades directes sobre la cronologia de l'excavació de la galeria. No obstant això, l'execució del projecte tècnic que comportava la definició del traçat així com l'emplaçament dels *putei* necessaris pot considerar-se un criteri *ante quem* per a la datació dels treballs. El replanteig topogràfic mitjançant sistemes com els anteriorment exposats difícilment haguessin pogut realitzar-se a l'interior d'una ciutat plenament urbanitzada amb *viae* i *insulae*, donat que els *putei* no s'haguessin pogut efectuar al bell mig dels carrers o de les cases. Per aquest motiu s'estableix, com a hipòtesi de treball, que el projecte tècnic i l'excavació de les galeries, la part coneguda de les quals no passa per sota per sota de l'àrea teòricament ocupada per l'*oppidum* ibèric, s'hauria desenvolupat amb anterioritat o bé relacionat amb la intensa transformació urbanística de finals del segle II aC, i de la qual la segona fase de la muralla pot considerar-se l'element més distintiu (Macias 2000). La presència d'un *cuniculus*, així com la tipologia de la muralla o de la font monumental de l'àrea portuària, són elements que des de l'anàlisi estilística reflecteixen la influència hel·lenística i itàlica en la Tàrraco republicana.

Es desconeix actualment el punt d'obtenció d'aigua i el destí o destins de l'obra i tampoc es pot determinar amb seguretat la seva funcionalitat. Tot i que el tram conegut es dirigeix cap a l'àrea del teatre, no es pot fixar una relació de subministrament d'aquest recinte lúdic donat que el *cuniculus* es pot considerar més antic i s'abandonà cap a finals del s. I dC, molt abans que la desaparició del teatre i dels recintes annexes (Mar *et alii* 1993, *Garcia et alii* 1997). Respecte als motius del seu desús cal preveure la substitució pels aqüeductes amb més cabal procedents dels rius Gaià i Francolí, datats en un moment incert de l'alt imperi.

La interpretació històrica d'aquesta infraestructura es relaciona amb l'origen militar de la ciutat romana i amb les necessitats de les seves instal·lacions portuàries (Burés *et alii* 1988). Es tracta, conseqüentment, d'un plantejament historicista que encara fa més antiga la cronologia proposada anteriorment, però que no compta

amb elements arqueològics que el ratifiquin[11]. Desconeixem les característiques del primitiu port i, tot i que les fonts antigues esmenten la presència d'equipaments portuaris, aquestes no són precises (Otiña/Ruiz de Arbulo 2002, 112). La hipòtesi es fonamenta en la consideració de Tàrraco com un nucli militar amb un recinte portuari marcat per les necessitats pròpies de l'expansionisme romà a la península Ibèrica. Des de la segona Guerra Púnica fins a i les guerres celtibèriques la ciutat ha de considerar-se un veritable cap de pont i punt d'arribada de les tropes itàliques. L'intens trànsit requeriria comptar amb sistemes segurs d'emmagatzematge i de distribució d'aigua potable per tal d'abastir les tropes i els vaixells de pas. Aquest aspecte es considera fonamental si tenim en compte el context geopolític en què s'inicià la ciutat romana, la convivència amb l'*oppidum* indígena i la llunyania del *castrum* fortificat, dalt del turó situat a la part alta de la ciutat i a gairebé un quilòmetre. Per aquests motius es consideraria una canalització subterrània el sistema més segur de proveïment d'aigua, alhora que la seva dificultat no seria obstacle per als enginyers militars.

Des del punt de vista tècnic, l'anàlisi efectuada percep que es va excavar a partir de diversos fronts simultanis procedents dels *putei*. D'aquesta forma, malgrat que les dimensions del front d'excavació acceptaven una sola persona, el treball en paral·lel reduïa el temps d'excavació. Quant als pous es de suposar que el seu accés es mantindria en àrees públiques. Sobre aquest aspecte només es pot apuntar que el tram conegut s'emplaça sota una extensa plaça comercial situada als peus del fòrum i en una àrea monumentalitzada en el s. I dC (Macias 2000). La galeria presenta una secció irregular d'uns dos metres d'alt per una amplada variable que va dels 40 cm als 100 cm. Això es pot explicar a partir a la natura lítica on està excavada que, sens dubte, condicionà tant la secció com el recorregut que, en aquest cas, es presenta de forma sinuosa. El principi d'economia determinaria l'aprofitament de les roques més toves a l'hora d'excavar, evitant, en la mesura del possible, les formacions lítiques més dures.

El fet de voler aprofitar les roques més toves, tot i mantenir l'arrenglament dels registres, va comportar la pèrdua de qualsevol alineació projectada i calculada. Aquesta variació, que en alguns punts es de varis metres, ocasionà que els diversos fronts avancessin a cegues fent enormement difícil la connexió de galeries enfrontades. No obstant això, els projectistes de l'obra varen saber calibrar aquestes desviacions i corregir les alineacions per tal de possibilitar la connexió entre dos *putei* consecutius. Això es fa més que evident en el tram entre els registres B i C, on la galeria fa un doble colze molt forçat que només es pot explicar pel fet que es varen adonar que estaven circular de forma paral·lela i que s'havia de fer un petit tram en S per tal de connectar els dos fronts d'excavació.

[11] Només es pot apuntar, a nivell hipotètic, la direcció que pren la galeria apunta la possibilitat que el *cuniculus* es dirigís cap a l'àrea posteriorment ocupada pel teatre, on les excavacions arqueològiques determinaren la presència d'estructures portuàries anteriors a la construcció de l'edifici teatral (Mar *et alii* 1993).

Com varen arribar a calcular i valorar numèricament aquestes desviacions fins al punt de corregir-les amb els mitjans de l'època, és un fet que, de moment no troba explicació. La dificultat de calcular trajectòries de galeries subterrànies sinuoses com la nostra és tan gran que, malgrat la tecnificació i la professionalització d'avui en dia, no es pot descartar, ni tant sols, que la planta aixecada per nosaltres presenti algun lleuger error d'orientació. Per aquest motius es de suposar que els excavadors del *cuniculus* –possiblement tècnics militars- tenien prou ofici, experiència i instint per resoldre els entrebancs que els seus mitjans tècnics no podien solucionar. Més fàcil de resoldre fora el problema del pendent, doncs l'ús de nivells d'aigua o simplement la mateixa aigua deixada anar lliurement, permetia el càlcul de desnivells en recorreguts sinuosos.

La continuació dels treballs arqueològics serà l'únic element que permetrà avançar en el coneixement d'aquest obra romana, amagada de la nostra realitat actual. Cal reconèixer però que les intenses transformacions sofertes a l'àrea portuària de Tàrraco, especialment durant la monumentalització de la façana marítima en el segle I dC i, molt més tard, amb l'eclosió portuària del segle XIX, dificultaran enormement la localització dels trams finals del *cuniculus*. En canvi, preveiem la conservació dels segments inicials, conservats a 13 m per sota de la ciutat actual. Això ens ha de permetre esbrinar l'origen i la font d'aigua d'aquesta obra, tot determinant si es tractà d'un brollador natural o bé es realitzà un pou de bombament de l'aigua del llac. Quant a la segona opció prenen rellevància les descripcions efectuades per Hernández Sanahuja (recollides a Burés *et alii* 1998) i que assenyalarien el pou Cartanyà com l'indret en què neixen les galeries. Al fons del pou es trobava un bastiment de fusta però no havia evidències de maquinària. Malgrat això, cal tenir en compte aquesta possibilitat donat que la diferència existent entre el nivell de l'aigua i la cota del *cuniculus*, uns 13 m, no seria obstacle per una bomba de pistons com la de *ctesibia machina*, *sipho* o σιφων (Vitrubi, *de Architectura* X, 7; Heró d'Alexandria, *Neumatika* I, 20-28) o per una màquina de bombament tipus *cochlea* o *rota* (Oleson 2000)

Els escassos indicis coneguts fins ara ens plantegen la possibilitat de trobar-nos davant d'una de les obres més antigues de l'enginyeria hidràulica a Hispània. Desconeixem l'extensió global de l'obra així com el seu ús específic. No obstant, aquesta desconeixença no és obstacle per valorar l'entitat de l'obra, el projecte topogràfic i l'execució de la qual degué ser assumit per l'exèrcit romà i s'inclou en el període de realització de les grans obres urbanístiques que configuraren els equipaments bàsics de la ciutat republicana: l'ampliació de la muralla, el col.lector principal del c/ d'Apodaca, els equipaments portuaris i la definició de la trama urbana.

Bibliografia

Adam, J.P. 1982: "Groma et chorobate. Exercises de topographie antique", *MEFRA* 94, Roma, 1003-1029.

Albiñana, J.F., Bofarull, A. de 1849: *Tarragona Monumental, ó sea, Descripcion de todas sus antiguedades y monumentos celtas y romanos*, Tarragona.

Almagro Gorbea, A, 2002: "El acueducto de Albarracín a Cella (Teruel)", *Artífex. Ingeniería romana en España*, Madrid, 213-238.

Argente, J.L. 1990: *Tiermes. Guia del Yacimiento y Museo*, Soria.

Burés, L., Garcia, M., Macias, J.M. 1998: "Un aqüeducte soterrani a Tarragona", *Empúries* 51, Girona, 183-196.

Bussana, M.S. 1998: *Via per montes excisa. Strade in galleria e passaggi sotterranei nell'italia romana*, Roma.

Cuchí, T. 1875: *Descripción de las Aguas de Tarragona y algunas de la Provincia*, Tarragona.

Dilke, O. 1971: *The roman land Surveyors. An introduction to the agrimensores*, Londres.

Gabriel, R. 2003: "Aproximació a la topografia antiga de Tarragona", *Butlletí Arqueològic* 23, èp. V, Tarragona, 281-346.

García, M., Pociña, C.A., Remolà, J.A. 1997: "Un context ceràmic d'inicis del segle II d.C. a Tàrraco (*Hispania Tarraconensis*)", *Pyrenae* 28, Barcelona, 179-209.

Giorgetti, D. 1984: "Da Erone di Alessandria a Nonio Dato. Note sul sistema di avanzamento in cavo ciego negli acquedotti romani", *Romana Gens* 1, Roma, 19-23.

Hernández Sanahuja, B., Torres i Sedó, J.M. de 1867: *El Indicador Arqueológico de Tarragona*, Tarragona, reed. 1982.

Lanciani, R. 1975: *Topografia di Roma Antica, I comentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti* (Roma 1881), reedició.

Macias, J.M. 2000: "L'urbanisme de Tàrraco a partir de les excavacions de l'entorn del Fòrum de la ciutat", J. Ruiz de Arbulo (ed.), *Tàrraco 99. Arqueologia d'una capital provincial romana*, Documents d'Arqueologia Clàssica 3, Tarragona, 83-106.

Macias, J. M. (ed.) en premsa: *Les termes públiques de l'àrea portuària de Tàrraco. Carrer de Sant Miquel de Tarragona*, Documenta 2, Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Mar, R., Roca, M., Ruiz de Arbulo, J. 1993: "El teatro romano de Tarragona. Un problema pendiente", *Teatros romanos de Hispania*, Cuadernos de Arquitectura Romana 2, Madrid, 11-23.

Meng, G. 1975; "Sulla determinazione del meridiano alla fondazione di Forum Iulii-Cividale", *Rendiconti* 109, 190-201, Milà.

Moscatelli, U. 1979: "Intorno ai passi di Frontino sulla Cultellatio*", Rivista Storica dell'antichità* 9, Bolònia, 75-87.

Oleson, J.P. 2000: "Water-Lifting", O. Wikander (ed), Handbook of Ancient Water Technology, Leiden, 217-302.

Otiña, P., Ruiz de Arbulo, J. 2002: “De Cese a Tárraco. Evidencias y reflexiones sobre la Tarragona ibérica y el proceso de romanización”, *Empúries* 52, 107-135.

Pociña, C. A., Remolà, J. A. 2003: “Una font monumental a l’àrea portuària de Tarraco. Notes preliminars”, *Empúries* 53, Girona, p. 41-47.

Ravelli, F., Howarth, P. J. 1988: “I cunicoli etruschi: tunnel per la captazione di acqua pura”, *Irrigazione e drenaggio* XXXV, 1, Bolònia.

SIET 2001: Servei d’Investigacions Espeleològiques de Tarragona. *La cova urbana de Tarragona*, Tarragona.

Yxart y de Moragas, J. 1962: *Memoria histórica de la mina “La Protectora” de las huertas de Tarragona*, Tarragona.

Peus de Figura:

Figura 1. Plànol de situació urbana. **1**, *Cuniculus*; **2**, Fòrum; **3**, Cova urbana; **4** magatzems portuaris c/ Sant Miquel; **5,** recinte monumental del teatre. Corbes de nivell del 1800 (Gabriel 2003).

Figura 2. Seccions urbanes del *cuniculus* i de la cova urbana.

Figura 3. Secció del trajecte conegut de *cuniculus*.

Figura 4. Detall de l’interior de la galeria (arxiu MNAT - A. Saludes)

Figura 5. Procés de *cutellatio* mitjançant *chorobates* (2) i *perticae* (1) per establir els extrems del *cuniculus* i els seus *putei*.

Figura 6. Procés d’Eron d’Alexandria. (A+A'+A")-(B+B'+B"+B'") = 0. □+□'+□"+□')-(□+□') = Distància total de la galeria.

Figura 7. Procés teòric de projecció i excavació de *galeria* mitjançant *perticae* (**1**) i *perpendiculi* (**2**) (dibuix J.M. Puche).

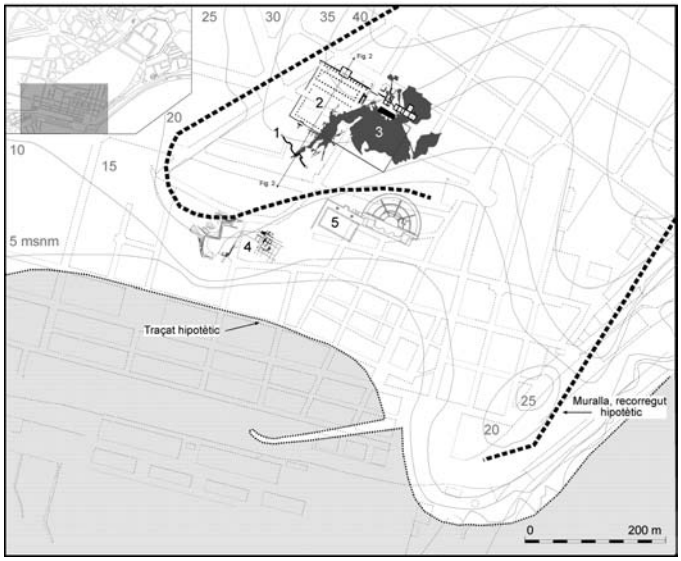

Figura 1

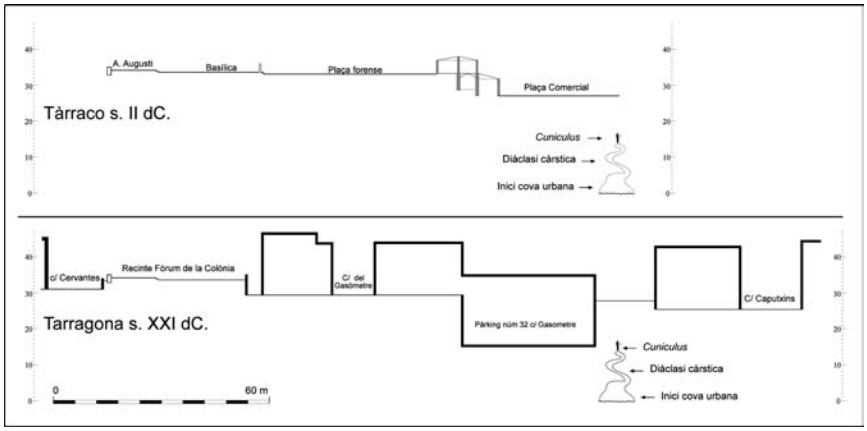

Figura 2

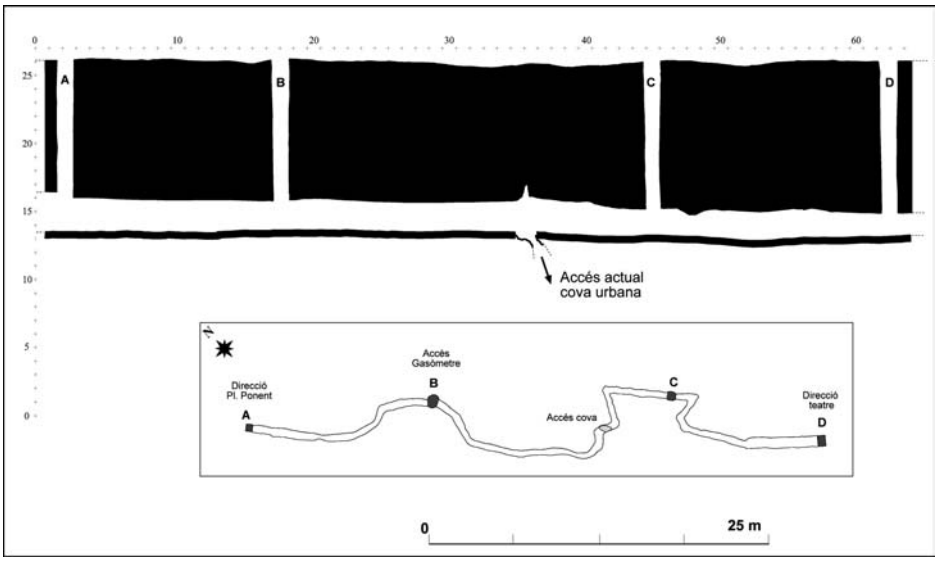

Figura 3

Figura 4

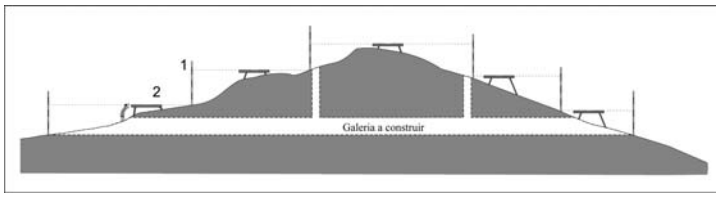

Figura 5

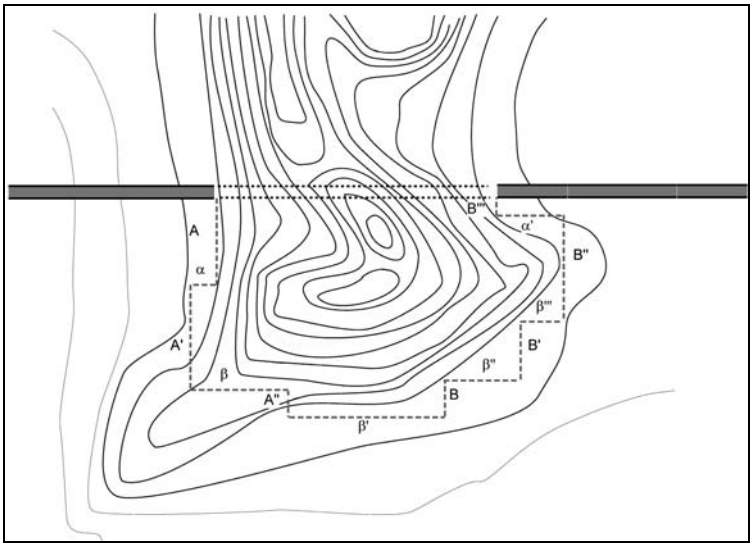

Figura 6

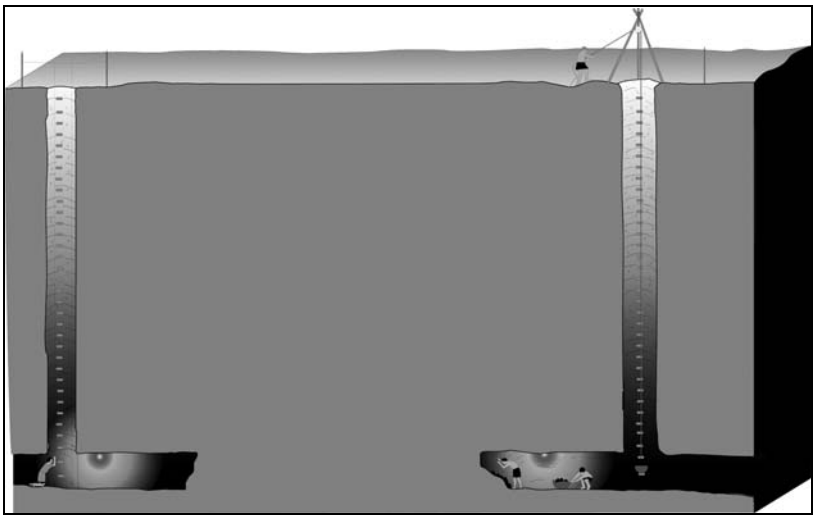

Figura 7