

University of Cantabria / University of Granada

Organizers:



# REHABEND 2022

## Euro-American Congress

CONSTRUCTION  
PATHOLOGY,  
REHABILITATION  
TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT

Granada (Spain) - September 13<sup>th</sup>-16<sup>th</sup>, 2022

Sponsor entities:



# **REHABEND 2022**

**CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT**

*(9<sup>th</sup> REHABEND Congress)*

**Granada (Spain), September 13<sup>th</sup>-16<sup>th</sup>, 2022**

PERMANENT SECRETARIAT:

**UNIVERSITY OF CANTABRIA**

Civil Engineering School

Department of Structural Engineering and Mechanics

Building Technology R&D Group (GTED-UC)

Avenue Los Castros 34, 39005 SANTANDER (SPAIN)

Tel: +34 942 201 761 (43)

Fax: +34 942 201 747

E-mail: [rehabend@unican.es](mailto:rehabend@unican.es)

[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

## REHABEND 2022

ORGANIZED BY:



UNIVERSITY OF CANTABRIA (SPAIN)  
[www.unican.es](http://www.unican.es) // [www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es)



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

UNIVERSITY OF GRANADA (SPAIN)  
[www.ugr.es](http://www.ugr.es)

CO-ORGANIZERS ENTITIES:



CHILE-UNIVERSIDAD AUSTRAL DE  
CHILE



ITALY-POLITECNICO DI BARI



MEXICO-UNIV. MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



PERU-UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUZ GALLO



PORTUGAL-UNIVERSIDADE  
DE AVEIRO



PORTUGAL-INSTITUTO SUPERIOR  
TÉCNICO | UNIV. DE LISBOA



SPAIN-TECNALIA RESEARCH &  
INNOVATION



SPAIN-UNIVERSIDAD DEL  
PAIS VASCO



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE CATALUÑA



SPAIN-UNIVERSIDAD DE BURGOS



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID



SPAIN-UNIVERSIDAD DE SEVILLA



SPAIN-UNIVERSIDAD EUROPEA  
MIGUEL DE CERVANTES



UNITED STATES OF AMERICA-  
UNIVERSITY OF MIAMI



URUGUAY-UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA

CONGRESS CHAIRMEN:

**IGNACIO LOMBILLO**  
**MARIA PAZ SÁEZ**

CONGRESS COORDINATORS:

**HAYDEE BLANCO**  
**YOSBEL BOFFILL**

EDITORS:

**HAYDEE BLANCO**  
**YOSBEL BOFFILL**  
**IGNACIO LOMBILLO**

GUEST EDITOR:

**MARIA PAZ SÁEZ**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE:

**HUMBERTO VARUM – UNIVERSITY OF PORTO (PORTUGAL)**  
**PERE ROCA – TECHNICAL UNIVERSITY OF CATALONIA (SPAIN)**  
**ANTONIO NANNI – UNIVERSITY OF MIAMI (USA)**

The editors does not assume any responsibility for the accuracy, completeness or quality of the information provided by any article published. The information and opinion contained in the publications are solely those of the individual authors and do not necessarily reflect those of the editors. Therefore, we exclude any claims against the author for the damage caused by use of any kind of the information provided herein, whether incorrect or incomplete.

The appearance of advertisements in these Scientific Publications (Printed Book of Abstracts & Digital Book of Articles - REHABEND 2022) is not a warranty, endorsement or approval of any products or services advertised or of their safety. The Editors does not claim any responsibility for any type of injury to persons or property resulting from any ideas or products referred to in the articles or advertisements.

The sole responsibility to obtain the necessary permission to reproduce any copyright material from other sources lies with the authors and REHABEND 2022 Congress can not be held responsible for any copyright violation by the authors in their article. Any material created and published by REHABEND 2022 Congress is protected by copyright held exclusively by the referred Congress. Any reproduction or utilization of such material and texts in other electronic or printed publications is explicitly subjected to prior approval by REHABEND 2022 Congress.

ISSN: 2386-8198 (printed)

ISBN: 978-84-09-42252-4 (Printed Book of Abstracts)

ISBN: 978-84-09-42253-1 (Digital Book of Articles)

Legal deposit: SA - 132 - 2014

Printed in Spain by Círculo Rojo

**KEYNOTE LECTURES**

1 THE USE OF TITANIUM IN CONSERVATION AND SEISMIC REINFORCEMENT OF MASONRY STRUCTURES <i>Corradi, Marco; Adkins, Jill</i>	2
2 STRENGTHENING OF MASONRY STRUCTURES WITH INORGANIC MATRIX COMPOSITES (IMCS) <i>Aiello, Maria Antonietta</i>	16
3 PROGRESSIVE COLLAPSE AND ROBUSTNESS OF BUILDINGS AND BRIDGES <i>Adam, José M; Buitrago, Manuel; Makoond, Nirvan</i>	28
5 ARCHITECTURE OF MANY EPOCHS: THE SACROMONTE ABBEY IN GRANADA <i>Martín Muñoz, Antonio</i>	35
6 CONSERVATION AND MANAGEMENT OF THE BUILT HERITAGE: RECENT WORKS ON MODERN HERITAGE BUILDINGS OF PORTUGUESE ORIGIN <i>Lourenço, Paulo B.; Mendes, Nuno; Ortega, Javier</i>	45

**1.- PREVIOUS STUDIES**
**1.1.- Multidisciplinary studies (historical, archaeological, etc.).**

3	CHROMATIC ANALYSIS OF THE FINISH OF THE 17TH CENTURY WALL OF THE SANTO DOMINGO FORTRESS IN DOMINICAN REPUBLIC <i>Flores-Sasso, Virginia; Pérez, Gloria; Ruiz-Valero, Letzai; Martínez-Ramírez, Sagrario; Prieto-Vicioso, Esteban</i>	54
16	DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION SYSTEM OF THE SOUTHERN GOTHIC CATHEDRAL PROFILE <i>Lluís-Teruel, Cinta; Lluís i Ginovart, Josep</i>	63
20	THE HOROLOGION OF ANDRONIKOS OF KYRROS IN ATHENS, GREECE: CULTURAL HERITAGE ISSUES AND HISTORICAL EVIDENCE <i>Panou, Evangelia; Alexopoulou, Athina Georgia</i>	72
33	RESTORATION AND ACCESS TO THE INCA CEREMONIAL SANCTUARY OF MAUCALLACTA AND ITS INSERTION IN THE TOURIST CIRCUIT OF SOUTHERN PERU <i>Cusihamán Sisa, Gregorio Nicolás; Alarcón Condori, Javier Guido</i>	83
34	THE CITY OF SUCEAVA - ASPECTS OF URBAN DEVELOPMENT <i>Cioban, Andreea G.; Agachi, Mihaela I. M.</i>	92
65	THE HISTORIC ARCHITECTURAL COMPLEX OF MANGUINHOS, RIO DE JANEIRO, RJ, BRAZIL <i>Oliveira, Benedito Tadeu de</i>	100
95	HISTORICAL ARCHIVE OF THE CITY OF LOJA, ECUADOR <i>Delgado Cruz, María José; Sanz González, Sofía</i>	109
148	MEXICAN TEMPLES OF MENDICANT CONVENTS: STRUCTURAL CONFIGURATION AND DAMAGES DUE TO EARTHQUAKES <i>García Gómez, Natalia; Peña Mondragón, Fernando; Chávez Cano, Marcos M.</i>	118
150	BLURRED FAÇADE AS THRESHOLD ARCHITECTURE <i>Yapicioglu, Balkiz; Cazacova, Liudmila</i>	126
194	OPTICAL AND COLOR ANALYSIS OF ROMAN WALL PAINTINGS FROM THE FORUM DISTRICT OF CARTHAGO NOVA <i>Martínez-Arredondo, Ana; Navarro-Moreno, David; Mestre-Martí, María; Lanzón, Marcos</i>	135
283	DOCUMENTARY RESEARCH AND CONSTRUCTIVE UNDESTANDING OF THE PICASSO AND NESJAR MURALS IN THE BUILDING OF THE ARCHITECTS' ASSOCIATION OF CATALONIA IN BARCELONA, SPAIN <i>Bosch González, Montserrat; González-Sánchez, Belén; Rosell Amigó, Joan Ramon</i>	143
290	THE FIRST APPROACH TO TRENCADIS OF GAUDI: METHODS OF GEOMETRIC ANALYSIS <i>Asadova, Zahra; Navarro, Isidro; Santana, Galdric</i>	150
294	SANTA COLOMA D'ANDORRA - THE CONCEPTION OF A CHURCH BEFORE THE 11TH CENTURY. <i>Pedragosa Batllori, Gemma</i>	160
297	ANALYSIS AND PROPOSAL FOR RECOVERY OF ARCHITECTURAL HERITAGE. THE CASE OF THE TEMPLAR COMMANDRY OF ABERIN IN NAVARRE <i>Roces Gonzalo, Clara; Torres Ramo, Joaquín</i>	170
318	ARCHAEOLOGY OF ARCHITECTURE APPLIED TO CONSERVATIVE ARCHITECTURAL RESTORATION: CASE STUDY OF STRATIGRAPHIC ANALYSIS OF VOLUMES AND COATINGS <i>Cascone, Santi Maria; Longhitano, Lucrezia; Longhitano, Giuseppe Antonio</i>	179
330	USE VALUE VS TECHNICAL REQUIREMENTS. METHODOLOGY FOR ASSESSING POTENTIAL USES IN HERITAGE BUILDINGS. THE CASE OF LUCENA (CORDOBA) <i>Mosquera-Pérez, Clara; Navarro-de-Pablos, Javier; Rodríguez-Lora, Juan-Andrés; Navas-Carrillo, Daniel</i>	188
348	ON ARCHITECTURE FROM THE SECOND HALF OF THE XX CENTURY IN POLAND <i>Zychowska, Maria J.; Bialkiewicz, Andrzej</i>	197
366	DETERIORATIONS AND RECOVERY PROJECTS IN THE FORTIFICATIONS OF THE CARIBBEAN COAST OF PANAMA, PORTOBELLO AND SAN LORENZO. <i>Durán, Félix; García, Elizabeth</i>	206
368	VERNACULAR ARCHITECTURE OF QUINGEO PARISH (AZUAY, ECUADOR). DEFINITION OF THE HISTORICAL-CONSTRUCTIVE CONTEXT FROM THE MURAL STRATIGRAPHIC ANALYSIS <i>López Suscal, Michelle; Aguirre Ullauri, María del Cisne</i>	215
372	CONSERVATION AS A DESIGN OPPORTUNITY. PROTECTION SYSTEMS IN THE ARCHAEOLOGICAL FIELD <i>Cadoni, Stefano</i>	226

391	SANTA MARÍA DEL CAMPO AND SANTA MARÍA DE RIOSECO: EVOLUTIVE CONCORDANCES OF TWO OUTSTANDING CASTILLIAN BELL-TOWERS <i>Sánchez Rivera, José Ignacio; Sáiz Virumbrales, Juan Luis</i>	238
-----	--	-----

### 1.2.- Heritage and territory.

25	TWO ICONS OF BILBAO'S INDUSTRIAL HERITAGE: ETXEBARRIA'S CHIMNEY AND ZORROZA'S CRANE <i>Díez Hernández, Jesús; Piñero, Ignacio; Ezquerro Andreu, Mikel; Briz, Estibaliz</i>	246
74	METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ANALYSIS OF THE HERITAGE VULNERABILITY OF PRODUCTIVE RURAL GROUPS. THE CASE OF THE SAN PEDRO RIVER BASIN, LOS RÍOS REGION, CHILE <i>Vásquez Fierro, Virginia; Horn Morgenstern, Andrés</i>	257
103	JESUIT RANCHES HERITAGE OF NUEVA ANDALUCÍA AND TERRITORY ARTICULATION. A CASE FOR MANAGEMENT, PRESERVATION AND REACTIVATION <i>Saborido Forster, Gustavo Adolfo; Mosquera Adell, Eduardo; Ponce Ortiz de Insagurbe, María Mercedes</i>	267
111	THE SAN TELMO BRIDGE IN SEVILLE. A PIONEERING WORK IN REINFORCED CONCRETE AT THE BEGINNING OF THE 20TH CENTURY <i>González García de Velasco, Concepción; Agudo Martínez, Andrés; González Vilchez, Miguel</i>	277
121	FROM THE CATALAN MASIA TO THE MASSERIA OF SOUTHERN ITALY: PATHS FOR THE RECOVERY AND REUSE OF RURAL ASSETS IN BASILICATA <i>Guida, Antonella; Porcari, Vito Domenico; Andrulli, Giovanna</i>	285
126	CHARACTERIZATION OF NATIVE SHUAR ARCHITECTURE: ARCHITECTURAL TYPES, REPRESENTATIVE ELEMENTS AND CONSTRUCTION SYSTEMS <i>Soto Toledo, Katherine Haydee; Rodríguez Torres, María José</i>	294
127	19TH CENTURY MERSIN COMMERCIAL BUILDINGS, PRESENT CONDITIONS, AND PROBLEMS OF CONSERVATION <i>Darendeli, Tuğçe; Umar, Nur</i>	303
135	DEVELOPMENT LINE OF THE RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF THE ISLAND OF SAN CRISTÓBAL-GALÁPAGOS: THE CHALLENGE OF OFFERING VERNACULAR ECOLOGICAL SOLUTIONS <i>Matapuncho-Davila, Elvira; Granda-Viñan, Paola; Aguirre-Maldonado, Eduardo</i>	311
144	CANTONA: THE URBAN ARCHEOLOGICAL HERITAGE, AS AN ANALYTICAL PATH TO RECONCEPTUALIZE THE SOCIAL PRODUCTION OF THE HABITAT <i>Álvarez, María del Pilar; Nava, José María Wildford</i>	319
217	EVALUATION OF PROPOSAL FOR THE CONNECTION OF ARCHITECTURAL HERITAGE AREAS. CASE STUDY: MANIZALES, COLOMBIA <i>Escobar, Diego A.; Giraldo, Sofía; Moncada, Carlos A.</i>	329
275	FENCE WALLS IN THE BAIXO TÂMEGA VALLEY <i>Pinto, Jorge; Reis, Cristina; Bento, Ricardo; Bentes, Isabel; Pereira, Sandra</i>	339
284	EUROPEAN SMART VILLAGES: STATE OF THE ART AND POSSIBLE DEVELOPMENT SCENARIOS <i>D'Andria, Emanuela; Fiore, Pierfrancesco; Falce, Carmelo</i>	348
292	TRANSFERENCE FROM INDUSTRIAL ARCHITECTURE TO RESIDENTIAL BUILDINGS: REYES CATÓLICOS STREET DURING THE EXPANSION OF THE SUGAR INDUSTRY IN GRANADA AS A CASE STUDY. <i>Martínez-Ramos e Iruela, Roser; Cervera Fuentes, María Teresa; Adelaida Martín Martín; García Nofuentes, Juan Francisco</i>	357
316	EARLY REPUBLIC PERIOD MALATYA STATION BUILDINGS <i>Sarı, Fatma Zehra; Umar, Nur</i>	367
394	THE RECONSTRUCTION OF ZIKUÑAGA CHAPEL OF HERNANI: BUILT HERITAGE LOST AND FOUND <i>Uranga, Eneko J.; Arraztio, Xabier; Uranga, Juan José</i>	376

### 1.3.- Urban regeneration.

11	MORE THAN A GREEN FAÇADE: THE GREEN POTENTIAL FOR HISTORIC CENTRES <i>Vallejo Espinosa, Andrea; Davis, Michael Maks; Ramírez, Francisco</i>	385
45	BUILDING AND URBAN CHARACTERISTICS FOR THE DEVELOPMENT OF INTERVENTION STRATEGIES IN THE PONTE GÊA NEIGHBORHOOD OF BEIRA <i>Santos, Michael M.; Ferreira, Ana Vaz; Lanzinha, João C. G.</i>	395
58	THOUGHTS ON PUBLIC SPACE. PROPOSALS FOR THE NEW SQUARE OF THE CHURCH OF SAINT ANTHONY OF PADUA IN THE VILLAGE OF NOVENTANA, ITALY <i>Pietrogrande, Enrico; Dalla Caneva, Alessandro</i>	405
73	THE CHALLENGE OF DECENTRALISATION AND CONTEXTUAL VALUATION IN THE FRAMEWORK OF THE APPLICATION OF TERRITORIAL PLANNING INSTRUMENTS. THE CASE OF THE URBAN WETLANDS OF VALDIVIA AND TEMUCO, CHILE <i>Horn, Andrés; Vásquez, Virginia</i>	415

77	SOCIO-TERRITORIAL CONTEXTUALIZATION OF HERITAGE ON INTRA-URBAN SCALE. THE CURRENT HORIZON OF THE MOST RELEVANT OFFICIAL SOURCES <i>Usobiaga, Elena; De Cos, Olga</i>	426
106	GLOBAL ARCHITECTURE: REHABILITATION AND REGENERATION <i>Vitrano, Rosa Maria</i>	434
299	MANAGEMENT MODELS FOR ENERGY REGENERATION IN URBAN AND RURAL AREAS OF NAVARRA <i>Izcue, Isabel; Garcia Madruga, Carolina</i>	443
369	THE HOUSING HARDSHIP IN ROME. PUBLIC RESIDENTIAL BUILDING VS SOCIAL HOUSING? <i>Crupi, Francesco</i>	454
370	AUGMENTED ARCHITECTURE AND MULTIFUNCTIONAL BUILDING EXOSKELETONS, A LOOK AT THE FUTURE OF EXISTING BUILDINGS IN URBAN AREAS <i>De Vita, Mariangela; Fabbrocino, Giovanni; Mannella, Antonio; Panunzi, Stefano</i>	466
373	URBAN REGENERATION OF VILLAGES AS AN OPPORTUNITY. TOOLS AND METHODS IN THE CASE STUDY OF MOGORO IN SARDINIA <i>Azeni, Carlo; Cadoni, Stefano; Marras, Francesco</i>	474

### 1.5.- Social participation processes and socio-cultural aspects in rehabilitation projects.

13	RECOGNITION AND IMPROVEMENT OF LOCAL TECHNIQUES, CONTRIBUTION TO THE RE-ROOTING AND EMPOWERMENT OF COLOMBIAN COMMUNITIES IN POST-CONFLICT <i>Chica Segovia, Angélica; Ramos Zapata, María Camila; Fuya Chontal, Néstor; Mosquera Posso, John Keddy</i>	485
169	THE SOCIAL PARTICIPATION IN THE CASE OF MANGUINHOS HISTORIC ARCHITECTURAL NUCLEUS (NAHM) <i>Almeida, Roberta dos Santos; Pinheiro, Marcos José de Araiço</i>	497
327	CITIZEN PARTICIPATION FOR HERITAGE INTERVENTION. AN EXPERIENCE IN LUCENA (CORDOBA) <i>Navas-Carrillo, Daniel; Mosquera-Adell, Eduardo; Pérez-Cano, Teresa</i>	505

### 1.6.- Construction pathology.

5	COLLAPSES IN GLUED LAMINATED TIMBER STRUCTURES OF COVERED POOLS, DUE TO MISTAKES IN ASSIGNMENT OF USE CLASSES <i>Lozano, Alfonso; Lorenzo, David; Martínez, J. Enrique; Alonso, Mar; Álvarez, Felipe</i>	514
8	PERFORMANCE OF POZZOLANIC ADDITIONS TO CONTROL ALKALI-SILICA REACTION (ASR) PROMOTED BY AGGREGATES WITH DIFFERENT REACTION RATES <i>Menéndez, Esperanza; Sanjuán, Miguel Ángel; García-Roves, Ricardo; Argiz, Cristina; Recino, Hairon</i>	522
9	PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN SANDWICH VERTICAL PANELS: CASE STUDY <i>Lordsleem Jr., Alberto Casado; Lira, Virginia Queiroz</i>	531
23	ANALYSIS OF RECURRENCE OF PATHOLOGICAL LESIONS IN LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE CITY OF MEDELLÍN <i>Cañola, Hernán-Dario; Urrego, Andrés; Granda-Ramírez Fidel; Venegas, Karen ; Arroyave, Joan</i>	539
30	PARAMETERISATION OF THE DEGRADATION PROCESSES IN COATED FAÇADES WITH ONE COAT MORTAR RENDERS <i>Carretero-Ayuso, Manuel J.; Pinheiro-Alves, M<sup>a</sup> Teresa; Sáez-Pérez, M<sup>a</sup> Paz</i>	548
53	THE USE OF MACROPOROUS MORTAR IN THE REHABILITATION OF HANDMADE BRICK WALLS WITH RISING DAMP <i>Camino-Olea, M<sup>a</sup> Soledad; Llorente-Álvarez, Alfredo; Cabeza-Prieto, Alejandro; Martín-Aldudo, Ernesto; M<sup>a</sup> Paz Sáez-Pérez; Rodríguez-Esteban, M<sup>a</sup> Ascensión</i>	556
59	INFRARED THERMOGRAPHY AS A TOOL FOR INSPECTION OF BUILDING DEFECTS IN COATINGS - A SYSTEMATIC REVIEW <i>Lima, Wanessa; Cavalcanti, Lucas, Arruda, Vaness, Figueira, Amanda, Bentzen, Mariana, Póvoas, Yêda, Lordsleem Jr., Alberto</i>	564
62	CONSTRUCTIVE STUDY OF THE SHIPWRECKED HOUSE IN THE PORT OF BILBAO <i>Marcos, Ignacio; Díez, Jesús; Piñero, Ignacio; Egiluz, Ziortza</i>	577
84	MONTEVIDEO MUNICIPAL OSSUARY. INTEGRAL STUDY AND MANAGEMENT PLAN <i>Fontana, Juan José; Gambini, Jorge; Méndez, Mary; Tomeo, Fernando; Romay, Carola</i>	587
107	ASSESSING AESTHETIC AND STRUCTURAL DETERIORATION IN HISTORIC BUILDINGS - A CONTRIBUTION <i>Dias, L.; Rosado, T.; Bhattacharya, S.; Candeias, A.; Caldeira, A.T.; Mirão, J.</i>	596
128	ANALYSIS OF DOCUMENTAL AND EXECUTIVE PROCESSES OF CONSERVATION OF BUILDINGS TAKEN AS HISTORICAL HERITAGE <i>Andrade, Ana Paula Cintra</i>	606

132	STUDY OF THE HERITAGE BUILDING COMPLEX OF THE NATIONAL MUSEUM OF COSTA RICA FROM A HISTORICAL, ARCHITECTURAL AND PATHOLOGICAL PERSPECTIVE <i>Porrás-Alfaro, David; García-Baltodano, Kenia; Méndez-Álvarez, Dawa</i>	615
162	FACADE DAMAGE MAPS: A LITERATURE REVIEW <i>Lopes, Melissa L. F.; Silva, Maykon V.; Bauer, Elton</i>	624
174	RADON EXHALATION FROM THE STRUCTURE OF HISTORIC BUILDINGS. A PROBLEM DETECTED AT THE TOWER OF HERCULES, CORUÑA <i>Frutos, Borja; Alonso, Carmen; Martín-Consuegra, Fernando; Sicilia, Isabel; de Frutos, Fernando; Perez, Gloria</i>	634
183	CLASSIFICATION OF BUILDING FACADES BY MEANS OF THE LEVEL OF PROTECTION CRITERIA <i>Souza, Ana Luiza Rocha de; Andrade, Daiane Teodoro de; Bauer, Elton; Souza, Jéssica Siqueira de</i>	643
196	PATHOLOGIES IN THE ORNAMENTATION OF FAÇADES IN THE ARCHITECTURE OF HISTORICIST ECLECTICISM - THE CASE OF MANIZALES (COLOMBIA) <i>Sarmiento, Juan Manuel; Bedoya, Lina Clemencia; Betancur, Angélica; Ramírez, Esteban</i>	655
203	THERMAL ANALYSIS OF SODIUM SULFATE CRYSTALLIZATION WITHIN POROUS BUILDING MATERIALS <i>Bednarska, Dalia; Koniorczyk, Marcin</i>	665
207	REALITY-BASED MODEL AND 3D INFORMATION SYSTEMS: A GIS 3D TO MAPPING THE CRACK PANEL OF THE CHURCH OF SANTA MARIA DEGLI ANGELI IN PIZZOFALCONE IN NAPLES <i>Acquaviva, Sabrina; Pulcrano, Margherita; Scandurra, Simona; Palomba, Daniela; di Luggo, Antonella</i>	673
216	BUILDINGS INVESTIGATION OF DEGRADATION VARIABILITY IN BRASÍLIA-BRAZIL CITY <i>Rodrigues Neto, Eduardo; Bauer, Elton</i>	682
226	THE WOOD MOISTURE FACTOR ON THE BIOLOGICAL DETERIORATION OF WOODEN STRUCTURES <i>Lima, Daniel F.; Tenório, Marina; Branco, Jorge M.; Nunes, Lina</i>	690
241	DEEP LEARNING FOR DETECTING CRACKS IN PAINTED BUILDING FAÇADES <i>Pereira, Sandra; Pires, João; Silva, João; Ferreira, Tomás; Neto, Alexandre; Cunha, António</i>	698
265	IDENTIFICATION OF HERITAGE STONE BUILDING DEGRADATION PATTERNS BASED ON DIGITAL PHOTOGRAMMETRY DATA <i>Jalón, María L.; Chiachio, Juan; Gil-Martín, Luisa María; Hernández-Montes, Enrique</i>	708
266	CASE OF STUDY: DIAGNOSIS OF 100 YEARS OLD ABANDONED MILL <i>Cetrangolo, Gonzalo; Romay, Carola; Mussio, Gianella; Spalvier, Agustin</i>	715
274	RECURRING DAMAGES IN THE EXECUTION OF CONCRETE SLABS ON LARGE SURFACES <i>Martínez Martínez, José Antonio; Manso Villalain, Juan Manuel; García Castillo, Luis María; Aragón Torre, Ángel</i>	725
324	PATOLOGY AND NUMERICAL MODEL OF THE TEMPLE OF SAN FRANCISCO TZINTZUNTZAN <i>Márquez, Alberto; Olmos, Bertha ; Jara, José Manuel; Martínez, Guillermo</i>	734
349	CONSOLIDATION OF A POROUS SANDSTONE USED IN ANCIENT CONSTRUCTIONS <i>Lamas, Pedro; Pinho, Fernando</i>	744

**1.7.- Diagnostic techniques and structural assessment (no destructive testing, monitoring and numerical modeling).**

18	CHARACTERIZATION OF PIGMENTS USED AS PROTECTION AND DECORATION ON EXTERIOR FACADES OF HISTORIC BUILDINGS <i>Martínez-Ramírez, Sagrario; Flores Sasso, Virginia; Ruiz-Valero, Letzai; Pérez, Gloria; Guerrero, Ana; Prieto Vicioso, Esteban; Vučetić, Snežana</i>	752
26	VALIDATION OF ULTRASONIC PULSE TO QUALITY CONTROL OF RECYCLED AGGREGATE SELF-COMPACTING CONCRETE <i>Revilla-Cuesta, Víctor; Santamaría, Amaia; Espinosa, Ana B.; Chica, José A.; Manso, Juan M.; Ortega-López, Vanesa</i>	761
44	NUMERICAL APPROCHES FOR SOIL-STRUCTURE INTERACTION IN A HISTORICAL INDUSTRIAL MASONRY BUILDING <i>Longarini, Nicola; Crespi, Pietro; Zucca, Marco; Scamardo, Manuela</i>	770
46	ENGINEERING SKILLS AIDED BY THERMOGRAPHY AND BIM <i>Ribeiro Antunes, Maria Luisa; Cabaleiro Cortizo, Eduardo; Magalhães Lenz César Júnior, Kleos</i>	779
60	SEISMIC VULNERABILITY AND RETROFITTING OF A HISTORICAL MASONRY BUILDING <i>Scamardo, Manuela; Crespi, Pietro; Longarini, Nicola; Zucca, Marco</i>	787



64	THE FOURTH ARCH OF THE AUGUSTUS BRIDGE AT NARNI (ITALY): A CASE STUDY OF ROMAN ARCH WITH RIBS <i>Custodi, Alberto; Scaia, Flora</i>	795
78	ANALYSIS OF VARIABILITY AND RELIABILITY OF STRESS WAVE MEASUREMENTS ON STRUCTURAL TIMBER ELEMENTS IN SITU <i>Osuna-Sequera, Carlos; Luengo, Emilio; Cabrero, Juan Carlos; Hermoso, Eva</i>	803
90	A NEW METHODOLOGY BASED ON NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES FOR OLD STRUCTURAL TIMBER <i>Peñalver Oltra, Manuel; Abián Pérez, Miguel Ángel; Segura Orenga, Guillem; Martínez Ruiz, Guillermo Vicente; Redón Santafé, Miguel</i>	813
129	STRUCTURAL ASSESSMENT UNDER LATERAL ACCELERATIONS OF A CONCRETE VAULTED MAYA BUILDING OF BONAMPAK, CHIAPAS, MEXICO <i>Hamad, Omar; Sennyondo, Justin; Kimanya, Humfrey; Nguyen, Dung; Tezcan, Selman; Perucchio, Renato</i>	822
158	FUNICULAR ANALYSIS OF MASONRY VAULTS UNDER GENERAL LOADING CONDITIONS THROUGH A CONSTRAINED FORCE DENSITY METHOD <i>Bruggi, Matteo; Taliercio, Alberto</i>	830
159	EL HÓRREO, ARCHITECTURAL HERITAGE ELEMENT OF THE PRINCIPALITY OF ASTURIAS. METHODOLOGY FOR THE INSPECTION AND DIAGNOSYS FOR ITS CONSERVATION <i>Vega, Abel; Rodríguez, Soledad</i>	838
173	SHAKING TABLE TEST DESIGN OF A TYPICAL CHURCH OF MORELOS STATE <i>Chávez, Marcos M.; Durán, Daniel</i>	845
179	DISPLACEMENT ANALYSIS OF WOODEN TRUSSES THROUGH DIGITAL SURVEY AND VISUAL PROGRAMMING TOOLS. THE BASILICA OF SAN PETRONIO IN BOLOGNA <i>Massafra, Angelo; Prati, Davide; Predari, Giorgia</i>	854
205	CONDITION ASSESSMENT OF SIDE CORRIDORS WITH THE USE OF AGGREGATIONS BASED ON FUZZY INFERENCE METHOD <i>Bukovics, Ádám; Lilik, Ferenc; Kóczy, László T.; Liszi, Máté</i>	864
237	THE ROLE OF THE EARTHQUAKE VERTICAL COMPONENT ON THE SEISMIC BEHAVIOUR OF MASONRY WALLS <i>Camata, Guido; Di Primio, Alice; Sepe, Vincenzo</i>	873
243	EXPERIMENTAL STUDY ON CALIBRATION FACTOR OF FLAT - JACKS <i>Blanco, Haydee; Boffill, Yosbel; Lombillo, Ignacio; Renedo, Carlos; Sosa, Israel; Carrasco, Cesar</i>	882
256	INSPECTION AND STRUCTURAL EVALUATION OF A MASONRY ARCH FOOTBRIDGE, BAIRRO DOS ANJOS BRIDGE - LEIRIA <i>Christo, Guilherme; Veludo, João; Gaspar, Florindo</i>	892
258	INVESTIGATION OF MASONRY DEFORMABILITY THROUGH FLAT-JACK TESTING: A NUMERICAL STUDY <i>Alecci, Valerio; De Stefano, Mario; Marra, Antonino Maria; Stipo, Gianfranco</i>	900
264	AMBIENT VIBRATION TESTING, DYNAMIC IDENTIFICATION, AND MODEL UPDATING OF A CULTURAL HERITAGE BUILDING. THE CHURCH OF THE ROYAL MONASTERY OF SAN JERÓNIMO (GRANADA, SPAIN). <i>Rodríguez, Rubén; Pachón, Pablo; Sáez, Andrés; Aguilar, Jaime; Compán, Víctor</i>	909
268	METODOLOGY TO MONITORING THE STATE OF CONSERVATION OF BUILDINGS' ROOFS USING MULTISPECTRAL IMAGES: CASE STUDY OF LEIRIA DOWNTOWN HISTORICAL CENTRE <i>Gonçalves, Luisa M.S.; Gaspar, Florindo; Veludo, João</i>	919
281	DIAGNOSIS OF MONUMENTAL STRUCTURES CONSIDERING HISTORY RELATED-PHENOMENA: A SYSTEMATIC OPERATING METHOD APPLIED TO THE BAPTISTERY OF PISA <i>Bartolini, Giada; De Falco, Anna; Giuliani, Francesca</i>	928
282	GEOMETRIC APPROACH AND STRUCTURAL ANALYSIS OF THE TERCELETE VAULTS OF THE CAPTAIN MONTE BERNARDO CHAPEL OF THE SANTA DE SEVILLA CHURCH BY USING PHOTOGRAMETRY TECHNIQUES AND THE FINITE ELEMENTS METHOD <i>Valseca, J.A.; Tarín, María; Rodríguez, Rubén; Compán Cardiel, Víctor Jesús; Cámara, Margarita</i>	937
302	SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT AND RETROFIT MEASURES FOR MEDIEVAL STONE MASONRY MINARETS IN EGYPT <i>Hamdy, Gehan</i>	950
303	MANAGING DIAGNOSTIC DATA FOR SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF BUILDING STOCKS BY AN INTEGRATE GIS/VR APPROACH <i>De Fino, Mariella; Lasorella, Margherita; Fatiguso, Fabio</i>	960
321	FROM SURVEY TO ANALYSIS OF THE DAMAGE MECHANISMS IN STONE WALLS: DIAGNOSTIC INVESTIGATIONS ON A BASTION OF THE VENETIAN FORTRESS IN BERGAMO <i>Nannei, Virna Maria; Azzola, Pietro; Mirabella Roberti, Giulio</i>	971

325	STRUCTURAL ANALYSIS BY IN-SITU EXPERIMENTAL CAMPAIGN AT THE “TORRE DE LA VELA” OF THE ALHAMBRA DE GRANADA (SPAIN) <i>Suárez, Fco. Javier; Ortega, Javier; Vuoto, Annalaura; Lourenço, Paulo B.</i>	981
326	HOMOGENIZED NONLINEAR PROPERTIES OF URM STRUCTURES <i>Valadao, Ryan Manuel; Pantazopoulou, S.J.</i>	993
355	NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES USED IN THE DIAGNOSIS OF THE MANSARD ROOF STRUCTURE OF THE URIARTE DE HEBER PALACE <i>Torán, Susana</i>	1001
359	EVALUATION OF HISTORICAL STONE STRUCTURES UNDER EXTREME ACTIONS USING RIGID SOLID DYNAMICS METHODS. CASE STUDY: THE ALCÁNTARA BRIDGE, SPAIN <i>Suárez, Diana; Goicolea, José María; Tarque, Nicola</i>	1009
380	APPLICABILITY OF THE GROUND PENETRATING RADAR TO DETECT BUILDING SETTLEMENTS: THE SINGULAR CASE OF AN INDIANA HOUSE <i>Solla, Mercedes; López-Leira, José Manuel; Fernández, Norberto; Rodríguez, Juan Luis</i>	1020
385	ANALYSIS OF THE SHEAR STRENGTH OF MASONRY WALLS ACCORDING TO THE DISTRIBUTION OF THE BRICK AND MORTAR <i>Reynau, Ricardo; Ivorra, Salvador; Bru, David; Estevan, Luis</i>	1028
387	FROM PRELIMINARY STUDIES TO RESTAURO OF CASA BATLLÓ BY ANTONI GAUDÍ <i>Olona, Joan; Bosch, Mireia; Villanueva, Xavier; Villanueva, Ignasi</i>	1036
390	VULNERABILITY ANALYSIS OF HISTORIC MASONRY TANK-TOWER USING THE PHOTOGRAMMETRIC SURVEY: A CASE STUDY <i>Hyseni, Alba; Cascardi, Alessio; Micelli, Francesco; Aiello, Maria Antonietta</i>	1047
399	PETROGRAPHIC STUDY OF THE MURAL PAINTING COATINGS OF THE SAN JORGE CHURCH (LEDANTES, CANTABRIA) <i>Sánchez Carro, Miguel A.; Quevedo González, Lydia</i>	1055
400	NDT MORPHOLOGICAL AND SPECTROSCOPIC ASSESMENT OF NANO CONSOLIDATION OF THE LIMESTONE, THEBAN TOMB 109 OF WEST BANK, LUXOR, EGYPT <i>Ahmed Sallam; Sayed Hemeda ; Haitham Eid; Moustapha Hassan; Mona Khalil</i>	1063

### 1.8.- Vulnerability studies and risk management.

14	CONSISTENCY ANALYSIS IN THE APPLICATION OF THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS METHOD, TO DETERMINE VULNERABILITY CRITERIA OF SOCIAL HOUSING IN VALDIVIA - CHILE, AGAINST SEISMIC EVENTS <i>Alvial, Jorge; Vidal, Luis; Chicuy, Yessenia</i>	1070
42	A CRITICAL ROUTE FOR DOCUMENTING THE SEISMIC VULNERABILITY ON MEXICAN HISTORICAL CITIES ON GIS DATABASES <i>Ramírez Eudave, Rafael; Ferreira, Tiago Miguel; Romeu, Vicente</i>	1078
66	ON THE VULNERABILITY OF ANCIENT TOWN WALLS TO SLOW ONSET EVENTS: FORMULATION OF A SYNTHETIC INDEX <i>De Falco, Anna; Giuliani, Francesca; Gaglio, Francesca; Ladiana, Daniela; Di Sivo, Michele</i>	1088
79	A MULTILEVEL APPROACH FOR THE SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF MASONRY CHURCHES IN CUSCO (PERU) <i>Cocco, Giulia; Di Pietro, Erika; Fusella Stefano; Mazzanti, Claudio; Alfaro, Crayla; Brando, Giuseppe</i>	1097
82	EMERGENCY INTERVENTIONS AND COST ASSESSMENT FOR SEISMIC DAMAGES ON CULTURAL HERITAGE <i>Ferrari, Lia</i>	1106
98	HOW ARE HEAT WAVES PUTTING AT RISK HISTORIC URBAN AREAS? FIRST STEPS FOR DEVELOPING RISK ASSESSMENT METHODOLOGIES <i>Quesada-Ganuzza, Laura; Garmendia, Leire; Rojí , Eduardo; Álvarez, Irantzu; Briz, Estibaliz; Gandini, Alessandra</i>	1114
130	SEISMIC PERFORMANCE OF TYPICAL HYBRID BUILDINGS IN THE URBAN CENTRE OF BARCELONA <i>Dimovska, Sara; Saloustrós, Savvas; Pelà, Luca; Roca, Pere</i>	1122
134	THE “ALQUERÍA DE FALCÓ” (VALENCIA): SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT AND INTERVENTION STRATEGIES <i>Basset-Salom, Luisa; Guardiola-Villora, Arianna</i>	1130
213	RISK MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF INTERVENTION WORKS IN HISTORIC BUILDINGS <i>Coelho, Carla; Sá, Bruno; Carcereri, Maria Luiza; Zouain, Rosana</i>	1140
245	CULTURAL HERITAGE BUILDINGS AND RELEVANT USES: SEISMIC RISK ASSESSMENT IN FLORENCE <i>Cardinali, Vieri; Cristofaro, Maria Teresa; De Stefano, Mario; Tanganelli, Marco</i>	1148

278	PASSIVE ENERGY DEVICES FOR RETROFITTING FIRST SOFT-STORY BUILDINGS IN MEXICO <i>García, Carlos; Jara, José; Olmos, Bertha; Martínez, Guillermo</i>	1156
289	TOWARDS AN EXPEDITIOUS METHOD TO ASSESS THE VULNERABILITY OF HISTORICAL MASONRY CHURCHES: PRELIMINARY ANALYSES BASED ON EMILIA (ITALY) 2012 EARTHQUAKES DAMAGE <i>Rosso, Federica; Bernabei, Letizia; Vaiano, Generoso; Quagliarini, Enrico; Mochi, Giovanni</i>	1165
315	RISK COMMUNICATION AND AWARENESS OF THE BUILT ENVIRONMENT THREATENED BY DISASTERS WITH DIGITAL MODELS <i>Fatiguso, Fabio; Bruno, Silvana; Cantatore, Elena; Currà, Edoardo; D'Amico, Alessandro; Russo, Martina; Angelosanti, Marco; Quagliarini, Enrico; Bernardini, Gabriele; Mochi, Giovanni; Salvalai, Graziano</i>	1175
332	OUT-OF-PLANE FAILURE RESISTANCE OF ADOBE FACADES IN CUENCA - ECUADOR FOR DIFFERENT SEISMIC ACCELERATIONS <i>Cárdenas-Haro, Xavier; Tarque, Nicola; Todisco, Leonardo; León, Javier; Pino, Julver</i>	1184
336	EFFECTS OF THE 1755 LISBON EARTHQUAKE ON RIVERS AND CORRESPONDING COMPARATIVE PROPOSAL ON INTENSITY SCALE <i>Tavares, Alice; Costa, Aníbal; S. Oliveira, Carlos</i>	1193

### 1.9.- . Guides and regulations.

48	REGULATION AND STANDARDIZATION ON THE QUALITY OF THE INDOOR ENVIRONMENT APPLICABLE TO KINDERGARTENS AND ELDERLY CARE CENTERS: PORTUGAL - BRAZIL <i>Pinto, Manuel; Lanzinha, João; Silva, Fernando</i>	1202
184	PRESERVO - COMPLEX OF FIOCRUZ COLLECTIONS: PATH OF A CULTURAL HERITAGE PRESERVATION STRATEGY <i>Pinheiro, Marcos José de Araújo; Coelho, Carla</i>	1211
261	DOES THE FINAL FLOOR HEIGHT OF AN EXISTING DOMESTIC BUILDING INFLUENCE THE FATALITY RISK WITH REGARDS A FIRE. A STUDY OF THE LONDON BOROUGH OF LAMBETH <i>Kirk, Mark; Pesce, Giovanni</i>	1222
393	IN-PLANE STRENGTH OF MASONRY PANELS REINFORCED WITH INORGANIC-BASED SYSTEMS: NOVEL DESIGN-ORIENTED FORMULAS <i>Longo, Fabio; Cascardi, Alessio; Aiello, Maria Antonietta</i>	1230

## CODE 292

### **TRANSFERENCE FROM INDUSTRIAL ARCHITECTURE TO RESIDENTIAL BUILDINGS: REYES CATÓLICOS STREET DURING THE EXPANSION OF THE SUGAR INDUSTRY IN GRANADA AS A CASE STUDY**

#### ***TRANSFERENCIAS DESDE LA ARQUITECTURA FABRIL AL MODELO RESIDENCIAL: EL CASO DE LA CALLE REYES CATÓLICOS DE GRANADA EN LA ÉPOCA DE EXPANSIÓN DE LA INDUSTRIA AZUCARERA***

**Martínez-Ramos e Iruela, Roser<sup>1</sup>; Cervera Fuentes, María Teresa<sup>2</sup>;  
Adelaida Martín Martín<sup>3</sup>; García Nofuentes, Juan Francisco<sup>4</sup>**

1: Departamento de Construcciones Arquitectónicas  
Universidad de Granada  
e-mail: [rosermartinez@ugr.es](mailto:rosermartinez@ugr.es)

2: Universidad de Granada  
e-mail: [cerveramayte@gmail.com](mailto:cerveramayte@gmail.com)

3: Departamento de Construcciones Arquitectónicas  
Universidad de Granada  
e-mail: [adelaida@ugr.es](mailto:adelaida@ugr.es)

4: Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería  
Universidad de Granada  
e-mail: [jnofuentes@ugr.es](mailto:jnofuentes@ugr.es)

## **RESUMEN**

En el contexto que envuelve a Granada a finales del siglo XIX, como consecuencia de la expansión industrial del azúcar, se implantan para uso residencial los denominados modelos de inmueble de renta, importados de la arquitectura ecléctica ensayada en Europa. En su desarrollo intervinieron arquitectos que también participaron de forma activa en la construcción de ingenios azucareros y otras fábricas vinculadas a esta producción entre 1882 y 1891.

A partir del análisis de la caracterización arquitectónica-constructiva de estos modelos, el objetivo de este estudio se ha centrado en registrar y demostrar la transferencia técnica de los sistemas utilizados en las fábricas al tipo residencial ecléctico implantado en la época. Se pone el foco, como muestra representativa, sobre la calle Reyes Católicos, uno de los tramos de la «calle corredor» que configura el eje vertebrador del centro de la ciudad de Granada, la cual conecta la Gran Vía de Colón con el espacio urbano de Puerta Real, en el que se resuelve el cruce entre las calles de Reyes Católicos, Recogidas, Ganivet, Mesones Acera del Darro y la Acera del Casino.

Elaborado un registro exhaustivo de los sistemas estructurales comunes, el estudio conduce a unas interesantes conclusiones sobre la demostrada transferencia de los sistemas utilizados en la arquitectura fabril y los correspondientes a los modelos residenciales representativos de la época.

**PALABRAS CLAVE:** Arquitectura residencial ecléctica; Arquitectura fabril vs arquitectura residencial del XIX; Sistemas constructivos; Modelo de inmueble de renta.

## 1. INTRODUCCIÓN

Granada, envuelta a finales del siglo XIX en los albores de una incipiente revolución industrial, se ve fuertemente influenciada por la modernización empresarial e innovación tecnológica importada de Europa, principalmente desde las fábricas remolacheras francesas. Su expansión propició el establecimiento de otras muchas actividades que fortalecieron el tejido económico, urbanístico e inmobiliario de Granada. Entre 1882 y 1891 se construyen diez fábricas remolacheras que originaron otras industrias básicas para atender las necesidades de las azucareras y alcohólicas: fundiciones, talleres textiles y fábricas de abonos entre otras. Esta actividad industrial de la Vega se entretiene al N.O. de Granada, llegando las mercancías hasta la estación de ferrocarril llamada de Andaluces (1866). Desde este nodo se pretende conectar con el S.E. de la capital cerrándose el circuito de transporte mediante un tranvía que habría de discurrir atravesando el centro neurálgico de la ciudad [1].

La transformación territorial agraria repercutirá en el paisaje urbano. En su desarrollo intervinieron activamente arquitectos que participaron tanto en la construcción de ingenios azucareros y otras fábricas vinculadas, como en el núcleo urbano residencial. En él se utilizaron técnicas y sistemas propios de la arquitectura fabril, ensayadas por ellos mismos y aplicadas en la arquitectura ecléctica de aquel momento.

La oportunidad del estudio de la calle Reyes Católicos como muestra de todos aquellos ámbitos que de igual manera serían representativos en el período analizado, lo es en tanto constituye un nexo preexistente incuestionable entre la apertura de la Gran Vía de Colón, abierta expreso con capital proveniente del azúcar, con las entonces conexiones interurbanas del sur de la ciudad.

## 2. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN. CONTEXTO HISTÓRICO

La Revolución Industrial trajo consigo grandes innovaciones desde el punto de vista social, económico y, sobre todo, tecnológico. En Granada, los cambios que se produjeron no se vieron reflejados exclusivamente en la explotación de los recursos agrícolas de la Vega a partir de la introducción de la explotación remolachera, sino que también trajeron la innovación en las técnicas estructurales y constructivas de las nuevas fábricas. Las maquinarias, de gran volumen, tenían que compartir espacio con los trabajadores. Los edificios debían construirse acordes a su tamaño y a su peso, contando con un espacio interior lo más diáfano posible, definido por un entramado estructural lo suficientemente resistente para soportar grandes cargas puntuales.

Hasta ese momento, incluso en la industria, la madera y la mampostería seguían siendo los materiales principalmente empleados, pese a contar con una escasa capacidad de resistencia frente a las exigentes solicitaciones de volumen y peso de los novedosos artefactos para la producción. A todo ello, se añadía la necesidad de afrontar el problema del fuego. Para evitar su frecuente propagación, los proyectistas dedicaron gran parte de sus esfuerzos a mantener la estructura aislada de las chispas desprendidas por algunas máquinas [2]. Así, para la construcción de las azucareras los arquitectos e ingenieros disponían de proyectos de referencia con planos de detalle elaborados por los técnicos de las firmas que fabricaban la maquinaria. La mayoría procedía de la firma francesa Fives-Lille y la alemana Brauns-Chweigsische Maschinenbau-Anstalt, también conocida como BMA [3].

En Granada, los arquitectos responsables de proyectar y dirigir las obras de los ingenios azucareros fueron los siguientes: Modesto Cendoya Busquets, arquitecto municipal de la ciudad entre 1888 y 1901, sería el responsable de la construcción de las azucareras Ntra. Sra. del Carmen, ubicada en Benalúa de Guadix, y la azucarera nueva del Rosario, emplazada en Pinos Puente. Juan Montserrat y Vergés lo sería de otras dos fábricas: el ingenio de San Isidro, dentro del término municipal de Granada y la de San José o la Bomba, también situada en Granada. Finalmente Francisco Giménez Arévalo, al cual se le atribuye la construcción de al menos ocho de las veintiuna fábricas erigidas en la provincia: los ingenios azucareros de San Juan (1882-1904), San Fernando (1884-1904) y del Señor de la Salud (1890-1905), las azucareras de Nuestra Señora de las Angustias (1889-1905), Santa Juliana (1890-1932), la azucarera

Granadina La Vega (1904-1982) y la fábrica del Conde de Benalúa (1890-1926) [2]. Este arquitecto podría ser considerado como uno de los principales artífices de la introducción de las nuevas tecnologías en la construcción tanto fabril como residencial, ya que llegó a ejecutar más de ciento treinta proyectos en la provincia, entre cuyas obras no fabriles destacan: el proyecto de la apertura de la Gran Vía (1891), el Palacio de los Patos en la calle Recogidas (1881), el Hotel Colón en la Gran Vía de Colón (1908), la residencia de ancianos Hermanitas de los Pobres (1874), el antiguo edificio de Correos –el cual estaba situado en la actual plaza de Isabel la Católica– y el Palacio de los duques de Gor (1898). Giménez Arévalo, además de dominar los nuevos sistemas constructivos importados de Europa, recogidos tanto en los propios proyectos de las fábricas como en los catálogos y prontuarios de la época, también tuvo la oportunidad de comprobar la versatilidad de la construcción con acero en sus diferentes viajes. Tras su visita a la Exposición Universal de 1900 en París, recopiló información sobre técnicas innovadoras que no tardó mucho en poner en práctica [4]. Sólo dos años después lo hizo en sus edificios de la Gran Vía de Colón de Granada.

En cuanto a las fábricas azucareras, él mismo fue el encargado de construir las siete primeras. En ellas se puede apreciar la evolución de la técnica incorporando los nuevos materiales. La primera azucarera de remolacha fue la de San Juan (1882), ésta se construyó con forjado y vigas de madera, que apoyaban sobre el muro de carga de ladrillo del perímetro y los pilares de fundición ubicados en las crujías interiores.

Posteriormente, en la azucarera de Santa Juliana (1890), ya se introducen nuevos sistemas de forjado. En este caso, se ejecuta con vigas de acero laminado y entrevigado de revoltón cerámico curvo y cemento, sobre los que se disponía una losa de hormigón o mortero de gran espesor con el fin de cumplir con las capacidades mecánicas requeridas, aunque aún no se utilizaba la armadura en la losa.

### 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El proceso investigador sobre la hipotética transferencia entre los sistemas constructivos de las azucareras y la arquitectura residencial de la calle Reyes Católicos, comienza por la caracterización constructiva de sus edificios, durante los años previos a la aparición de esta industria. Para ello, se realiza un registro a partir de la consulta de diversas fuentes documentales: las bases de catastro, el catálogo del Plan Especial del Área Centro de Granada y las licencias de obras depositadas en el Archivo Histórico Municipal de Granada (AHMG).

El estudio pormenorizado de estos documentos ha proporcionado una interesante información, localizándose la mayor parte de los inmuebles del ámbito de estudio, además de sus posteriores reformas –las cuales han resultado ser de vital importancia en el reconocimiento de los sistemas constructivos originales empleados–. No obstante, no se ha conseguido identificar, en todos los casos, la correspondencia entre las setenta y siete licencias de obras originales y los setenta y tres que actualmente configuran la vía. Una treintena de ellas, se enmarcan cronológicamente entre el desarrollo de la operación del embovedado del Darro y el año 1890, aunque también se ha podido observar el repunte de construcciones que se produjo en la década de los años 20 del siglo pasado, renovándose parte del tejido urbano de la calle mediante la sustitución de otros treinta nuevos inmuebles. Todos los edificios residenciales responden al denominado modelo de «Inmueble de Renta».

La metodología seguida para comprobar si, efectivamente, se produjeron transferencias de las técnicas empleadas desde la arquitectura fabril, se ha basado en el cotejo de ciento sesenta y cinco licencias de obras, todas ellas depositadas en el AHMG. Éstas comprenden desde licencias de obra nueva u obras menores hasta derribos. Para acotar el estudio, se ha considerado el periodo comprendido entre 1850 y 1940, con intención de recabar la máxima información sobre el origen y evolución de los modelos de edificios que configuran la calle, cuyos intervalos se organizan según los siguientes hitos temporales: (i) periodo en el que se producen las primeras realineaciones y levantamientos de edificios tras el embovedado del río Darro, en sus diferentes fases. Esta obra civil tuvo lugar, como se menciona anteriormente, en sucesivas etapas entre 1854 y 1884; (ii) la construcción de las azucareras –a partir de

1882, construyéndose prácticamente la totalidad de las fábricas granadinas durante los treinta años siguientes– y (iii) la construcción de la Gran Vía, obra ejecutada entre 1895 y 1934.

Del cotejo de los referidos expedientes se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se tiene constancia de al menos treinta y tres solicitudes de licencias de obras para la aprobación de la construcción de edificios en la calle Méndez Núñez, posteriormente llamada Reyes Católicos, entre los años 1850 y 1882, fecha en la que se construye la primera azucarera. En este período predominan los sistemas constructivos de estructura de entramado mixto de madera y ladrillo y forjados de madera. Será a partir del desarrollo de la industria de la Vega, cuando comienzan a utilizarse columnas de fundición, pilares empresillados de acero laminado y forjados metálicos con losas armadas.

- En los siguientes treinta años, se cuentan sólo nueve licencias de obra para nuevas construcciones y veinticinco licencias de obras menores, de lo que se deduce el gran número de viviendas ya edificadas anteriores a 1920. Hasta esa fecha sólo se encuentran ocho licencias de derribo o denuncia por estado de ruina.

- A partir de 1920 se produce un considerable aumento de solicitudes de las que treinta y dos son de nueva construcción –quince de ellas se tramitan en 1929–. Asimismo, se localizan cincuenta y cinco expedientes de obra menor entre 1920 y 1936.

Igualmente, se ha analizado la obra de los arquitectos que, en estos periodos, intervinieron en el proyecto y/o direcciones de obra tanto en la construcción de ingenios remolacheros o fábricas vinculadas con la industria azucarera y el desarrollo de los modelos de Inmueble de Renta que caracterizaron la arquitectura residencial de la época.

#### **4. DISCUSIÓN**

De entre los edificios en los que concurren los parámetros con los que efectuar la comparativa objeto de estudio, se escoge como muestra representativa por un lado «Inmueble de Renta» sito en el actual número 40 –antiguo número 37– de la calle Reyes Católicos, obra del arquitecto José Felipe Giménez Lacal. Actualmente se encuentra catalogado por Plan Especial del Área Centro con un nivel de protección A2. Se ha podido disponer de planos del proyecto original y del de reforma, redactados ambos por el mismo arquitecto en los años veintinueve y cincuenta del pasado siglo XX, respectivamente<sup>1</sup>.

Para el análisis de la arquitectura fabril, se indagará sobre las técnicas utilizadas en la construcción de la azucarera de la Vega, obra de Giménez Arévalo. En ella se emplean los sistemas más comunes para la construcción de estos ingenios, pudiendo observarse su evolución en posteriores reformas y ampliaciones y con ello las evidentes transferencias hacia la arquitectura residencial del periodo analizado.

##### **4.1 Inmueble de Renta en Calle Reyes Católicos 40**

De este edificio no se sabe con certeza la fecha de su construcción, ya que no se ha podido hallar la licencia de obra original. La fecha que figura en el catastro, corresponde con la reforma efectuada en 1929. El programa de usos del edificio reformado por Giménez Lacal era el siguiente: una vivienda independiente en planta primera y otras dos por cada planta en las tres restantes; un patio de luces situado en la parte central y otros patios interiores para iluminar y ventilar las dependencias interiores como cocinas, baños y comedores; dormitorios y despachos se ubican preferentemente en la crujía de la fachada.

El edificio sobre el que interviene Giménez Lacal responde a los patrones de construcción finisecular: muros de carga y entramados de ladrillo y madera en crujías interiores y fachadas de patinillos, forjados

---

<sup>1</sup> Planimetría original facilitada por Martínez-Ramos, cedida a ella por el ingeniero Miguel Giménez Yanguas, nieto de Francisco Giménez Arévalo y sobrino de José Felipe Giménez Lacal.

de madera y cubierta inclinada de armadura de madera. Los muros de carga, parten de un espesor en el sótano de 65-70 centímetros, reduciéndose progresivamente en 15 centímetros –media asta– en la planta baja y otros 15 centímetros en el resto de plantas superiores.

El proyecto de reforma de edificio incluye alzados, secciones y plantas, tanto de distribución como de estructuras, resultando estas últimas de suma importancia para el análisis constructivo que se aborda (figura 1). Gracias a esta documentación, se puede plantear la hipótesis que se desarrolla a continuación: entre los objetivos de la reforma se proyectó la sustitución de los forjados preexistentes de madera –vulnerables, dado su origen orgánico, tanto a xilófagos y hongos como a su condición de combustibilidad– por otros ejecutados con elementos metálicos para conseguir así, liberar la planta baja para dotarla de un uso comercial.

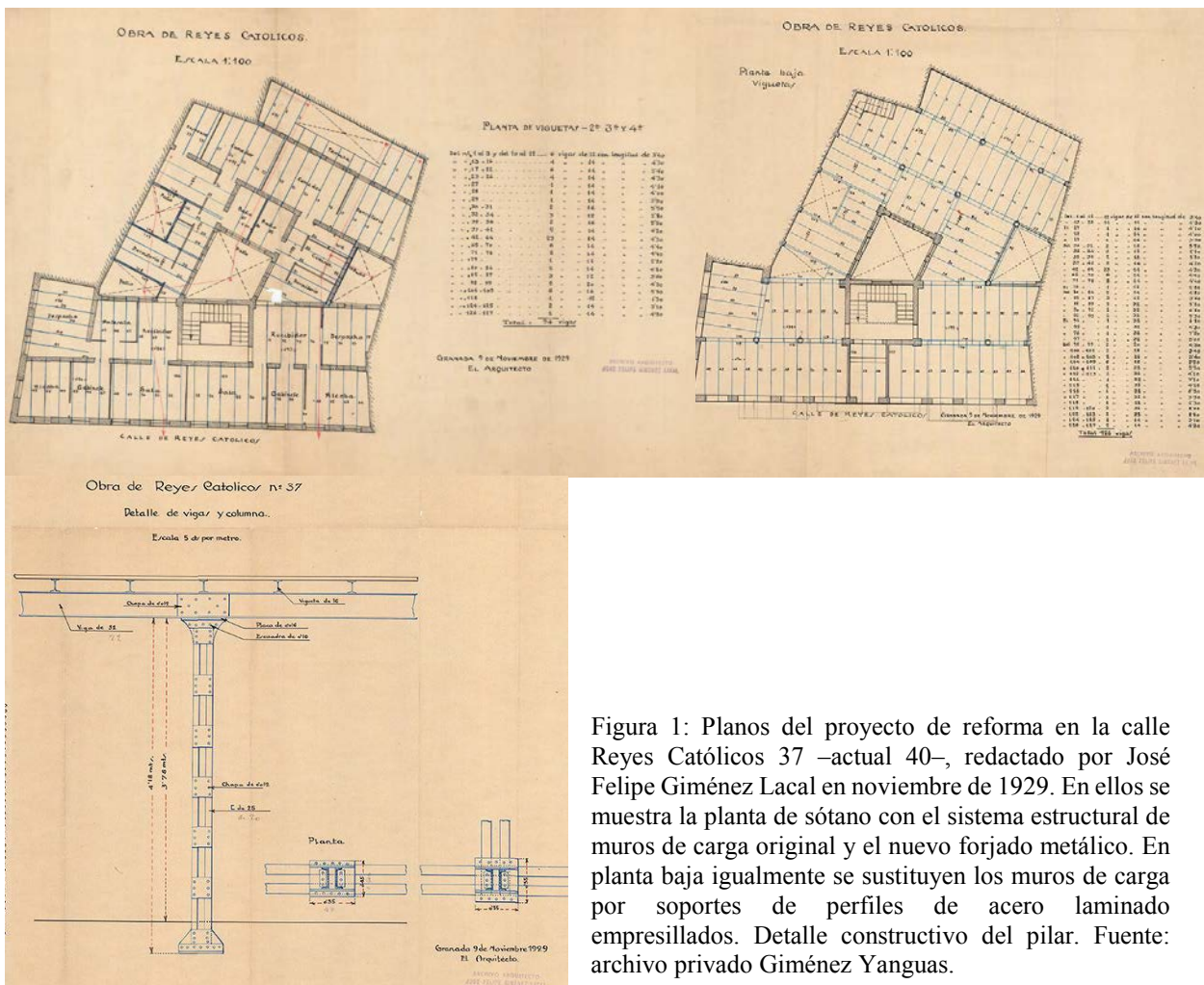


Figura 1: Planos del proyecto de reforma en la calle Reyes Católicos 37 –actual 40–, redactado por José Felipe Giménez Lacal en noviembre de 1929. En ellos se muestra la planta de sótano con el sistema estructural de muros de carga original y el nuevo forjado metálico. En planta baja igualmente se sustituyen los muros de carga por soportes de perfiles de acero laminado empresillados. Detalle constructivo del pilar. Fuente: archivo privado Giménez Yanguas.

La ejecución del sistema estructural horizontal se define con carreras y viguetas de acero, concretamente con perfiles de doble T de ala estrecha sobre los que ejecuta una losa de hormigón armado con similares características a los forjados construidos a principios del siglo XX por Giménez Arévalo, padre de Giménez Lacal. De hecho, este arquitecto utilizaría los prontuarios usados para el cálculo de las estructuras diseñadas por su padre. Este sistema de forjado se emplea en la totalidad de las plantas que componen el edificio, apoyándose sobre los muros de carga existentes (figura 1). Sólomente el forjado de planta baja se apoya en las crujeías interiores sobre soportes de perfiles metálicos empresillados. Esta innovación configura una interesante alternativa pues, la disminución de la sección de los pilares sobre los que discurren las carreras metálicas, propicia espacios diáfanos para el mencionado uso comercial de la planta. La losa de hormigón se refuerza con un entramado metálico colocado en su parte inferior y que en este caso se configura por alambreira.



En cuanto al sistema estructural vertical, los muros de carga estaban ejecutados con fábrica de ladrillo manteniéndose la técnica predominante de la época [5].

Por otro lado, como se ha mencionado, en la planta baja se disponen pies derechos metálicos. Estos estaban compuestos por dos perfiles laminados en U empresillados entre sí (II). Cabe destacar que en construcciones coetáneas y anteriores se empleaban soportes de hierro fundido, generalmente de sección circular hueca, sin embargo, aquí encontramos otra tipología, menos frecuente pero igualmente interesante. Son de especial interés las uniones. En este proyecto concreto, los dos perfiles se unen a una placa de anclaje mediante unas escuadras en forma de L, fijándose mediante roblones o pernos. Los perfiles se ensamblan a la placa tanto en ambas alas como en el alma para garantizar su sujeción y evitar posibles momentos en ambas direcciones. Bajo la placa, se crea una base estable con hormigón para el recalce, y una vez fraguado, ésta se fija con pernos. El espacio comprendido entre ambos perfiles se hormigona en la base para proteger de la corrosión. En el otro extremo, en el capitel del pie derecho, igualmente se ubica una placa sobre los perfiles que se ancla a éstos mediante escuadras. Sobre la placa, se apoyan las vigas pasantes [6]. La cimentación de los pilares consiste en pozos de hormigón calicastro.

Estas técnicas son observadas en los siguientes expedientes de la misma calle:

- Reyes Católicos, nº 22: proyecto en el que sustituyen los soportes de planta baja y principal por apoyos y correas de hierro para conseguir un espacio más diáfano en dichas plantas [7].
- Reyes Católicos, nº 42: proyecto para suprimir el macizo entre ambas puertas de fachada y sustituirlo por dos pies derechos de acero laminado, sobre los que soportar vigas de hierro en tres tramos [8].
- Reyes Católicos, nº 18: proyecto para sustituir una carrera de madera por una viga de hierro [9].

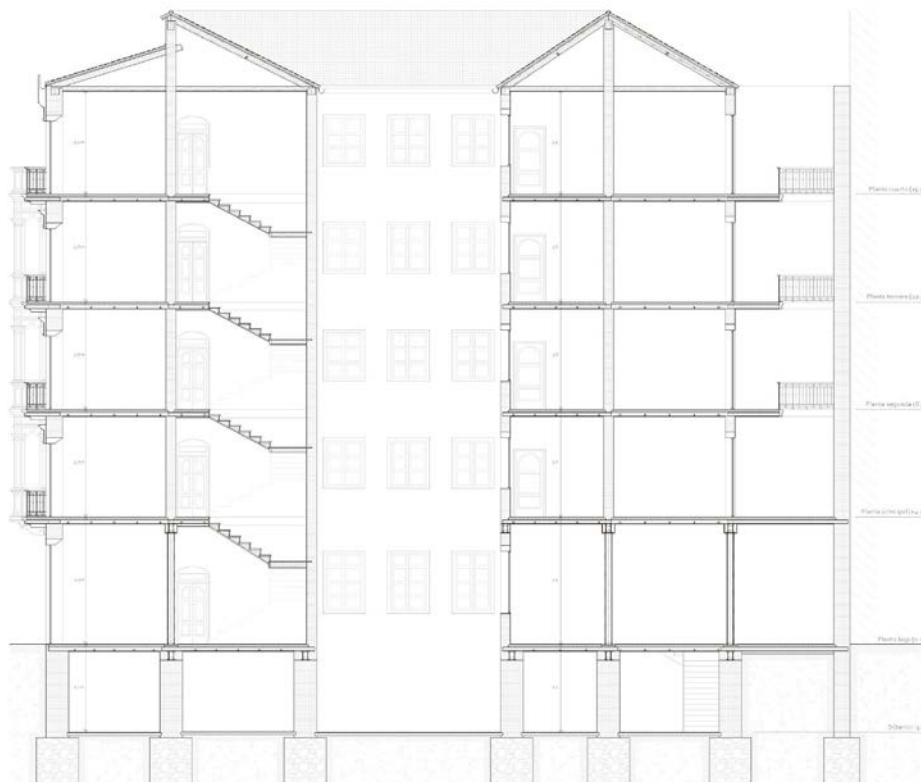


Figura 2: Reconstrucción gráfica de la sección constructiva del proyecto de en la calle Reyes Católicos 37 – actual 40–, redactado por José Felipe Giménez Lacal en noviembre de 1929. Fuente: elaboración propia a partir la reinterpretación de los planos originales (figura 1) y de la toma de datos in situ del edificio.

## 4.2 Azucarera de la Vega

De este ingenio, situado en Atarfe (Granada) junto a la fábrica de cementos la Porla (1903) a los pies de Sierra Elvira, obra del arquitecto Giménez Arévalo, se ha podido contar con información de los planos originales de la compañía Fives-Lille, firmados en 1904. Los datos obtenidos se identifican con las pautas de su caracterización constructiva y que a continuación se extractan:

### Sistema estructural vertical:

Una característica común que comparten la totalidad de las azucareras granadinas es el empleo de muros de carga en fachada. Éstos eran, generalmente, de fábrica de ladrillo, pero en algunas ocasiones se combinaban verdugadas de ladrillo y mampostería. En vanos intermedios se utilizó el pilar metálico de hierro fundido, cuyo uso estaba comúnmente extendido en la construcción de recintos fabriles hasta la década de los años veinte del siglo XX, momento en el que se comenzó a introducir el uso de los perfiles de acero laminados en sustitución de estas columnas.

La azucarera La Vega, también contaba con los mencionados soportes de fundición gris (figura 3), de 2,5 centímetros de espesor y 24 de diámetro. En el caso del almacén de la nave analizada, la altura libre máxima de estos pilares llegaba a los 5,5 metros [10].

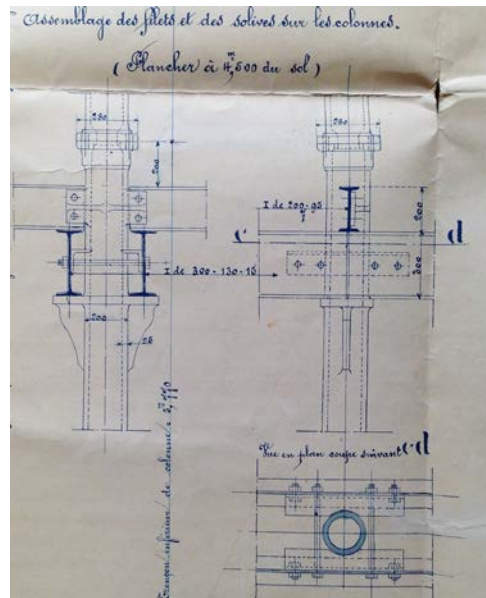


Figura 3: Detalle de los soportes de fundición plasmados en el proyecto de la azucarera La Vega, redactado por Francisco Giménez Arévalo en 1904. Fuente: archivo privado Giménez Yanguas.

Los muros de carga, situados en el perímetro, al igual que en la construcción de edificios de viviendas de renta, se cimentaban sobre zapata corrida de ripios calicestrados, mientras que los pilares se cimentaban sobre una pieza de piedra de Sierra Elvira, la cual apoyaba sobre una cama de cemento bastardo y ésta, a su vez, sobre un pozo también de mampostería [11]. El cambio de tendencia constructiva de los años veinte, extendió el empleo de los perfiles laminados utilizados hasta entonces sólo en vigas, a los soportes. En estos casos se empleaban tanto perfiles doble T, como en U empresillados, este último usado en la ampliación del ingenio de San Isidro. Las uniones de los perfiles y chapas se realizan mediante roblonado. Esta innovación reduce considerablemente el peso de la propia estructura, ya que los pilares de fundición son mucho más pesados, lo que además complicaba enormemente su puesta en obra. Además, la condición frágil de la denominada fundición gris, con alto contenido de carbono, pese a contar con capacidades mecánicas para soportar las solicitaciones transmitidas por las carreras metálicas de los forjados, resultaba más vulnerable que la ductilidad de los pilares empresillados a la hora recibir golpes en las zonas de tránsito de mercancías y maquinaria pesada [12].

### Sistema estructural horizontal:

Inicialmente, en los forjados de los ingenios azucareros, las vigas que los sustentaban eran de madera apoyadas sobre capiteles de transición y éstos sobre las columnas fundición –caso del Ingenio de San Juan o Nuestra Señora del Pilar–. Probablemente fuera la influencia de Giménez Arévalo lo que diera lugar a la sustitución de la madera por el acero, puesto que sería en Santa Juliana, construida en 1890, donde se vieran por primera vez.

Las viguetas, apoyadas sobre las vigas eran también de perfiles de doble T metálicos con un intereje de unos 80 centímetros aproximadamente. El entrevigado se resolvía con bovedillas cerámicas curvas, o «revoltón cerámico». Sobre ellas se disponía una capa de compresión que, entonces, al no contar con armadura metálica, requería un gran canto. Según se ha podido conocer por la planimetría original, la carga con la que se diseñaron estos forjados era de 1.500 kp/m<sup>2</sup>. Más adelante, se produjeron mejoras en este sistema, incorporando un redondo cada 80 o 90 centímetros perpendicular a las viguetas para reducir la sollicitación de momento positivo. Posteriormente, a partir de la incorporación de los entramados metálicos patentados, tales como los forjados tipo Cottancin, las losas de alambreras de la fábrica Rivière o, las de chapa de metal extendido o «metal déployé», las secciones del hormigón se redujeron en algunos casos a los 6 e incluso 4 centímetros en los edificios de viviendas [13].

## 5. CONCLUSIONES

Contrastada la caracterización constructiva de los modelos analizados y consideradas las fechas en las que se comenzaron a introducir las diferentes técnicas estructurales, tanto en los sistemas verticales como en los horizontales, queda demostrado que la hipótesis de que las innovaciones introducidas en la construcción de las fábricas por los arquitectos que participaron tanto en los ingenios azucareros como en la arquitectura residencial, es correcta. La elocuencia de lo afirmado queda patente en las figuras que se aportan a continuación y que, en sí mismas, constituyen la propia conclusión del presente trabajo de investigación. (Figuras 5, 6, 7 y 8).

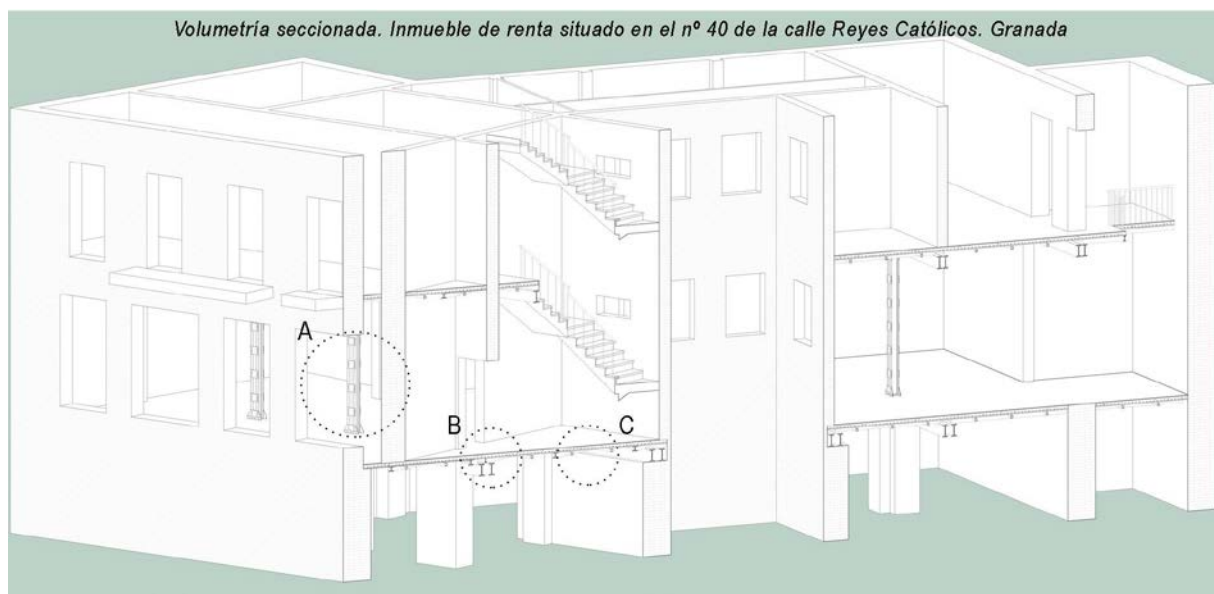


Figura 4: Axonometría del Inmueble de Renta sito en Reyes Católicos 40 –antiguo 37–. Reforma de Giménez Lacal (1929). Ubicación de detalles constructivos de las figuras 5 a 8. Fuente: elaboración propia.



Figura 5: Comparativa del soporte correspondiente del detalle A con referencia a la ampliación de la Azucarera de San Isidro. Caso de pilar conformado por perfiles de acero laminado empesillado. Fuente: elaboración propia.

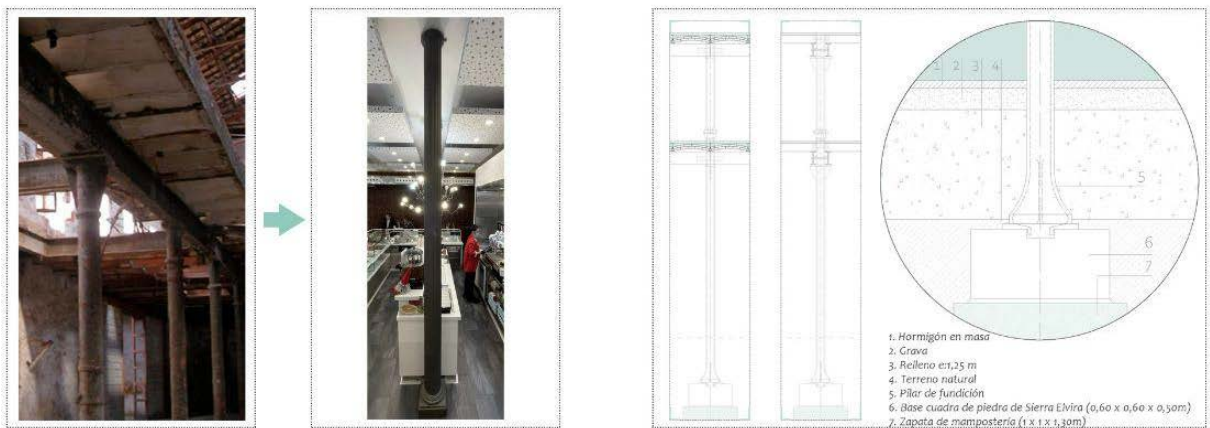


Figura 6: Comparativa del detalle A con referencia a la Azucarera de San Isidro. Caso de columna de fundación gris. Fuente: elaboración propia.



Figura 7: Comparativa del detalle B con referencia a la Azucarera Nuestra Señora del Pilar (Fotografía Beatriz Castilla). Caso de carrera metálica sobre soporte también metálico. Fuente: elaboración propia.



Figura 8: Comparativa del detalle C con referencia a la Azucarera Nuestro Señor de la Salud (Fotografía Beatriz Castilla). Caso de forjado de viguetas metálicas, revoltón cerámico y capa de compresión. Fuente: elaboración propia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Martínez-Ramos R. *Memoria de la construcción de la Gran Vía de Colón de Granada. Reconocimiento y caracterización de sus edificios. Tomo I.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2015: 349.
- [2] Valenzuela A. Las patentes de hormigón armado. Del gran negocio al gran desarrollo tecnológico. Los antecedentes del Movimiento Moderno. *Rita*, n.º 3. 2015.  
[https://doi.org/10.24192/2386-7027\(2015\)\(v3\)\(10\)](https://doi.org/10.24192/2386-7027(2015)(v3)(10)).
- [3] Castillo A. *Sistemas constructivos de la industria azucarera granadina.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2015: 100. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=56447>.
- [4] Castilla B. *Francisco Giménez Arévalo. La introducción en Granada de nuevas tecnologías y su aplicación a procesos constructivos a finales del siglo XIX y principios del XX. Tomo I.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2013: 39.
- [5] *Ibidem*, 91.
- [6] Prontuario Altos Hornos de Vizcaya (1908) en: Martínez-Ramos R. *Memoria de la construcción de la Gran Vía de Colón de Granada. Reconocimiento y caracterización de sus edificios. Tomo III.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2015: 151-180.
- [7] Expediente C.02253.0389 (AHMG, 1930).
- [8] Expediente C.02248.0047 (AHMG, 1927).
- [9] Expediente C.03043.4501 (AHMG, 1936).
- [10] Castillo A. *Sistemas constructivos de la industria azucarera granadina.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2015: 91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=56447>
- [11] *Ibidem*, 94.
- [12] *Ibidem*, 141.
- [13] Martínez-Ramos R. *Memoria de la construcción de la Gran Vía de Colón de Granada. Reconocimiento y caracterización de sus edificios. Tomo I.* Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2015: 163-169.

- [11] A. Rodrigo and F. Monk, “Investigación y Diseño para la Aplicación de Métodos para Evaluar Patologías,” *Revistainvi*, vol. 19, pp. 108–127, 2004.
- [12] J. D. Silvestre and J. De Brito, “Ceramic tiling in building façades: Inspection and pathological characterization using an expert system,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 25, no. 4, pp. 1560–1571, 2011.
- [13] M. J. Carretero-Ayuso and M. T. Pinheiro-Alves, “Classification of the most common pathology processes in foundation slabs: Learning from failures,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 127, no. June, p. 105537, 2021.
- [14] D. Restrepo Isaza, “El control de la construcción y el control urbano en Colombia 2014-2024; retos y oportunidades,” *Rev. Ing. Univ. los Andes*, pp. 90–94, 2014.
- [15] N. Cigüenza, “Conozca cómo es el mapa de los estratos en las grandes ciudades de Colombia,” *La República*. pp. 2–7, 2019.
- [16] C. Cangrejo, H. Cañola, J. Pérez, and A. Builes, “Analysis of pathological injuries from visual inspection of the quality schools in the city of Medellín (Colombia), built between 2004 and 2007,” in *Rehabend 2020*, 2020.

[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

Coordinator:



Co-Organizers:

