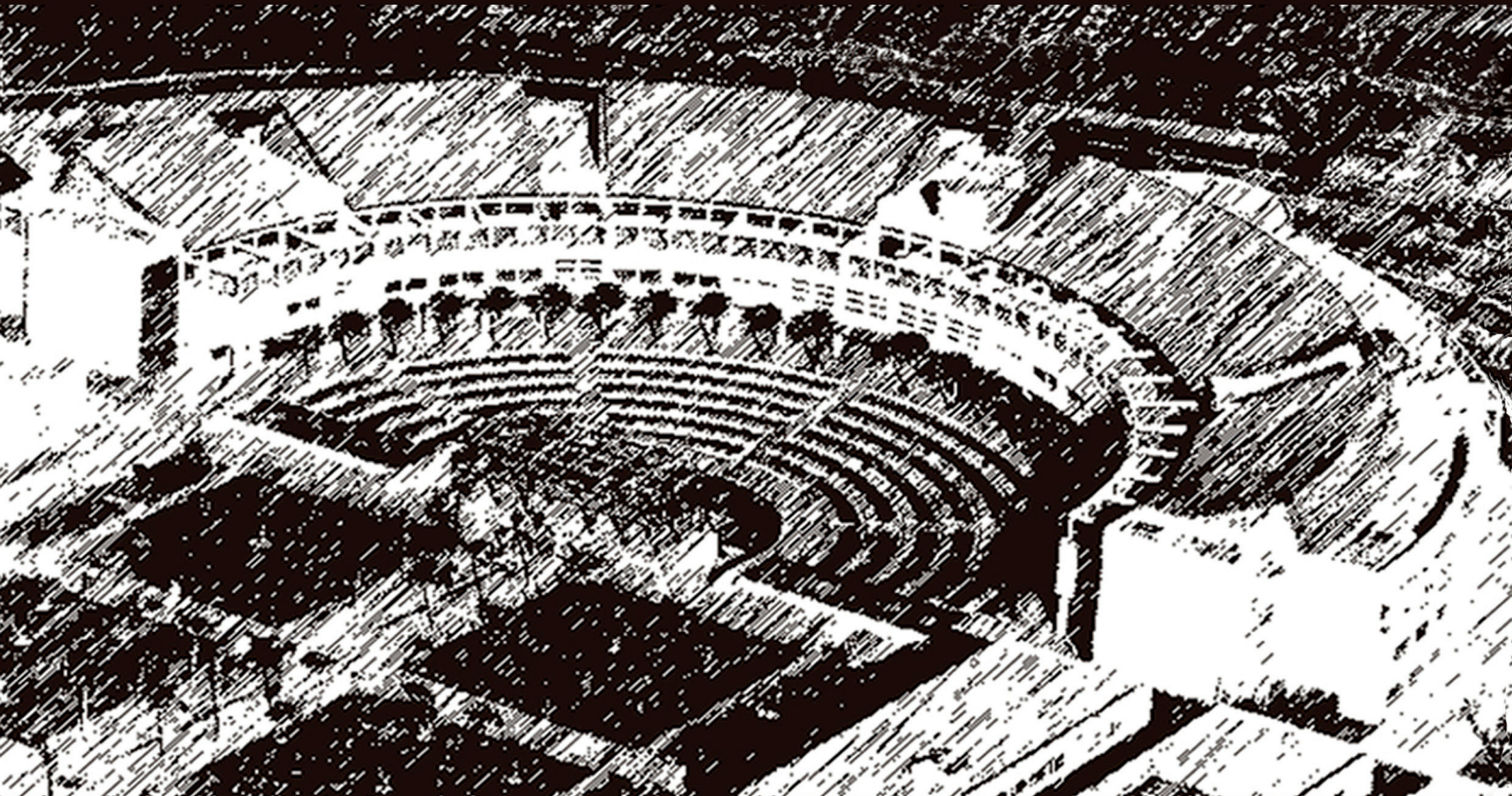


X CONGRESO INTERNACIONAL EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN

**GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING
INTERNATIONAL CONFERENCE**



Alicante, 2, 3 y 4 de diciembre

**Nuevas líneas de investigación
en Ingeniería de Edificación**

**New lines of research
in Building Engineering**

2010

APEGA

APEGA 2010

X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación
Graphic Expression applied to Building International Conference

Libro de Actas Proceedings Book

organizan:



colaboran:



patrocinan:



Esta publicación no puede ser reproducida, ni totalmente ni parcialmente, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información, ya sea fotomecánico, electrónico, por fotocopia o cualquier otro medio, sin el permiso previo de los propietarios de copyright.

© del texto: Los autores

© de esta edición: Editorial Marfil, S.A.
C/ San Eloy, 17 • 03804 Alcoy
Tel.: 96 552 33 11 • Fax: 96 552 34 96
www.editorialmarfil.com

Universidad de Alicante
Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía
Campus de Sant Vicent del Raspeig
03080 Alicante

I.S.B.N.: 978-84-268-1528-6
Depósito legal: A-1033-2010



ÍNDICE

CONTENTS

| | |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| PRESENTACIÓN PRESENTATION | 11 |
| COMITÉ DE HONOR HONOUR COMMITTEE | 13 |
| COMITÉ CIENTÍFICO SCIENTIFIC COMMITTEE | 15 |
| COMITÉ ORGANIZADOR ORGANIZING COMMITTEE | 17 |
| COMITÉ ASESOR ADVISOR COMMITTEE | 19 |

| | |
|----------------------------------------|-----------|
| COMUNICACIONES PAPERS | 21 |
|----------------------------------------|-----------|

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ⇒ TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DRAWING REPRESENTATION TECHNIQUES | 23 |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|

- L'ESPRESSIONE GRAFICA NELL'IDEA DI PROGETTO **25**
Blotto, Laura
- ENTRE LO NATURAL Y LO ARTIFICIAL. DIBUJOS HIBRIDOS **33**
Izquierdo Esteban, Sonia
- TECNICHE ESPRESSIVE NELLA RAPPRESENTAZIONE DIGITALE DEL PROGETTO CONTEMPORANEO **43**
Vanini, Cristina
- LA RAPPRESENTAZIONE VISIVA E "TATTILE" NEL DISEGNO DELLA STRUTTURA, ARCHITETTURA E PAESAGGIO **53**
Innocenti, Sereno; Chirone, Luigi
- SPAZI MEDIEVALI SCOLPITI E DIPINTI: MISURA E RAPPRESENTAZIONE **59**
Massari, Giovanna A.; Bonora, M. Cristina; Svaldi, Katia
- GEOMETRÍA DESCRIPTIVA TETRADIMENSIONAL. SISTEMA CUATRI-TRIÉDRICO PARA LA REPRESENTACIÓN DEL ESPACIO TETRADIMENSIONAL EUCLÍDEO **69**
Llorens Herrero, Alfredo
- ATTRAVERSANDO LE TORRI DI BABELE **79**
Santuccio, Salvatore; Frattarelli, Annalisa
- NUEVOS RECURSOS DEL SISTEMA DIÉDRICO GRACIAS A SU APLICACIÓN EN CAD 2D **89**
Martín Pastor, Andrés; Infante Perea, Margarita María; Barba García, Antonio Manuel

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ⇒ NUEVAS TECNOLOGÍAS GRÁFICAS NEW GRAPHIC TECHNOLOGIES | 99 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|

- TECNOLOGÍA GRÁFICA Y TEMPORALIDAD **101**
Juan Gutiérrez, Pablo Jeremías
- DE LAS ARQUITECTURAS VIRTUALES A LA REALIDAD AUMENTADA: UN NUEVO PARADIGMA DE VISUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA **111**
Fernández Álvarez, Ángel José

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| • HOMOGRAF-3D.LSP UN PROGRAMA PARA LA RESOLUCIÓN DE HOMOLOGIAS EN 3D SOBRE AUTOCAD Irlas Mas, Francisco; Maestre López-Salazar, Ramón | 121 |
| • VIRTUAL CITY, VIRTUAL LANDSCAPE. ENHANCED TOOL FOR DESIGN AND PLANNING Ceconello, Mauro; Spallazzo, Davide | 133 |
| • DAL RILIEVO ALL'ANASTILOSÌ VIRTUALE: IL MODELLO 3D DELLA CHIESETTA DI SANT'ELENA NELL'AGRO DI IGLESIAS Bagnolo, Vincenzo | 143 |
| • APLICACIONES CAD - DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR - PARA INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Valverde Cantero, David | 153 |
| • COMPARISON OF TECHNIQUES FOR THE 3D MODELING AND THERMAL ANALYSIS Kapoor, Mudit; Khreim, Jean-Francois; El Meouche, Rani; Bassit, David; Henry, Anne Laure; Ghosh, Sanjay K. | 163 |
| • FORMA ABIERTA Y DISEÑO PARAMETRIZADO. UN NUEVO MODO DE PROYECTAR Marcos Alba, Carlos L. | 175 |
| • IL TEMA DELLA COMPLESSITÀ TRA GEOMETRIA, NATURA E ARCHITETTURA Taibi, Giacinto; Valenti, Rita; Liuzzo, Mariangela; D'aiello, Massimo | 189 |
| • THE DIGITAL METAMORPHOSIS: FILE TO FACTORY De Masi, Alessandro | 199 |
| • BUILDING INFORMATION MODELLING AND SUSTAINABILITY ASSESSMENT TOOL: A CASE STUDY Lo Turco, Massimiliano; Colateo, Valentina | 209 |
| • LAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA Y LA FABRICACIÓN DE MODELOS ESPACIALES DISCIPLINADOS Mesa del Castillo Clavel, Miguel | 217 |
| • LASER ESCANER 3D APLICADO A EDIFICACIÓN Arco Díaz, Julián; Saucedo Vargas, Raúl; Hidalgo García, David | 227 |
| • LABORATORIO DE ARQUITECTURA Y COMPUTACIÓN: {LAC} Castro Domínguez, Juan Carlos; Mesa del Castillo Clavel, Miguel | 235 |
| <hr/> | |
| ⇒ LEVANTAMIENTO Y RESTITUCIÓN | 245 |
| SURVEY AND RESTITUTION | |
| <hr/> | |
| • LAS BÓVEDAS DE LA LONJA DE VALENCIA (ESPAÑA). TRAZAS Y MONTEAS Navarro Fajardo, Juan Carlos; Palmero Iglesias, Luis | 247 |
| • RILIEVO E MODELLI TRIDIMENSIONALI Iannizzaro, Vincenzo; Giordano, Maria | 255 |
| • NEW GRAPHIC TECHNIQUES IN THE SURVEY TO ARCHITECTURE AND ARCHAEOLOGY Sartor, Alessandro; Caputo, Margherita; Bogliolo, Luisa; Giménez Molina, M ^a del Carmen; Paduano, Ivan | 265 |
| • TECNOLOGIE NON INVASIVE PER IL RILIEVO DEI BENI CULTURALI Gambardella, Carmine; Piscitelli, Manuela | 273 |
| • QUANTITÀ E QUALITÀ NELL'UTILIZZO DELLO SCANNER LASER 3D PER IL RILIEVO DELL'ARCHITETTURA Paris, Leonardo | 283 |
| • LA GEOMETRÍA PROYECTIVA AL SERVICIO DE LA FOTOGRAMETRÍA GRÁFICA Miralles Lloret, Manuel José | 295 |
| • RILIEVO COME PIATTAFORMA TECNOLOGICA DELLA CONOSCENZA: IL PARADIGMA DI POMPEI Gambardella, Carmine; Zerlenga, Ornella | 305 |

- FORTIFICAZIONI “ALLA MODERNA” IN SARDEGNA: IL DISEGNO DEGLI INGEGNERI MILITARI **315**
Pirinu, Andrea
- LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DE LA MAQUETA DE CÁDIZ DE 1779 CON EL EMPLEO DE TECNOLOGÍA LÁSER **325**
Granado Castro, Gabriel; Barrera Vera, José Antonio
- LE STRUTTURE DI SOSTEGNO DELLA COPERTURA DEL PALAZZO REALE DI CASERTA **335**
Barlozzini, Piero
- EL LEVANTAMIENTO METROFOTOGRAFICO DEL MONTE BENACANTIL **343**
Herrero Vázquez, Eduardo; Cantillana Merchante, Concepción
- IL RILIEVO ARCHITETTONICO. PROBLEMI DI CONTROLLO E MONITORAGGIO. **355**
Cundari, Cesare; Cundari, Gian Carlo
- APOYO GRÁFICO AL PROYECTO ARQUEOLÓGICO "CUENCA OCULTA" **363**
Valverde Cantero, David
- LA IGLESIA PARROQUIAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN DE VISTABELLA DEL MAESTRAZGO EN CASTELLÓN **371**
Máñez Pitarch, María Jesús
- FOTOGRAFÍA Y NUBE DE PUNTOS APLICADO EN LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO. EL CASO DE LA TORRE DE LA CALAHORRA EN ELCHE **379**
Mora García, Raúl Tomás; Céspedes López, M^a Francisca; Louis Cereceda, Miguel
- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA INÉDITA DE FACHADAS PATRIMONIALES. EL PARADIGMA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS **389**
Aguilar Camacho, Joaquín; Barrera Vera, José Antonio
- ANÁLISIS GRÁFICO DEL PUENTE DEL REAL DE VALENCIA ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XXI **399**
Rodrigo Molina, Ángeles; López González, Concepción; García Valldecabres, Jorge
- DAL RILIEVO STRUMENTALE AL RILIEVO STRUTTURALE: LA REAL CHIESA DI SAN LORENZO IN TORINO **409**
Crescenzi, Carmela
- LA IGLESIA DE SAN FRANCISCO DE GUADALAJARA **421**
Trallero Sanz, Antonio Miguel; Maza Vázquez, Francisco; Fernández Tapia, Enrique
- LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO E HIPÓTESIS SOBRE LA ESTEREOTOMÍA DE LA BÓVEDA ARISTADA DE LAS TORRES DE QUART DE VALENCIA **431**
Natividad Vivó, Pau; Calvo López, José
- IL DISEGNO COME STRUMENTO DI INDAGINE, COMPRESIONE E DOCUMENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA DANNEGGIATA DAL SISMA. IL CASO STUDIO DEL BORGO DI SANT'EUSANIO FORCONESE COLPITO DAL SISMA AQUILANO DEL 6 APRILE 2009 **441**
Praticò, Manuela
- THE ROLE OF ARCHITECTURAL REPRESENTATION FOR THE ANALYSIS OF THE BUILT. THE 3D SURVEY OF SAN PIETRO IN MONTORIO'S TEMPLE IN ROME **451**
Fortunato, Giuseppe
- ALZAMIENTO DE LA IGLESIA-CEMENTERIO DE SAN PEDRO Y SAN PABLO EN LA ISLA DE NUEVA TABARCA **461**
Martínez Medina, Andrés

⇒ TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
TOPOGRAPHY AND CARTOGRAPHY

473

- DESLINDE DE PARTE DE LA FRONTERA HONDURAS – NICARAGUA A LA ALTURA DEL RÍO COCO O SEGOVIA **475**
Maza Vázquez, Francisco; Trallero Sanz, Antonio Miguel; Fernández Tapia, Enrique
José; Licona Reyes, Mario Alberto

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| • APLICACIÓN DEL ANÁLISIS GRÁFICO A LA INSTRUMENTACIÓN, PARA EL CONTROL DE FISURAS, DEFORMACIONES Y PATOLOGÍAS EN LA EDIFICACIÓN | 485 |
| Esteve Pardal, Rafael M.; Lozano Martínez, Fco. Ramón; Aguilar Camacho, Joaquín | |
| • CONJUNCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE VANGUARDIA EN LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE UN YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO | 495 |
| Lozano Martínez, Francisco Ramón, Pallarés Silva, Víctor; Barrera Vera, José Antonio, Benavides López, José Antonio | |
| • PROCESO DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE LAS GALERÍAS DE LA PLAZA DE TOROS DE LA MAESTRANZA DE SEVILLA | 503 |
| Barba García, Antonio Manuel | |
| • EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO COMO MÉTODO EN LA PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO: DOS PROYECTOS EN DOS CONTINENTES | 513 |
| Gil Piqueras, Teresa; Rodríguez Navarro, Pablo | |
| <hr/> | |
| ⇒ SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM | 523 |
| <hr/> | |
| • UN MODELLO DI CYBERCARTOGRAPHY PER IL PARCO NAZIONALE DEL CILENTO E VALLO DI DIANO | 525 |
| Gambardella, Carmine; Pisacane, incola; Carlomagno, Laura | |
| • TERRITORIO, CRECIMIENTOS URBANOS, POBLACIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL | 535 |
| Redondo Redondo, Miguel | |
| • EXPANSIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL TEJIDO URBANO DEL ÁREA METROPOLITANA ALICANTE-ELCHE (1991-2007) | 547 |
| Ivanez, Landry; Ferreiro Prieto, Juan Ignacio; Martí Ciriqian, Pablo; Pérez del Hoyo, Raquel; Esclapés Jover, Francisco Javier | |
| <hr/> | |
| ⇒ HISTORIA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA GRAPHIC EXPRESSION HISTORY | 557 |
| <hr/> | |
| • EL MUNDO FASCINANTE DE LOS CUERPOS GEOMÉTRICOS | 559 |
| Moreira Sánchez, José Luis | |
| • “LA CASA DEL PAVO”: UN EJEMPLO DE LA ARQUITECTURA MODERNISTA DE ALCOY (PERÍODO 1904-1914) (I) | 569 |
| Doménech Romá, Jorge | |
| • “LA CASA DEL PAVO”: UN EJEMPLO DE LA ARQUITECTURA MODERNISTA DE ALCOY (PERÍODO 1904-1914) (II) | 579 |
| Doménech Romá, Jorge | |
| • EL PALACIO DEL MARQUÉS DEL ARCO: LA MADUREZ DEL PLATERESCO SEGOVIANO | 589 |
| Rodríguez de Antonio, Francisco de Paula | |
| • EL DIBUJO DE LO INTANGIBLE. LUZ, VENTILACIÓN Y BIOCLIMATISMO EN LA OBRA DE LE CORBUSIER | 601 |
| Requena Ruiz, Ignacio | |
| • ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA UTILIZADAS EN LOS TRATADOS DE CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA MODERNISTA DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX | 609 |
| Lucena León, Pablo | |
| • LOS CÓDIGOS GRÁFICOS EN LOS DIBUJOS DE REFORMAS DE EDIFICIOS EN LA CIUDAD DE ALICANTE DE 1858 A 1899 | 623 |
| Martínez Ivars, Carlos Salvador | |
| • LAS ESCUELAS NACIONALES EN ELCHE DE 1957 A 1968 | 633 |
| Irlés Parreño, Ricardo | |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| • LEGADO LITOGRAFICO ARQUITECTÓNICO INTERNACIONAL Mateo Giraldós, Juan Enrique | 647 |
| • I DISEGNI DI ARCHITETTURA PER LA RICOSTRUZIONE DI MESSINA Arena, Adriana | 657 |
| • LA PROSPETTIVA COME METODO PROGETTUALE, DA ANDRÉ LE NÔTRE A LUIGI VANVITELLI Bagordo, Giovanni Maria | 669 |
| • LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS HUERTOS DE PALMERAS EN EL PLANEAMIENTO URBANO Alemañ García, Gregorio | 677 |
| • DOCUMENTACIÓN GRÁFICA “AS BUILT” Y ESPACIOS PÚBLICOS. INTERÉS, PROCEDENCIA Y ACTUALIDAD Pino Suárez, Ruth; Barrera Vera, José Antonio | 689 |
| • LA GEOMETRÍA EN LAS IGLESIAS DE PLANTA SALÓN: CALLOSA DE SEGURA, PORTELL, CINTORRES Y VILA-REAL Sáez Riquelme, Beatriz; Pitarch Roig, Ángel M. | 697 |
| • LAS TRAZAS DE LA BÓVEDA ESTRELLADA DE LA CAPILLA FIGUERA DE OLOCAU DEL REY Soler Estrela, Alba | 707 |
| • GLI ARCHETIPI DELLA FANTASIA De Domenico, Michela | 715 |
| • COHERENCIA LINGÜÍSTICA ENTRE LA ARQUITECTURA CONSTRUIDA Y SU REPRESENTACIÓN Cabeza González, Manuel | 725 |
| • A TRAVÉS DEL DIBUJO Ferrer Forés, Jaime J. | 735 |
| • LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CÚPULAS EN LA “ARQUITETTURA CIVILE” (1737) DE GUARINO GUARINI García Jara, Francisco | 745 |
| • LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE BÓVEDAS Y CÚPULAS EN EL “LIBRO DE ARQUITECTURA” (1560) DE HERNÁN RUIZ EL JOVEN García Jara, Francisco | 755 |
| • LA ESTEREOTOMÍA DE LAS CÚPULAS SOBRE BASE OVAL García Jara, Francisco | 767 |
| • EL TALLER GAUDI, LA INVESTIGACIÓN SOBRE PATRIMONIO DEL GREiP Meca Acosta, Benet; Gueilburt Talmazán, Luis; Oriol Pagès, Eliseu | 781 |
| • RECONSTRUCCION VIRTUAL DE LA DESAPARECIDA IGLESIA DE SANTO TOME DE GUADALAJARA Trallero Sanz, Antonio Miguel; Trallero de Lucas, Cristina; Sánchez Jabonero, Ramón | 793 |

⇒ **APLICACIONES DEL ANÁLISIS GRÁFICO** **803**
GRAPHIC ANALYSIS APPLICATIONS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| • IL RILIEVO ARCHITETTONICO PER LA DOCUMENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA IN VISTA DI EVENTI SISMICI Cundari, Cesare; Cundari, Maria Rosaria | 805 |
| • LA ARQUITECTURA PATRIMONIAL EN EL BARRIO DE LOS REMEDIOS DE SEVILLA Cortés Albalá, Isidro | 815 |
| • RILIEVO E ANALISI GEOMETRICA DEI PORTALI DEL CAMPIDANO DI CAGLIARI Casu, Paola; Pisu, Claudia | 825 |
| • APLICACIÓN DEL DIBUJO ARQUITECTÓNICO EN 3D PARA EL ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS Pérez Carramiñana, Carlos; Mateo García, Mónica; Piedecausa García, Beatriz; Maciá Mateu, Antonio | 835 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| • RESTITUCIÓN DE DATOS LÁSER ESCÁNER PARA EL ANÁLISIS DEL DETERIORO DE BÓVEDAS DE LADRILLO Barba, Salvatore; Fiorillo, Fausta | 843 |
| • ANALISI GRAFICA DELLE OPERE DI ALBERTO SARTORIS: DISEGNO PROGETTATO O PROGETTO DISEGNATO? Galizia, Mariateresa; Santagati, Cettina | 853 |
| • LA MÉTRICA Y LAS TRAZAS EN LA IGLESIA DE SAN JUAN DEL HOSPITAL DE VALENCIA García Valldecabres, Jorge; López González, Concepción; Rodrigo Molina, Ángeles | 861 |
| • LA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA TRADICIONAL FRENTE A LOS ESTÁNDARES ACTUALES DE DISEÑO Y HABITABILIDAD: EL CASO DE NUEVA TABARCA Ródenas López, Manuel Alejandro | 871 |
| • TRAZA Y BAZA EN LA ARQUITECTURA DE LEONARDO DE FIGUEROA EN LA IGLESIA PARROQUIAL DE SANTA MARÍA MAGDALENA Montero Ángel, Juan; Barrero Ortega, Pedro | 883 |
| • DEL TEATRO AL CINEMATÓGRAFO. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA. BARRIO DE BENALÚA DE ALICANTE Pérez del Hoyo, Raquel; Ferreiro Prieto, Juan Ignacio; Ivanez, Landry; Esclapés Jover, Francisco Javier | 893 |
| • CRECIMIENTO DE LA CIUDAD Y FRACTALES Vilella Bas, Santiago | 907 |
| • COLECCIÓN GRÁFICA Y ANÁLISIS SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE ALICANTE Esclapés Jover, Fco. Javier; Llorens Nicolau, Mercedes; Pérez del Hoyo, Raquel; Ivanez, Landry; Ferreiro Prieto, Juan Ignacio | 917 |
| <hr/> | |
| ⇒ EXPERIENCIA E INNOVACIÓN DOCENTE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA EXPERIENCE AND INNOVATION. DIDACTICS IN GRAPHIC EXPRESSION FIELD | 927 |
| <hr/> | |
| • LAS T.I.C.S COMO RECURSO DOCENTE EN GEOMETRÍA DESCRIPTIVA ANTE EL EEES Sánchez Galán, Álvaro Manuel | 929 |
| • LOS TALLERES DE DISEÑO TECNOLÓGICO: UN MODELO INTEGRADOR DE INNOVACIÓN DOCENTE Lloréns Corraliza, Santiago | 939 |
| • ESTUDIO/DISEÑO DE MODELOS GRÁFICOS EDIFICATORIOS DE DIFICULTAD PROGRESIVA, PARA SU APLICACIÓN A LA ENSEÑANZA DE DIBUJO ARQUITECTÓNICO I Y II Osanz Díaz, José Ramón; Mayor Lobo, Pablo; Herrero del Cura, Sofía; Valiente López, Mercedes; Sanz Contreras, Carmen; Lozano Díez, Rafael; Martínez Borrell, Eduardo; López Zaldivar, Oscar; Higuera Gutiérrez, Inés; Calcedo Sierra, José Manuel | 947 |
| • INNOVACIÓN DOCENTE EN LA ESCUELA DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE MADRID. LOS TITULOS DE GRADO Y SU ENSEÑANZA EN INGLES Valiente López, Mercedes; Martínez Borrell, Eduardo; Gil López, Tomás; Anta Fernández, Ignacio | 957 |
| • NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ESCUELA DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE MADRID. LOS TITULOS DE GRADO Y SU ENSEÑANZA EN INGLES Valiente López, Mercedes; Martínez Borrell, Eduardo; Gil López, Tomás; Anta Fernández, Ignacio | 969 |
| • ANÁLISIS DE LA REPERCUSIÓN DE LAS INVERSIONES EN INSTRUMENTAL TOPOGRÁFICO EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE DE LA ASIGNATURA "TOPOGRAFÍA Y REPLANTEOS" Lucena León, Pablo | 977 |
| • YOUR PRIVATE SKY Carrasco Hortal, José | 987 |

- PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DOCENTE: INTEGRACIÓN TRANSVERSAL DE MATERIAS DE INGENIERO DE EDIFICACIÓN **997**
Cortés Albalá, Isidro; Lloréns Corraliza, Santiago; Qiñonés Rodríguez, Rocío; Martínez Viñas, Raúl; Yacer Panteón, Rafael; De Montes Delgado, M^a Victoria; Barón Cano, Juan Luis; León Muñoz, Miguel; Gómez Jurado, Fco. José; Camacho Vega, Juan Carlos
- IL RILIEVO ARCHITETTONICO COME STRUMENTO DIDATTICO NEL CAMPO DELLA RAPPRESENTAZIONE GRAFICA **1011**
Cundari, Cesare
- MODELLO MATERIALE E MODELLO DIGITALE A SUPPORTO DELLA DIDATTICA DELLA RAPPRESENTAZIONE **1019**
Carnevali, Laura; Cundari, Cesare
- LA GEOMETRIA TRA TEORIA E PRASSI NUOVI AMBITI DI RICERCA NELL'ERA DELL'AUTOMAZIONE **1027**
Capone, Mara
- DALLA FOTOMODELLAZIONE DIGITALE ALL'ATLANTE ICONOGRAFICO: PERCORSI DI DIDATTICA E DI RICERCA SULLA RAPPRESENTAZIONE DELLA E NELL'ARCHITETTURA **1037**
Ballarin, Matteo; Gay, Fabrizio
- UN'ARTICOLATA GEOMETRIA NEL CAMPO DELLA SIMULAZIONE E DELLA ESPRESSIONE GRAFICA **1045**
Taibi, Giacinto; Valenti, Rita; Liuzzo, Mariangela; D'aiello, Massimo
- METODOLOGÍAS DOCENTES PARA LOS NUEVOS GRADOS EN EL ÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA **1055**
Cabeza González, Manuel; Mániz Pitarch, M^a Jesús; Sáez Riquelme, Beatriz; Soler Estrela, Alba
- GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, APRENDIZAJE ACTIVO Y CAD 3D APLICACIÓN EN LA PERSPECTIVA CÓNICA **1061**
Narváez Rodríguez, Roberto
- EXPERIENCIA PILOTO EN LA ASIGNATURA DE TOPOGRAFÍA Y REPLANTEOS DEL ÁREA DE EXPRESIÓN GRAFICA ARQUITECTÓNICA Y LA LITERATURA A TRAVÉS DE UNA NOVELA ESCRITA **1071**
Garfella Rubio, José Teodoro; Mañiz Pitarch, María Jesús
- INNOVACIÓN Y CONFLICTO: DESPLAZAMIENTOS EN TORNO A LA DOCENCIA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO **1081**
Nieto Fernández, Enrique
- CREACIÓN DE UNA PUBLICACIÓN ON LINE DESTINADA A COMPARTIR MATERIAL DOCENTE ENTRE DIVERSAS UNIVERSIDADES SOBRE LAS MATERIAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA **1093**
Fernández-Coca, Antonio; Seguí Colomar, Joan Miquel
- EL CROQUIS COMO SOPORTE CONCEPTUAL DEL PROYECTO **1101**
Losada Pérez, Carlos; Pérez Roel, Rafael
- LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LAS ENSEÑANZAS PREUNIVERSITARIAS **1111**
Rincón Millán, Juan; Fernández Rodríguez, Natividad
- EXPERIENCIA DE COLABORACIÓN DE LOS ALUMNOS DE LA EUAT DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA CON LA OFICINA TÉCNICA DE LA UNIVERIDAD **1123**
Sánchez Luis, Pedro; Monzón Peñate, Felipe

LA ESTEREOTOMÍA DE LAS CÚPULAS SOBRE BASE OVAL

GARCIA JARA, Francisco

Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía, Universidad de Alicante
Alicante, España
e-mail: francisco.gjara@ua.es

Resumen

Un óvalo, línea compuesta de arcos de circunferencia tangentes entre sí, no es lo mismo que una elipse, sección producida por un plano que corta a todas las generatrices de una superficie cónica. Históricamente ambos términos fueron confundidos a menudo y utilizados con poco rigor. Frente a trazados elípticos de tradición española, encontramos trazados ovales de tradición italiana. La diferencia entre una solución y otra es casi imperceptible en la obra construida pero el origen geométrico y el trazado consiguiente son totalmente distintos.

La estereotomía de cúpulas sobre base elíptica no plantea problemas, siempre que éstas sean de revolución, porque en ese caso sus líneas de curvatura son simplemente los paralelos y meridianos. Los inconvenientes comienzan en el caso de la cúpula semielipsoidal escalena en la que las líneas de curvatura son curiosas curvas alabeadas de complicado trazado. Algunos de estos inconvenientes se solucionan si en vez de utilizar elipses en planta adoptamos óvalos.

Dibujamos, utilizando las nuevas tecnologías gráficas, la cúpula sobre base oval (no de revolución), por hiladas horizontales, con juntas aparentes entre hiladas constituidas por óvalos concéntricos. Compuesta con superficies esféricas que arrancan de los arcos mayores y con superficies de revolución que arrancan de los arcos menores. Más adelante la comparamos con los trazados propuestos en los tratados de arquitectura.

Palabras clave: Infografía, Cúpulas, Tratados.

Abstract

Stereotomy of domes on oval base

An oval, line composed of arcs of circle tangent to each other, it is not the same as an ellipse, section produced by a plane that cuts all the generators of a conical surface. Historically, both terms were often confused and used loosely. Faced to elliptical drawings of Spanish tradition, drawings of oval Italian tradition are found. The difference between one solution and another is almost imperceptible in the constructed work but the geometric origin and therefore the drawings are completely different.

Stereotomy of domes on elliptical base are not a problem, provided they are of revolution, because then their curvature lines are simply parallels and meridians. Difficulties begin in the case of semielipsoidal scalene dome in which lines of curvature are curious twisted curves of complicated design. Some of these problems are solved if instead of using ellipses in plan we adopt ovals.

We draw, using new graphic technologies, the dome on oval base (not revolution), in horizontal rows, with apparent joints between courses consisting of concentric ovals. Composed with spherical surfaces that began in the major arcs and with surfaces of revolution that began in the small arcs. Later we compare the drawings proposed in architectural treaties.

Keywords: Graphic Computer, Domes, Treaties.

1. ¿Elipse u óvalo?

Un óvalo es una línea cerrada compuesta por arcos de circunferencia tangentes entre sí. Una elipse es una curva resultante de seccionar una superficie cónica mediante un plano que corta a todas sus generatrices. Ambos términos, óvalo y elipse, se han utilizado a menudo con poco rigor en los tratados, confundiéndolos o utilizándolos indistintamente. La diferencia entre una solución y otra es casi imperceptible en la obra construida pero el origen geométrico y el trazado consiguiente son totalmente distintos.

‘En el siglo XVI los tratados muestran solo unos pocos procedimientos para trazar óvalos, de cuya aplicación resultaban determinadas proporciones entre los ejes (...) y no parece que fueran capaces de hacerlo para cualquier otra proporción distinta predeterminada; aunque si podían hacerlo fácilmente con elipses’ [1]. En este mismo sentido E. Rabasa nos apunta otra diferencia entre ambas líneas que condiciona la elección. Se trata del hecho de que no hay elipses paralelas. ‘La línea paralela a una elipse ya no lo es, y las elipses con el mismo centro que son semejantes u homotéticas, es decir, con igual proporción entre sus ejes, no están igualmente distanciadas en todas sus zonas’ [2].

2. Cúpula sobre base oval

Como sabemos la estereotomía de cúpulas sobre base elíptica no plantea problemas siempre que éstas sean de revolución porque en ese caso sus líneas de curvatura son simplemente los paralelos y meridianos, amén de algunos encuentros entre las superficies de las dovelas que no son ortogonales, como sería de desear. Los inconvenientes comienzan en el caso de la cúpula semielipsoidal escalena en la que las líneas de curvatura son curiosas curvas alabeadas de complicado trazado. Algunos de estos inconvenientes se solucionan si en vez de utilizar elipses en planta adoptamos óvalos formados por cuatro arcos de circunferencia tangentes.

Nos ocuparemos en esta comunicación de la estereotomía de una cúpula (no de revolución) sobre base oval resuelta por hiladas horizontales, siendo óvalos horizontales las juntas aparentes entre hiladas. La primera idea que surge para la resolución de esta cúpula es pretender que esté compuesta por cuatro porciones de superficies esféricas, cuyo trazado independiente es harto conocido por la aplicación reiterada de la *capilla redonda en vuelta redonda*. Esta pretensión es geoméricamente imposible de conseguir en su totalidad como demostraremos a continuación.

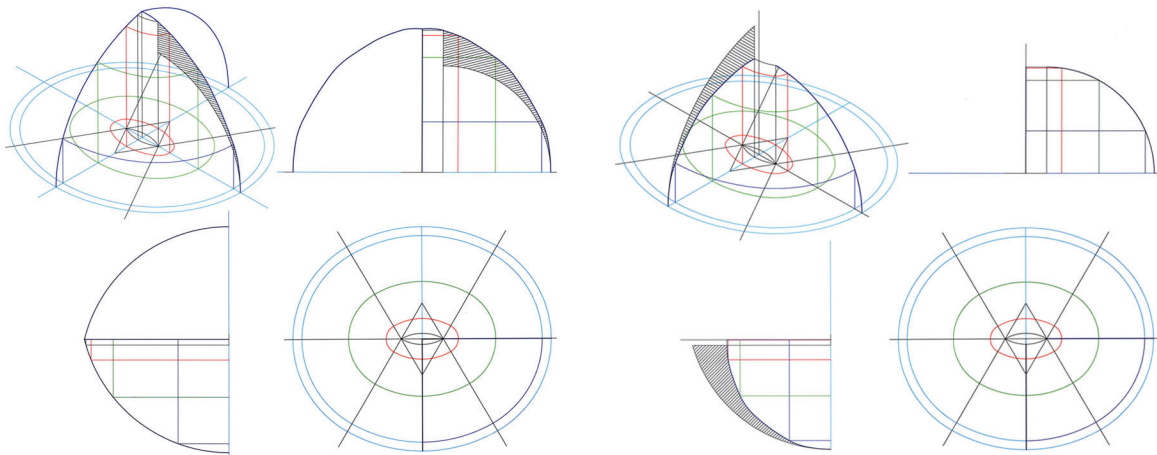


Fig. 1. Estereotomía de la cúpula oval. Demostraciones gráficas: 1 (izquierda) y 2 (derecha).

Como se puede observar en la figura anterior (Fig. 1), demostración gráfica 1, si forzamos que las porciones de superficies correspondientes a los arcos de mayor radio pertenezcan a superficies esféricas, entonces las porciones que arrancan de los arcos menores no serán esféricas. En efecto, considerando esféricas las superficies que arrancan de los arcos mayores, una sección circular meridiana de dicha porción se mantendría circular girando alrededor de su diámetro, recta vertical que pasa por uno de los centros de los arcos mayores, a la postre, eje de la superficie esférica a la que pertenece, hasta llegar al plano vertical que contiene todos los puntos de tangencia de los arcos que forman los óvalos, secciones horizontales de la cúpula. Sin embargo a partir del plano vertical de

tangencias, la citada sección circular comenzaría a girar alrededor de una de sus cuerdas, recta vertical que pasa por uno de los centros de los arcos menores y por tanto no sería una superficie esférica, aunque si lo sería de revolución. En la figura se ha rayado la diferencia entre la sección longitudinal real de la cúpula, arco de circunferencia situado por encima, y la sección longitudinal teórica para que los trozos menores también fuesen esféricos, arco de circunferencia situado por debajo, y podemos advertir la diferencia entre ambas. Del mismo modo, como se observa en la (Fig. 1), demostración gráfica 2, si forzamos que los trozos de superficies correspondientes a los arcos de menor radio pertenezcan a superficies esféricas, entonces los trozos que arrancan de los arcos mayores no serán esféricos.

En resumen, podemos comprobar cómo las cotas de los arcos que componen los óvalos, en las diferentes secciones horizontales, son distintas considerando que pertenezcan a la superficies esférica pequeña o a la grande; de lo que deducimos que no es posible una tangencia simultanea entre cuatro superficies esféricas.

Llegados a este punto, hemos decidido dibujar una de las dos posibles cúpulas que responden a una generación geométrica definida, y más adelante la compararemos con los trazados propuestos en los tratados de arquitectura. Elegimos la representada en la demostración gráfica 1, con superficies esféricas que arrancan de los arcos mayores y con superficies de revolución que arrancan de los arcos menores. Como nos adelanta E. Rabasa [3], 'esta cúpula así generada es aparentemente más sencilla de resolver, aunque no estaría exenta de dificultades: en el paso de uno a otro trozo los lechos ocultos deben cambiar de pendiente con un escalón raro, y en el remate de la cúspide de la cúpula se encontraran dos sectores de esfera según una arista'.

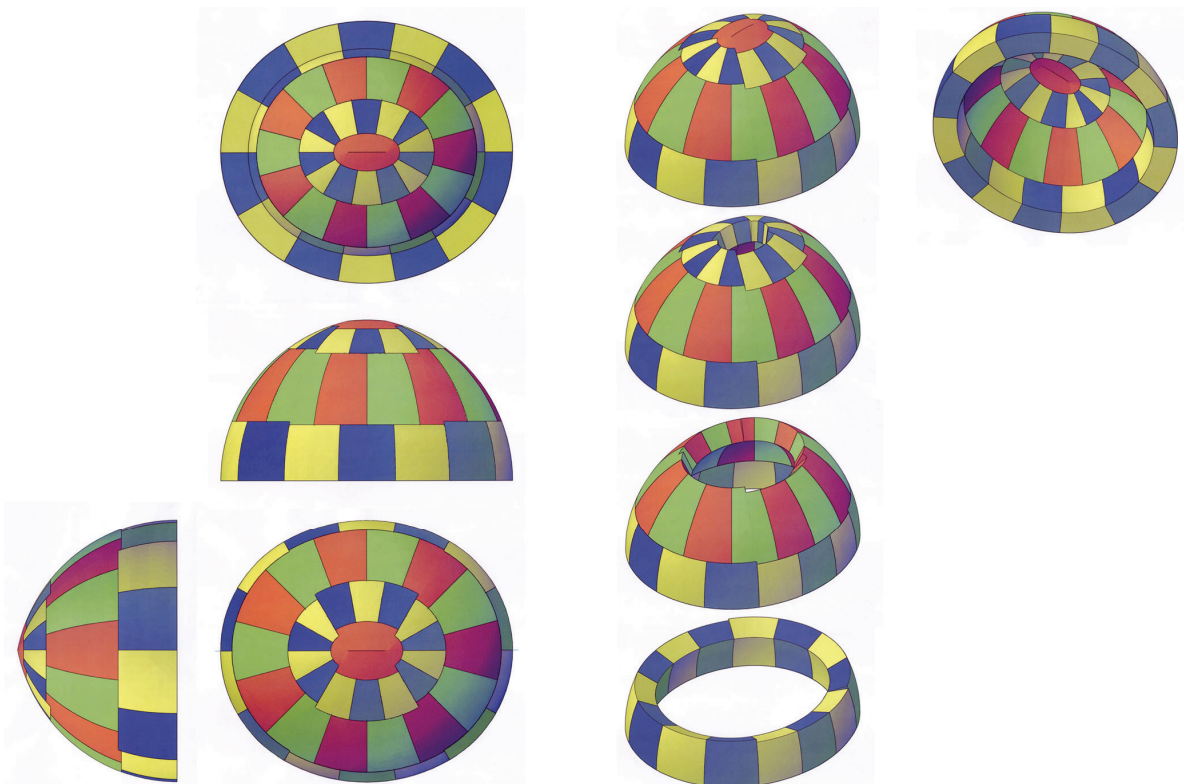


Fig. 2. Cúpula oval. Vistas y axonometrías de la secuencia constructiva

2.1. Características geométricas

- 1) Superficie del intradós: Es una superficie mixta compuesta por dos porciones de superficies esféricas que arrancan de los arcos mayores, y por dos superficies de revolución que arrancan de los arcos menores.
- 2) Hiladas: horizontales formando anillos ovales.
- 3) Superficies de juntas entre hiladas adyacentes: Son superficies cónicas de revolución que responden a dos modos diferentes de generación: por un lado las porciones que arrancan de los arcos mayores definen sus lechos mediante superficies cónicas de revolución con vértices en los centros de las superficies esféricas, coincidentes con los centros de los arcos mayores; por otro lado

las porciones que arrancan de los arcos menores definen sus lechos mediante superficies cónicas de revolución con vértices en los centros de los arcos menores. Estas dos superficies de lechos no son tangentes entre sí y se origina un salto situado en el plano de tangencias, al producirse un cambio de posición en el vértice que las genera. Este es el “escalón raro”, del que nos habla E. Rabasa.

4) Juntas aparentes (desde el intradós) entre hiladas adyacentes: óvalos horizontales cuyas proyecciones horizontales se mantienen paralelas.

5) Superficies de juntas entre piedras de la misma hilada: Son planos verticales cuya ubicación es diferente para cada una de las porciones que componen la cúpula.

6) Juntas aparentes (desde el intradós) entre piedras de la misma hilada: arcos de circunferencia, alternados.

7) Superficies de una dovela: Cada dovela tallada de una cúpula oval debe quedar limitada por varias superficies bien definidas: una superficie esférica ó de revolución en el intradós, las superficies cónicas de revolución del lecho y sobrelecho, las superficies planas de los dos paramentos; y finalmente el extradós que habitualmente no será necesario labrar.

2.2. Trazado. ¿Cómo se genera?

La planta es un óvalo de ejes proporcionales a 6 y 5,1 como la cúpula oval dibujada en el tratado de De la Rue, fol. 60r [4]. A partir de los ejes construimos el óvalo por el procedimiento gráfico indicado por el propio De la Rue. Este procedimiento es aproximado y al aplicarlo obtenemos un óvalo que mantiene la dimensión del eje mayor, 6, pero modifica ligeramente el eje menor resultante, 5,28. Damos por válido el valor del eje menor obtenido, resultando un óvalo de ejes 6 y 5,28 el que define la planta del intradós. Le proporcionamos un grosor de 0,70 y dibujamos un óvalo paralelo que representa la planta del extradós, quedando de esta forma definida la planta de la cúpula.

En primer lugar dibujamos las dos porciones esféricas que arrancan de los dos arcos mayores, las cuales se encuentran en el plano vertical que pasa por el eje mayor (Fig. 3, ilustraciones 1-5). En segundo lugar generamos las dos superficies de revolución que arrancan de los dos arcos menores, girando la superficie definida por los dos arcos de circunferencia de intradós y extradós, situados en el plano de tangencias, alrededor de los ejes verticales que pasan por los centros de los arcos menores (Fig. 4, ilustraciones 6-11).

En tercer lugar procedemos a definir las hiladas que compondrán la cúpula (Figs. 5-8, ilustraciones 12-34). Para ello dividimos la sección transversal en 7 partes para obtener tres hiladas y clave. Los planos horizontales que pasan por las divisiones realizadas, seccionan el intradós de la cúpula según tres óvalos paralelos, cuya proyección horizontal estará definida por arcos concéntricos a los de la planta. Los arcos de dichos óvalos constituirán las directrices de las superficies cónicas que generan los lechos, y serán diferentes según se trate de las zonas esféricas o de las de revolución. Así, en las zonas esféricas las directrices de las superficies cónicas serán los arcos mayores de los óvalos, y todas tendrán vértice en el centro de la superficie esférica correspondiente; mientras que en las zonas de revolución las directrices de las superficies cónicas serán los arcos menores de los óvalos, y todas tendrán vértice en el centro de los arcos menores de la planta. Entre las superficies de lechos de unas y otras zonas se producen un salto o escalón.

En cuarto lugar realizamos la división de cada hilada en el número de dovelas que las componen (Fig. 9, ilustraciones 35-40). Por un lado las porciones que arrancan de los arcos mayores, definen las juntas entre piedras de la misma hilada mediante un haz de planos verticales con recta común coincidente con la vertical que pasa por los centros de dichos arcos mayores, en definitiva el eje de la superficie esférica de la porción. Por otro lado las porciones que arrancan de los arcos menores, definen sus juntas mediante un haz de planos verticales con recta común coincidente con la vertical que pasa por los centros de dichos arcos menores, es decir el eje de revolución de esa porción. Las superficies de juntas entre piedras así generadas tienen la gran ventaja de mantenerse ortogonales a la superficie de intradós de la cúpula.

Obsérvese que la clave de la cúpula (ilustraciones 34 y 37 del proceso), está compuesta por cuatro sólidos: dos pertenecientes a las superficies esféricas y otros dos de las superficies de revolución. Entre los dos sólidos procedentes de las superficies esféricas se produce, en el intradós, una arista de intersección situada en el plano vertical que pasa por el eje mayor del óvalo de planta. Esta línea de intersección se proyecta horizontalmente en un segmento cuyos extremos son los centros de los arcos menores. En el caso dibujado y dada la relación entre los ejes del óvalo de planta, los centros de los arcos menores están muy próximos y por tanto la arista de intersección del intradós sería de escasa entidad, pero en otros casos con plantas más alargadas, dicha arista se manifestaría de manera rotunda en el intradós. Es de suponer además que esta arista se disimulase por los canteros para enmascarar una concavidad incompleta de la cúpula.

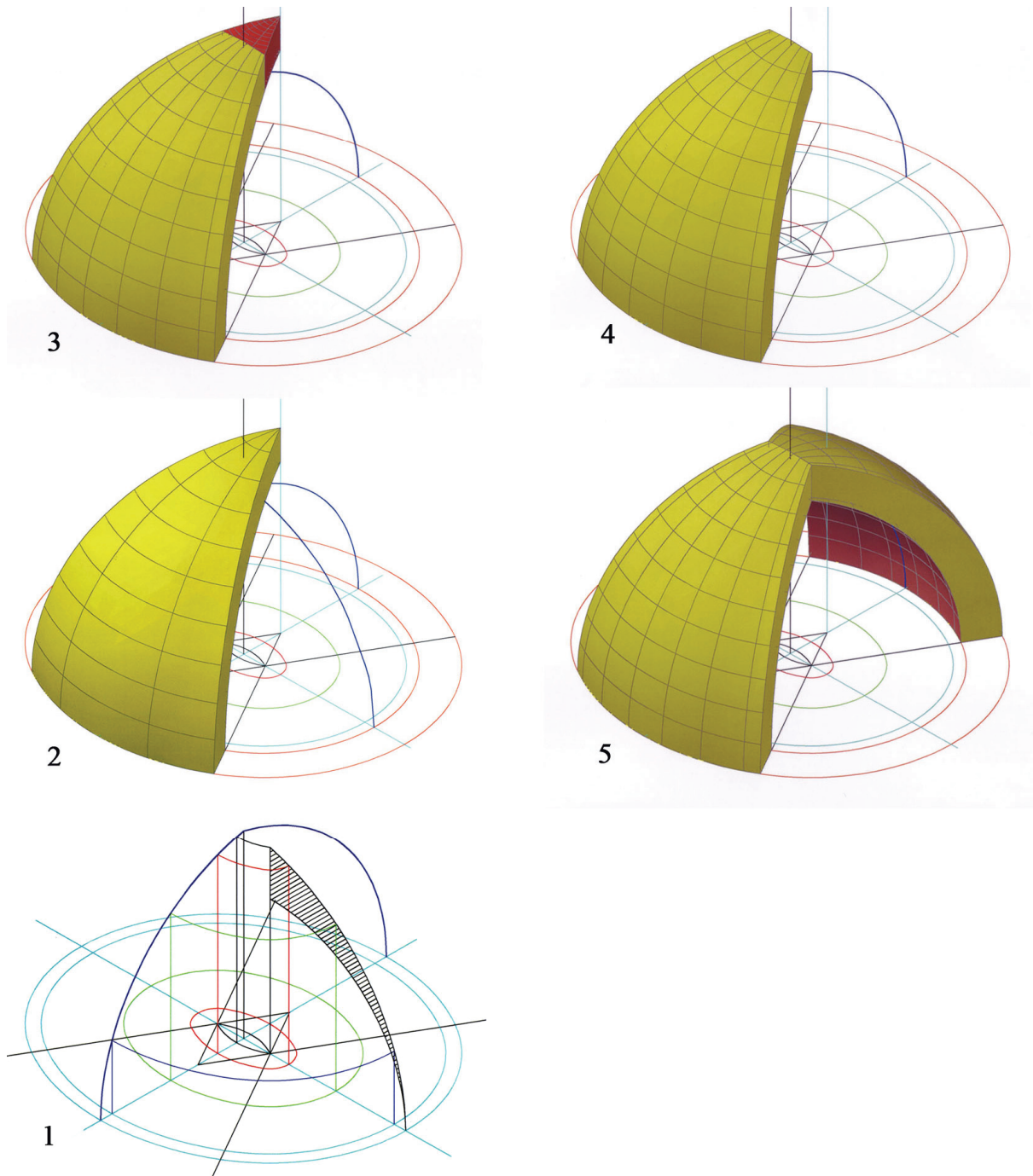


Fig. 3. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 1.

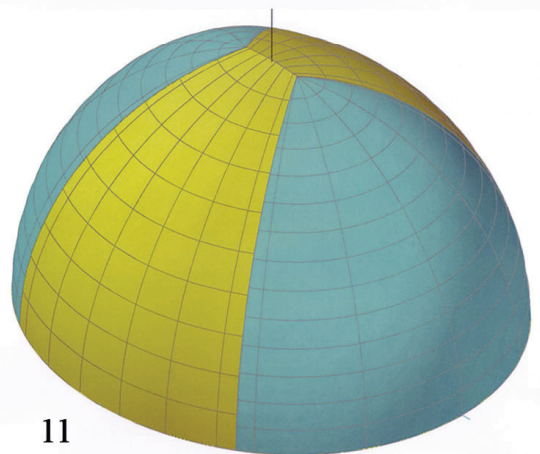
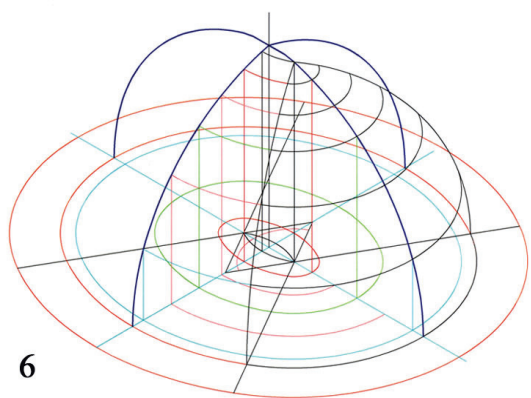
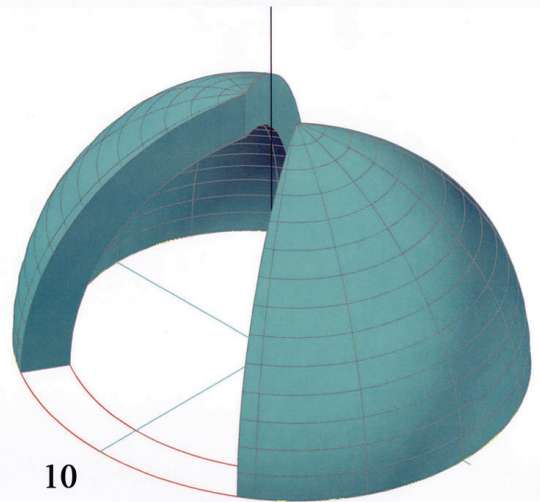
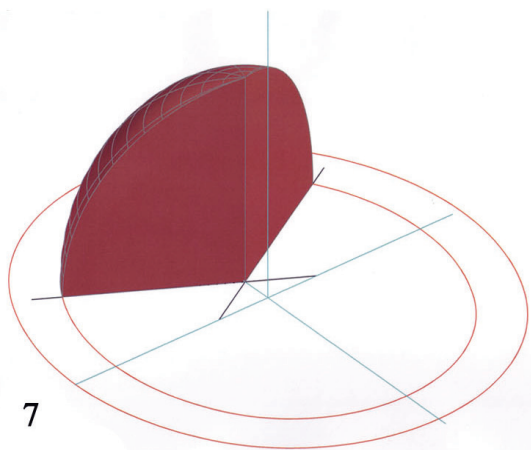
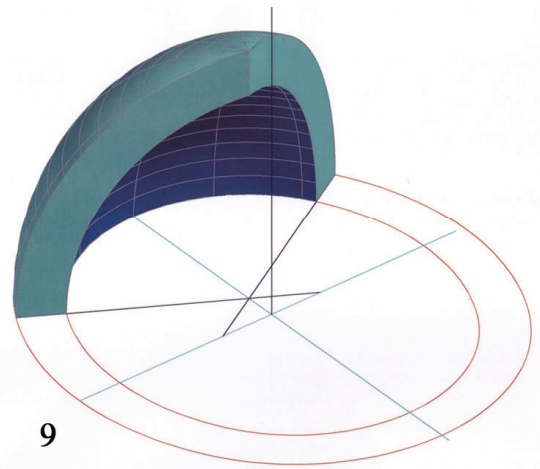
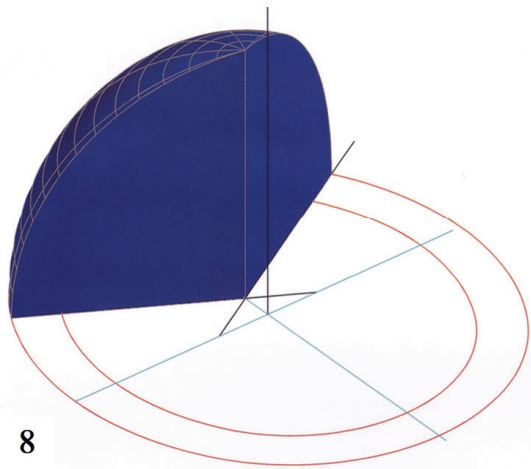


Fig. 4. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 2.

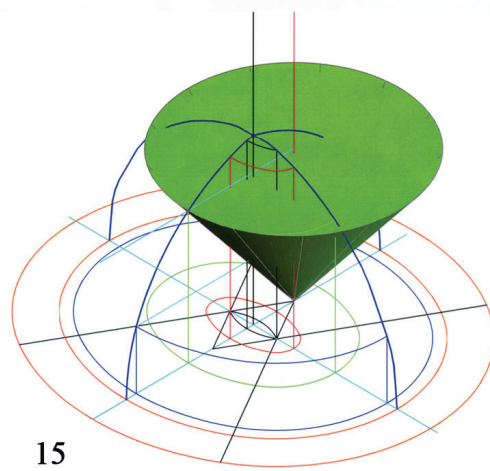
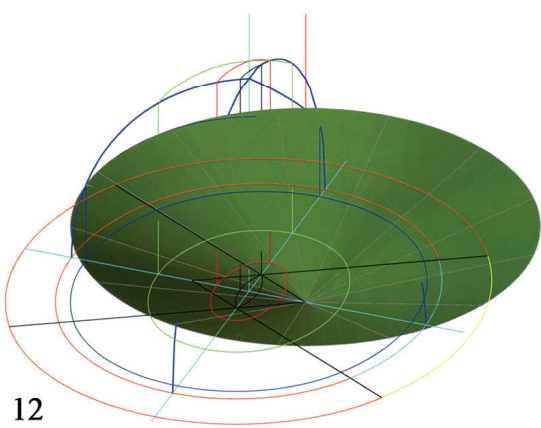
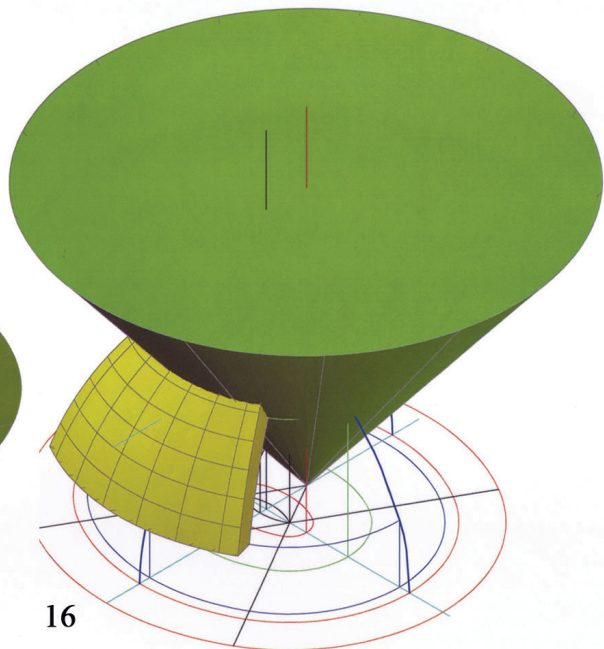
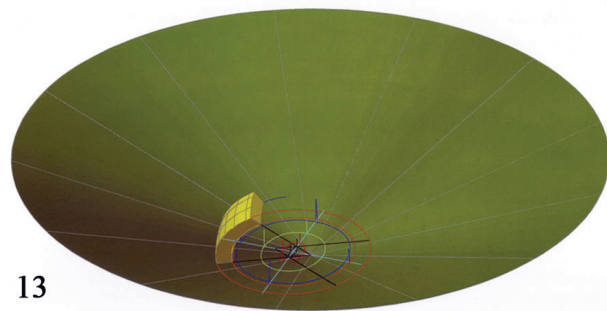
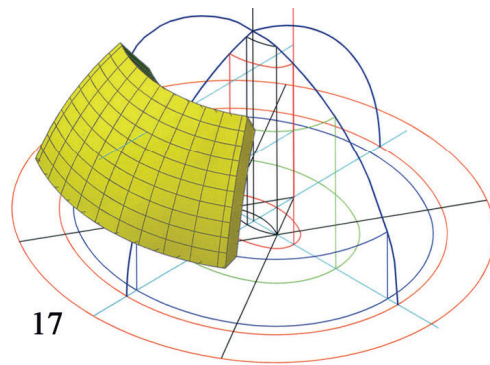
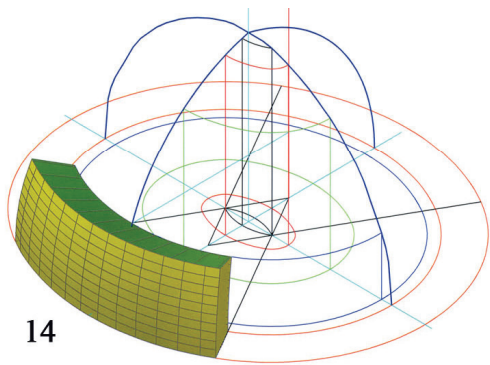


Fig. 5. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 3.

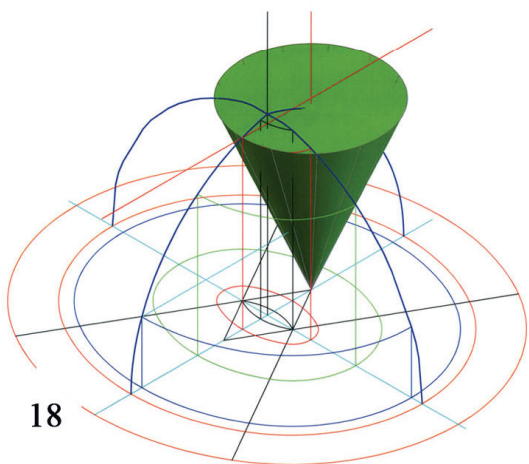
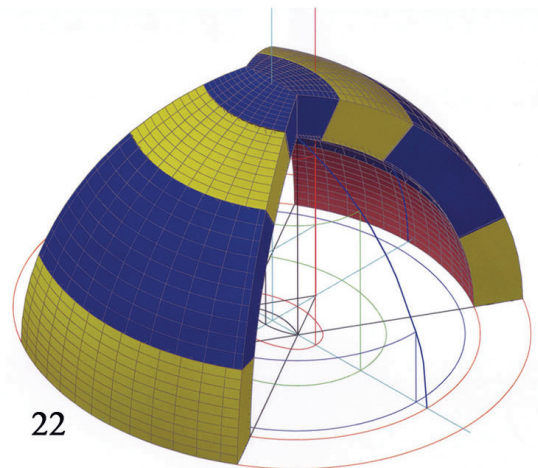
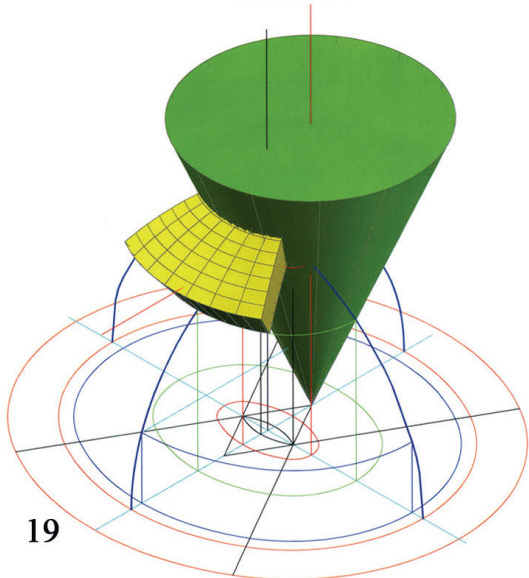
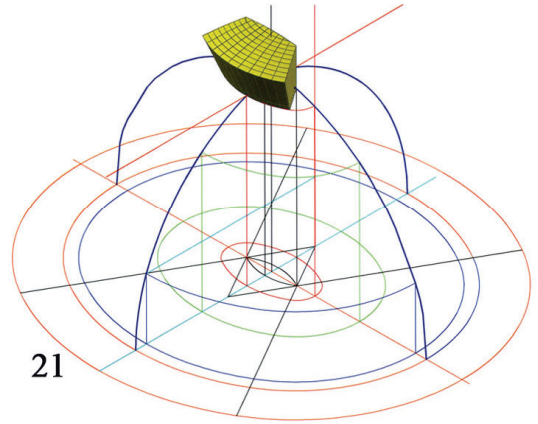
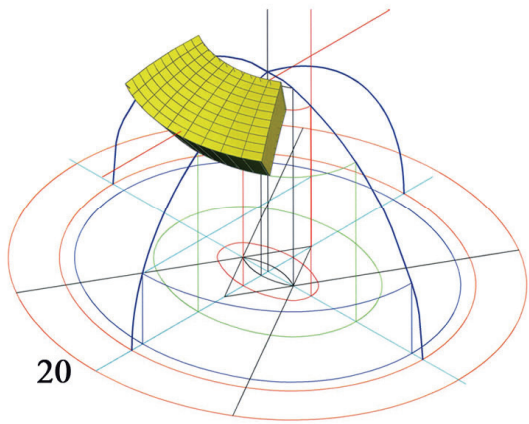


Fig. 6. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 4.

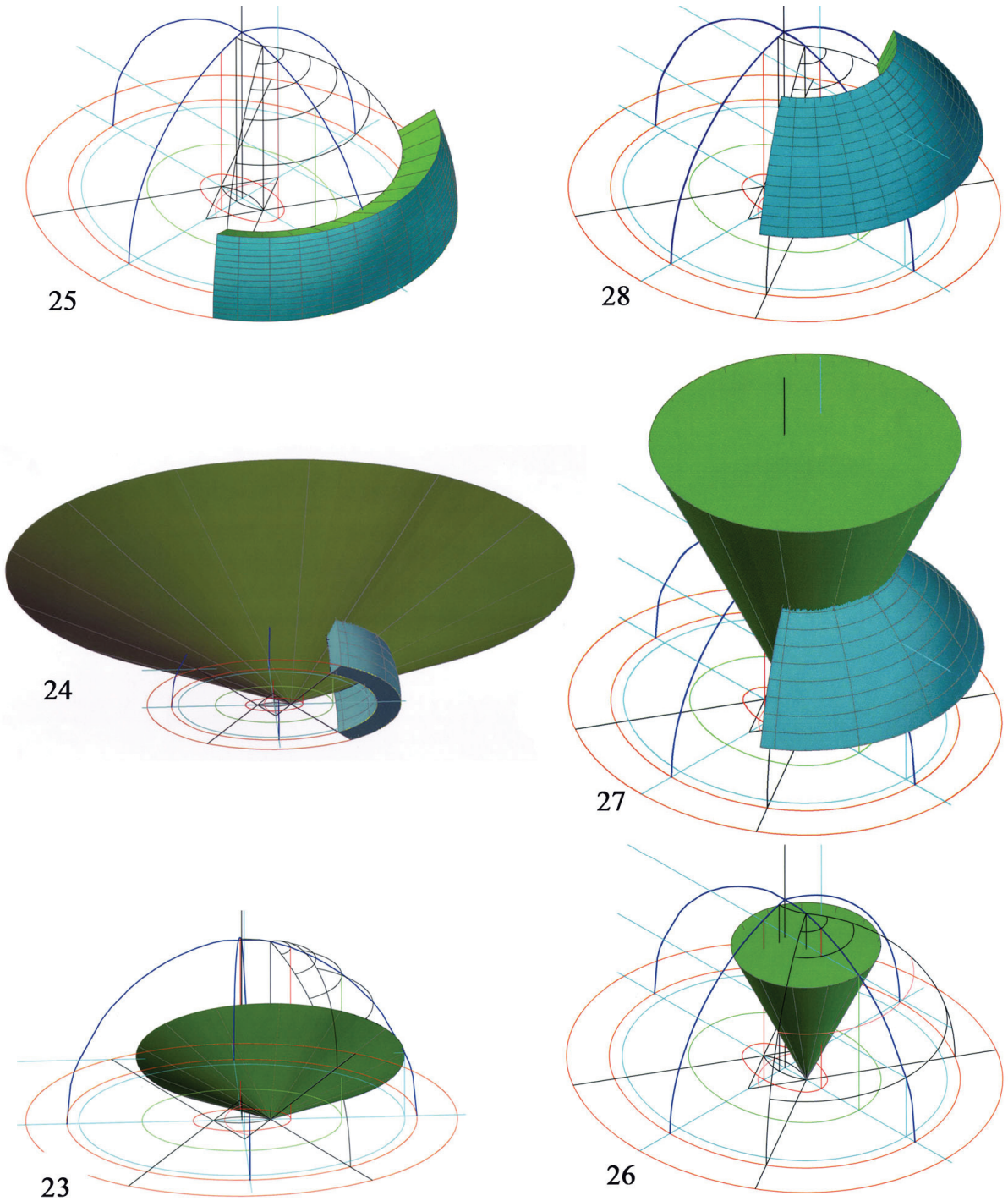


Fig. 7. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 5.

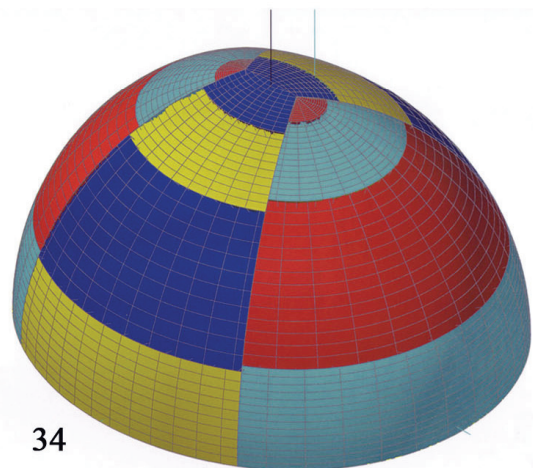
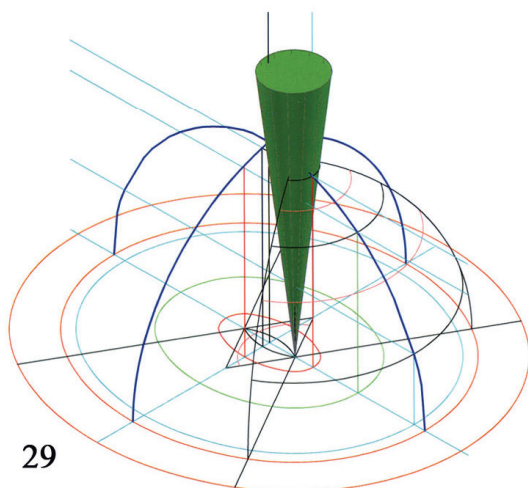
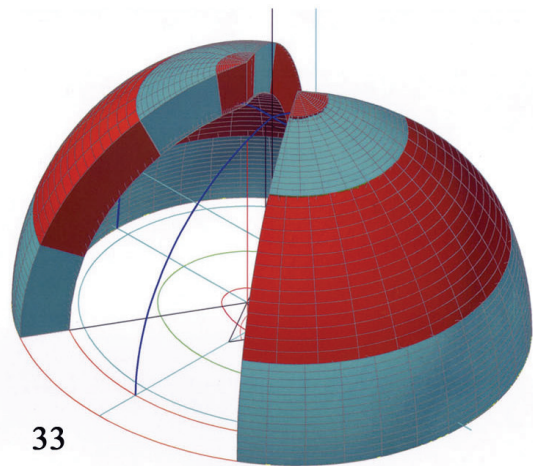
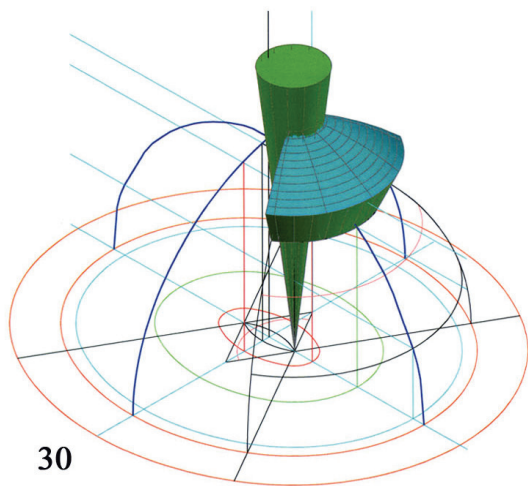
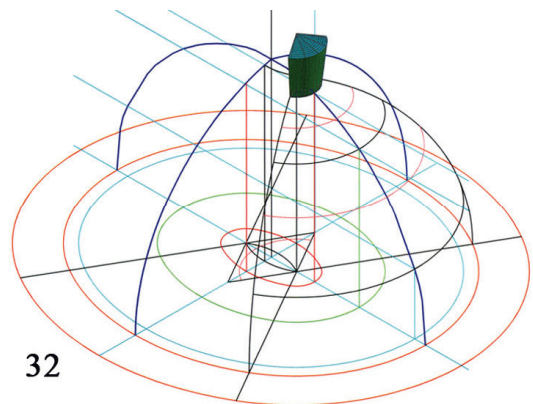
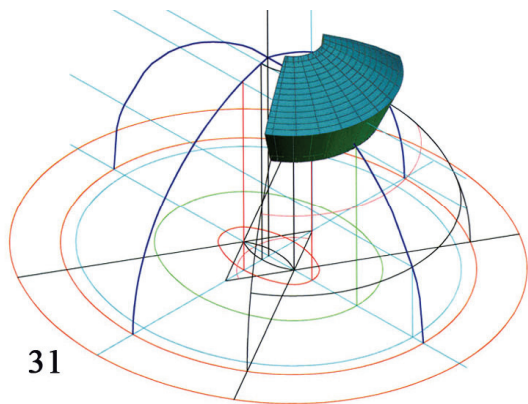


Fig. 8. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 6.

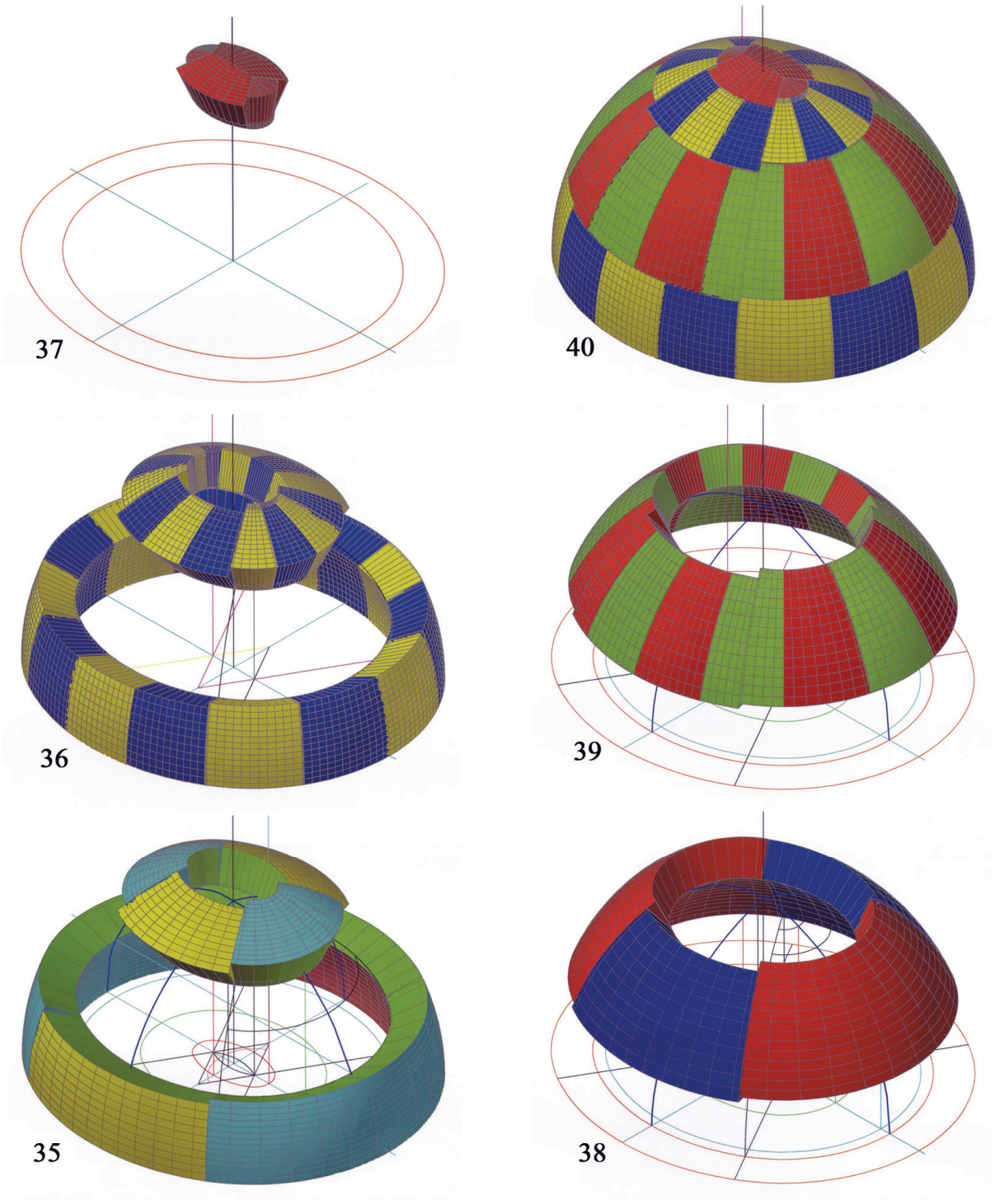


Fig. 9. Estereotomía. Cúpula oval. Axonometrías explicativas del proceso 7.

2.3. Exigencias y disposiciones constructivas

Apeo de la cúpula. Cuando la hilada oval de una cúpula ha sido completada enteramente la cúpula es prácticamente autoestable y necesita un ligero apeo; pero mientras se van asentando los sillares de cada hilada, es necesario que queden apoyados o sostenidos de alguna manera, mediante cimbras.

2.4. Obtención de las plantillas

Dada la generación de la cúpula podremos aplicar las plantillas flexibles basadas en el desarrollo de un cono que se emplean en todas las derivadas de la *Capilla redonda en vuelta redonda...*, teniendo en cuenta que tendremos que diferenciar las zonas esféricas de las zonas de revolución. En ambos casos se utilizan conos de eje vertical. Las dovelas de una misma hilada y de una misma zona se obtendrán a partir de una misma plantilla.

2.5. Los instrumentos de control de labra: el baivel

Como se ha comentado con anterioridad, en esta cúpula todas las dovelas de una misma hilada y zona son iguales lo que simplifica el trabajo de labra. Una vez definida la plantilla del intradós, la labra de las caras adyacentes se realizará utilizando el baivel que se ajustará a las siguientes indicaciones:

-En las zonas esféricas el baivel será único para lechos, contralechos y paramentos. La rama curva se ajustará a la concavidad de la superficie esférica de intradós de esa zona y la rama recta se dirigirá al centro de la superficie esférica.

-En las zonas de revolución el baivel no será único (al no ser esféricas), y distinguiremos:

- -para las superficies de juntas entre hiladas adyacentes (lechos y contralechos), la rama curva se ajustará a la sección circular producida en la zona de revolución de la cúpula por un plano vertical meridiano. Esta sección circular será igual a la concavidad de las zonas esféricas. La rama recta seguirá la dirección hacia el centro de los arcos menores.
- -para las superficies de juntas entre piedras de la misma hilada (paramentos), la rama curva se ajustará a la sección circular producida en la cúpula por el plano horizontal que pase por la mitad de la dovela en cuestión y la rama recta seguirá la dirección hacia el centro de la sección circular obtenida.

3. Cómo se recoge la cúpula en los tratados

En los tratados, la cúpula oval se dibuja tomando como idea principal la de situar óvalos horizontales que se “posan” sobre una sección vertical semicircular dispuesta sobre el eje menor del óvalo. Después de lo analizado con anterioridad, podemos afirmar que este tratamiento es una aproximación burda, que no responde a una generación geométrica rigurosa, si bien sirvió para resolver el problema práctico de forma relativamente sencilla, aunque el intradós de la cúpula no se ajuste a una superficie de clara definición geométrica.

Jean Baptiste de la Rue, “*Traité de la coupe des pierres*”, 1728. ‘*Voûte de Four sur Plan ovale*’, (plancha XXVIII). En el capítulo VI, trata de una cúpula sobre base oval por hiladas horizontales ovals. La planta es un óvalo de cuatro centros. La sección que produce en la cúpula un plano vertical perpendicular al eje mayor, por su centro, es una circunferencia, lo que difiere de la solución geométrica exacta mostrada con anterioridad. De la Rue divide esta circunferencia en siete partes iguales, lo que produce una cúpula con tres hiladas y clave. Las divisiones realizadas en la sección las lleva a la planta sobre el eje menor. Los puntos marcados sobre el eje menor los traslada al eje mayor manteniendo fijas las distancias hasta los extremos de ambos ejes. A continuación indica De la Rue que dibuja las *elipses*, que en realidad son óvalos, cuyos ejes quedan determinados por los puntos obtenidos, que representarían las proyecciones horizontales de las juntas aparentes de las hiladas. El alzado se obtiene llevando las cotas de los planos horizontales sobre los que se sitúan las juntas aparentes. No es una superficie de revolución puesto que el alzado no coincide con la mitad de la planta. En cada punto del alzado, la cota es ligeramente mayor que la que le correspondería si fuese de revolución, podríamos decir que la cúpula está “hinchada” si la comparamos con la superficie de revolución que se obtendría al girar el óvalo alrededor de su eje mayor; y esto es consecuencia del procedimiento gráfico establecido para generar las proyecciones de la cúpula.

En esta construcción gráfica De la Rue se ve forzado a utilizar óvalos que le aseguren el paralelismo en planta entre los diferentes arcos de circunferencia que los componen. Propone la labra de las dovelas *por escuadría* utilizando las cerchas de los óvalos y la plantilla del arco sección.

Simonin. *“Traité élémentaire de la coupe des pierres ou Art de trait”.* 1792. [5] *Bóveda sobre planta elíptica, lám XXXV.* La bóveda elíptica indicada por Simonin es en realidad una bóveda de planta oval, siendo el óvalo de cuatro centros. El trazado realizado es similar al del tratado de De La Rue. Dibuja la mitad de la planta, dos cortes uno longitudinal y otro transversal, considerando que el corte transversal produce una sección semicircular. Simonin divide esta circunferencia en cinco partes iguales, lo que produce una cúpula con dos hiladas y clave. Las divisiones realizadas en la sección las lleva a la planta sobre el eje menor, y dibuja los óvalos que representan la proyección horizontal de las juntas aparentes entre hiladas. El alzado se obtiene llevando las cotas de los planos horizontales sobre los que se sitúan las juntas aparentes. Simonin propone la labra de las dovelas *por escuadría*. La obtención de las plantillas de los lechos se realiza de forma aproximada. Completa la lámina con las axonometrías de las dovelas.

Tomás Vicente Tosca, Compendio Mathematico 1707-1715 .[6] *Proposición XI. Problema: Describir una bóveda sobre planta oval, ó elyptica. (Fig 68 del tratado)* Tosca nos indica que es similar a la desarrollada en la Proposición VI de su tratado, referida a la media naranja, pero diferenciándose con aquella en la planta. Dibuja la planta oval de ejes AB, DE, y concéntrico con éste el óvalo interior de ejes IH, FG, ambos con centro en C. Sobre el diámetro DE dibujan los arcos DIE, FRG que representan la sección de la bóveda por un plano frontal que pasa por C. Obsérvese que el grosor de la bóveda (crasicie) es tal que la magnitud del eje menor exterior coincide con el eje mayor interior. La sección obtenida -que puede actuar como alzado- se divide en sus piedras (siete en este caso) que deben coincidir con la división de la mitad de la planta DAE (también siete). Estas juntas las bajamos a la proyección horizontal describiendo óvalos [7] que son paralelos a la planta origen, y que dibujaremos en esta proyección horizontal. Supongamos que se desean obtener las plantillas de las piedras comprendidas entre el plano vertical que contiene a DC y el plano vertical que contiene a SC:

Las plantillas de los paramentos. Son las juntas contenidas en los planos verticales DC, SC, TC y BC. Las plantillas de los paramentos situados sobre el plano DC están ya dibujados en el cuadrante DI. Sin embargo los paramentos de los situados sobre el plano SC, corresponden a una sección elíptica por ser SC mayor que DC; y así es preciso dibujarse en construcción aparte, (numerada con 2), dicha sección de ejes SC y CI. Para obtener la sección elíptica, los puntos se sitúan en proyección horizontal a partir de la proyección horizontal de la planta principal y las cotas se llevan por tranquilos o plomos a partir de la sección DCI. Los cortes que se ven en su frente son los paramentos de las piedras. De la misma forma se obtendrán las plantillas de los demás paramentos, TC (construcción núm. 4) y BC que ya está delineado en el cuadrante DB (considera abatido sobre el horizontal).

Las plantillas de los lechos. En primer lugar, analizaremos estas plantillas para las piedras comprendidas en el sector DCS. El primer lecho se asienta a nivel y por tanto se observa en verdadera magnitud en la planta, tiene por plantilla el cuadrilátero DFVS. El segundo lecho correspondiente a la junta 23, precisa construcción auxiliar (numerada con 3). En este punto, consideramos que la explicación escrita que el padre Tosca realiza de su construcción grafica es errónea, porque siguiendo literalmente su explicación se deduce que la plantilla del segundo lecho sería igual a la del primero, cosa que no es posible. Por ello comentamos a continuación la interpretación de la construcción núm. 3, que consideramos correcta.

El segundo lecho está definido por el cuadrilátero cuyos vértices se identifican en planta por los puntos X Z O 8. Los cuatro vértices definen un plano ya que se sitúan dos a dos sobre rectas que se cortan en un punto, el C. La distancia CD del núm. 3, efectivamente coincide con la CD del núm.1. La distancia CZ del núm. 3 es igual a la C2 del núm 2 [8]. La distancia DZ del núm. 3 es igual a XZ del núm. 1 [9]. Se le da a la DZ, en 3, la misma curvatura que tiene la DS del núm. 1. Cortando CF igual a CF del núm. 1 y dibujando la curva F3 paralela a DZ, se obtiene la plantilla DZ3F del segundo lecho. Obsérvese que F3 del núm. 3 debe medir lo mismo que O8 del núm. 1. El tercer lecho correspondiente a la junta KL, se obtiene en la misma construcción núm. 3, tomando D5 igual a 4 5 del núm. 1. Uniendo 5 con C, donde corte a F3 nos completa la plantilla D56F del tercer lecho. Obsérvese que F6 del núm. 3 debe medir lo mismo que M6 del núm. 1. Del mismo modo obtendríamos el resto de lechos del sector DCS.

En segundo lugar, analizaremos estas plantillas para las piedras comprendidas en el sector SCT. El primer lecho se asienta a nivel y por tanto se observa en verdadera magnitud en la planta, tiene por plantilla el cuadrilátero SV9T. El segundo lecho correspondiente a la junta 23, precisa construcción auxiliar (numerada con 5). En este punto, igual que en el sector anterior, la explicación escrita que el padre Tosca realiza nos llevaría a deducir que la plantilla del segundo lecho sería igual a la del primero, cosa que no es cierta. Por ello es preciso realizar las correcciones oportunas en la misma línea indicada anteriormente.

Las plantillas de las concavidades. Tomando una piedra, para que sirva de ejemplo, la primera del sector DCS. La plantilla de su concavidad se construye aparte en el núm. 6: F3 del núm. 6 igual a F3 del núm. 1; FV del núm. 6 igual a FV del núm. 1, formando en F el mismo ángulo; 3 8 del núm. 6 igual a O 8 del núm. 1, y paralela a FV; y V 8 del núm. 6 será igual a V 3 del núm. 2.

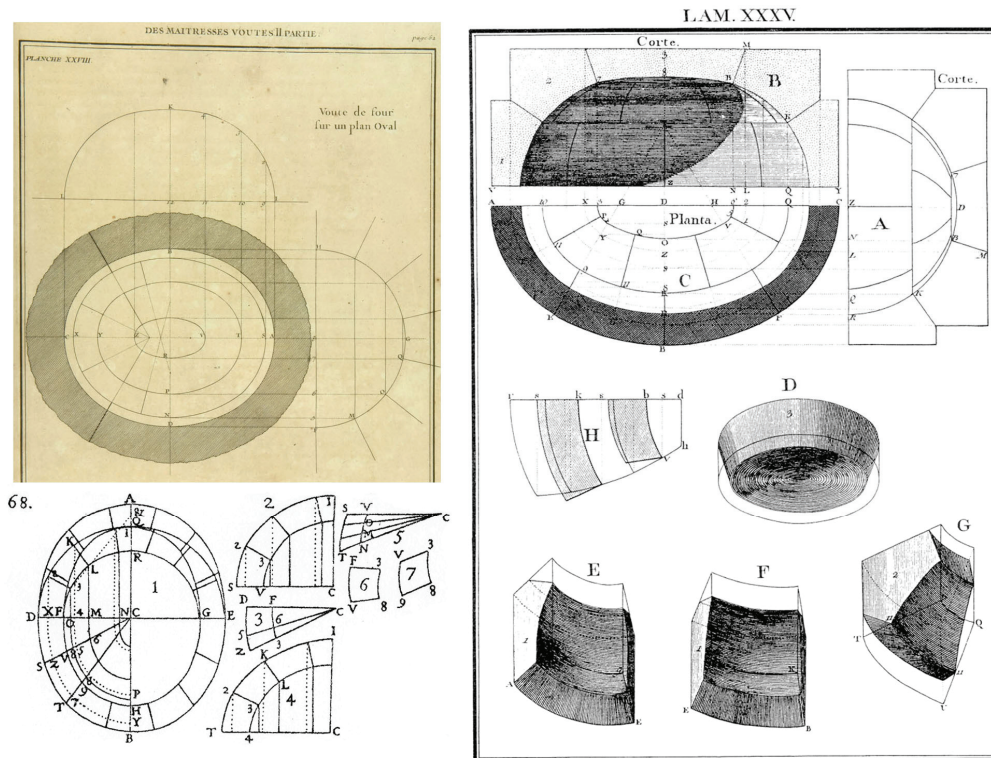


Fig. 10. (Izquierda-arriba). De la Rue. Cúpula sobre base oval (fol. 60r)

Fig. 11. (Derecha) Simonin. Cúpula sobre base oval (lám. XXXV)

Fig. 12. (Izquierda-abajo). Tosca. Cúpula sobre base oval (fig. 68)

4. Citas y Referencias bibliográficas

[1] RABASA DÍAZ, Enrique, *Forma y construcción en piedra: de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*, <<Textos de Arquitectura. 1>>, Madrid, Akal, 2000, p.288

[2] RABASA DÍAZ, Enrique, op. cit., p. 289

[3] RABASA DÍAZ, Enrique, op. cit., p. 292

[4] LA RUE, Jean Baptiste de, *Traité de la coupe des pierres, ou par une methode facile & abregée, l'on peut aisément se perfectioner en cette Science*, Paris : l'Imprimerie Royale, 1728.

[5] SIMONIN, *Traité élémentaire de la coupe des pierres ou Art de trait*, Paris: Jonbert, 1792. Traducido por MARTINEZ DE LA TORRE, Fausto; ASENSIO TORRES, José. Madrid: imprenta de la viuda de Josef García, 1795. Tratado elemental de los cortes de cantería o arte de la monteá. (Facsimil en Zaragoza: C.O.A. de Aragón, Delegación de Zaragoza, 1994).

[6] TOSCA, Tomás Vicente, *Compendio Mathematico...IX vols.*, Valencia: Antonio Bordazar, 1707-1715, (ed. *Compendio Mathematico, en que se contienen todas las materias mas principales de las Ciencias que tratan de la cantidad. Tomo V. Que comprehende Arquitectura civil, Monteá y Cantería, Arquitectura Militar. Pirotechnia, y Artilleria*. Madrid: imprenta de Antonio Marín, 1727. (Facsimil en Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2000).

[7] En la descripción que Tosca realiza de esta figura, habla de "elypses", confundiendo los términos ovalo y elipse, utilizándolos indistintamente.

[8] Tosca indica que ésta distancia es igual a CS del núm. 1. Indicación que consideramos errónea.

[9] Tosca indica que ésta distancia es igual a DS del núm. 1. Indicación que consideramos errónea.