

Errores de replanteo en el anfiteatro de Itálica

Setting out errors in the Roman amphitheater of Italica

Alejandro Jiménez Hernández¹
Otto-Friedrich Universität Bamberg

Cuiusvis hominis est errare: nullius nisi insipientis, in errore perseverare
Cicerón (Phil. XII 5)

RESUMEN

A partir de una ortoimagen y un modelo digital del terreno de alta resolución, hemos analizado la planta del anfiteatro que presenta una serie de anomalías atribuibles a errores de replanteo. Este análisis sirve de base para profundizar en el diseño del edificio, de su fachada y de la distribución de la grada, y también en los procedimientos de replanteo para tratar de comprender cómo se produjeron esos errores.

Palabras clave: Arqueología de la Arquitectura; arqueología de la construcción; anfiteatro; arquitectura adrianea; procedimientos de replanteo; Hispania; Bética.

ABSTRACT

Through a high resolution orthoimage and a digital terrain model, we have analyzed the amphitheatre ground plan, which presents a series of anomalies thought to be related to replanning mistakes. This analysis serves as a basis to go deeper in the design of the building, its façade and the layout of the stands, as well as in the setting out procedures, trying thus to understand how these errors took place.

Key words: Building archaeology; archaeology of construction; amphitheater; Hadrian architecture; replanning procedures; Hispania; Bética.

Recibido: 12-02-2018. Aceptado: 05-03-2018. Publicado online: 20-12-2018

Cómo citar este artículo / Citation

Jiménez Hernández, A. 2018: "Errores de replanteo en el anfiteatro de Itálica", *Arqueología de la Arquitectura*, 15: e074. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2018.013>

Copyright: © 2018 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

ANTECEDENTES

Itálica, la *Nova Urbs*, supuso uno de los mayores proyectos urbanísticos realizados en Hispania, a excepción quizás, de la masiva reurbanización de las principales ciudades hispanas en tiempos de Augusto². Un proyecto imperial que ambicionaba construir una nueva ciudad, que incluía, junto

a un innovador urbanismo, edificios públicos de una dimensión colosal como unas grandes termas, el *Traianeum* (León 1988), el edificio emblemático del proyecto, y el anfiteatro (Fig. 2). El anfiteatro de Itálica es el mayor de los construidos en Hispania (Fig. 1) y el de mayor capacidad fuera de la península itálica, a falta de concretar las dimensiones reales del anfiteatro de Cartago³. En Itálica, Adriano pretendió

¹ alejandro.jimenez@uni-bamberg.de / ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6609-6610>

² Sobre la arqueología de Itálica y su importancia histórica es muy numerosa la bibliografía que destaca la singularidad de sus construcciones, de su proyecto urbanístico y de la importancia histórica y simbólica de su fundación, así como, de ser ciudad de origen de emperadores (Caballos 1994; Caballos y León 1997 y 2010; Caballos, Marín y Rodríguez 1999).

³ Por lo que conocemos a día de hoy, ningún anfiteatro fuera de la península itálica superó en dimensiones al anfiteatro de Itálica. A varios anfiteatros se les asignan medidas similares pero están insuficientemente estudiados y lo documentado es escaso como para considerarse definitivo, es el caso de *Limonum Pictorum* (Poitiers) (Golvin 1988: 162), *Augustodunum* (Autun) (ibidem: 190-191), *Mediolanum* (Milán) (ibidem: 123) o *Cartago* (ibidem: 199-200; Bomgardner 2002: 133-146).

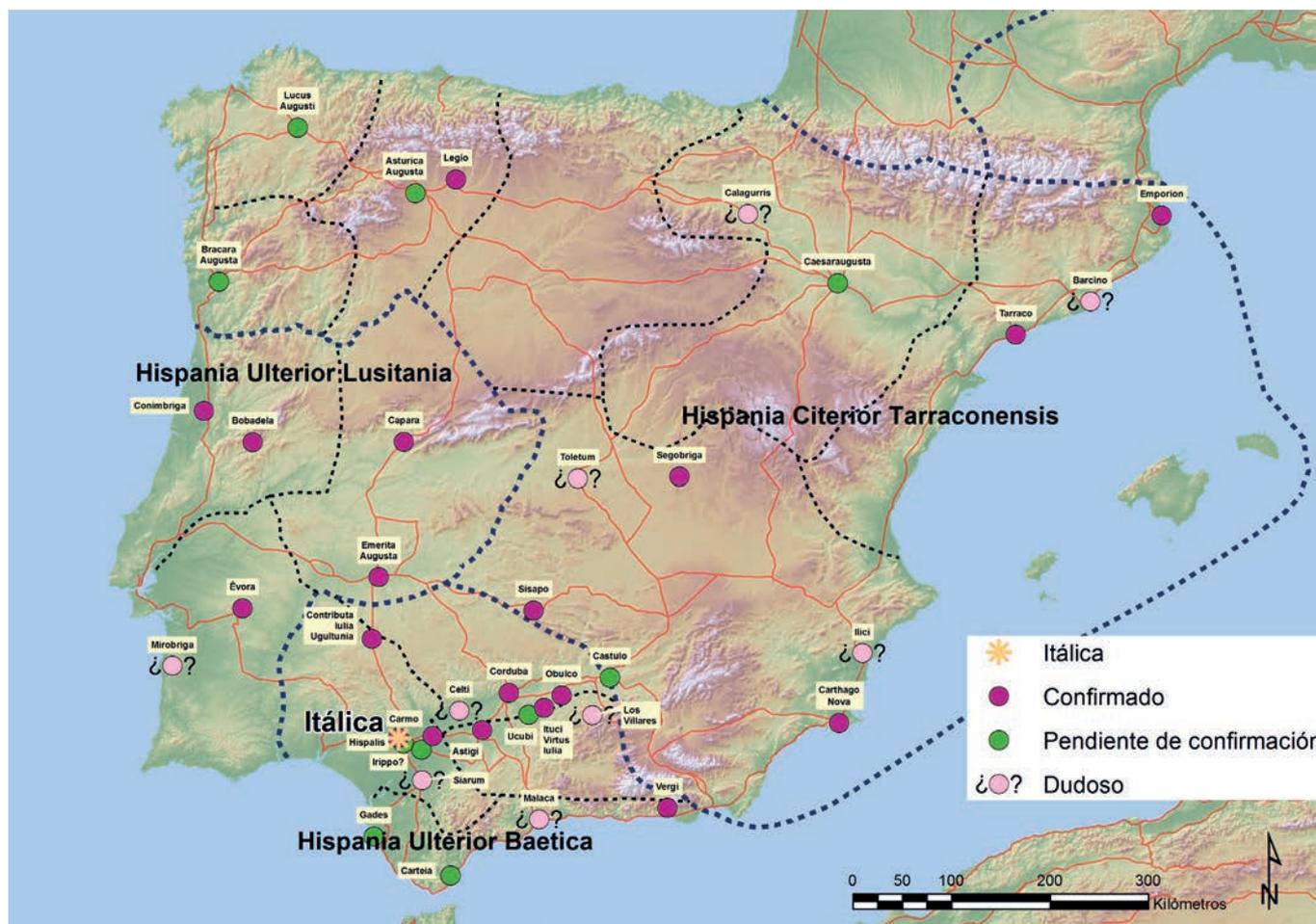


Figura 1. Anfiteatros conocidos en Hispania con identificación del anfiteatro de Itálica.⁸

construir el mayor anfiteatro nunca realizado hasta entonces, a excepción del Coliseo de Roma, lo que nos muestra que nos enfrentamos a uno de los proyectos más complejos y ambiciosos que la arquitectura romana haya dejado en la península ibérica⁴ (Tabla 1).

Reconocido desde siempre, se empezó a excavar en la segunda mitad del siglo XIX quedando prácticamente exhumado⁵. A pesar de este temprano interés y de haber sido objeto de numerosos estudios parciales

sobre aspectos concretos⁶ o de análisis generales sobre su forma y estructura, sigue demandando un estudio arqueológico y arquitectónico completo que aúne especialistas de diferentes disciplinas⁷.

Vamos a seguir aquí una línea iniciada con el estudio del anfiteatro de Écija que presentaba, a nuestro modo de ver, muchas características comunes o

⁴ Solo el Coliseo y el anfiteatro nuevo de Capua (Golvin 1988: tabla 30) sobrepasaron las dimensiones del de Itálica aunque dada la fecha aceptada hoy para Capua (Bomgardner 2002: 104-105) pudo haberse construido con posterioridad al anfiteatro de Itálica.

⁵ El anfiteatro fue objeto de numerosas campañas desde 1860 iniciadas por Ríos y Serrano (1862) y continuadas posteriormente por Ríos y Villatta (1916a y 1916b) y Parladé y Heredia (1921, 1923 y 1925). En la segunda mitad del siglo XX, los trabajos de Carriazo, Collantes, Hernández Díaz y Manzano acabaron por dar el aspecto actual al anfiteatro (Caballeros, Marín y Rodríguez 1999: 101-102). De manera reciente se han acometido trabajos puntuales que van arrojando más luz sobre la secuencia estratigráfica del monumento y su estructura (Larrey *et al.* 2001). Una amplia historiografía que ha merecido estudios específicos (Rodríguez 1991; Bellido 2009).

⁶ Especialmente interesantes es el análisis sobre los espacios de culto que alberga el anfiteatro (Beltrán 2001; Beltrán y Rodríguez 2005).

⁷ A pesar de todos los estudios de que ha sido objeto este edificio, se sigue demandando un estudio integral, interdisciplinar, para abordar una tarea que, por su complejidad, es difícil afrontar con éxito por un único investigador o desde la óptica de una única disciplina.

⁸ Con respecto al último plano recogido por nosotros (Jiménez 2017: fig. 36 y lám. 3) hemos introducido el hallazgo del anfiteatro de Torreparedones (Ituci) (Monterroso 2017), eliminado las referencias a Acinipo y Baelo Claudia porque las razones aducidas para su inclusión han resultado erróneas, y el anfiteatro de Carteia se marca ahora como pendiente de confirmación puesto que la topografía muestra una característica forma oval, no natural, con dimensiones compatibles a las de un anfiteatro y que se sitúa intramuros junto al teatro romano y al recientemente descubierto circo (Jaén *et al.* 2017).

derivadas del edificio italicense (Carrasco y Jiménez 2008). Pusimos entonces el foco en el diseño de su planta y alzado para conocer las características principales y los procedimientos geométricos que subyacen en sus estructuras con la convicción de que el conocimiento de las líneas básicas del proyecto nos ayudaría a comprender y restituir lo que hoy no es visible del anfiteatro y también facilitaría la comparativa con otros a lo largo del territorio romano para establecer las similitudes y diferencias de los distintos modos de diseñarlos.

El estudio de los escasos restos documentados para el anfiteatro de Córdoba nos llevó a considerar la posibilidad de la existencia de unos diseños con bases comunes para los anfiteatros de Écija, Córdoba e Itálica que, además, eran sensiblemente diferentes a los anfiteatros conocidos en otras regiones del Imperio (Jiménez 2015). Esto conllevaba necesariamente una proximidad cronológica entre sendos edificios y, como opción más probable, que los de Écija y Córdoba derivaran del diseño italicense y, por tanto, fueran posteriores a este. La otra opción barajada, que creemos menos probable, sería que el anfiteatro de Itálica hubiera sido diseñado por el arquitecto que construyera el de Córdoba o Écija. Todos los argumentos esgrimidos, aun siendo suficientes para plantear la hipótesis con bases firmes, requieren de una contrastación que solo se puede obtener con investigaciones más profundas en los tres anfiteatros.

El estudio del anfiteatro de Carmona nos dio la oportunidad de adentrarnos en el diseño de los primeros anfiteatros y, a partir de ahí, en la evolución de los mismos (Jiménez 2017). Los primeros *spectacula* ofrecían unas características comunes que fueron diversificándose en proyectos más complejos y con una base geométrica más variada cuyas similitudes pueden deberse al factor cronológico pero también a proximidad regional. Con todo, el Coliseo fue el paradigma que marcó las líneas básicas en la construcción de los anfiteatros que vivirían su florecimiento en los momentos finales del siglo I d. C. y el II d. C.⁹

⁹ A Verona se le asigna una datación julioclaudia pero la mayoría de los anfiteatros monumentales parecen ser flavios o posteriores (Golvin 1988: 169-187).

Hasta ahora, no habíamos tenido la posibilidad de acceder a una información gráfica lo suficientemente precisa como para analizar en detalle la planta del anfiteatro de Itálica y conocer su diseño. Este estudio nos ha permitido asegurar que el diseño de partida ya publicado por autores como Golvin (1988: 200-202), Corzo (1994) o Wilson Jones (1993) era, en líneas generales, correcto y con ello que los presupuestos por nosotros esgrimidos en los trabajos citados partían de bases sólidas.

Los fundamentos para el estudio de edificios tan complejos como son los anfiteatros tienen que venir marcados por los principios metodológicos y técnicos de la arqueología de la arquitectura y la arqueología de la construcción para el análisis de los procesos constructivos¹⁰. Fundamental para este estudio es el poder tener acceso a una documentación planimétrica precisa, de alta resolución y tridimensional¹¹. Para ello, los medios indispensables son el escáner láser o la fotogrametría tanto aérea como terrestre combinados con ortoimágenes aéreas o el LiDAR¹². Las ortoimágenes facilitadas por el PNOA y el LiDAR son de una gran utilidad y necesarias para abordar el análisis geométrico de las ruinas pero carecen de la resolución precisada por nosotros. La obtención de ortoimágenes mediante fotogrametría aérea a partir de UAV permite obtener resoluciones cercanas a 1 cm por píxel con un margen de error de similares dimensiones, al tiempo que genera un MDT de similares especificaciones. Este modelo tridimensional junto a la ortoimagen (Fig. 3) ha servido de base para este estudio¹³

¹⁰ Tal y como definió Pizzo, la arqueología de la construcción entendida como “el estudio de la implantación, la organización y gestión de una obra edilicia en el ámbito de la arquitectura histórica” (Pizzo 2009: 31).

¹¹ La documentación de partida para el estudio arquitectónico de los anfiteatros debe ser un levantamiento planimétrico de alta precisión y resolución para poder deducir el diseño que los originó. A partir de ahí, mediante la observación directa o a partir de métodos estadísticos se puede inferir la forma geométrica originaria de la planta que puede ser un óvalo o una elipse y que en determinados ejemplos es difícil de diferenciar (Rosin y Trucco 2005; Trevisan 2000).

¹² LiDAR-PNOA del Instituto Geográfico Nacional.

¹³ El vuelo fue realizado para los proyectos de Cañada Honda de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla y por el proyecto del *Traianaeum* de la Universidad de Sevilla, a los que agradecemos que nos hayan facilitado la documentación que ha servido de base para este trabajo, elaborado por TCA Cartografía y Geomática y Luis Vides.

Anfiteatro	L	A	l	a	R	C	P	Sup	Sup*	Esp_1	Esp_2
Roma	640	528	280	168	292	180	1.835	228.457		53.754	45.691
Capua	560	460	254	154	255	153	1.649	171.597		40.376	34.319
Itálica	520	440	240	160	240	140	1.514	149.540	146.659	34.508	29.332
Verona	523	417	256	150	235	133,5	1.476	141.129		33.207	28.226
El Jem	502	414	220	132	229	141	1.439	140.420		33.040	28.084
Pozzuoli	520	410	250	140	232,5	135	1.461	139.958		32.931	27.992
Córdoba	500	420	240	160	230	130	1.445	134.774	135.435	31.867	27.087
Arlés	460	364	234	134	206	113	1.294	106.726		25.112	21.345
Pola	445	355	228	140	200	108,5	1.257	99.073		23.311	19.815
Écija	440	360	240	160	200	100	1.256	94.248	94.748	22.294	18.950
Nîmes	440	334	232	126	193,5	104	1.216	92.463		21.756	18.493
Solin	428	344	220	136	193	104	1.213	92.137		21.679	18.427
Mérida	418	340	218	140	189,5	100	1.191	87.650	88.724	20.876	17.745
Carmona	400	333	200	133	183,25	100	1.151	83.723	85.149	20.035	17.030
Tarragona	370	293	210	133	165,75	80	1.041	63.209	64.878	15.265	12.976
Cartagena	340	260	200	126	150	70	942	49.819		11.722	9.964
León	300	235	200	135	133,75	50	840	34.165		8.039	6.833
Segóbriga	250	225	140	115	118,75	50	746	31.534	29.941	7.045	5.988
Ampurias	300	200	250	150	125	25	785	17.671	18.215	4.286	3.643
Bobadela	217	180	167	130	99,25	25	624	13.627	13.695	3.222	2.739

Tabla 1. Tabla con las dimensiones de los principales anfiteatros romanos e hispanos expresadas en pies romanos. L: longitud total; A: ancho total; l: longitud de la arena; a: ancho de la arena; R: radio (media de los semiejes del anfiteatro); C: ancho de la cávea; P: perímetro; Sup: superficie de la grada en pies romanos cuadrados calculada a partir de los radios del anfiteatro y arena; Sup*: superficie real en pies romanos cuadrados; Esp_1: número de espectadores resultante de dividir Sup o Sup* entre 4,25; Esp_2: número de espectadores resultante de dividir Sup o Sup* entre 5.¹⁴

Para poder valorar adecuadamente la colosal empresa de construcción del anfiteatro de Itálica, es necesario comparar este edificio con los anfiteatros más monumentales de todo el Imperio y de una manera más cercana con los de Hispania, lo que nos ofrecerá un claro panorama de los contrastes entre las principales ciudades.

En la tabla (Tabla 1) exponemos las dimensiones globales de los ejes de estos edificios, L para el eje mayor y A para el menor; también las longitudes de sus arenas con l para el eje mayor y a para el menor. El radio (R), la media de los semiejes del edificio es un valor que resume el tamaño global del anfiteatro a los que se añade

el perímetro (P) y el ancho de la cávea (C). Todos estos datos se expresan en pies romanos (29,57 cm).

Para el cálculo del aforo vamos a usar la superficie de la cávea calculada a partir de los radios respectivos del edificio (πR^2) y de la arena con los que obtenemos las superficies del anfiteatro que, una vez restada la de la arena, nos da la superficie de la cávea (Sup). Este sistema no es preciso pero permite una gran aproximación para aquellos anfiteatros de los que no contamos con una planimetría con suficiente exactitud. Ofrecemos la superficie real (Sup*) medida a partir de sus plantas de los anfiteatros de los que hemos tenido acceso a una buena planimetría. Estas superficies se presentan en pies romanos cuadrados. A partir de estas superficies, de la real en caso de contar con ella y de la calculada a partir de los radios en caso contrario, obtenemos dos rangos de aforo calculados dividiendo

¹⁴ Los datos para la elaboración de esta tabla proceden de los proporcionados por Golvin (1988), Wilson Jones (1993) y la de los anfiteatros hispanos de sus respectivos autores que recogimos en un trabajo anterior (Jiménez 2017: 79-113).

la superficie entre $4,25^{15}$ para el rango superior (Esp_1) o entre 5^{16} para obtener el rango inferior (Esp_2).

Esta tabla aparece ordenada por el aforo de sus gradas que, de manera general, concuerda con las dimensiones globales del anfiteatro, salvo el caso de El Jem cuyas dimensiones son algo inferiores a anfiteatros de menor capacidad puesto que su arena es de las más pequeñas de los anfiteatros monumentales.

ANÁLISIS DE LA PLANTA

Lo más destacable al dibujar la planta del anfiteatro es la sorprendente asimetría del edificio. Los anfiteatros se

¹⁵ Este valor es una traslación fiel a pies romanos de la fórmula propuesta por Golvin (1988: 380-381) que proponía calcular el aforo multiplicando por 2,5 la superficie en metros cuadrados de la cávea.

¹⁶ Este otro índice lo aplicamos en el estudio del teatro de Carteia (Jiménez *et al.* 2015) que se ajusta al número de espectadores que Sear cita en su trabajo sobre los teatros romanos (2006: 26-27).

caracterizan por tener estructura simétrica tanto en sus ejes longitudinal como transversal por lo que no eran esperables unas diferencias tan notables entre la estructura de sustentación de la cávea en los cuatro cuadrantes¹⁷. Estos cuadrantes, resultados de la división de la planta del edificio en sus dos ejes ortogonales, son completamente desiguales, con discrepancias que pueden alcanzar distancias mayores a los 4 metros (Fig. 4).

Si analizamos detenidamente cada cuadrante (Fig. 5), el noroccidental contaría, desde el norte, con 5 cuñas. La primera estaba compuesta por cuatro muros radiales y una cuerda medida en el paramento interior de la galería de fachada de 18,9 m; la segunda con tres muros y 14,2 m de cuerda en su extremo exterior; la tercera con cuatro muros y 19,1 m de cuerda también al exterior; la cuarta cuenta con tres muros radiales y 13,4 m; y la

¹⁷ Algunos autores habían apuntado ya la existencia de anomalías como cambios en el trazado de algunas cimentaciones (Corzo 1994: 197) o cierta asimetría en las zonas superiores quizás como respuesta a la adaptación a la topografía (Caballos, Marín y Rodríguez 1999: 102).

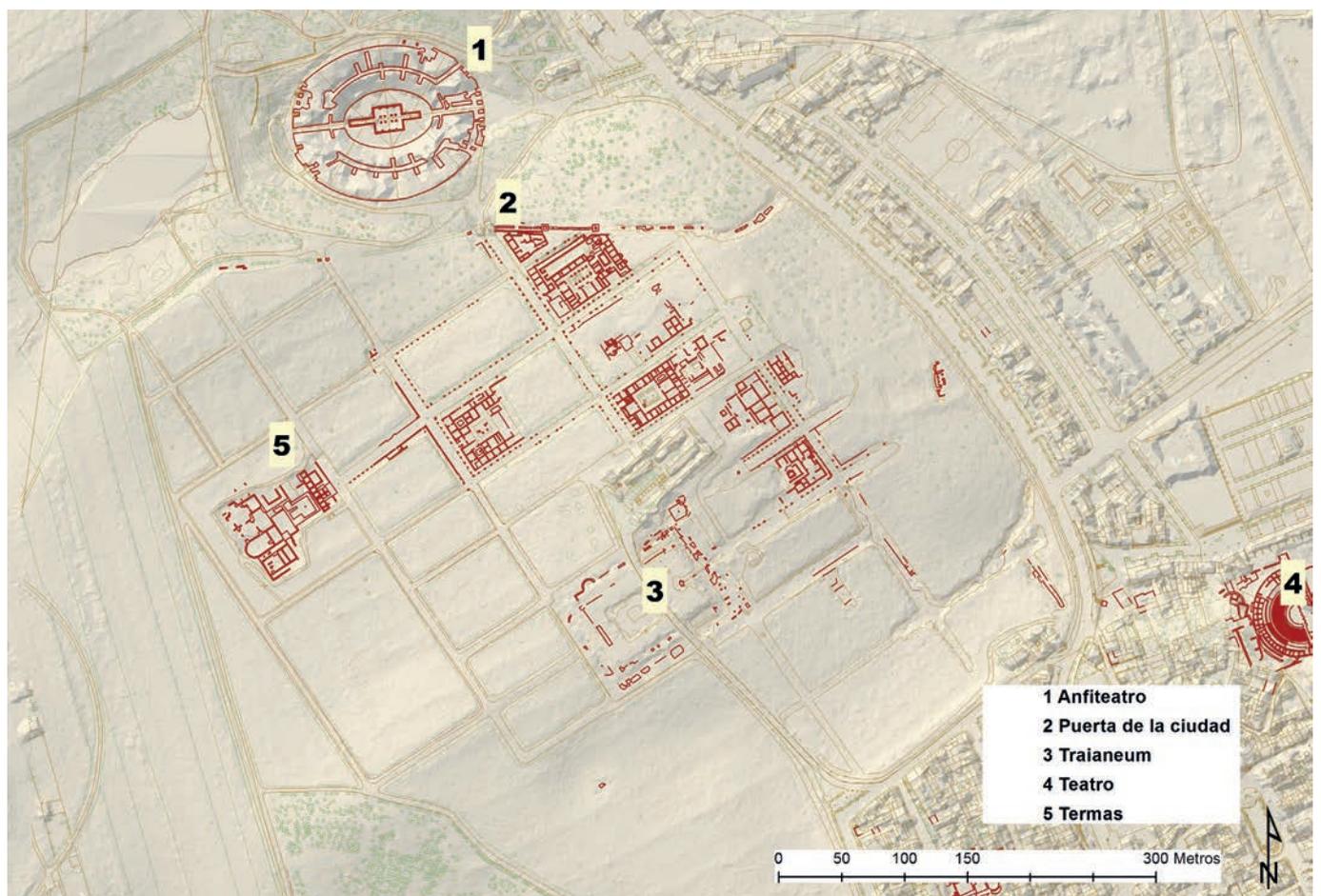


Figura 2. Plano de la Nova Urbs de Itálica con la ubicación de los principales edificios públicos.

anfiteatro tuvo 68 arcos (Jiménez 2015: 129-130), como de manera consensuada han indicado la mayor parte de los investigadores que han tratado el tema y como era la opción más razonable a nuestro entender, o 72 como se desprendería del número de arcos que se podían contar en el sector suroriental del graderío, no podíamos imaginar que, en realidad, este anfiteatro pudo tener 70 arcos, rompiendo la norma habitual de que este número debería, al ser dividido entre cuatro, dar un número entero. Tampoco podíamos pensar que no todos los sectores tendrían el mismo número de arcos ni que tuvieran una distancia entre pilares también diversa, todo ello contrario a lo habitual en este tipo de edificios.

Según podemos deducir de la estructura de los sectores de graderío, teniendo en cuenta que estos se alinean con los muros radiales, y de los restos de pilares conservados, el sector nororiental debió contar con 18 pilares, el mismo número que el sector suroriental, mientras que los dos sectores occidentales

contarían con 17 cada uno. Peor aún, la distancia entre ejes de los diferentes arcos que componían la fachada oscilaban entre los 25 pies de los arcos de las puertas del eje mayor (7,4 m), 22 pies (6,5 m), que parece ser la distancia más común, y otros sensiblemente menores de 19 y de hasta 15 pies (5,6 m y 4,4 m respectivamente), estos concentrados en las fachadas norte y sur, justo donde más anomalías se han observado en la estructura y dimensiones de las cuñas que conforman la estructura de la cávea. Si analizamos con detenimiento la distribución de las distancias entre los pilares, siempre teniendo presente que las medidas que ofrecemos pueden oscilar algo, dado que no se han documentado todos los pilares, otros han desaparecido o están incompletos, observamos una disparidad incomprensible y que no es habitual en este tipo de edificios. Hemos convertido las distancias métricas en pies romanos y las hemos redondeado al más próximo.

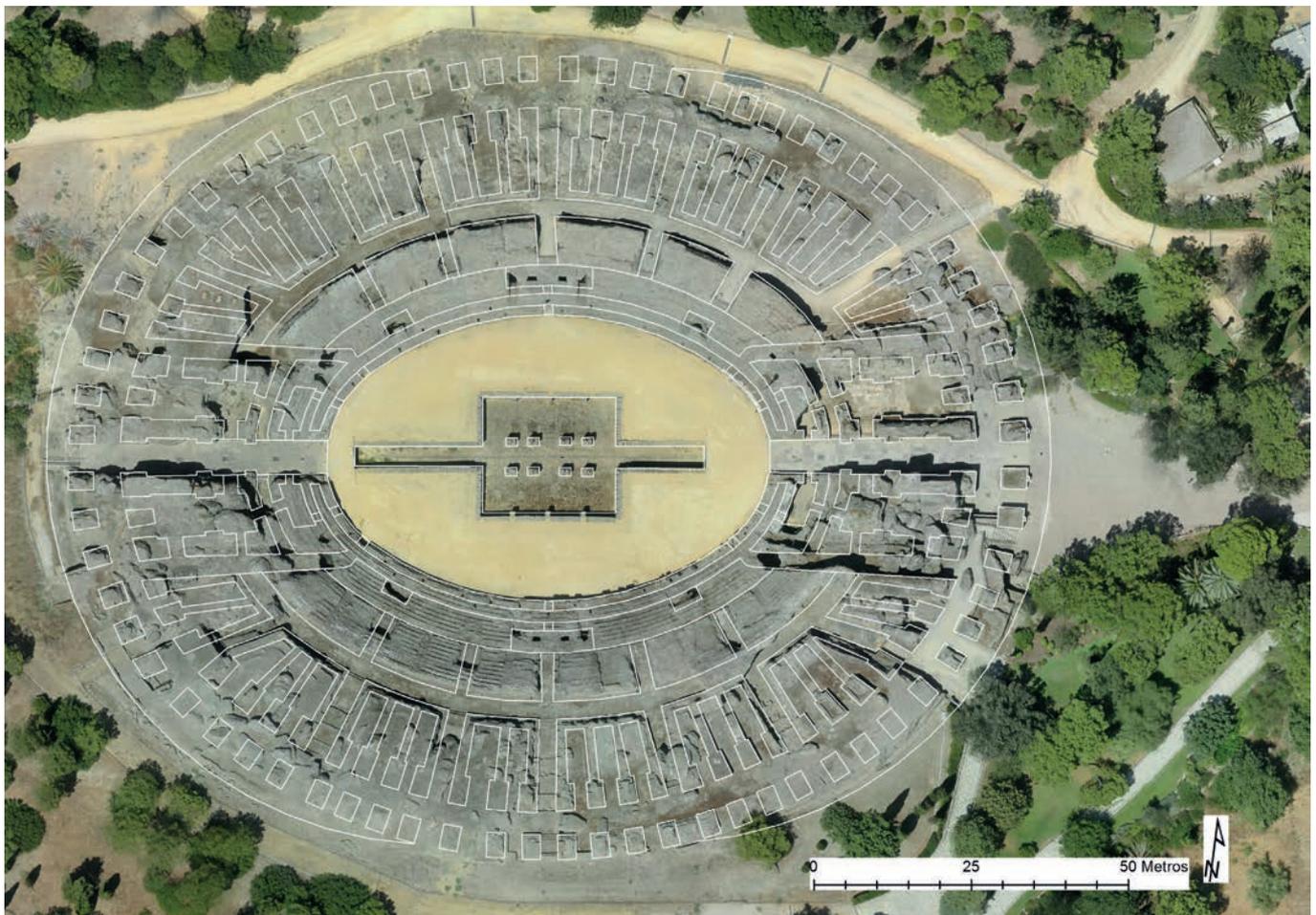


Figura 4. Ortoimagen del anfiteatro de Itálica con interpretación de la planta.

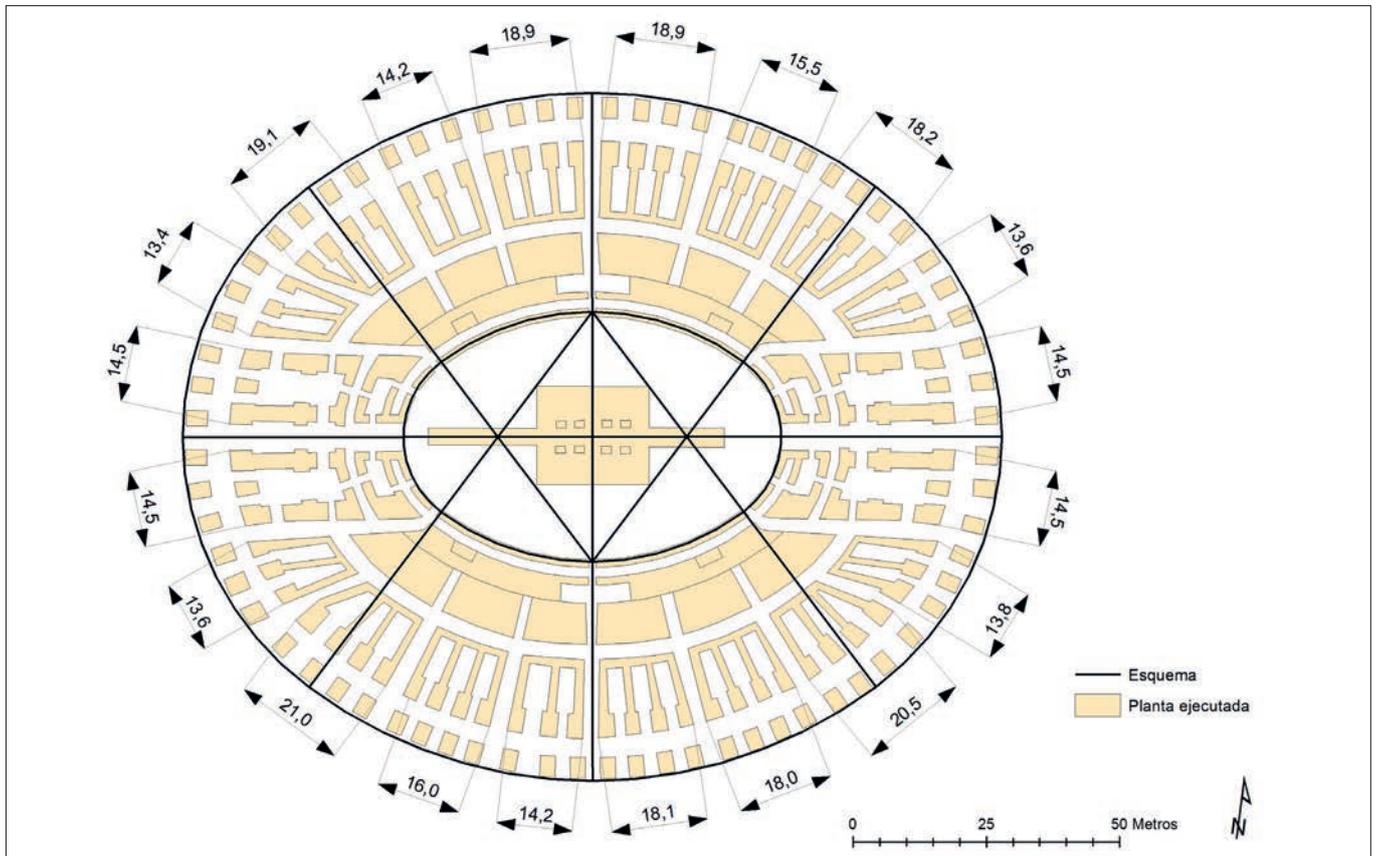


Figura 5. Planta del anfiteatro de Itálica con indicación acotada del tamaño de las cuerdas exteriores de sus respectivas cuñas expresadas en metros. Obsérvese la disimetría de la planta.

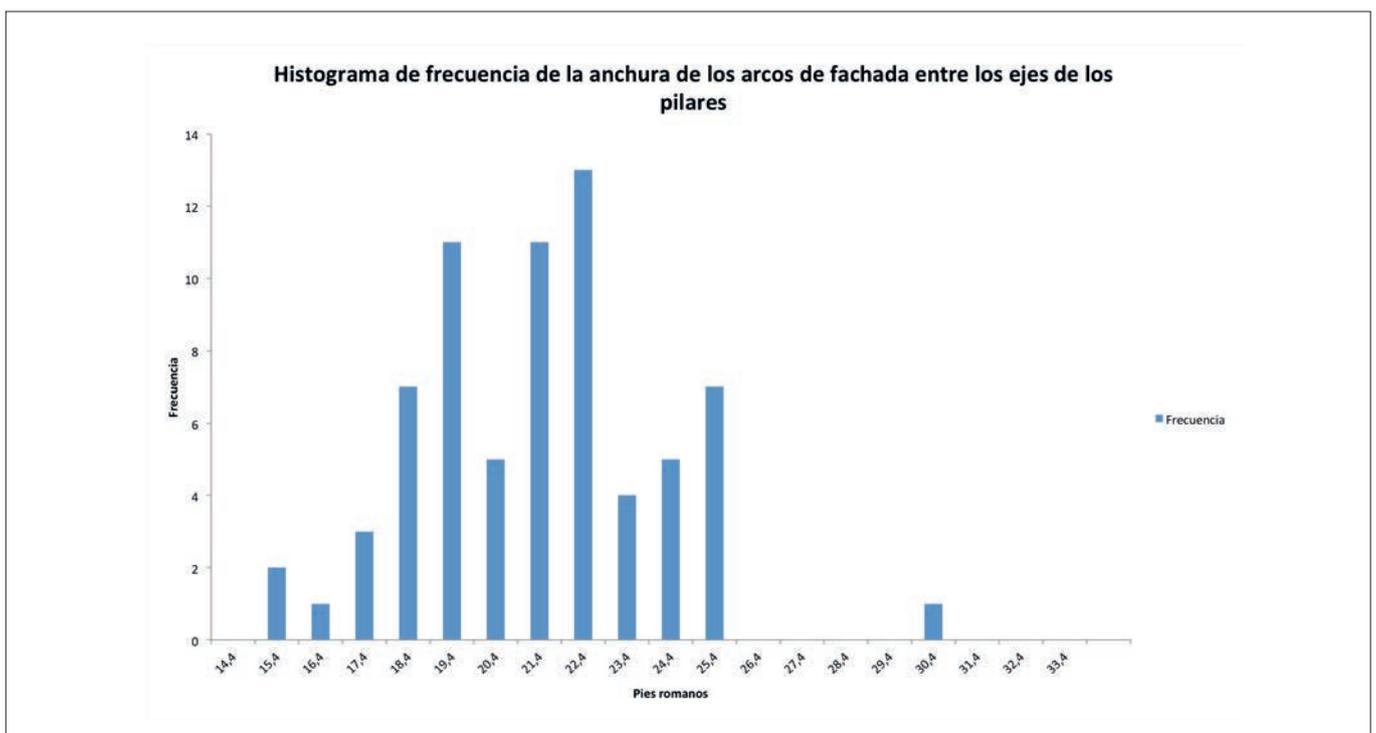


Gráfico 1. Histograma de frecuencias de los valores del ancho de los arcos de fachada tomados entre los ejes de los pilares expresados en pies romanos. Los valores del proyecto debían mostrar 4 arcos de 25 pies y 64 de 22 pies.

La frecuencia mayor (Gráfico 1), con 13 ítems, es la correspondiente a los 22 pies romanos. Sin embargo, hay dos arcos con 15 pies entre ejes de los pilares, 1 con 16, 3 con 17, 7 con 18, 11 con 19, 5 con 20, 11 con 21, 4 con 23, 5 con 24, 7 con 25 y, finalmente, 1 con 30 pies que se aleja con mucho de los valores razonables, por lo que pensamos que en realidad debió tener un tamaño inferior que habrá que determinar cuándo se realice un estudio más detallado o se excave en esa zona. Como veremos, según lo proyectado y comúnmente admitido¹⁸, el anfiteatro de Itálica debió tener 68 arcos con una distancia entre los ejes de los pilares próxima a los 22 pies (Fig. 6).

Las anomalías afectan también al trazado de las curvas, con ligeras diferencias entre la mitad sur y la norte del edificio, afectando al tamaño de las gradas y al ancho del pórtico de fachada que no es homogéneo.

¹⁸ Así lo dibujan Golvin (1988: fig. XLII), Wilson Jones (1993: tabla 3a) o Hidalgo (2008: fig. 219).

El resultado final es un edificio disimétrico, con pasillos de diversos tamaños, escaleras y vomitorios en diferentes emplazamientos según los cuadrantes, número de arcos dispar y tamaño de los arcos de fachada también muy distintos. Tal número de incidencias no pudieron pasar desapercibidas, afectando a la estética del edificio. Lo ejecutado rompe con las normas básicas de los anfiteatros monumentales que podemos resumir en:

- Simetría especular en sus dos ejes ortogonales.
- Número de arcos en fachada debe ser par y que divisible entre 4 dé un número entero.
- La anchura de los arcos de fachada debe ser homogénea, aunque las puertas principales situadas en los extremos de los ejes del edificio pueden tener un vano mayor.
- Existe una proporción entre el ancho del arco de fachada con su alzado.

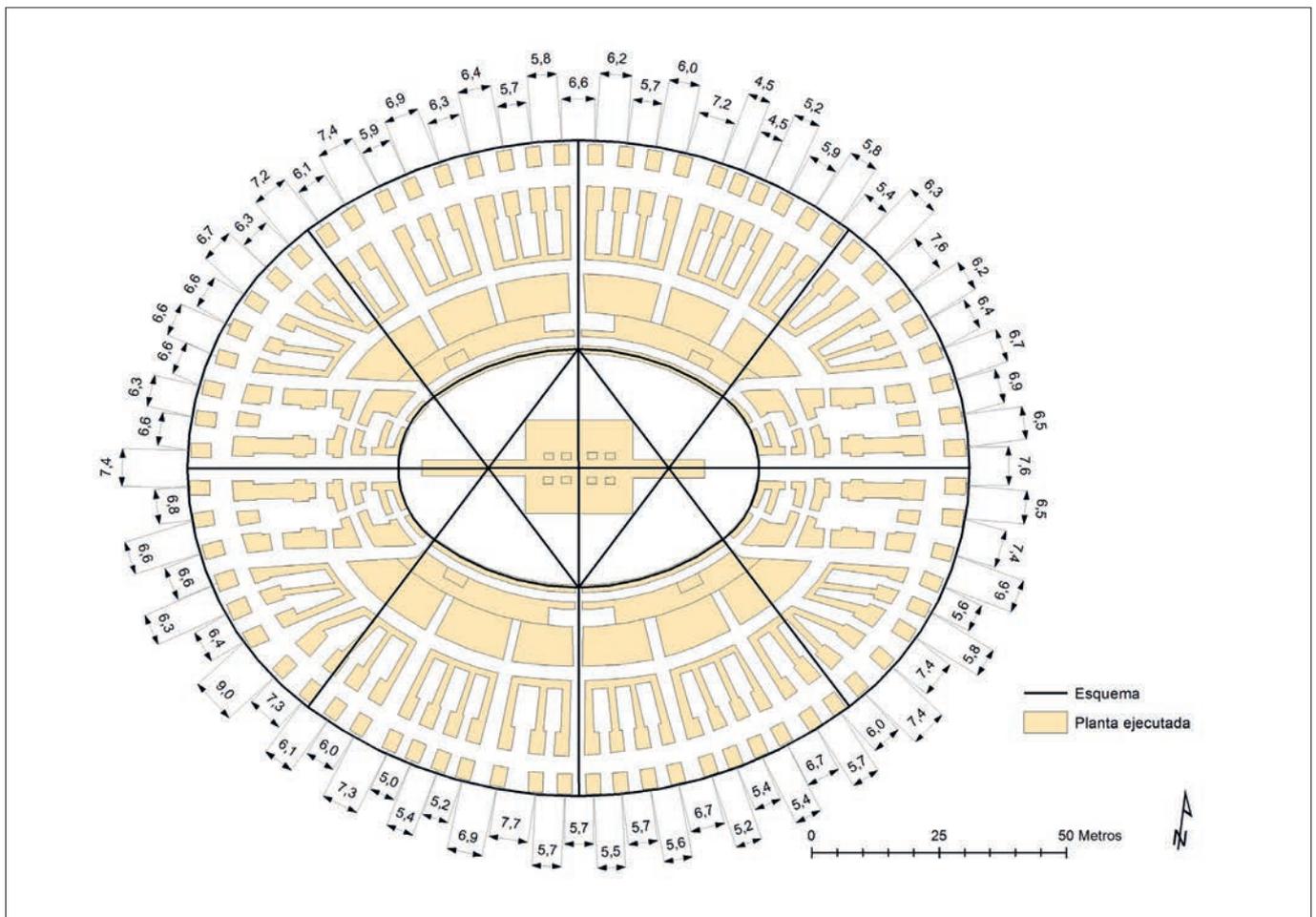


Figura 6. Planta del anfiteatro de Itálica con indicación acotada de las dimensiones entre los ejes de los pilares de los arcos de fachada expresadas en metros.

**EL PROYECTO DEL ANFITEATRO:
PLANTA Y ALZADO**

Expuestas las irregularidades de la planta del anfiteatro y siendo evidente que difícilmente pudo ser fiel al diseño original, intentaremos restituir ese proyecto para posteriormente intentar explicar qué pudo pasar en el proceso de replanteo y obra (Fig. 7). Teniendo presente la manera habitual de construir los anfiteatros según lo que conocemos de otros ejemplos, debemos contrastar lo ejecutado con lo que otros autores han escrito sobre el diseño del anfiteatro de Itálica. Golvin ya dibujó la planta del anfiteatro con una grada distribuida en 20 sectores y con 68 arcos de fachada (1988: fig. XLII), aunque las dimensiones indicadas se alejaban sensiblemente de las reales. Corzo (1994: plano I) hizo un planteamiento mucho más ajustado y, aunque la planta presentada estaba incompleta, era la más precisa realizada hasta el momento e incluía por primera vez el esquema generador del óvalo de la planta. Wilson Jones indicó que el esquema de base del anfiteatro italicense era un óvalo en el que sus focos mantenían una relación de triángulo pitagórico, con la particularidad de que la arena estaba delimitada por los focos del eje menor (1993: 420,

fig. 15). Las dimensiones que estos dos últimos autores dieron al edificio eran de 520 por 440 pies de dimensiones globales y de 240 por 160 pies para la arena que se ajustan perfectamente a lo que podemos observar. La elipse se ajusta mucho menos a las curvas del anfiteatro que el óvalo propuesto, hecho que se ve reforzado por ser los centros del óvalo donde convergen la mayoría de los elementos radiales que componen la estructura del edificio. La elipse fue una solución bastante común en el diseño de las plantas de numerosos anfiteatros a pesar de las dificultades que podía entrañar el trabajar con curvas continuas y que está presente en los ejemplos más antiguos como Pompeya (Duvernoy y Rosin 2006; Duvernoy 2009) e incluso el Coliseo pudo haber tenido un diseño elíptico a tenor del análisis estadístico de una serie de puntos de los sucesivos anillos que parece ajustarse más a la elipse que a una forma oval (Rosin y Trucco 2005; Michetti 2000) aunque los elementos radiales parecen converger en los posibles centros de un hipotético óvalo de 8 centros (Sciacchitano 2000). La convergencia de estos elementos radiales en torno a los ejes del edificio nos hace pensar en la posibilidad de trazados elípticos para los anfiteatros de Nimes, Arlés o Frejus (Jiménez 2017: 55).

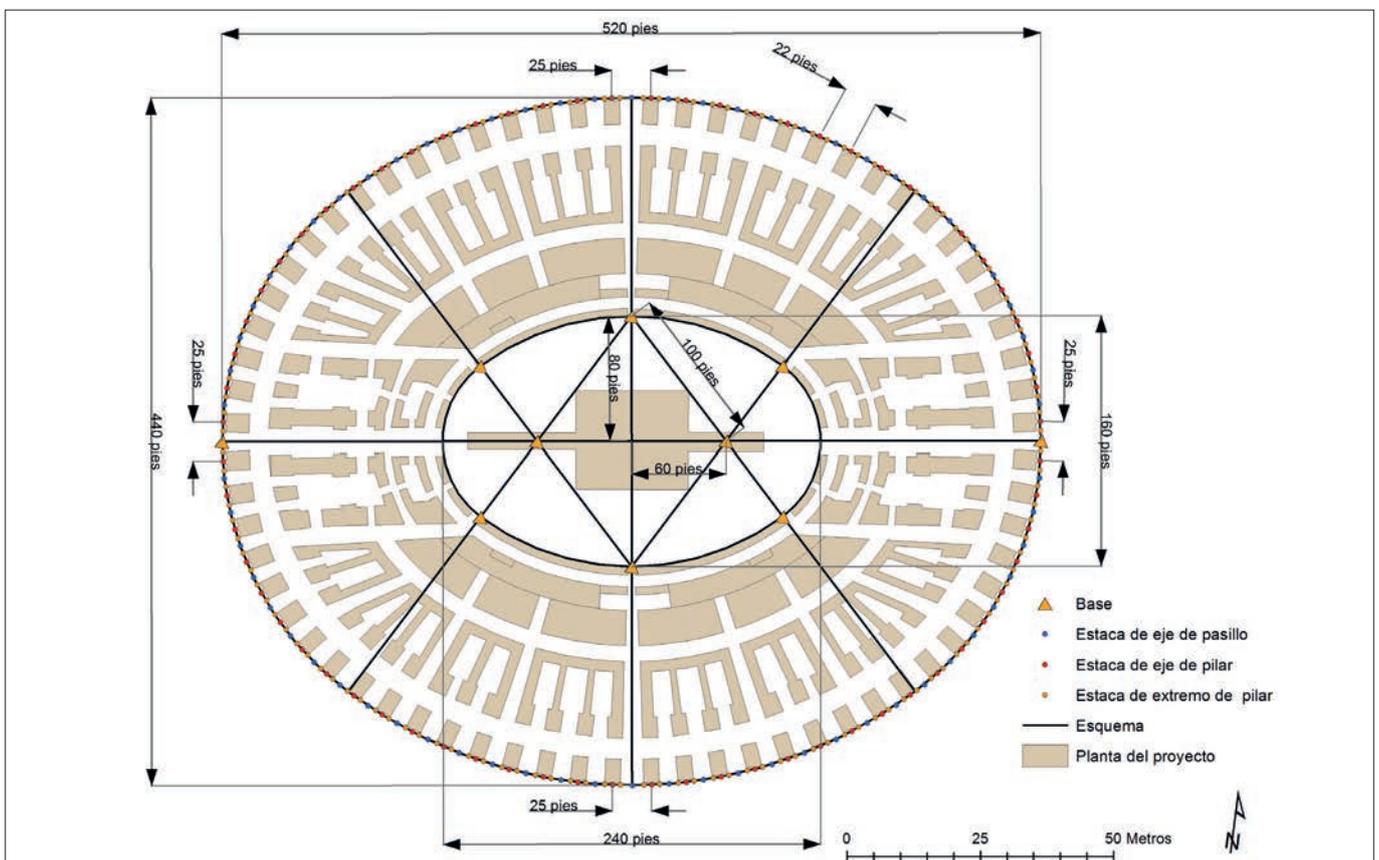


Figura 7. Restitución hipotética de la planta del proyecto del anfiteatro de Itálica con indicación de las principales dimensiones expresadas en pies romanos.

La planta del edificio sería un óvalo que se obtiene mediante cuatro centros, dos en el eje mayor distanciados 120 pies entre sí, y otros dos en el eje menor separados 160 pies. Es decir, la distancia de los centros del eje mayor con el punto medio del edificio es de 60 pies mientras que la distancia desde este punto con los centros del eje menor sería de 80 pies y que la diagonal entre ambos mediría 100 pies, una relación de triángulo pitagórico 3:4:5 con un módulo de 20 pies (Wilson Jones 1993: 420, fig. 15).

Desde el foco norte del eje menor se trazarían las curvas y elementos radiales (muros, pilares, pasillos...) de la fachada sur del edificio en un tramo de 74° y lo propio se trazaría desde el foco opuesto en el eje transversal (Fig. 8). Desde los focos del eje longitudinal se trazarían los tramos de fachada con un ángulo de 106°. Las particularidades del diseño, que en principio pudiera considerarse una adaptación a la topografía del lugar que aprovecha un estrecho valle para la construcción de sus gradas, hizo que los tramos de fachada no se trazaran desde los focos del eje mayor sino que lo hicieron desde el punto central de la fachada opuesta,

comportándose el eje de las puertas principales como focos secundarios para la traza de las fachadas principales. Esto evitaba los ángulos agudos que se producirían en las estancias próximas a la arena en el eje mayor si se hubieran trazado a partir de los centros de los óvalos del eje mayor. Los pasillos oblicuos que dividen la tercera de la cuarta cuña en todos los cuadrantes se trazan desde el foco opuesto del eje mayor. Los pilares de fachada se trazaron desde los focos correspondientes a los cuatro centros del óvalo (Fig. 9).

Una vez establecida la planta del edificio queda por distribuir la estructura de muros radiales, de pasillos de acceso y los arcos de fachada que se han de realizar desde el perímetro. El perímetro de un óvalo sería la resultante de sumar los cuatro arcos de circunferencia que conforman el óvalo de base mediante la fórmula $2\pi R$. Ciertamente es que el número irracional π no se desarrolló hasta más tarde pero sí se usaba una aproximación bastante precisa resultante de $22/7$ (3,1428). Wilson Jones (1993: 410) propuso que una manera rápida de calcular el perímetro sería la de usar como radio la media de los dos ejes del óvalo y esta multiplicarla por 2π o $44/7$. En

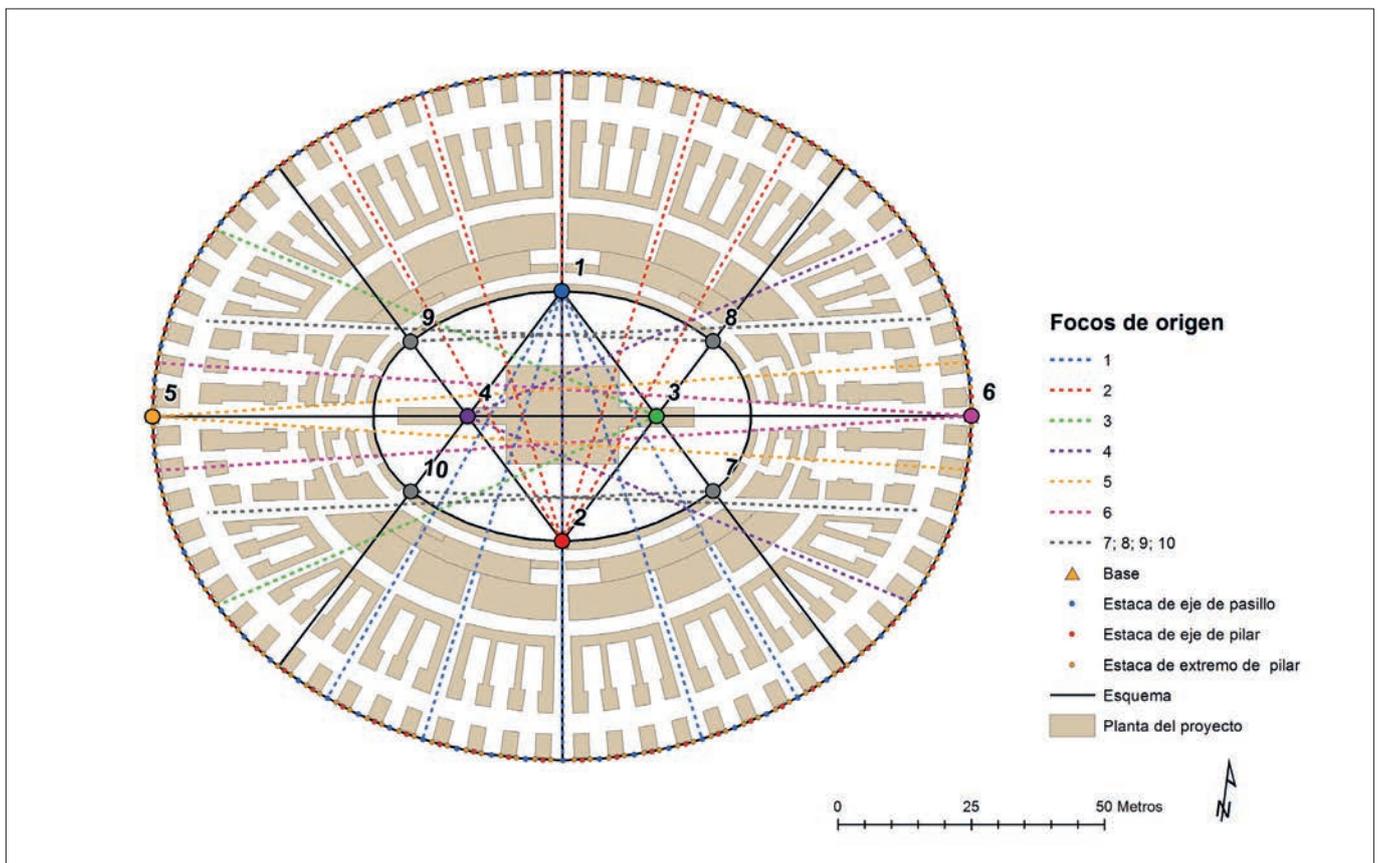


Figura 8. Restitución hipotética de la planta del anfiteatro de Itálica donde se muestran los focos de origen para la alineación de las estructuras radiales de sustentación de la cávea.

nuestro caso, $520+440/4 = 240 \times 44/7 = 1508,5$ pies que se acercan a los 1514 pies reales que tiene el perímetro del óvalo. Sin embargo, dado que los arcos de fachada se calculan mediante tramos rectos entre los ejes de los pilares, las cuerdas reducen este perímetro exactamente a esos 1508 pies¹⁹.

Una vez conocido el perímetro, es necesario saber el número de arcos que deben horadar esta fachada. De lo que sabemos por el estudio de otros anfiteatros, existen varias formas de decidir el número de arcos de fachada y deben cumplir algunas reglas muy básicas:

- La primera de estas reglas es que los huecos de fachada deben tener unas dimensiones que, por un lado, faciliten el acceso a los espectadores y, por otro, no sean demasiado amplias como para comprometer la estabilidad de la estructura. Los arcos suelen estar entre 15 y 25 pies, siendo 20 pies la media ideal.
- La segunda regla indicaría que su número debe ser par y que, dividido entre cuatro, dé un número entero, de manera que en cada uno de los extremos de los ejes del edificio haya un acceso.
- La tercera regla es la existencia de una relación directa y proporcionada entre la anchura del arco y la altura final de la fachada con un sistema de relaciones decidido por el arquitecto que habitualmente toma en consideración las proporciones del Anfiteatro Flavio de Roma.
- Y la regla principal es que todos los huecos deben tener las mismas dimensiones con la salvedad de las puertas principales, las correspondientes a los ejes del edificio, que pueden ser mayores.

Con estos parámetros, existen varias formas de calcular el número de arcos de fachada. Una de ellas, factible pero que no hemos documentado en ningún caso, sería la de establecer este cálculo de manera radial. Este sería un sistema lógico en un edificio de planta centrada circular de manera que la división en sectores de un mismo ángulo daría como resultado unas cuerdas de idéntica dimensión en el perímetro. Sin embargo, en un edificio oval con cuatro sectores de radios diferentes, la división radial daría lugar a arcos de diferentes dimensiones que serían un inconveniente para mantener una proporción armónica entre la planta y el alzado de los arcos de fachada.

¹⁹ La fachada del propio Coliseo es en realidad poligonal puesto que algunos arcos son rectos en planta aunque otros sí presentan curvas en la clave, lo que reduce la longitud del perímetro en el mismo sentido que indicamos (Taylor 2006: n. 29).

Un segundo método sería el dividir el perímetro entre un número fijo de arcos como fueron los casos del Coliseo o Nimes y Arlés. En el primer caso, la fachada se horada con 80 arcos de una distancia entre ejes de pilares de 23 pies mientras que en los casos franceses la fachada se dividiría en 60 arcos con anchura de 20,3 y 21,2 pies respectivamente (Wilson Jones 1993: tabla 3a).

Otro método fácil de obtener sería el de dividir el perímetro por la distancia óptima del intercolumnio, los 20 pies antes citados, y obtener el número de arcos más próximo al valor obtenido teniendo en cuenta que debe ser un número entero par que divisible entre cuatro dé otro número entero. Este parece ser el caso de Tarragona (Mar *et al.* 2015, fig. 145). Calculando su perímetro a partir de la media de sus ejes $((370+293)/4 = 165,75 \times 44/7 = 1041,85$ pies) que dividido entre 20 da como resultado 52,1, exactamente los 52 arcos que parecen conformar su fachada, 13 arcos por cuadrante.

El cuarto sistema de cálculo del número de arcos es un sistema proporcional a la anchura de la cávea y, por tanto, a la altura total de la fachada (Fig. 10). Este sistema que ya propusimos para los grandes anfiteatros de la Bética (Itálica, Córdoba y Écija) (Jiménez 2015) permitiría relacionar el aforo del edificio con todos los componentes estructurales de la fachada, columnas, capiteles, cornisas etc., en un sistema de proporciones que facilitaría el diseño y la producción de las piezas que compondrían semejante puzzle.

Para el desarrollo de este sistema proporcional debemos entender la relación entre las partes que componen los edificios emblemáticos que sirvieron de base para el desarrollo de las fachadas de los anfiteatros monumentales.

Sin duda, el paradigma de los anfiteatros monumentales es el propio Coliseo. Su fachada de 80 arcos dividida en tres plantas y un ático parece inspirarse en la fachada del teatro Marcelo (Fidenzoni 1970) y su sistema de proporciones que pasamos a analizar a continuación. El teatro Marcelo tiene un radio de 220 pies y una altura de fachada de 110 pies, la mitad de su radio. La fachada del hemiciclo se compone de 41 arcos, incluidas las entradas a los *aditus*, que se estructuran en dos arcadas superpuestas coronadas por un ático. Las dos arcadas tienen una altura que es doble del ancho entre sus ejes, que con base 7 nos da una proporción de 14/7, mientras que el ático tiene una proporción ligeramente mayor de 16/7, lo que sumados los

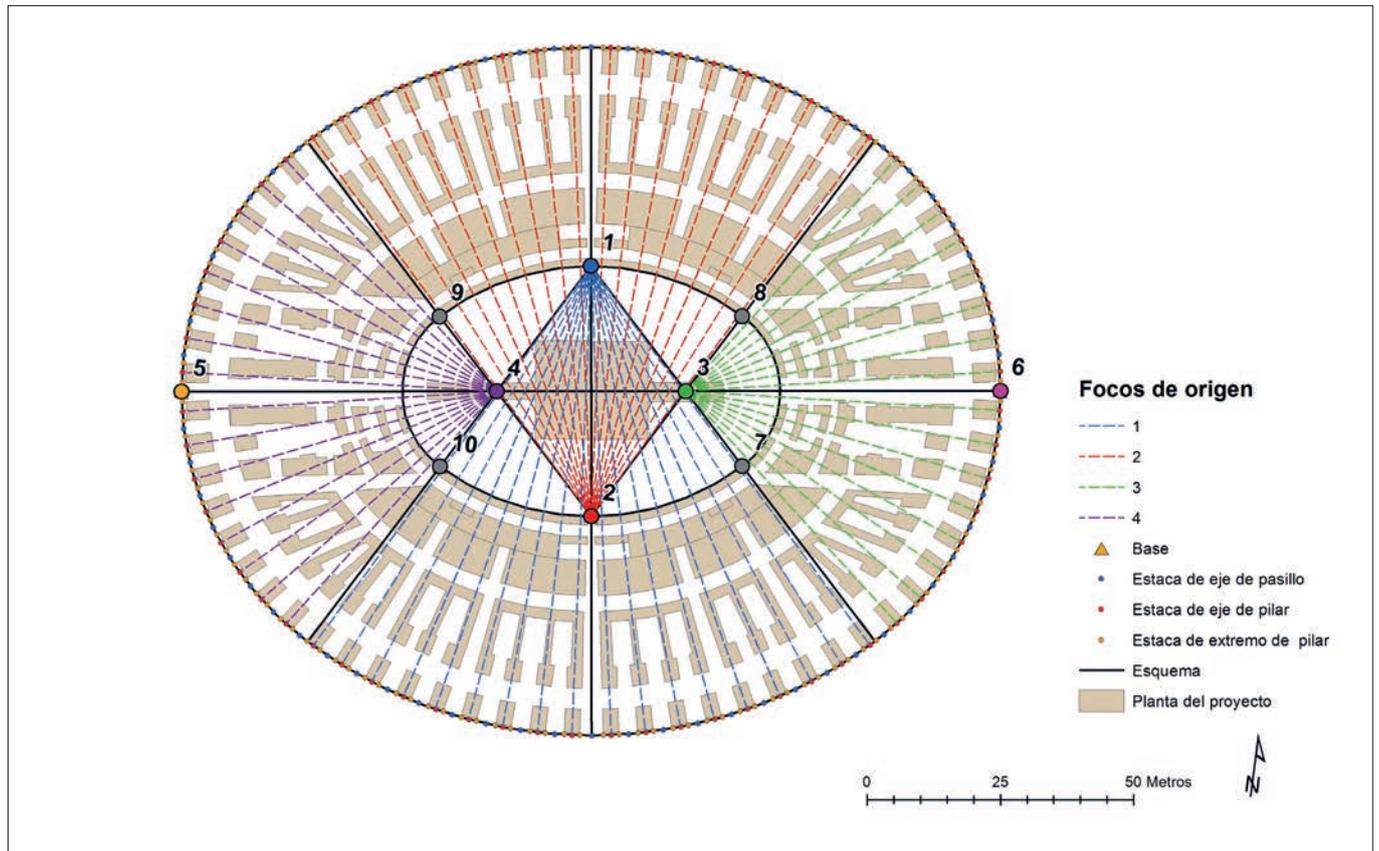


Figura 9. Restitución hipotética de la planta del anfiteatro de Itálica con indicación de los focos a partir de los cuales se alinean los pilares de fachada y se trazaron las curvas correspondientes a cada uno de los cuatro sectores del óvalo.

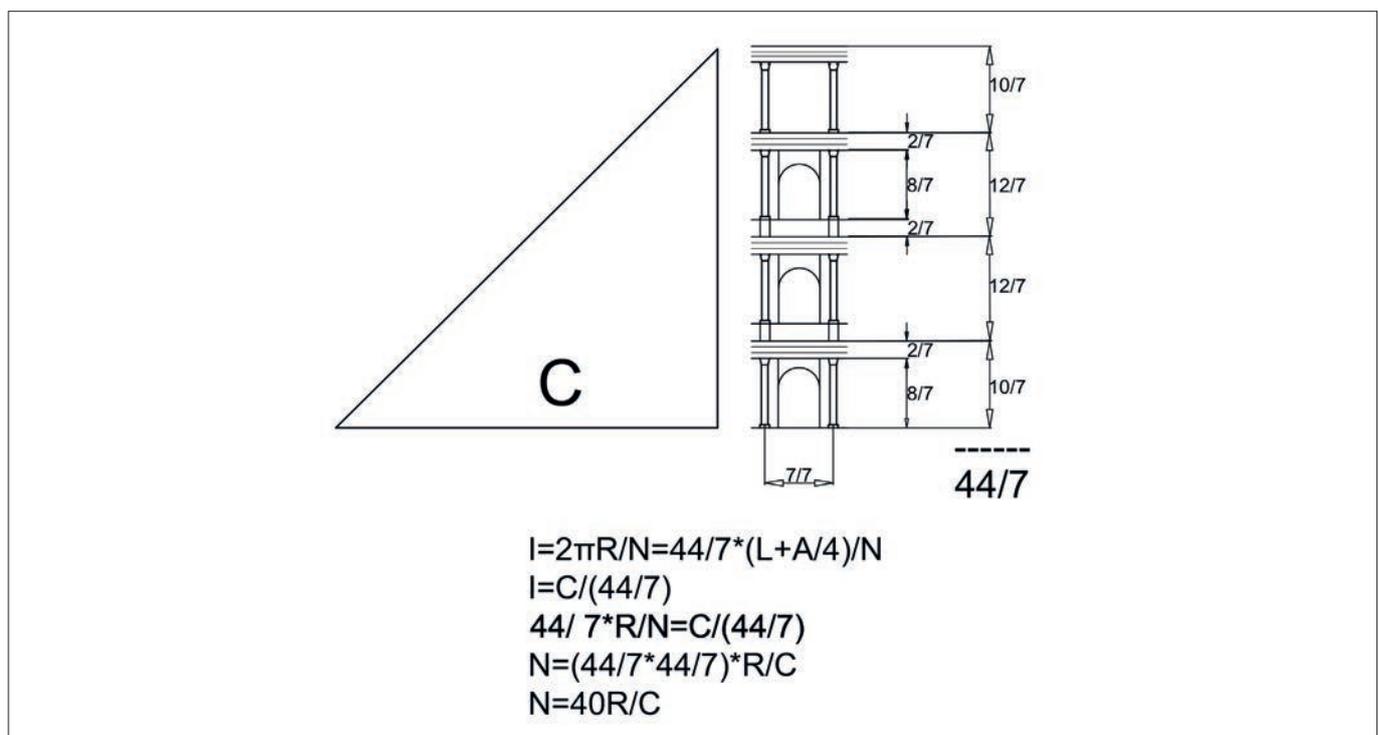


Figura 10. Esquema de proporciones de la fachada del anfiteatro de Itálica considerando la altura igual al ancho de la cávea. Se añade el desarrollo de la fórmula que sirve para calcular el número de arcos de la fachada, donde I equivale al ancho de los arcos entre pilares, R es el radio (media de los semiejes del edificio), L la longitud total y A su anchura; N es el número de arcos de fachada y C el ancho de la cávea (Jiménez 2015: fig. 4).

tres cuerpos arroja un valor de 44/7, la aproximación a 2π . Esto significa que la distancia entre ejes de los pilares de los arcos sería igual a la altura de la fachada, que era igual a la mitad del radio, dividido por 44/7 que es la proporción de los cuerpos de la fachada. De esta manera, el intercolumnio sería igual a $(R/2)/2\pi = R/4\pi$. Para obtener el número de arcos se divide el perímetro entre el intercolumnio, esto es $2\pi R/(R/4\pi)$ lo que es igual a $8\pi^2 R/R$, es decir, $8\pi^2$, y considerando que π^2 es igual a 9,87, el resultado son 80 arcos.

El arquitecto del Coliseo debió inspirarse en el teatro Marcelo aunque variando la proporción entre las partes. Si aplicamos la fórmula derivada del teatro Marcelo para el cálculo del intercolumnio, $R/4\pi$, el resultado sería de 23,2 pies romanos muy próximos a los 23 reales si tenemos en cuenta que las puertas de los ejes principales tuvieron una luz mayor. La altura de su fachada era algo inferior a la anchura de su cávea que se dividió en tres arcadas superpuestas coronadas por un ático. Las arcadas intermedias, del nivel segundo y tercero, tenían

una proporción, según Wilson Jones (1993: 429-432), de $\sqrt{3}$ cuya aproximación con base 7 es de 12/7, que, a su vez, se dividía en 6 partes, una para el podio, 4 para la columna y otra para el entablamento. La planta inferior carecía de podio por lo que estaría dividido en 5 partes que otorgan al nivel inferior una proporción de 10/7. El ático tendría la misma proporción que el del teatro Marcelo con 16/7. La suma total otorga a la fachada una proporción final de 50/7 con respecto al intercolumnio (Tabla 2).

Cuando analizamos los grandes anfiteatros de la Bética nos dimos cuenta que tenían una estructura geométrica similar y que el número de arcos en fachada aumentaba conforme decrecía la anchura de sus respectivas cáveas por lo que entendimos que, en lugar de un esquema de arcos fijos o de un intercolumnio prefijado, estábamos ante un sistema proporcional con respecto al ancho de la cávea (Jiménez 2015: 130-131). Siguiendo lo descrito para el teatro Marcelo y el Coliseo, planteamos una altura de fachada de igual anchura que la cávea y una

	L	A	l	a	R	C	P	Luz (C/2π)	luz	40R/C	Narc*	Narc
Pola	445	355	228	140	200	108,5	1257	17,26	17,65	74	73	72
Verona	523	417	256	150	235	133,5	1477	21,24	20,09	70	70	72
Pozzuoli	512	402	250	140	228,5	131	1436	20,84	19,95	70	69	72
El Djem	502	414	220	132	229	141	1439	22,43	22,42	65	64	64
Itálica	520	440	240	160	240	140	1508	22,27	22	69	68	68
Écija	440	360	240	160	200	100	1257	15,91	15,22	80	79	80
Córdoba	500	420	240	160	230	130	1445	20,68		71	70	72

	L	A	l	a	R	C	P	Luz (R/4π)	luz		Narc*	Narc
Roma	640	528	280	168	292	180	1835	23,23	23		79	80
Capua	560	460	254	154	255	153	1602	20,28	19,89		79	80

	L	A	l	a	R	C	P	Luz (R/3π)	luz		Narc*	Narc
Nimes	440	334	232	126	193,5	104	1216	20,52	20,32		59	60
Arlés	460	364	234	134	206	113	1294	21,85	21,24		59	60

Tabla 2. Tabla con una selección de los anfiteatros monumentales con fachadas articuladas con arcadas superpuestas ordenados por la forma de cálculo de sus arcos. Las dimensiones están expresadas en pies romanos. L: longitud total del anfiteatro; A: ancho total; l: longitud de la arena; a: ancho de la arena; R: radio del edificio (media de los semiejes); C: ancho de la cávea; P: perímetro; Luz (C/2π): cálculo de la distancia entre ejes de los pilares de fachada dividiendo el ancho de la cávea entre 2π; Luz (R/4π): cálculo de la distancia entre ejes de los pilares de fachada dividiendo el radio entre 4π; Luz (R/3π): cálculo de la distancia entre ejes de los pilares de fachada dividiendo el radio entre 3π; Luz: ancho real entre los ejes de los pilares de los arcos de fachada; 40R/C: cálculo del número de arcos de fachada resultante de dividir entre el ancho de la cávea el radio multiplicado por 40; Narc*: número de arcos resultante de dividir el perímetro entre el ancho entre pilares de la fachada calculados mediante las diferentes fórmulas; Narc: número de arcos reales.

proporción de 44/7 dividida en tres arcadas superpuestas y un ático. En este desarrollo, la distancia entre los ejes de las semicolumnas adosadas a la fachada sería equivalente al ancho de la cávea entre 44/7 ($C/2\pi$), a diferencia de la fórmula resultante en el Coliseo que sería $R/4\pi$ o la de Nimes y Arlés cuyos intercolumnios se calcularían dividiendo el radio entre 3 veces π ($R/3\pi$). Teniendo en cuenta que el intercolumnio podría calcularse igualmente dividiendo el perímetro por el número de arcos, podemos calcular el número de arcos a partir de ambas fórmulas de manera que este número sería igual a 40 veces el radio dividido por el ancho de la cávea ($N=40R/C$).

Si tenemos en cuenta que el radio del anfiteatro de Itálica es de 240 pies y el ancho de la cávea de 140 pies, el número de arcos sería igual a $40 \times 240/140 = 68,57$ que redondeado al entero más próximo divisible entre 4 serían 68 los arcos de la fachada. El intercolumnio se podría calcular de dos maneras diferentes. Si dividimos el ancho de la cávea entre 44/7 obtendríamos $C/2\pi = 22,28$ pies; si dividimos el perímetro entre los 68 arcos de fachada tendríamos $1508/68 = 22,17$ pies. No obstante, al medir la distancia entre ejes de las dos puertas principales en el eje mayor, observamos que arrojan valores de 7,4 m o de 25 pies. Si pensamos que las puertas principales de los ejes mayores tienen unas dimensiones más amplias, como por otra parte es frecuente en otros anfiteatros, podemos alcanzar valores enteros en las dimensiones de los arcos. Considerando las cuatro puertas de los ejes de 25 pies, restarían 1408 pies para los restantes 64 arcos que tendrían exactamente 22 pies de anchura.

La estructura de la cávea se dividiría en cuatro sectores que estarían compuestos de cinco cuñas separadas por pasillos de acceso. Estas cuñas, comenzando desde las fachadas del eje mayor, tendrían 3 muros radiales la primera con 14,58 m de cuerda al exterior, 3 la segunda con 12,76 m de cuerda al exterior, 4 la tercera con 18,42 m de cuerda al exterior, 3 la cuarta con 14,6 m de cuerda al exterior y 4 la quinta con una longitud de cuerda medida en su parte exterior de 20,34 m, lo que haría un total de 17 muros alineados con 17 pilares en la fachada.

Una cuestión muy diferente es el alzado del edificio y si tuvo dos o tres arcadas superpuestas con o sin ático. De manera general, muy pocos autores han alzado la fachada siguiendo la estructura del Coliseo, prefiriendo un alzado más modesto de dos arcadas más un ático²⁰. Sin embargo,

creo que existen argumentos para considerar que el anfiteatro de Itálica tuvo un desarrollo de la fachada de tres arcadas superpuestas más ático, eso sí, solo en las fachadas del eje mayor puesto que, al aprovechar la topografía para apoyar sus gradas, en las fachadas del eje menor sobresaldrían del terreno dos arcadas y el ático. Las razones que apoyan esta idea son, en primer lugar, porque todos los anfiteatros monumentales conocidos con cáveas de una anchura de 140 pies o superior tuvieron este desarrollo de fachada, el Coliseo, Capua y El Jem. En segundo lugar, porque este último anfiteatro, El Jem, tiene unas dimensiones globales algo inferiores al de Itálica pero su cávea tiene la misma amplitud y su fachada todavía conserva restos de esas tres arcadas e indicios de su ático (Fig. 11). En tercer lugar, los anfiteatros con esta estructura tienen unos pilares de fachada muy anchos para sostener el peso de la mole de la fachada e Itálica tiene unos pilares de mayor tamaño que Roma y Capua, y similares a los de El Jem²¹.

Siguiendo el sistema de proporciones de la fachada del Coliseo, como especificó Wilson Jones y propusimos con anterioridad, la altura de la fachada debía ser tan alta como ancha es la cávea, es decir, 140 pies o 41,4 m desde la cota de la arena situada en torno a los 10 m sobre el nivel del mar. Estaría compuesta de tres arcadas superpuestas y un ático (Fig. 12), a razón de 10/7 para la planta inferior, 12/7 para las dos arcadas intermedias y 10/7 para el ático, hasta completar la proporción 44/7 de la altura con respecto al intercolumnio de los arcos de fachada. Dado que el intercolumnio general se estableció en 22 pies (6,5 m), la altura de la primera planta sería de 31,4 pies (9,3 m) incluyendo el entablamento. La cota de la galería del anfiteatro en la puerta sur es de 20,5 m sobre el nivel del mar, esto es, 10,5 m sobre la rasante de la arena, mientras que al exterior en este punto la cota de la superficie estaría en los 21,8 m sobre el nivel del mar lo que implicaría que la cota de acceso estaría algo por encima de la altura del podio de la segunda arcada ($22 \times 12/7 = 37,7$ pies = 11,15 m). Las columnas tendrían una altura equivalente a 4/5 de la altura total del nivel inferior (25,1 pies / 7,4 m) por lo que su imoscapo sería de 74 cm, 1/10 de la altura de la columna, cifra muy próxima a los 72 cm medidos en una de las columnas de la fachada sin revestimiento.

Si comparamos la sección propuesta con la que Golvin propuso para El Jem (Fig. 11), vemos que la altura es muy similar salvo que en el ejemplo tunecino los

²⁰ Esta fue la propuesta de Corzo (1994: plano III) y similar a la de Grande y Rodríguez Hidalgo (2011: fig. 29-30). Golvin, sin embargo, si restituyó la sección con las tres arcadas y el ático (1988: fig. XLII).

²¹ Según hemos podido medir de las plantas publicadas por Golvin (1988: figs. 36, 40 y 45), los pilares del Coliseo medirían 7,5 x 12 pies; los de Capua, 7,5 x 7,5 pies; los de El Jem, 12 x 15 pies, frente a los 10 x 15 pies y 12 x 15 pies (estos últimos en las fachadas del eje mayor) del anfiteatro de Itálica.

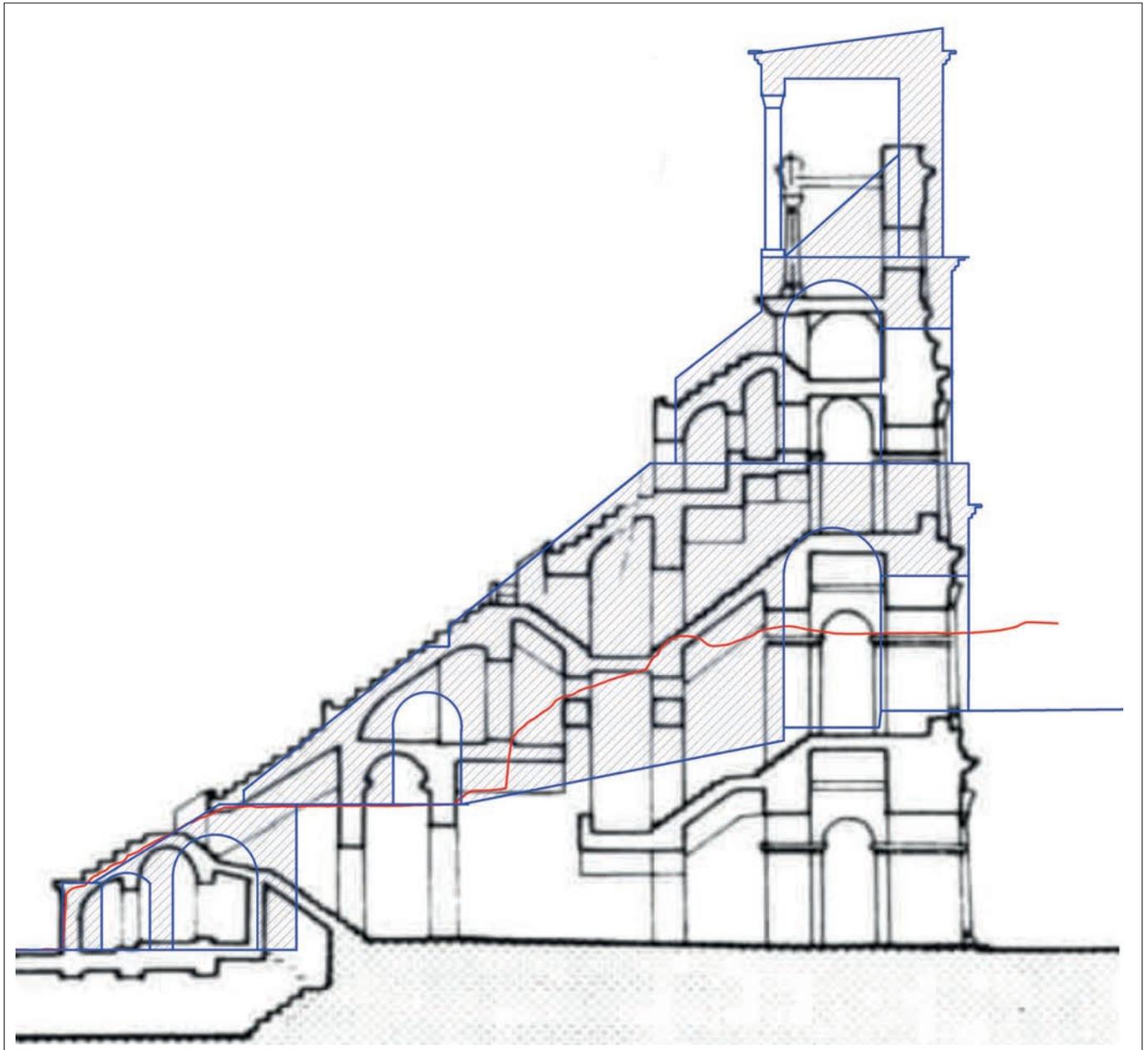


Figura 11. Sección transversal hipotética del anfiteatro de Itálica (azul) junto a la superficie actual a partir del LiDAR (rojo) con superposición de la sección transversal del anfiteatro de El Jem tomada de Golvin (1988: fig. 45.2).

arcos de las plantas intermedias reducen algo su altura para quedarse unos 4,5 m (10 codos aproximadamente) por debajo de la altura propuesta para Itálica. Si el arquitecto de Itálica hizo algo parecido podremos ajustar la altura de los distintos niveles midiendo las piezas que aún se conserven de columnas, capiteles o cornisas y verificando si estas dimensiones se ajustan al sistema de proporciones aquí indicado o si, al igual que El Jem, se reducen. Evidentemente, esta propuesta de alzado tiene bases más inciertas que la planta y necesita de datos más precisos de los diferentes elementos constructivos

que compondrían la fachada para poder afianzar estos supuestos.

La distribución horizontal de la grada estaba diseñada como reflejo de la estructura jerárquica de la sociedad romana (Rawson 1987). Se estructuraba en *podium*, las filas de asientos más próximas a la arena, que junto al *maenianum primum* conformarían la *ima cavea* destinada a los grupos sociales más relevantes, senadores, magistrados, caballeros... Más arriba, descendiendo en la escala social, el *maenianum secundum imum* sería el equivalente a la *media cavea*, ocupada por los ciudadanos romanos.

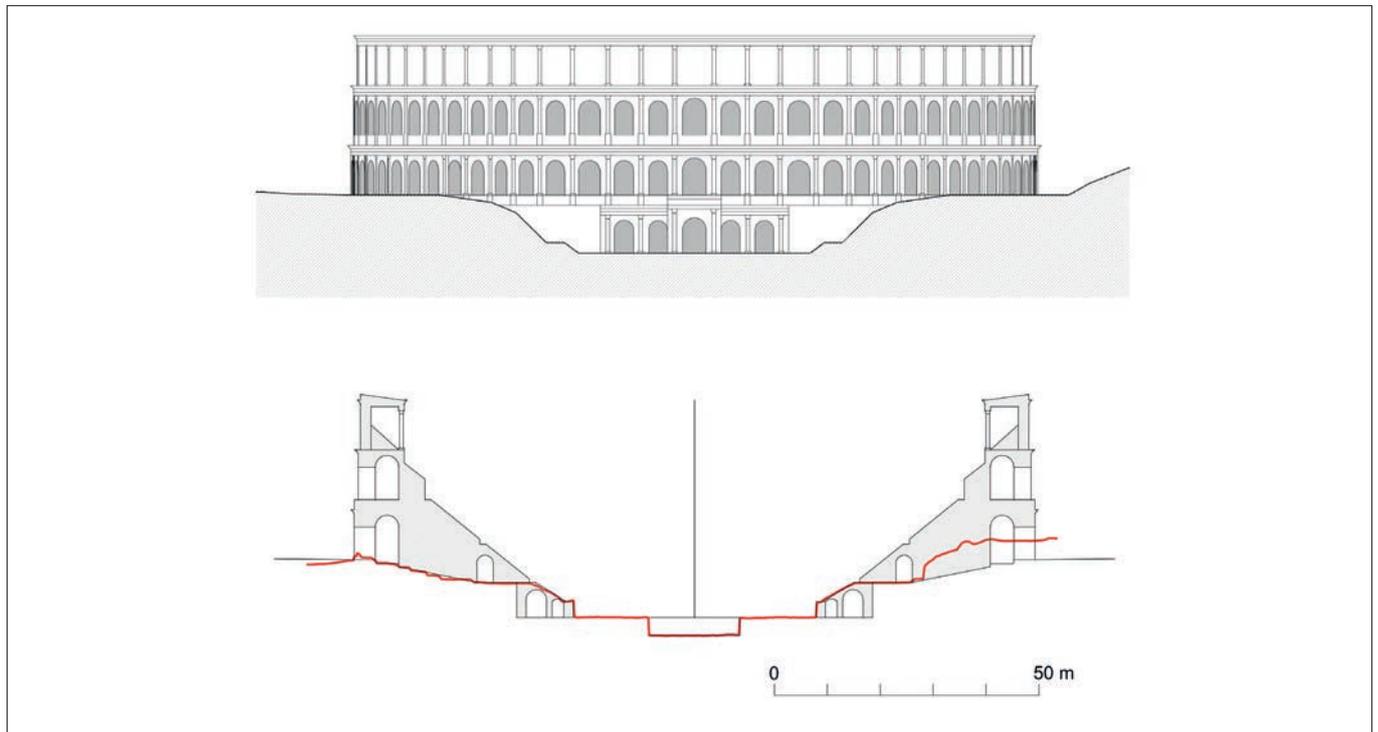


Figura 12. Simulación de la fachada principal del anfiteatro de Itálica y de su sección transversal con indicación de la sección actual del terreno (línea roja).

El *maenianum secundum summum* y el *maenianum summum in ligneis* conformarían la *summa cavea* en la que se sentarían las clases inferiores de la sociedad y las mujeres (Edmondson 2002: 49-52). ¿Cómo se hacía esta distribución?, ¿qué superficie se otorgaba a cada una de estas clases? La respuesta a estas cuestiones será esencial en la distribución interna del graderío y en su forma final. En buena lógica, si el reparto de la superficie del graderío hubiera sido proporcional al peso poblacional de cada uno de estos grupos sociales, la superficie destinada a la *summa cavea* debía haber sido superior a la de la media que, a su vez, debía ser mayor a la de la *ima*. Esta estructura es la que observamos en el graderío de Pompeya, Abella o Carmona cuyas gradas se dividían en tres sectores con una anchura con proporción 2:3:4, esto es, si se divide el ancho de la grada en 9 partes, 2 se destinarían a la *ima cavea*, 3 a la *media cavea* y 4 a la *summa cavea*. En Carmona, esta proporción y las características particulares de las gradas de la *ima cavea* suponían que la grada inferior acogería el 5% del aforo, la media haría lo propio con el 25% de los espectadores y en la *summa cavea* cabría el 70% restante (Jiménez 2017: 305).

Sin embargo, no ocurre lo mismo en los anfiteatros imperiales. Si tomamos como referencia el Coliseo, la tendencia observada es la contraria, la anchura de la *ima*

cavea es superior a la de la media y esta, a su vez, lo es con respecto a la *summa*, algo contrario, en principio, a lo esperado. Tampoco encontramos una razón progresiva entre sus valores (como ocurre en los casos citados de anfiteatros republicanos) por lo que comprobamos la traducción de estos valores lineales en superficies reales de estas coronas. El resultado obtenido mostraba que los tres sectores tenían la misma superficie, lo que evidenciaba que en el diseño del edificio se dotó del mismo espacio a los tres grandes grupos sociales, rompiendo la tendencia proporcional detectada en los primeros anfiteatros. En esta situación, resulta también evidente que el espacio destinado a un asiento sería considerablemente mayor en la *ima cavea* que en la *summa*, donde los espectadores estarían más hacinados. La manera de aumentar el aforo en estos sectores se realizaría disminuyendo la longitud destinada en cada grada a cada espectador y limitando, a su vez, la anchura de la misma, por lo que cabrían más filas en la misma superficie. El aumento de filas al disminuir el ancho de la grada conlleva además el aumento de la pendiente de estos sectores. Una grada de 1,5 pies de altura y 2,5 de anchura (44,4 cm x 74 cm) da lugar a una pendiente de 31°; una altura de 1,5 pies y una anchura de 2 pies (44,4 x 59,1 cm) presenta una pendiente de 37°; si la anchura se reduce a 7 palmos menores (44,4 x 51,75 cm) la pendiente asciende a 41°, mientras que

una grada de igual ancho que alto sube la inclinación hasta los 45°, lo que mejora la visibilidad y el aforo a costa de la comodidad²². Por otra parte, esta división “igualitaria” del graderío muestra de una manera clara que el objeto final del diseño del anfiteatro era mostrar la jerarquía social más que dar satisfacción a las clases inferiores, que quedaron relegadas a los lugares más incómodos y con un aforo que difícilmente podría ser suficiente.

La distribución en tres partes de igual superficie de las gradas del Coliseo podemos detectarla en otros anfiteatros como El Jem, Mérida, Capua, Pozzuoli, Verona, Nimes o Arlés²³, lo que parece sugerir que esta forma de división de los espectadores pudo ser generalizada en los anfiteatros de cronología imperial. En realidad, parece seguir la tendencia observada en la distribución de las gradas de los teatros, donde la *ima cavea* supera en anchura a la *media* y *summa*, quizás como consecuencia

²² Golvin ya indicaba la necesidad de incrementar la pendiente del graderío para mejorar la visión (1988: 344-345).

²³ El anfiteatro Flavio de Roma tendría una *ima cavea* con una anchura de 22,5 m; una *media cavea* de 15,75 m y la *summa cavea* alcanzaría los 12,86 m. Estas tres medidas en Pozzuoli serían de 16,7 m, 12,1 m y 9,9 m. Para Capua, 18,8 m, 13,4 m y 11 m. Para El Jem, 16,1 m, 11,5 m y 9,4 m. Mérida, 12,4 m, 9,3 m y 7,8 m, por citar algunos ejemplos.

de los decretos de Augusto sobre la distribución de los espectadores (Suet. *Aug*, 44) o de la ley *Iulia Theatralis* (Plin. *HN*. XXXIII, 8).

En Itálica, la distribución en tres partes de igual superficie tiene un perfecto encaje con la estructura de la planta (Fig. 13). Tomando en consideración la superficie real de la *cávea*, de la que se exceptúa el muro de fachada, tenemos un total de 11.860,6 m² que, divididos entre 3 partes darían 3.953,5 m² para cada uno de los sectores. Estas superficies se traducen en una anchura de 16,5 m para el *podium* e *ima cavea*, 12 m para la *media cavea* y 9,9 m para la *summa cavea*²⁴.

Estas distancias hacen coincidir la divisoria entre la *ima* y la *media* justo en el centro de la galería anular que divide la grada prácticamente por la mitad, mientras que la divisoria entre la *media* y la *summa* coincide con el límite interior de los gruesos pilares que encabezan los muros radiales junto a la fachada destinados a sostener las estructuras portantes del pórtico y de la *cávea* superior sobreelevada con respecto a la *media* *cávea*.

²⁴ Los cálculos se han realizado considerando cada una de estas partes como coronas circulares según la fórmula $s=\pi(R^2-r^2)$, siendo s la superficie de la corona, R el mayor y r el menor de los radios de los círculos concéntricos.

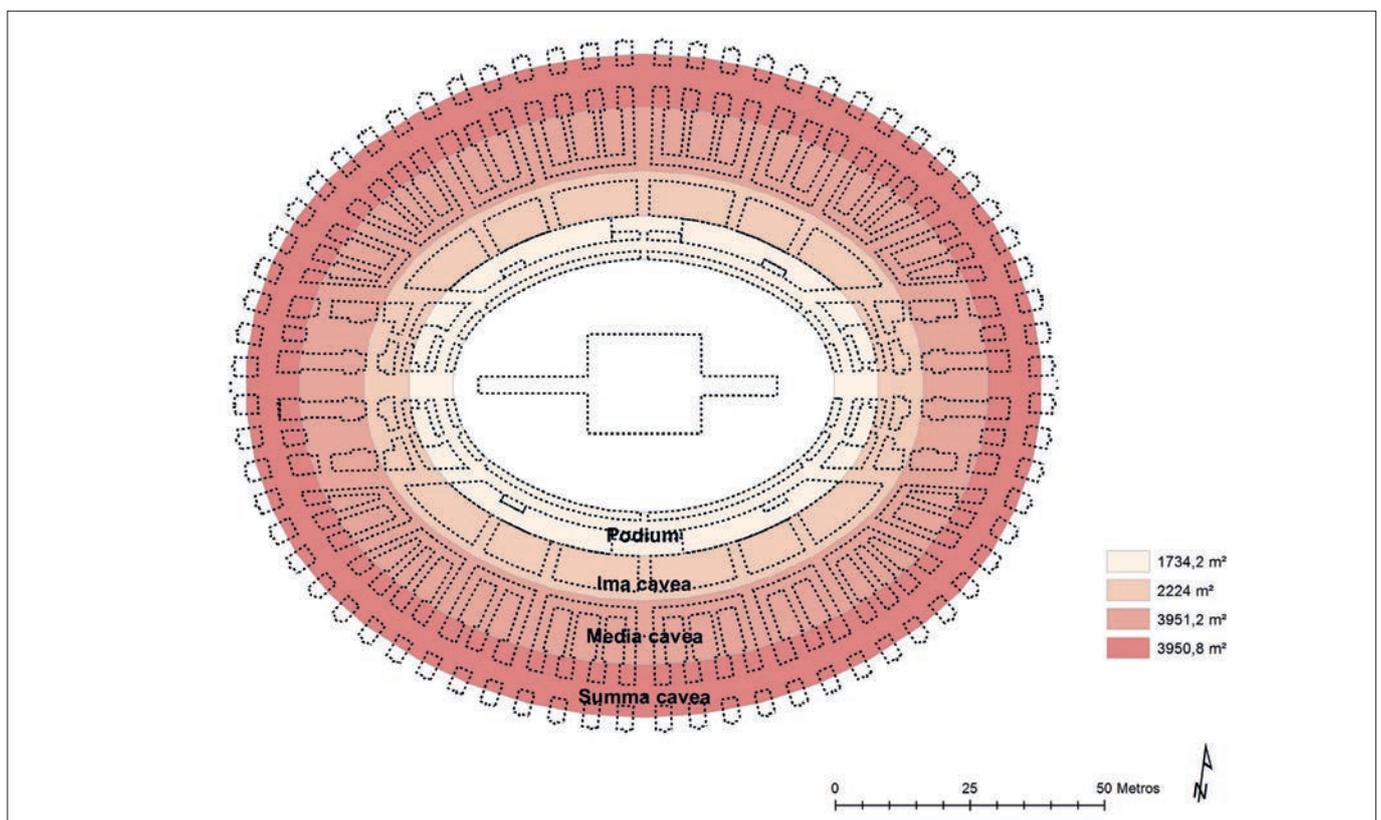


Figura 13. Distribución de la grada en tres partes de igual superficie, una para el podio y la *cávea* inferior, otra segunda para la *cávea* media y la última para la *cávea* superior. Esta distribución se ajusta perfectamente a la estructura de la planta.

ERRORES DE REPLANTEO

La traza de un anfiteatro sobre el terreno no debía diferir mucho de los procedimientos realizados para la plasmación del proyecto sobre el papel. Las curvas se trazarían desde los focos del anfiteatro mediante cuerdas especialmente tratadas para evitar su deformación con la tensión (Moreno 2004: 35) y las estructuras radiales se marcarían igualmente mediante cuerdas desde un foco de origen hasta una estaca de destino en el perímetro del edificio. Para las curvas, las cuerdas debían estar en un plano horizontal o en un plano inclinado compensando la longitud calculando la hipotenusa. Este es el procedimiento más simple, efectivo y que se presta a menos errores. El empleo de la dioptra para la medición de distancias angulares genera una mayor incertidumbre por la precisión del método sin la óptica necesaria para el ajuste a grandes distancias.

A pesar de ello, cuando uno observa los errores de la planta del edificio construido y la compara con las características que debía tener el proyecto original, es difícil comprender cómo se pudo llegar a esa situación. Si, de una manera teórica, describimos cuáles pueden ser los errores que se pueden cometer en el replanteo de un anfiteatro podemos llegar a la conclusión de que se cometieron prácticamente todos, como queda reflejado en la siguiente lista:

1. **Error en el estacado.** Un error a la hora de colocar las estacas o puntos de referencia en el lugar proyectado, tanto de los focos desde los que parten las curvas y las alineaciones radiales como de las estacas que marcan la ubicación de los pilares, muros o pasillos.
2. **Error en la traza de las curvas.** Las curvas que dan forma a los óvalos que componen el edificio se trazan desde sus correspondientes focos. Si la longitud de la cuerda no ha sido la correcta o no se ha mantenido la tensión necesaria o se ha producido un fallo en la traza de esa curva sobre el terreno, puede afectar al tamaño y ubicación de los pasillos, de las gradas etc.
3. **Error en la elección de las estacas.** Una vez situados los puntos de referencia puede haber errores al elegir el punto de destino correcto para la traza de un elemento concreto, sea muro, pasillo, pilar etc.
4. **Error en la elección de la base** para la alineación de estructuras. También es posible que se produzcan errores al determinar el punto desde el que se trazan

determinadas curvas o se alinean muros radiales, pilares o pasillos.

5. **Errores angulares.** Una posibilidad en el replanteo de un anfiteatro es el uso de la groma o la dioptra para trazar los elementos radiales a partir de distancias angulares. Un leve error en la alineación angular puede tener errores que se agrandan con la distancia, siendo mayores en el perímetro, en la fachada del edificio.

No resulta comprensible en un proyecto de esta importancia la existencia de tales anomalías debidas a errores fácilmente subsanables con un mínimo control y revisión. Tras analizar el proceso de construcción del edificio creemos que la asimetría observada es producto de errores del replanteo efectuado para la construcción de los cimientos del graderío y antes de la apertura de los fundamentos de los pilares de la fachada, puesto que en este momento los errores debieron hacerse patentes al afectar al número de arcos y a la distancia entre pilares de los mismos.

Los errores cometidos fueron debidos, principalmente, a una elección errónea de la estaca de perímetro correspondiente para la traza de los pasillos y muros, a errores en la traza de las curvas con radios incorrectos y al error en las bases desde las que debían replantarse muros y pilares. Esos fallos puntuales provocaron otros en cadena que explican el resultado final.

Como puede observarse en la figura 14 y la tabla 3, el error número 1 marca una discrepancia en el pasillo entre la tercera y cuarta cuña del cuadrante NW que afecta al ancho del mismo y a la ubicación de los pilares adyacentes y que parece deberse al error en la elección de la estaca que marcaría el eje del pasillo tomando la siguiente hacia el este que debería marcar el límite del pilar de fachada que delimitaría este arco. Este error compromete la distribución de los arcos de fachada de las cuñas adyacentes a este pasillo.

El error número 2 está relacionado con el primero y pudo ser consecuencia de este. Se trata del mismo error en la elección de la estaca, tomar la del límite del pilar adyacente al este en lugar de la que marcaría el eje del pasillo. Este error afecta a todos los arcos de la cuña entre estos dos errores reseñados. Estos fallos afectan a la distancia entre los arcos de las tres cuñas más orientales del sector NE, que alteraron las distancias entre ejes de pilares con valores que oscilarían entre los 19 y los 22 pies romanos y, sobre todo, sobredimensionando el pasillo entre la segunda y tercera cuña de este sector (desde el norte) desde los 2,3 m hasta los 4 m ejecutados.

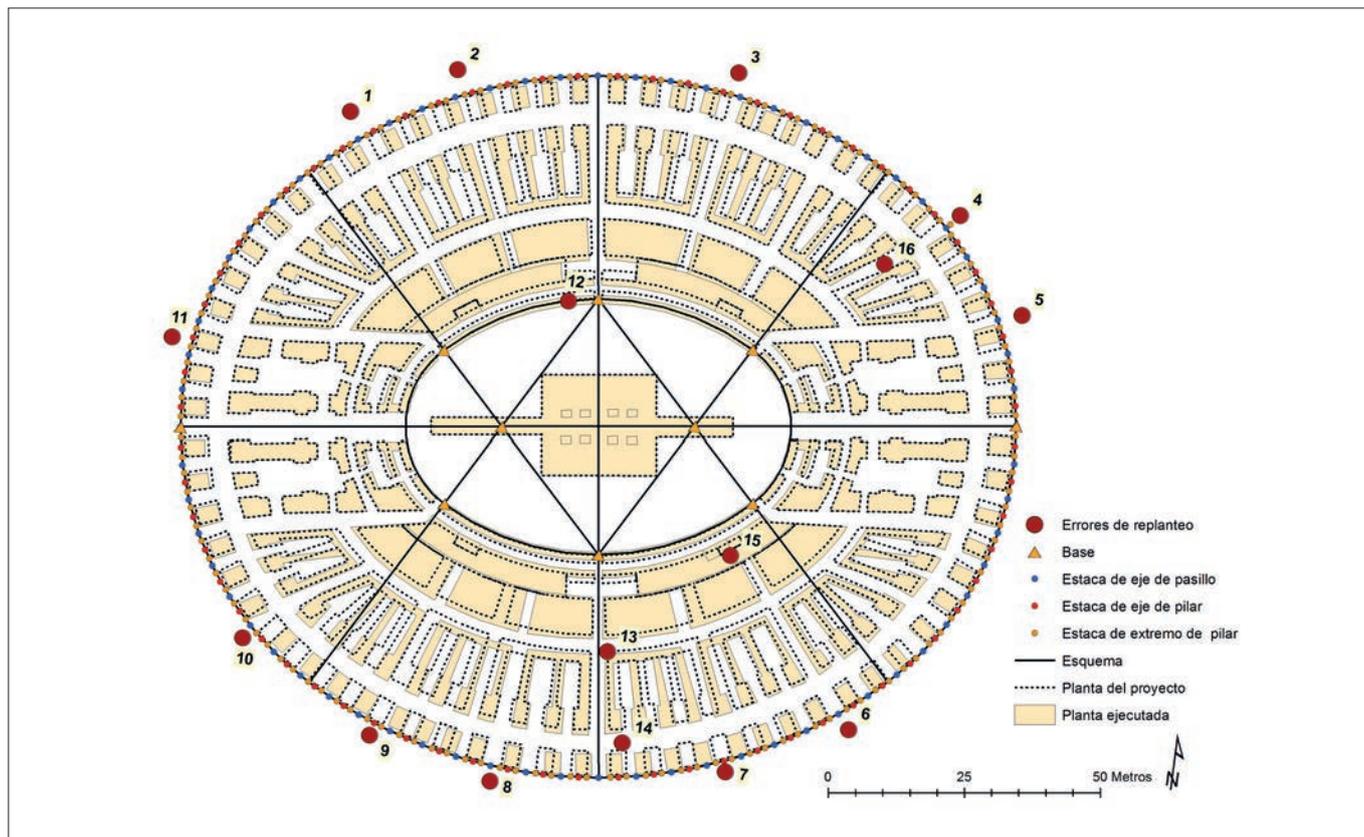


Figura 14. Planta del anfiteatro de Itálica (sólido beige) con la superposición de la hipótesis de planta del proyecto (línea de puntos) para visualizar las discrepancias entre ellas, reseñando con puntos rojos numerados las principales anomalías debidas a errores de replanteo.

Error	Tipo de error	Descripción
1	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al este en lugar de la del eje del pasillo
2	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al este en lugar de la del eje del pasillo
3	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al este en lugar de la del eje del pasillo
4	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al oeste en lugar de la del eje del pasillo
5	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al oeste en lugar de la del eje del pasillo
6	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca de final del pilar al oeste en lugar de la del eje del pasillo
7	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca del eje del pilar al oeste en lugar de la del eje del pasillo
8	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca del eje del pasillo al este en lugar de la del pasillo correspondiente
9	Error de selección de estaca	Eligieron la estaca del eje del pilar al oeste en lugar de la del eje del pasillo
10	Error de selección de estaca	Espacio demasiado grande por acumulación de errores
11	Pilares orientados desde base 3 en lugar de 4	Los pilares de la fachada occidental se alinearon con el foco opuesto del eje mayor
12	Error en la traza de la curva del podio	La curva del podio va por el eje del muro y no por la línea interior
13	Error en la traza de las curvas	Las curvas del graderío sur tienen un radio mayor del proyectado
14	Error: ancho de la galería de fachada inferior en extremo sur	La galería de la fachada sur es más estrecha por el error en el radio de las curvas de este graderío
15	Escalera mal situada	Error al situar la escalera SE del pasillo del podio independiente de la traza de los vomitorios correspondientes por error en la estaca en el perímetro
16	Pasillo alineado desde una base errónea	Error al elegir el foco desde el que se alineó el pasillo y muros aledaños

Tabla 3. Tabla con indicación del número de error detectado y reseñado en este trabajo mostrando el tipo y descripción del mismo.

En el sector NE, el número 3 muestra una discrepancia similar a la reseñada con el número 2, salvo que en este caso el error fue tomar como eje de pasillo la estaca que marcaría el final del pilar al oeste, reduciendo el tamaño de la cuña occidental adyacente, y consecuentemente el intervalo entre los ejes de los pilares de los arcos, y aumentando el tamaño de la cuña al este del pasillo. Esta circunstancia aumentaba excesivamente la luz de los arcos lo que llevó a los constructores a introducir un arco más, quedando las distancias entre ejes de estos arcos muy próximos a los 15 pies y distorsionando gravemente el proyecto concebido.

En este mismo cuadrante, entre la segunda y tercera cuña desde el este, se conjugan dos errores independientes que acaban por distorsionar este pasillo haciéndolo muy diferente con respecto a los que tendrían que ser sus simétricos. El error número 4 sigue en la línea del anterior, una estaca errónea, la que debía marcar el extremo del pilar al oeste del pasillo, en lugar de la que le correspondería. Este fallo conlleva la reducción del tamaño de la tercera cuña de este sector desde el este que repercute en el ancho de los arcos de la fachada que se reducen a valores próximos a los 20 pies al tiempo que aumenta el ancho del pasillo. Junto a este error cometieron un fallo en la elección de la base desde la que se alinearía la estructura, que debía ser la base 4 y no la base 8 (Fig. 8) desde la que trazaron el pasillo.

En las dos cuñas restantes de este sector hasta el extremo oriental del eje mayor se observa el mismo tipo de error. El número 5, al igual que el 3 y el 4, marca una elección incorrecta de la estaca que debía señalar el eje del pasillo que quedaría alineado con la estaca del extremo del pilar al oeste del pasillo. Este error está relacionado con el número 4 y pueden estar concatenados. Los arcos de la cuña segunda quedan con la anchura correcta puesto que el error 5 se compensa con el 4. No obstante, sí aumenta la anchura de la primera cuña y, con ello, la de los arcos de fachada, hecho palpable en la anormal amplitud de la escalera que desde la fachada salvaría el desnivel de la topografía, unos 50 cm mayor que sus simétricas tanto en la fachada oriental como en la occidental.

En el cuadrante SE, se acumulan dos graves errores que acaban distorsionando completamente la forma, tamaño y número de arcos correspondientes a este sector. El error número 6 afecta al pasillo divisorio entre la tercera y cuarta cuña, y otra vez en la elección de la estaca correspondiente al eje del pasillo que se confunde con la inmediata hacia el oeste que debía marcar el límite del pilar anexo. A este se suma el número 7, entre las cuñas cuarta y quinta contada desde el extremo oriental, que

es de mayor envergadura. En esta ocasión se confundió la marca del eje del pasillo por la del eje del pilar adyacente al oeste provocando un error de 3,25 m, 11 pies, que conllevó una drástica reducción de la quinta cuña y, con ello, de la distancia entre los ejes de los pilares, al tiempo que se incrementaba la cuerda de la cuarta cuña que se solventó añadiendo un arco más. A su vez, el arco correspondiente al pasillo del eje sur se redujo de los 25 pies previstos a menos de 20 pies, una distancia inapropiada para la que debía ser una de las principales entradas al recinto.

Más desastrosa aún fue la planificación del cuadrante suroeste donde se acumulan una serie de errores que lo alejaron de la distribución de los otros tres cuadrantes y del diseño que suponemos debió tener el edificio. El error número 8 se localiza en el pasillo entre la quinta y cuarta cuña (desde el extremo oeste del eje mayor) que supone una reducción de la cuerda exterior de la fachada en 22 pies (6,5 m) al equivocarse la estaca que debió marcar el eje del pasillo divisorio entre cuñas por la que marcaría el pasillo de acceso a las escaleras anterior, hacia el este, lo que obligó a los constructores a reducir de 4 a 3 el número de arcos de esta cuña. Además, el punto 9 marca en este caso una discrepancia de 11 pies en el eje del pasillo entre las cuñas cuarta y tercera del cuadrante suroeste, al usar como marca del eje del pasillo la estaca correspondiente al eje del pilar anexo hacia el este. Todo ello provocó un aumento de tamaño de su cuerda en la fachada de 11 pies, que pasó de los tres arcos proyectados a cuatro pero con una distancia entre ejes inferior a los 22 pies del proyecto, en torno a los 18 pies. Esta disminución de las cuerdas de las cuñas quinta y cuarta del cuadrante SO acumuló un error que debía enjugarse en la cuña tercera y que provocó un aumento de la distancia entre los ejes de los pilares de los arcos de fachada que llegaron a alcanzar los 25 pies e incluso una distancia aún mayor en el arco correspondiente al pasillo que dividiría las cuñas segunda y tercera.

Junto a los errores de elección de la estaca del perímetro, también se cometieron errores en la elección del foco de partida para el replanteo de algunas estructuras. Ya hemos comentado el error número 16 en el cuadrante NE, pero más destacable resulta la alineación de los pilares de la fachada occidental que, en lugar de estar alineados a partir del foco más próximo del eje mayor, lo hicieron desde el opuesto.

Otro conjunto de errores de replanteo estuvo ocasionado por un defecto en la traza de las curvas, ya por dar a las cuerdas una longitud diferente a la prevista o ya fuera por no mantener la tensión necesaria en el momento de la

traza sobre el terreno de la curva. El error marcado con el número 12 afecta al podio norte de la arena cuyo radio era ligeramente inferior al previsto en unos 90 cm (3 pies). A diferencia del lado sur donde la línea de proyecto se ajusta al paramento del podio hacia la arena, en el lado norte esa línea quedaría cerca del eje del muro.

En la cávea sur se produjo también un error significativo en la traza de las curvas que es patente en el pasillo anular con errores cercanos a los 70 cm (error 13) que se amplía en el perímetro de las cuñas con una diferencia ya de cerca de 3 pies (90 cm) que afecta al ancho de la galería de fachada que no es uniforme (14). Así, mientras en el proyecto deducimos que esta galería debió tener una anchura próxima a los 15 pies (4,4 m), las dimensiones de la misma en el sector norte, en la fachada sur apenas llega a los 3,7 m (12,5 pies).

Para finalizar este amplio muestrario de fallos de replanteo nos queda el marcado con el número 15. Desde el pasillo anular del podio bajo la *ima cavea* existen cuatro escaleras que dan acceso a esta grada, una por cuadrante y que, como ocurre en tres de ellas y por ello pensamos que era lo proyectado, se alineaban con el pasillo divisorio entre las cuñas tercera y cuarta desde los extremos del eje mayor. Sin embargo, la correspondiente al cuadrante SE está desviada hacia el oeste 2,5 m sin una razón aparente, probablemente estemos ante otro error en la elección de la estaca de referencia en el perímetro para su traza. Algo similar ocurre con las escaleras que dan acceso a la tribuna sur donde la occidental está en torno a 1 m más cercana al eje del edificio que la oriental, en línea con las deformaciones de este sector de la grada.

Volvemos entonces a las preguntas iniciales ¿cómo fue posible esta cadena de errores?, ¿por qué no se subsanaron?, ¿cuándo fueron conscientes los constructores de estos fallos? y ¿qué sistema utilizaron para el replanteo que pudiera explicar la naturaleza de estos errores?

La respuesta a la primera pregunta puede estar en el contexto de la obra. La *nova urbs* fue un proyecto imperial que conllevaba la construcción de una ciudad completa, realizada probablemente por los mejores arquitectos y urbanistas cercanos al emperador que incluía unas grandes termas, el *Traianeum* como edificio emblemático y el anfiteatro. Además, las parcelas resultantes de la urbanización fueron adquiridas por las familias más relevantes de la región que competirían entre sí a la hora de levantar sus casas. Este hecho debió concentrar una gran cantidad de recursos, de técnicos de todas las disciplinas, de comerciantes, proveedores y obreros en la zona en un tiempo muy concreto, porque, aunque no conozcamos la

fecha exacta de su inauguración, debemos suponer que los plazos debieron ser cortos. Probablemente, las prisas por terminar este coloso pudieran estar en la base de estos errores de replanteo no corregidos a tiempo. Los detalles de las columnas de la fachada occidental, como las basas, no fueron terminadas (Corzo 1994: 192) lo que parece indicar que el edificio se inauguró sin estar completamente finalizadas las obras y ya nunca se pulirían estos detalles.

Sin embargo, estos graves errores parecen indicar también una falta de pericia o capacidad técnica de los agrimensores y un fallo general de los controles de calidad (que debía haberlos en obras de esta magnitud).

La cuestión de por qué no se subsanaron estos fallos quizás pueda explicarse en conjunción a la respuesta de la siguiente pregunta. Si se hubiera replanteado todo el edificio de una vez, incluidas las cimentaciones de los arcos de fachada, estos errores habrían sido detectados inmediatamente y corregidos antes de proceder a la construcción de los cimientos. Es evidente que esta cadena de fallos afecta especialmente a los arcos de la fachada y, en el momento de su replanteo se habrían hecho patentes. Esto indica que la traza de los pilares debió hacerse cuando ya la infraestructura del graderío estaba en ejecución, con la definición de los *cunei* de la cávea, de los pasillos divisorios y accesos. En este momento, en un contexto de urgencia por lo limitado de los plazos, la vuelta atrás sería inviable y decidirían seguir asumiendo los errores con soluciones de compromiso que serían más o menos evidentes para el espectador.

Teniendo presente la impericia y la negligencia con la que se efectuó la traza sobre el terreno, debemos tratar de conocer los métodos empleados para dicha tarea que expliquen estos fallos, lo que nos hace adentrarnos dentro de los procesos estudiados por la arqueología de la construcción a partir del análisis arqueológico de las evidencias materiales.

El anfiteatro que nos ocupa parte en su diseño de un óvalo de cuatro focos con una relación de triángulo pitagórico 3:4:5 entre ellos, quedando la arena delimitada por los focos del eje menor. Este es un edificio, por tanto, de planta centralizada que se diseña desde dentro hacia fuera, a diferencia de otros casos en los que la traza parte del perímetro hacia el interior (Jiménez 2017: 42-49). El primer paso en el replanteo sería ubicar el centro del edificio y sus ejes ortogonales que debieron estar condicionados por la orografía del lugar y cuya orientación difiere en 7,35° del norte geográfico hacia el oeste.

El siguiente proceso sería el de ubicar las bases a partir de las cuales se trazarían todas las curvas y alineaciones

de las estructuras, empezando por los focos del óvalo. Los focos del eje mayor se encuentran a una distancia de 60 pies (17,7 m) mientras que los del eje menor están a 80 pies del centro del edificio. Las líneas imaginarias que unan este centro con cualquiera de los focos de los ejes menor y mayor formarían triángulos rectángulos con una relación de terna pitagórica 3:4:5 (60:80:100 pies). Su replanteo debió hacerse mediante cuerdas o con la groma para marcar las alineaciones y, posteriormente, la medida sobre los ejes. Igualmente, en los extremos de los ejes, a la distancia desde el centro de 260 pies (76,9 m) en el eje mayor y a 220 pies (65 m) en el menor, se ubicarían otras bases de referencia. El proyecto incluía también otras bases secundarias en el lugar donde las líneas que unen los focos se intersecan con la curva del podio.

A partir de ahora, se ofrecen dos soluciones técnicas para el trazado del resto del edificio. La primera, más lógica y segura a mi entender, sería trazar las curvas que delimitarían el podio y la línea exterior de la fachada mediante cuerdas lo que se vería sin duda dificultado por la orografía compleja donde se asienta el edificio. Una vez establecida la curva de fachada, se procedería a estacar todo el perímetro marcando los ejes de los pilares de los arcos de fachada y los ejes de dichos arcos, a razón de 11 pies entre estacas (3,25 m) salvo en las cuatro puertas principales de los ejes del anfiteatro, de 25 pies entre los ejes de los pilares, cuyas estacas estarían a 12,5 pies entre ellas (3,7 m). La suma total de la distancia entre todas ellas sería de 1508 pies, exactamente el perímetro del edificio calculado según $44/7 \times R$ (siendo el radio, R, igual a la media de los semiejes del edificio). También se añadirían las estacas que marcarían los extremos de los pilares de fachada que van a definir los grosores de los pilares y muros. Una vez estacado el perímetro, las alineaciones de los pasillos y muros se trazarían mediante cuerdas que irían desde los focos de origen a una estaca determinada en el perímetro. Para trazar las curvas sería necesario que las cuerdas se mantuvieran en un plano horizontal con respecto al terreno sobre el que se va a trazar, lo que obligaría a que los focos de replanteo fueran postes con altura suficiente (10-12 m) o a colocar plataformas, dados los desniveles del terreno sobre el que se asienta el anfiteatro. Es cierto que se podrían trazar desde un plano inclinado pero compensando la longitud de la cuerda al convertirse en la hipotenusa de un triángulo rectángulo. Para las alineaciones con cuerda no sería obligado el realizarlas desde un plano horizontal, pero sí desde una altura que evitase los obstáculos que pudieran afectar a la alineación de la cuerda.

Este sistema es bastante seguro y no permite errores excesivos dado que, si al estacar la fachada las distancias no han sido las correctas, al cerrar el perímetro habría una diferencia acusada que obligaría a replantear el proceso. Si se ha observado un error en el arco oriental del eje mayor cuyo eje no coincide con el edificio con una diferencia de unos 30 cm y que puede deberse a pequeños errores en el estacado pero que debieron considerarse poco importantes por parte de los constructores.

Otros errores se derivarían de una elección errónea de la estaca, hecho que se repitió de manera insistente en este caso. Pero si se hubiera replanteado todo el edificio antes de iniciar los movimientos de tierras y las cimentaciones estos errores se habrían subsanado fácilmente.

Otra forma de replantear las cimentaciones de los *cunei* de la grada sería a partir de las distancias angulares tomadas desde los correspondientes focos (Fig. 17). Por ejemplo, la distancia entre el eje menor y el pasillo divisorio entre la cuarta y quinta cuña (contada siempre desde el eje mayor hacia el menor) debía ser de 17°, mientras que la distancia angular entre este pasillo y el eje del que divide la tercera de la cuarta cuña debía ser de 13°, lo que hace que la distancia angular entre el eje de este último pasillo y el eje menor del anfiteatro sea de 30°. Quizás este sistema pueda explicar también los errores documentados. Así, el cuadrante noroeste tiene en realidad una distancia angular de 29° entre el eje menor del anfiteatro y el del pasillo que divide la tercera de la cuarta cuña en lugar de los 30° proyectados, siendo la distancia angular de los ejes de la cuña tercera y cuarta en relación con el eje del pasillo entre la cuña cuarta y quinta los 13° correctos, estando la discrepancia en la distancia angular de este último pasillo con el eje menor del anfiteatro, de 16° a los 17° del proyecto. En el cuadrante noreste, la distancia angular entre el eje menor y el pasillo entre la tercera y cuarta cuña es la correcta de 30°, pero sí son erróneos los ángulos de la quinta cuña, 16°, y los de la cuarta, 14°. En la mitad sur, el cuadrante sureste muestra una correcta distancia angular de 30° entre el eje menor del anfiteatro y el que divide la tercera de la cuarta cuña. Sin embargo, la proporción 17°:13° entre las cuñas quinta y cuarta se ejecutan dando a ambas la misma distancia angular de 15°. En el último de los cuadrantes, el suroeste, los errores son más significativos. El ángulo entre el eje menor y el del pasillo que divide la tercera y cuarta cuñas es de 28°, que se distribuyen en 13° para la quinta cuña y en 15° para la cuarta.

Es posible, además, que ambos sistemas se combinaran, usando las distancias angulares para el replanteo inicial de la estructura básica de la cávea y un estacado posterior del perímetro para la construcción de los muros radiales y pilares de fachada. Aunque creemos más fácil y seguro usar las cuerdas con el estacado perimetral para todo el proceso. En todo caso, parece evidente que el replanteo no se revisó ni contrastó dando lugar a los errores detectados que alteraron considerablemente el proyecto original y que, en las fachadas del eje menor resultaría evidente para el espectador con arcos muy pequeños junto a otros mayores y, teniendo en cuenta el ancho de los pilares, en estos puntos el macizado casi superaría al hueco.

PROCEDIMIENTO DE TRAZA Y CONSTRUCCIÓN

Los errores documentados nos dan la oportunidad de poder conocer los métodos utilizados para el replanteo y dónde, en qué procedimiento se cometieron esta larga serie de errores. Para ello vamos a repasar el proceso constructivo para poder dar explicación a estas cuestiones.

Por lo que hemos visto del proyecto, su diseño se debió realizar como una obra exenta que posteriormente se adaptó a la ubicación elegida de manera que pensamos que no fue diseñado específicamente para el lugar elegido sino que se adaptó a él en el momento de la construcción.

Cuestiones esenciales dentro del proceso constructivo serían:

- ¿Cuáles eran los condicionantes que determinaron las cuestiones principales del proyecto?
- ¿Quién diseñó el edificio?
- ¿Fue el mismo arquitecto que lo diseñó el que dirigió las obras?
- ¿Qué información tenía el que dirigía las obras para plasmar el proyecto sobre el terreno?
- ¿Qué medios se emplearon para el replanteo?
- ¿Cómo se organizó el trabajo de replanteo?

CONDICIONANTES

A tenor de las características del edificio y de su diseño, podemos entender que el patrón, el propio emperador, pretendió hacer el anfiteatro más grande construido

fuera de la península itálica y, dependiendo de las desconocidas fechas de diseño y construcción del anfiteatro de Capua y del propio de Itálica, pudo haberse concebido como el mayor tras el Coliseo en ese momento. Con estas premisas, tanto el diseño como la construcción habrían contado con los mejores técnicos y con medios generosos para su erección. Por tanto, el anfiteatro junto al *Traianeum* fueron los emblemas del proyecto imperial. Es difícil concebir entonces que en las cuestiones relativas a su diseño, materiales o ubicación fueran prioritarios los criterios económicos.

¿Qué primó en la elección del lugar, su posición con respecto a la entrada de la ciudad o la topografía favorable para la ejecución del proyecto? Situada anexa a la muralla con su fachada hacia la entrada de una de las puertas principales de la ciudad, parece que la ubicación estuvo determinada por criterios urbanísticos para resaltar su monumentalidad en uno de los lugares más concurridos y visibles, destacando el carácter propagandístico sobre el funcional. Dada la estructura urbana de la *Nova Urbs*, las posibles ubicaciones se reducían al flanco oriental, junto al teatro, y a la elegida junto a la puerta norte (Fig. 15). El flanco sur estaba ocupado por la ciudad vieja mientras que el occidental estaba alejado de las zonas más concurridas y visibles de la nueva ciudad. Construir la mole del anfiteatro en el lado oriental podría reducir la vista del *Traianeum*, el edificio emblemático del proyecto adrianeo. Por estos motivos, la ubicación junto a la puerta norte le permitían ser visible desde el propio río Guadalquivir, desde la vía a Mérida y en uno de las puertas más concurridas sin entrar en competencia con el templo de la ciudad.

La *Nova Urbs* limitaba al norte por un valle muy encajado de un pequeño arroyo con una topografía difícil que planteaba un serio reto para el proyecto. Por un lado, esta fisonomía permitía apoyar la mayor parte del graderío sobre las laderas de ambas colinas reduciendo en una planta la construcción de la cávea y la fachada. Por otro, una orografía tan accidentada dificultaba los trabajos de replanteo y construcción de un edificio de este tamaño, obligaba a realizar un importante movimiento de tierras y debía canalizar las aguas del arroyo por debajo del anfiteatro garantizando que su caudal normal y extraordinario no pusieran en peligro los fundamentos del edificio de espectáculos.

La posición de Itálica, con un puerto fluvial, permitía el fácil acceso de materiales de todo el Mediterráneo para la magnitud de los edificios que, al mismo tiempo, se estarían edificando en la ciudad. El anfiteatro se

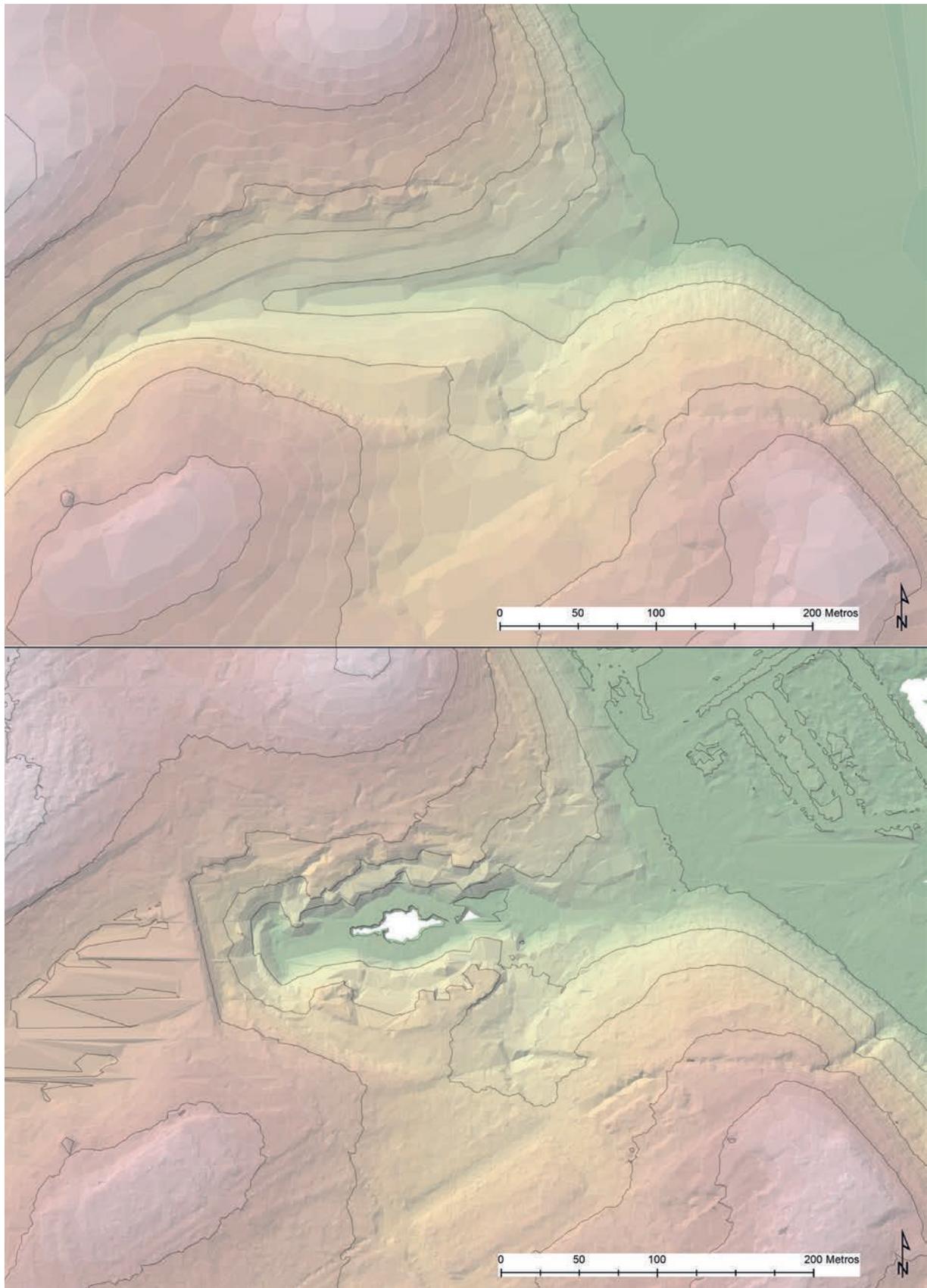


Figura 15. Simulación de la topografía original previa a la construcción del anfiteatro (arriba) comparada con la topografía actual del terreno descartadas las construcciones (abajo).

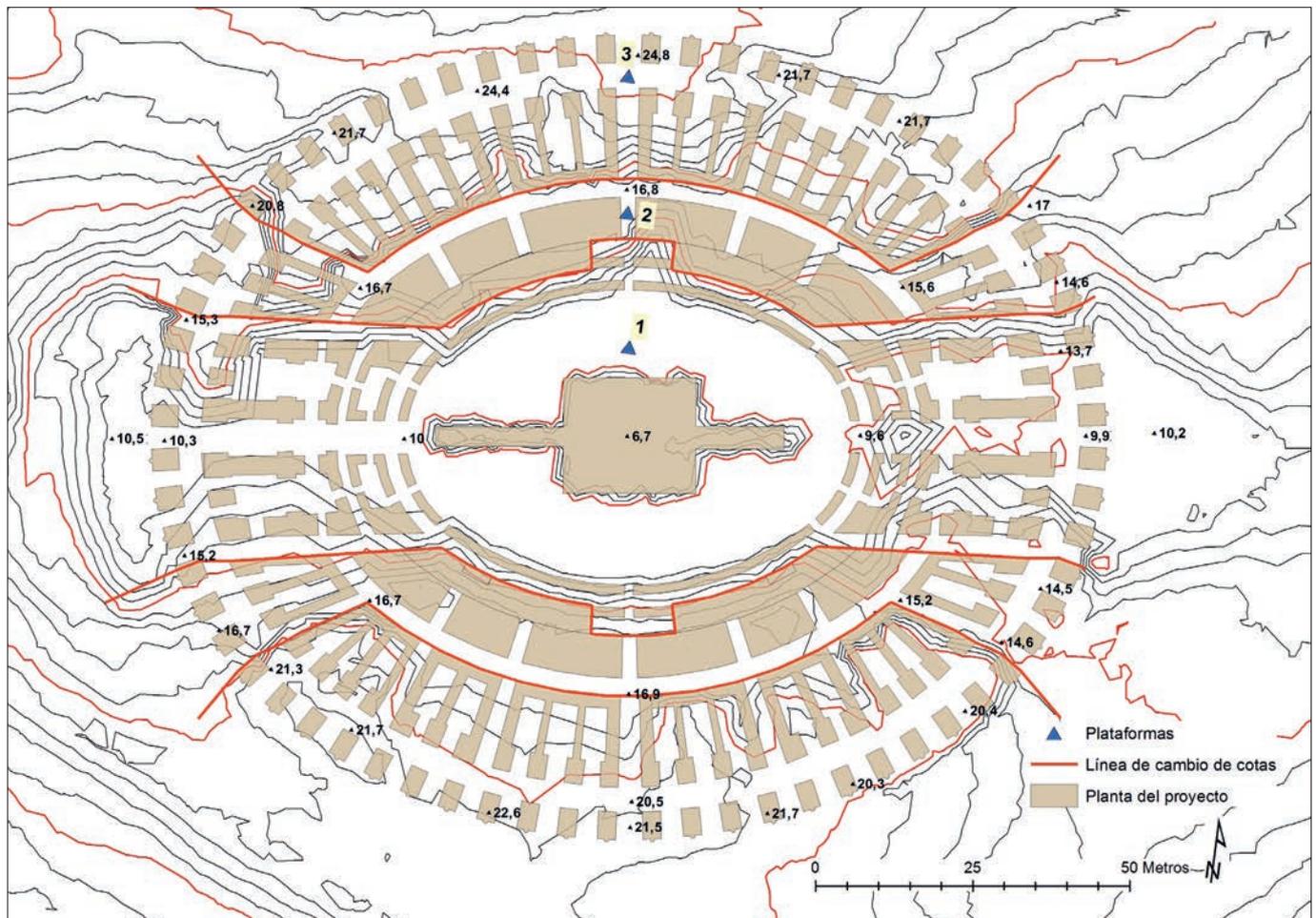


Figura 16. Planta hipotética del proyecto del anfiteatro de Itálica sobre curvas de nivel obtenidas del LiDAR (LiDAR-PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional), remarcando las tres plataformas que dan base al anfiteatro. La plataforma 1 en la cota de 10 m sobre el nivel del mar; la 2, sobre los 16 m sobre el nivel del mar y la 3 se situó a algo más de 20 m.

construyó mayoritariamente con *opus caementicium*, *opus quadratum* y *opus testaceum*, empleándose el mármol para algunos revestimientos (Roldán 1994). El material para una mole como esta era mayoritariamente local. La fabricación de los ladrillos y de la cal debía ser en un lugar próximo mientras que la piedra para la sillera procedería de canteras cercanas. Estos materiales, y en especial la piedra, sí debió ser un importante factor a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño del edificio y sobre todo de dimensionar las estructuras portantes para soportar el peso de la mole. La piedra empleada es una caliza calcarenítica abundante en el entorno, fácilmente trabajable pero con una resistencia a compresión muy inferior a la del travertino empleado, por ejemplo, en el Coliseo. Este hecho pudo obligar al arquitecto a sobredimensionar los pilares de la arcada de la fachada, en la que predominaría el macizo sobre el hueco con un resultado final alejado de la elegancia del Coliseo.

EL ARQUITECTO

Sobre quién pudo haber sido el arquitecto que diseñara el anfiteatro no tenemos el mínimo indicio, hecho por otra parte común en la arquitectura romana que no suele proclamar la autoría de los diseños (Taylor 2006: 15-19). Pero la *Nova Urbs* de Itálica debió ser un proyecto de patrocinio imperial en el que debieron intervenir los mejores arquitectos del entorno del emperador por lo que no sería extraordinario que el proyecto hubiera sido redactado desde la misma Roma (Wilson Jones 2003: 19-24). Dado lo excepcional del proyecto no debía haber demasiados arquitectos en territorio romano capaces de acometer una responsabilidad como esta si tenemos en cuenta, además, que la construcción de anfiteatros monumentales comienza a generalizarse con la erección del anfiteatro flavio de Roma. En Hispania no se construyó nunca ningún anfiteatro que pudiera asemejarse al

ejemplar italicense, tan solo en la Bética los anfiteatros de Écija y Córdoba se acercaron a sus dimensiones y sus características de diseño parecen emparentarlos con él. Si esto fue así, quedaría por resolver si antes se construyeron los anfiteatros de Córdoba y/o también el de Écija y, posteriormente, se eligió a alguno de los arquitectos que intervino en su construcción para abordar el reto de diseñar el anfiteatro de Itálica, o tal vez estos dos son productos derivados de la construcción de este primero. De hecho, la cronología de ninguno de ellos está fijada. El de Itálica sabemos que forma parte del programa adrianeo pero no de qué momento de su gobierno; de Écija sabemos que es posterior a época julio-claudia y para el de Córdoba hay también serias dudas sobre la datación julio-claudia dada por sus excavadores pudiendo ser al menos flavio o posterior (Jiménez 2015: 145).

El análisis que hemos realizado del que pudo haber sido el proyecto original muestra una planta más elaborada y sofisticada de lo habitual, de lo que observamos en otros anfiteatros monumentales. Frente a los cuatro centros habituales, en Itálica entran en juego otra serie de focos destinados a la alineación de los muros radiales, no así de los pilares de fachada, con el fin de evitar que, sobre todo en los extremos del eje mayor, las habitaciones resultantes sean demasiado angulares, alternando los focos próximos por otros más alejados. Esto es solo una muestra de la maestría con la que se diseñó el edificio que nos hace pensar que fuera ideado por alguno de los mejores especialistas en la época en el tema de anfiteatros.

LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Quizás fuera lo habitual que el redactor del proyecto dirigiera a su vez las obras, responsabilizándose de principio a fin de las mismas. Sin embargo, los enormes errores documentados en la implantación sobre el terreno del diseño hacen inconcebible que ambas personas fueran la misma. Un arquitecto que tiene en mente el desarrollo final de su obra no podía permitir discrepancias tan radicales que pusieran en riesgo la forma y comportamiento estructural de su edificio. Quizás, todo sería más explicable si el autor del diseño y el que tuviera que llevarlo a la realidad hubieran sido personas diferentes y que el segundo hubiera de comprender el proyecto a partir de la información gráfica y textual proporcionada por los diseñadores. Es más, los errores detectados muestran que no se hizo un replanteo global que contrastara que todo se había hecho en orden, sino que

indican un procedimiento secuencial y lineal en el que se van acumulando errores, algunos inconexos entre sí y otros derivados de fallos anteriores, y que se acaban magnificando en la fachada. Pero aún así, a pesar de la gravedad de las discrepancias con el proyecto, pudo haberse solucionado de manera airosa la repercusión de estos errores en la fachada simplemente desligando esta de la alineación con los muros radiales de la cávea y ejecutando los pilares tal y como se habían proyectado. Sin embargo, se mantuvo esa alineación y se ajustaron los huecos de los arcos al tamaño ejecutado para cada una de las cuñas del graderío dando lugar a arcos de diferentes anchuras y obligando a incluir otros nuevos donde no estaba previsto.

Todo parece indicar que la dirección de obras pudo recaer sobre alguien distinto al arquitecto que diseñó el edificio. Para ejecutar el proyecto era necesario contar con una detallada información gráfica y textual que marcara los procedimientos a realizar en cada una de las fases de construcción del anfiteatro. Por desgracia, no se ha conservado ninguna información de obra pero podemos entender que sobre el terreno se debió contar con planos de planta detallados, alzados, especialmente para los detalles arquitectónicos de los arcos y columnas de fachada, y secciones. Para un edificio de esta complejidad sería de gran ayuda una maqueta a escala del anfiteatro que mostrara su aspecto final e incluso sus plantas a distintos niveles y secciones (Taylor 2006: 35-44).

Además de toda la información gráfica se requeriría de una profusa memoria que explicara la secuencia de los procedimientos, los medios a usar y su manera de empleo en cada una de las etapas del proceso constructivo.

REPLANTEO

Una vez realizado el proyecto y elegido el lugar se debieron realizar una serie de trabajos para la erección del anfiteatro que podríamos sintetizar en las siguientes fases:

- Levantamiento topográfico. Los trabajos preliminares de agrimensura son de vital importancia para la correcta implantación del edificio y el establecimiento de sus niveles para que la intersección del proyecto con el terreno sea lo más armónica posible y para evitar los riesgos de inundación que la construcción sobre un cauce pueden acarrear (Moreno 2004).
- Replanteo preliminar. Este primer replanteo está destinado a dar soporte a las obras de infraestructura y a

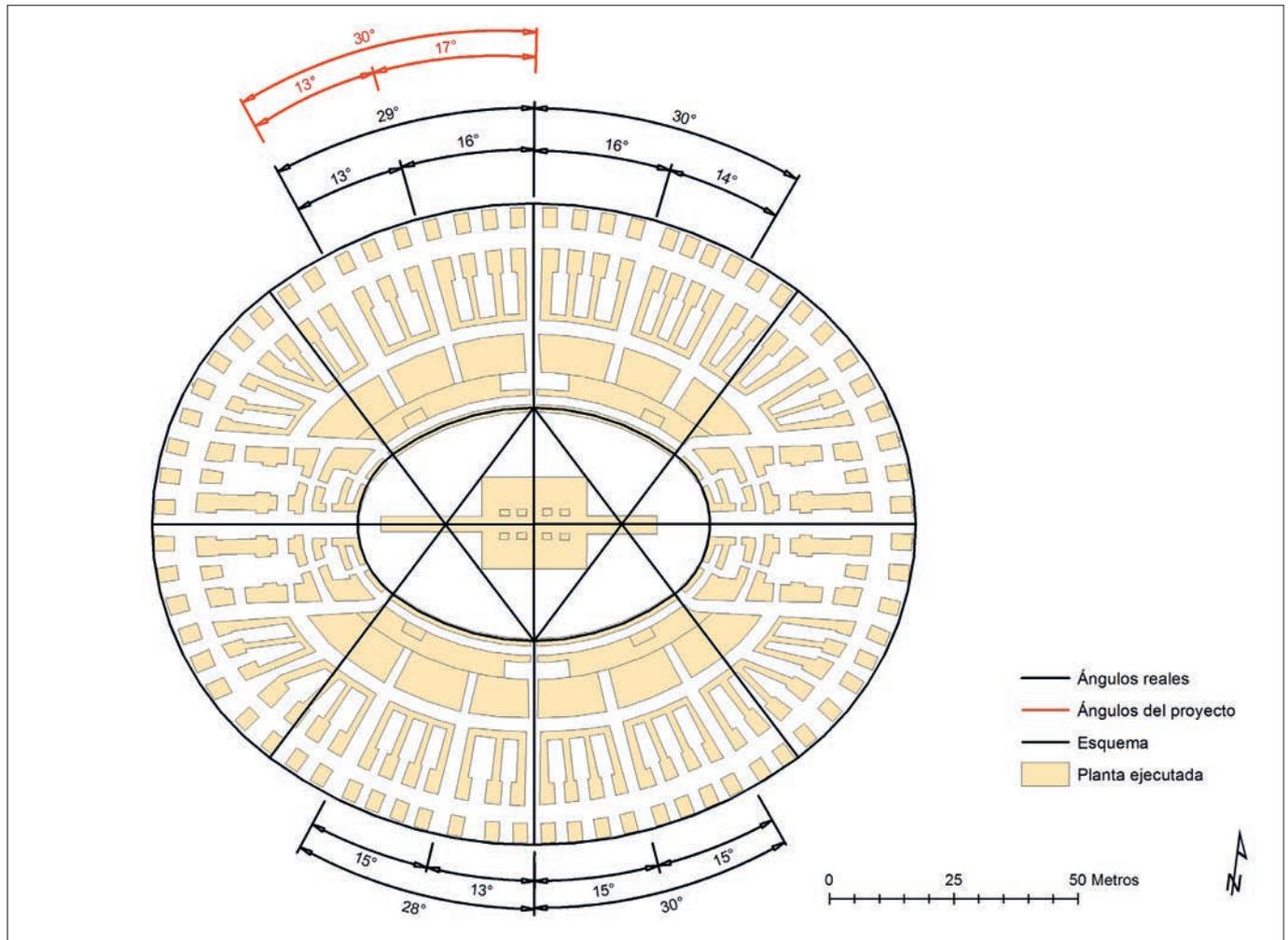


Figura 17. Planta del anfiteatro de Itálica con indicación de las distancias angulares entre las cuñas del graderío norte y del sur (cotas en negro) y los ángulos del proyecto (cotas en rojo).

los movimientos de tierra. Consistiría en la ubicación de las bases para el replanteo, las correspondientes a los centros del óvalo y las otras ubicadas en los extremos del eje mayor del edificio. A partir de estas bases se trazarían las curvas paralelas correspondientes al podio, al pasillo sobre el primer maeniano, la curva que delimita al interior la galería de fachada y la línea exterior del edificio. Igualmente, se trazarían desde las bases de los extremos del eje mayor la línea que marca la diferencia de cotas entre las fachadas del eje mayor y la cávea. Para completar el movimiento de tierras inicial era necesario trazar los pasillos entre las cuñas que daban sustento al graderío y que, en este caso dado la orografía del terreno, había que excavar sobre el sustrato. Esta operación pudo haberse hecho con groma, escuadra de agrimensor o dioptra, para replantear ángulos precisos. Hay que añadir la dificultad de trabajar sobre un terreno no nivelado lo

que obligaría a crear plataformas a cota del terreno para colocar los instrumentos o utilizar la dioptra que permitía tomar a su vez ángulos verticales. Aunque probablemente se colocaran las estacas del perímetro que servirían de referencia para marcar los pasillos y planificar los movimientos de tierras. Es un método más simple y efectivo y, en principio, limita las posibilidades de error.

- Obras de canalización hidráulica. Tras el replanteo inicial, se procedería a las obras de canalización del arroyo que debía discurrir por debajo de la cota de base de la fosa bestiaría.
- Movimientos de tierra. Otra de las fases de trabajo de mayor volumen sería la de adaptar el terreno a los niveles necesarios para la construcción del anfiteatro con los materiales y consistencia necesarios para soportar su cimentación. Las fachadas del eje mayor y la propia arena se situaron en un nivel horizontal en torno a los

10 m sobre el nivel del mar. Un segundo nivel quedó establecido sobre los 14,5 m en las cuñas adyacentes a la fachada del eje mayor y que dan acceso a los pasillos que comunican con el primer maeniano y lo delimitan del segundo, con una cota establecida en los 16,8 m sobre el nivel del mar. La siguiente plataforma se centra en los fundamentos del maeniano segundo y del maeniano superior, de manera que la cota de la galería de fachada se enrasa con la cota 20,5 m mientras que en las puertas del eje menor la cota asciende a los 21 m en la puerta sur mientras que en la norte no podemos determinarla por no estar excavada, aunque podemos suponer una cota similar dada la simetría de niveles observada en el proyecto (Fig. 16).

- Replanteo del edificio. Una de las tareas críticas, no por su volumen de trabajo pero sí por la repercusión en la ejecución de todo el edificio, es la plasmación del proyecto sobre el terreno y el control de los niveles y alineaciones a lo largo de toda la obra, realizados con cuerdas y estacas. Por lo que hemos visto, este replanteo general nunca debió haberse llevado a cabo. Tras los movimientos de tierra se debieron ir replanteando los elementos conforme iban a ser construidos, desde el centro hasta la periferia. Un

replanteo general habría expuesto los errores y dado la oportunidad de evitarlos (Fig. 18).

- Cimentación de los muros. Tras el replanteo, se procedería a la apertura de las cimentaciones de todas las estructuras que sostendrían el edificio.
- Cimentación de la fachada. La cimentación de los pilares de fachada se realizó con posterioridad a los cimientos del resto del edificio.
- Construcción del graderío y fachada.
- Fosa bestiaría. La fosa bestiaría es un elemento independiente, aunque conectado con la estructura general del anfiteatro. Actualmente no podemos establecer en qué momento se pudo construir con bases estratigráficas sólidas, pero quizás la necesidad de un espacio como la arena para el acopio de materiales y la ubicación de las grúas y otros medios necesarios para la construcción aconsejarían posponer la realización de la fosa una vez finalizada la estructura principal del edificio o, de haberse construido al principio, pudo rellenarse para habilitar el espacio de la arena para la logística de las obras.
- Acabado. Las labores de pavimentación, revestimiento y ornato completarían la construcción del anfiteatro de Itálica.

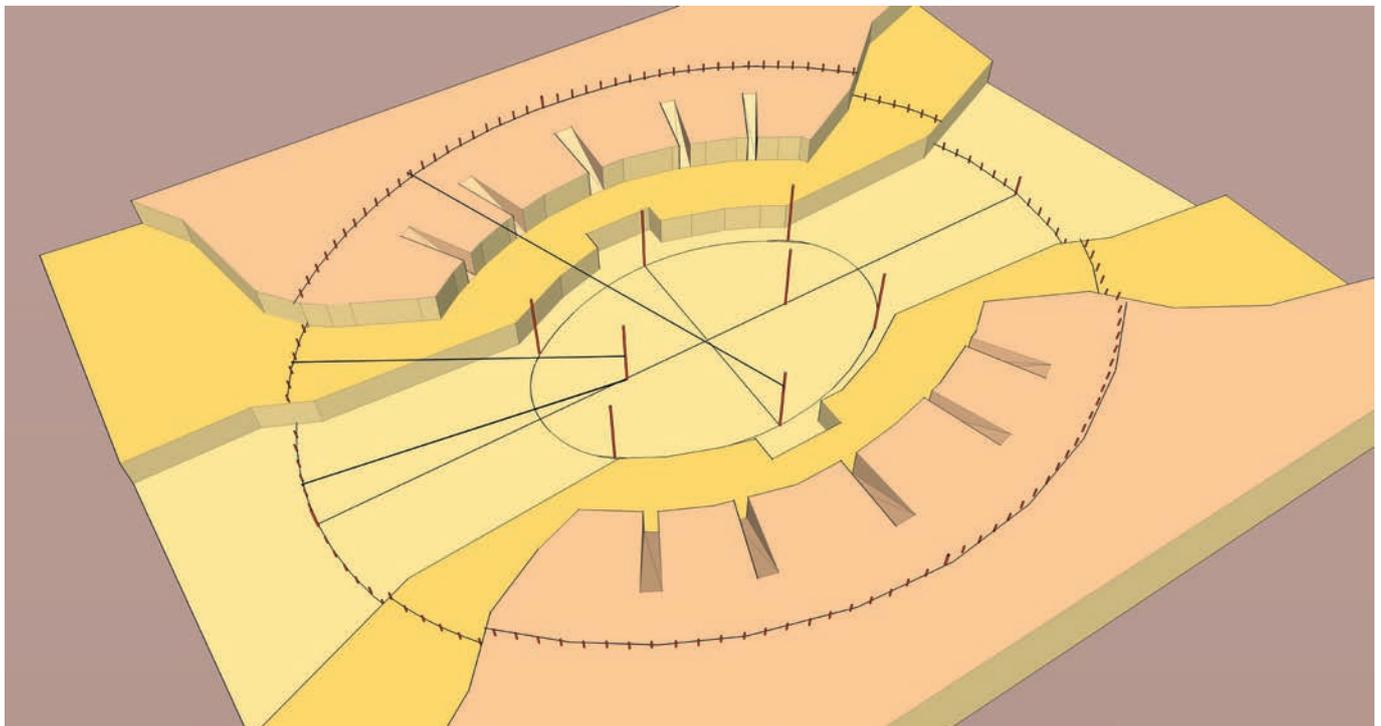


Figura 18. Simulación del procedimiento de replanteo del anfiteatro de Itálica, a partir de postes de una altura suficiente para salvar el desnivel de la topografía y que permite trazar las diferentes curvas desde un plano horizontal mediante cuerdas. En el perímetro se disponen las estacas que marcarán los ejes de los pasillos, los ejes de los pilares y los extremos de estos últimos y que permitirían la traza sobre el terreno de los muros radiales y pilares escogiendo el punto base y la estaca de destino designados por el proyecto.

CONCLUSIONES

La oportunidad de poder estudiar con cierta precisión la planta del anfiteatro de Itálica nos ha permitido adentrarnos en los procesos que intervienen en la erección de un edificio de esta magnitud y, a partir de la evidencia material, reconstruir el proyecto original y los medios y métodos empleados en la construcción.

Las disimetrías observadas en la planta del anfiteatro solo pueden explicarse por una impericia del encargado del replanteo y/o por la elección de un procedimiento de traza sobre el terreno no adecuado. En cualquier caso, resulta evidente que no se aplicaron mecanismos de control para evitar errores en este proceso. Por ello, podemos reflexionar sobre los métodos de replanteo y cuáles son los mejores o más usados, algo que sería necesario contrastar mediante arqueología experimental y reproducir el proceso con los medios de la época.

En cuanto al diseño original, se confirma que la forma geométrica generatriz del proyecto es un óvalo de cuatro centros cuya relación entre los focos es una terna pitagórica 3:4:5 (60:80:100 pies) tal y como en su día expusieron Corzo y Wilson Jones. También podemos concluir que debió contar con 68 arcos, como ya dijo Golvin, siguiendo lo documentado en la distancia conocida en los arcos de las fachadas del eje mayor, con 25 pies para las puertas principales y 22 para el resto de los arcos. La discrepancia en número y distancia entre arcos debe achacarse a los defectos en el replanteo que obligó a introducir nuevos arcos y reducir su luz para ajustarse al ritmo de los pasillos entre *cunei* previamente trazados. En este sentido, el número de arcos como su alzado se ajustan al sistema de proporciones que Wilson Jones expuso para la fachada del Coliseo y que ya expusimos con anterioridad. El número de arcos es proporcional al ancho de la cávea según la fórmula $40R/C$, lo que, a la inversa, nos permite deducir el intercolumnio dividiendo el ancho de la cávea entre dos veces π ($C/2\pi$), asumiendo que la altura de fachada es igual al ancho de la cávea. Este modelo obviamente es heredero directo del Coliseo aunque tiene características propias y exclusivas que solo parecen encontrarse en los grandes anfiteatros de la Bética. Aunque el óvalo de base parte de un triángulo pitagórico, la arena se delimita en su eje menor por los focos de este eje y no por los del eje mayor como parece la opción más frecuente en otros anfiteatros. También el cálculo de los arcos mediante un sistema proporcional es una particularidad que comparte con anfiteatros como Pola, Verona, Pozzuoli o El Jem, y

no con el Coliseo, Capua o Nimes y Arlés que optaron por un número de arcos fijo, 80 en los dos primeros casos y 60 en los dos restantes.

Otra cuestión esencial en el diseño es el papel que juega la topografía en la construcción del edificio. Si bien la elección del lugar de implantación parece estar motivada por una escenografía buscada en una posición concurrida y visible desde el este (la posición del río y la vía a Mérida), la topografía del emplazamiento ofrece ventajas a la hora de reducir el volumen de edificio construido al poder apoyar parte del graderío sobre las laderas de las colinas que delimitan el valle del arroyo sobre el que se asienta, hecho heredado de una larga tradición constructiva que se remonta al origen de los anfiteatros. No obstante, el diseño del edificio parece haberse pensado de nueva planta, adaptándose el lugar a los requerimientos del proyecto mediante los oportunos movimientos de tierras. De lo observado en la planta, estamos ante un diseño complejo y sofisticado, una evolución del modelo paradigmático del Coliseo que procura evitar los inconvenientes provocados por el empleo de los cuatro focos de los óvalos sobre todo en las estancias anexas a los túneles de acceso a la arena. Para ello utiliza varios focos de origen para alinear las estructuras y que los espacios sean más funcionales, evitando al tiempo cambios bruscos en la alineación de los muros. Este proyecto debió haber sido realizado por arquitecto especializado. Esto, sin duda, hizo aún más complejo el replanteo de los cimientos lo que dio lugar a varios errores como ya hemos visto.

Los anfiteatros suelen tener un replanteo bastante preciso a pesar de la gran complejidad de sus diseños y su gran tamaño²⁵. No obstante, hemos podido documentar casos donde las deformaciones, desalineaciones o disimetrías son palpables como en los anfiteatros de Ampurias, Segóbriga o Carmona (Jiménez 2017: 84-88 y 255-257).

Probablemente, pocos edificios romanos necesitarían de una alta precisión en el replanteo de sus plantas en las que pequeñas desviaciones con respecto a los proyectos se podían disimular durante el proceso de obras (Taylor 2006: 75-76). Pero una cosa es un margen de error aceptable y otra, grandes inexactitudes que desvirtuaran el proyecto o comprometieran la estética o estabilidad estructural. Edificios monumentales como las termas de Caracalla tienen graves errores e inexactitudes en su

²⁵ Como ejemplo de esta precisión especialmente en la traza de las curvas, Wilson Jones indica que las diferencias en la fachada del Coliseo apenas alcanzan los 4 cm y en Nimes son de solo 3 cm (1993: 398).

planta que comprometieron el resultado final de la obra y que podrían haberse subsanado con un buen control del replanteo (DeLaine 1992: 102-115 y 1997: 133-135).

En la arquitectura adrianea no es infrecuente la detección de grandes errores de replanteo incluso en los proyectos imperiales más cercanos al propio emperador. En Villa Adriana se han detectado graves discrepancias entre el diseño teórico y la plasmación sobre el terreno en edificios tan emblemáticos como el teatro Greco (León *et al.* 2007: 243-253), una discordancia entre la simetría del proyecto y una implantación irregular que quizás no fueran perceptibles por los usuarios pero que mostraba una forma de hacer poco cuidada.

La intensa actividad constructiva, los plazos cortos y un déficit de técnicos cualificados pudo estar en la base de esta serie de errores en el proceso constructivo que, a pesar de todo, no comprometieron el objetivo final de mostrar la grandeza del emperador.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los proyectos de Cañada Honda de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla y al proyecto del *Traianeum* de la Universidad de Sevilla, el haberme facilitado la documentación gráfica que ha servido de base para este trabajo, en especial a sus directores Rafael Hidalgo y Pilar León.

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, dentro del Plan Estatal 2013-2016 Excelencia - Proyectos I+D (HAR2017-89004-P): *Proyecto Colonia Aelia Augusta Italica. Arqueología del Sector NE de la Vetus Urbs de Italica en el Marco del Proceso de Romanización en el Guadalquivir Inferior.*

BIBLIOGRAFÍA

- Bellido Márquez, T. 2009: "Panorama historiográfico del anfiteatro de Itálica", *Romula*, 8, pp. 33-64.
- Beltrán Fortes, J. 2001: "Los devotos de Némesis en el ámbito del anfiteatro hispanorromano", *Arys: Antigüedad, Religiones y Sociedades*, 4, pp. 198-210.
- Beltrán Fortes, J. y Rodríguez Hidalgo, J. M. 2005: *Italica: espacios de culto en el anfiteatro*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Bomgardner, D. L. 2002: *The story of the Roman amphitheatre*. Routledge, London/New York.
- Caballos Rufino, A. 1994: *Itálica y los italicenses: aproximación a su historia*. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Sevilla.
- Caballos Rufino, A. y León Alonso, P. (eds.) 1997: *Italica MMCC: Actas de las jornadas del 2.000 aniversario de la Fundación de Itálica (Sevilla, 8-11 noviembre 1994)*. Consejería de Cultura, Sevilla.
- Caballos Rufino, A. y León Alonso, P. (eds.) 2010: *Ciudades romanas de Hispania 7. Itálica-Santiponce: Municipium y Colonia Aelia Augusta Italicensium*. "L'Erma" di Bretschneider, Roma.
- Caballos Rufino, A., Marín Fatuarte, J. y Rodríguez Hidalgo, J. M. 1999: *Itálica arqueológica*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Carrasco Gómez, I. y Jiménez Hernández, A. 2008: "Acerca de los edificios de espectáculos en 'Colonia Augusta Firma Astigi' (Écija, Sevilla)", *Romula*, 7, pp. 7-52.
- Corzo Sánchez, J. R. 1994: "El anfiteatro de Italica", en J. M.ª Álvarez Martínez y J. J. Enríquez Navascués, *El anfiteatro en la Hispania romana: bimilenario del anfiteatro romano de Mérida: coloquio internacional, Mérida, 26-28 de Noviembre 1992*, pp. 187-212. Junta de Extremadura, Consejería de Cultura, Badajoz.
- DeLaine, J. 1992: "Design and Construction in Roman Imperial Architecture: The Baths of Caracalla in Rome / Janet DeLaine". Thesis. <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/20819>
- DeLaine, J. 1997: *The Baths of Caracalla: A Study in the Design, Construction, and Economics of Large-Scale Building Projects in Imperial Rome*. Journal of Roman Archaeology, Portsmouth, Rhode Island.
- Duvernoy, S. 2009: "L'anfiteatro di Pompei: un esempio di sintonia fra matematica antica e architettura", en *Conferenze e Seminari dell'Associazione Subalpina Mathesis 2008-2009*, pp. 161-175. Kim Williams Books, Torino.
- Duvernoy, S. y Rosin, P. L. 2006: "The compass, the ruler and the computer", en *NEXUS VI - Architecture and Mathematics*, pp. 21-34. Kim Williams Books, Torino.
- Edmondson, J. 2002: "Public Spectacles and Roman Social Relations", en T. Nogales Basarte y A. Castellanos, *Ludi Romani: Espectáculos en Hispania Romana*, pp. 21-43. Obra Social y Cultural CajaSur, Córdoba.
- Fidonzoni, P. 1970: *Il teatro di Marcello*. Roma.
- Golvin, J.-C. 1988: *L'amphithéâtre romain: essai sur la théorisation de sa forme et de ses fonctions*. Publications du Centre Pierre Paris XVIII. Diffusion de Boccard, Paris.
- Grande León, A. y Rodríguez Hidalgo, J. M. 2011: "Itálica Futura: Documentación, preservación e interpretación digital de la ciudad romana", *Virtual Archaeology Review*, 4, pp. 77-87.
- Hidalgo Prieto, R. 2008: "Anfiteatros", en M.ª del P. León Alonso (ed.), *Arte romano de la Bética: Arquitectura y urbanismo*, pp. 222-231. Fundación Focus-Abengoa, Sevilla.
- Jaén Candón, M., Jiménez Hernández, A., Peña Ruano, J. A., Teixidó Ullod, T. y Carrasco Gómez, I. 2017: "Acerca de un circo romano en Carteia (San Roque, Cádiz)", en J. López Vilar (ed.), *Tarraco Biennial. Actes 3r Congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic: La glòria del circ. Curses de carros i competicions circenses. In memoriam Xavier Dupré i Raventós*, pp. 191-198. Fundació Privada Mútua Catalana, Tarragona.
- Jiménez Hernández, A. 2015: "Anfiteatros romanos en la Bética: reflexiones sobre su geometría, diseño y traza", *Archivo Español de Arqueología*, 88 (diciembre), pp. 127-148. <https://doi.org/10.3989/aespa.088.015.007>
- Jiménez Hernández, A. 2017: *El anfiteatro romano de Carmona*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Jiménez Hernández, A., Jaén Candón, M., Peña Ruano, J. A., Teixidó Ullod, T. y Claros Domínguez, J. 2015: "El teatro romano de Carteia (San Roque, Cádiz): análisis de su diseño a partir de la prospección geofísica", *Romula*, 14, pp. 161-185.
- Larrey Hoyuelos, E., Ramón Girón, F. J. y Verdugo Santos, J. 2001: "Intervención arqueológica en el Anfiteatro de Itálica. Campaña de 1998", en *Anuario arqueológico de Andalucía 1998*, vol. 3, tomo 2, 2001 (*Actividades de urgencia*), pp. 1081-1096. Consejería de Cultura.
- León Alonso, M.ª del P. (ed.), Hidalgo, R., Peña, A., Carrasco Gómez, I. y Fuentes Santos, M.ª del C. 2007: *Teatro Greco: Villa Adriana. Campañas de excavaciones arqueológicas 2003-2005*. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.
- León Alonso, M.ª del P. 1988: *Traianeum de Itálica*. Monte de Piedad y Caja de Ahorros, Sevilla.
- Mar Medina, R., Ruiz de Arbuló, J., Vivó Codina, D., Beltrán-Caballero, J. A. y Gris, F. 2015: *TARRACO. Arquitectura y urbanismo de una capital provincial romana. Volumen II. La ciudad imperial*. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.

- Michetti, A. 2000: "Possibili costruzioni delle ellissi del Colosseo", *Disegnare idee immagini*, 18-19, pp. 89-98.
- Monterroso Checa, A. J. 2017: "Remote Sensing and Archaeology from Spanish LiDAR-PNOA: Identifying the Amphitheatre of the Roman City of Torreparedones (Córdoba-Andalucía-Spain)", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 17 (1), pp. 15-22.
- Moreno Gallo, I. 2004: "Topografía romana", en *II Congreso de las Obras Públicas Romanas*, pp. 25-68. Tarragona.
- Parladé y Heredia, A. 1921: *Excavaciones en el Anfiteatro de Itálica: memoria de los trabajos realizados en 1920-1921*. Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.
- Parladé y Heredia, A. 1923: *Excavaciones en el Anfiteatro de Itálica: memoria de los trabajos realizados en 1921-1922*. Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.
- Parladé y Heredia, A. 1925: *Excavaciones en el Anfiteatro de Itálica: memoria de los trabajos realizados en 1922-1924*. Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.
- Pizzo, A. 2009: "La Arqueología de la Construcción. Un laboratorio para el análisis de la arquitectura de época romana", *Arqueología de la Arquitectura*, 6, pp. 31-45. <https://doi.org/10.3989/arqarqt.2009.09001>
- Rawson, E. 1987: "Discrimina Ordinum: The Lex Julia Theatralis", *Papers of the British School at Rome*, 55, pp. 83-114.
- Ríos y Serrano, D. de los. 1862: *Memoria arqueológico-descriptiva del anfiteatro de Itálica, acompañada del plano y restauración del mismo edificio*. Real Academia de la Historia, Madrid.
- Ríos y Villatta, R. A. de los. 1916a: "El anfiteatro de Itálica", *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 35.
- Ríos y Villatta, R. A. de los. 1916b: *Excavaciones en el anfiteatro de Itálica: memoria de los trabajos practicados en 1915*. Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.
- Rodríguez Hidalgo, J. M. 1991: "Sinopsis historiográfica del anfiteatro de Itálica", en *Historiografía de la arqueología y de la historia antigua en España: (siglos XVIII-XX): Congreso Internacional, Madrid, 13-16 diciembre 1988*, pp. 91-94. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Madrid.
- Roldán Gómez, L. 1994: "El anfiteatro de Itálica: técnicas y materiales de construcción", en J. M.ª Álvarez Martínez y J. J. Enríquez Navascués, *El Anfiteatro en la Hispania Romana. Coloquio Internacional, Mérida, 26-28 de Noviembre de 1992*, pp. 213-238. Junta de Extremadura, Mérida.
- Rosin, P. L. y Trucco, E. 2005: "The amphitheatre construction problem", *Incontro Internazionale di Studi Rileggere L'Antico (Rome, 13-15 December 2004)*.
- Sciacchitano, E. 2000: "Il Colosseo. Geometria dell'impianto", *Disegnare idee immagini*, 18-19, pp. 107-116.
- Sear, F. 2006: *Roman Theatres: An Architectural Study*. Oxford University Press, New York.
- Taylor, R. 2006: *Los Constructores Romanos. Un Estudio Sobre El Proceso Arquitectónico*. Akal, Madrid.
- Trevisan, C. 2000: "Sullo schema geometrico costruttivo degli anfiteatri romani: gli esempi del Colosseo e dell'arena di Verona", *Disegnare idee immagini*, 18-1, pp. 117-132.
- Wilson Jones, M. 1993: "Designing amphitheatres", *Römische Mitteilungen*, 100, pp. 391-441.
- Wilson Jones, M. 2003: *Principles of Roman Architecture*. Yale University Press.