





# BUILDING & MANAGEMENT

VOLUME 3 ISSUE 3

---



# BUILDING & MANAGEMENT

SCIENTIFIC e-JOURNAL

VOLUME 3 ISSUE 3

SEPTEMBER - DECEMBER 2019



Escuela Técnica Superior de Edificación  
Universidad Politécnica de Madrid

ISSN: 2530-8157

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN. ETSEM

Avenida de Juan de Herrera, 6, 28040 Madrid

Phone: 913367611

www.edificacion.upm.es

e-mail: bm.edificacion@upm.es

DIGITAL EDITION

www.polired.upm.es

FRONT AND BACK COVERS IMAGES

Refurbishment of residential building  
Calle Montalbán nº 11. Madrid

Construction Builder  
Fernández Molina Obras y Servicios

Architect  
Carlos Miguel González Weil

**BUILDING & MANAGEMENT** is an open access scientific e-journal published every four months that accepts original, high quality and not published manuscripts. The journal scope covers all the phases of the building: project, construction, in-use, maintenance and end-of-life, and comprises a wide range of activities associated with the management of building processes where various agents in the sectors of architecture, engineering and construction participate.

**GESTIÓN EN EDIFICACIÓN** es una publicación científica cuatrimestral en la que se incluyen trabajos originales, de alta calidad, que no hayan sido publicados en otras revistas. Su ámbito abarca todas las fases de proyecto, ejecución, operación, mantenimiento y fin de vida del edificio y comprende un amplio abanico de actividades asociadas a la gestión de los procesos del edificio en las que participan diversos agentes de los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción.

The criteria and opinions expressed in this publication are the sole responsibility of the authors. Copyright and intellectual property rights of published documents belong to their authors, who are responsible of the published material copyright.

Los criterios y opiniones expuestos son responsabilidad exclusiva de los autores. Los derechos de autor y la propiedad intelectual del material publicado pertenecen, así mismo, a sus autores, quienes son responsables de los permisos sobre derechos del material publicado.

## EDITOR - IN - CHIEF / DIRECCIÓN DE REDACCIÓN

Inmaculada Martínez Pérez

Universidad Politécnica de Madrid

## MANAGING EDITOR / SECRETARÍA DE REDACCIÓN

Sonsoles González Rodrigo

Universidad Politécnica de Madrid

## ASSOCIATE EDITORS / COMITÉ EDITORIAL

Patricia Aguilera Benito

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Francisco de Borja Chávarri Caro

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Gregorio García López de la Osa

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Julián García Muñoz

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

María de las Nieves González García

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Carolina Piña Ramírez

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

María Isabel Prieto Barrio

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Mercedes Valiente López

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

## EDITORIAL ADVISORY BOARD / COMITÉ CIENTÍFICO

Antonio Baño Nieva

Universidad de Alcalá, Spain

Roberto Barrios Corpa

Intemac, Spain

Xavier Brioso

Universidad Católica Pontificia de Perú, Lima, Perú

Daniela Brizuela Valenzuela

Universidad Central de Chile, Santiago, Chile

Álvaro Cerezo Ibarrondo

Escuela Vasca EVETU del IVAP, Bizkaia, Spain

Alfonso Cobo Escamilla

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Miguel de Diego Elvira

IDOM, Spain

Luis de Pereda Fernández

Eneres / Instituto Europeo de Innovación, Spain

Emmanuel Dufrasnes

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg/

Ministère de la Culture et de la Communication, France

Grupo SGS, Madrid, Spain

Jesús Esteban Gabriel

ARUP, Spain

Ignacio Fernández Solla

CIEMAT, Spain

José Antonio Ferrer Tevar

Universidad Costa Rica, Costa Rica

George Govaere Vicarioli

Consejo Arquitectos/ Comisión Europea

Helena Granados Menéndez

Dublin Institute of Technology, Ireland

Louis Gunnigan

Universidad de Burgos, Spain

Sara Gutiérrez González

Universidad Central de Chile, Santiago, Chile

Héctor Hernández López

Bialystok University of Technology, Poland

Marta Kosior-Kazberuk

Conspace. Vía Célere, Spain

Sandra Llorente Monleón

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Oscar López Zaldivar

UNE. Asociación Española de Normalización, Spain

Fernando Machicado Martín

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

M<sup>a</sup> Dolores Martínez Aires

Universidad de Granada, Spain

Francisco J. Martínez Montesinos

Universidad Católica de Murcia, Spain

Juan Manuel Medina

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

M<sup>a</sup> del Pilar Mercader Moyano

Universidad de Sevilla, Spain

Trevor Mole

Property Tectonics/Salford University, Manchester, UK

Fernando Moral Andrés

Universidad Nebrija, Madrid, Spain

M<sup>a</sup> Isabel Pérez Millán

Universidad Católica de Murcia, Spain

Rudy Piedra Mena

Universidad Costa Rica, Costa Rica

Carlos J. Pampliega

Project Management Institute Madrid, Spain

Mara Rodríguez Hermida

Instituto Tecnológico de Galicia / BREAM, Spain

Ángel Rodríguez Saiz

Universidad de Burgos, Spain

María Segarra Cañameres

Universidad de Castilla la Mancha, Spain

Begoña Serrano Lanzaarte

Instituto Valenciano de Edificación/

Universidad Politécnica de Valencia, Spain

Acerta, Madrid, Spain

Patricia del Solar Serrano

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Ricardo Tintero Caballero

Universidad de Castilla la Mancha, Spain

Nelia Valverde Gascuña

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Amparo Verdú Vázquez

## SUMMARY

### **EDITORIAL: GESTIÓN DE LAS LICENCIAS**

#### **LICENSE MANAGEMENT**

Patricia Aguilera ..... **4**

## ARTICLES

---

### **DISTANCE & LIGHT INTENSITY SMART LAMP**

#### **DISTANCIA E INTENSIDAD DE LUZ DE LAMPARA INTELIGENTE**

Engerst Yedra Álvarez ..... **7**

### **ELECTRICITY IN HOSPITALS: SOLUTIONS BASED ON ECONOMIES OF SCALE**

#### **ENERGÍA ELÉCTRICA EN HOSPITALES: SOLUCIONES BASADAS EN ECONOMÍAS DE ESCALA**

Gonzalo Sánchez-Barroso, Miguel Gómez-Chaparro, Manuel J. Carretero-Ayuso & Justo García-Sanz-Calcedo ..... **12**

### **NATIONAL SECURITY, THE BASIS OF LABOR OF ARCHITECTURAL DESIGN**

#### **LA SEGURIDAD NACIONAL, BASE DEL TRABAJO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO**

Inmaculada Sanz ..... **17**

### **EVOLUTION OF DRAWING AND SKETCHING WITH THE USE OF ZBRUSH AND THE LIVE BOOLEAN TOOL**

#### **EVOLUCIÓN DEL DIBUJO Y ABOCETADO CON EL USO DE ZBRUSH Y LA HERRAMIENTA BULEANA EN VIVO**

Alfonso Berroya Elosua, Maitane Echevarría Aguirre & David Arteagoitia García ..... **34**

### **WASTE PRODUCTION ON TERRACES WITH PVC SHEETS AND STUDY OF THEIR CO2 EMISSIONS**

#### **PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN AZOTEAS CON LÁMINAS DE PVC Y ESTUDIO DE SUS EMISIONES DE CO2**

Manuel J. Carretero-Ayuso, Justo García-Sanz-Calcedo, Gonzalo Sánchez-Barroso & Miguel Gómez-Chaparro ..... **42**

### **WIND SUCTION RESISTANCE OF INNOVATIVE ROOFING KITS BASED ON CERAMIC TILES. A PRELIMINAR TECHNICAL ASSESSMENT**

#### **RESISTENCIA A LA SUCCIÓN DEL VIENTO DE SISTEMAS INNOVADORES DE TEJADOS CON TEJAS CERÁMICAS. EVALUACIÓN TÉCNICA PRELIMINAR**

Eduardo Lahoz Ruiz ..... **47**

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

---

**56**

---

### **DIGITAL EDITION**

A digital version of this issue is available to readers, accessible and downloadable at <http://polired.upm.es/index.php/bm/issue/archive> of the journal.

Existe a disposición de los lectores una versión digital del presente número, accesible y descargable en: <http://polired.upm.es/index.php/bm/issue/archive> of the journal.

---

# EDITORIAL

BUILDING & MANAGEMENT

SEPTEMBER - DECEMBER 2019

<http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.3.4030>

PATRICIA AGUILERA

## BUILDING & MANAGEMENT

### GESTIÓN DE LAS LICENCIAS

Las grandes empresas que actualmente desean desarrollar un proyecto inmobiliario, de negocio o de expansión de sus actividades, tienen como objetivo prioritario maximizar la eficacia en el tiempo destinado a la inversión, rentabilizando cuanto antes el capital invertido. Este tiempo abarca desde la compra del terreno o inmueble hasta la futura venta de viviendas, naves o locales, o incluso hasta la expansión de sus actividades.

Un punto clave en este periodo es la obtención de las diferentes licencias o permisos de obra y/o actividad, siendo a veces uno de los mayores obstáculos en el desarrollo de una promoción inmobiliaria o en la expansión de una franquicia. Por esta razón muchos empresarios deciden invertir en la compra de un solar o de un local en función de la agilidad y disposición del Ayuntamiento o de la autoridad competente encargada de conceder la autorización o permiso correspondiente para el desarrollo del proyecto futuro.

Desde muchos municipios se llevó a cabo la externalización de determinadas licencias con el objetivo de minimizar los plazos y agilizar los trámites para facilitar el comienzo de las obras. Para ello se crearon entidades colaboradoras con los ayuntamientos, que se encargan del desarrollo de las funciones de verificación y control de los proyectos de obras y/o actividad, suponiendo esto una mejora en los tiempos de tramitación y concesión de autorizaciones. Cada municipio concedió a estas entidades diferentes competencias parciales o totales en función del tipo de trabajo que va a ser aprobado, otorgando autoridad para conceder la viabilidad del proyecto, el cumplimiento de la normativa aplicable, la revisión documental o la comprobación material de las obras ya ejecutadas.

### LICENSE MANAGEMENT

Large companies that currently wish to develop a real estate, business or expansion project of their activities, have as its main goal to maximize the efficiency in the time allocated to the investment, making the capital invested as soon as possible. This time ranges from the purchase of the land or property to the future sale of homes, warehouses or premises, or even to the final expansion of their activities.

A key point in this period is to be granted the different licences or work/activity permits, being sometimes one of the biggest obstacles in the development of a real estate project or in the expansion of a franchise. For this reason, many businessmen decide to invest in the purchase of a plot of land or premises depending on the agility and willingness of the City Council or the competent authority in charge of granting the corresponding authorization or permit for the development of the future project.

From many municipalities, the outsourcing of certain licences was carried out with the objective of minimizing the deadlines and expediting the procedures to facilitate the start of the works. For this, collaborating entities were created alongside with the municipalities, which are responsible for verification process regarding the projects of works and/or activity. This resulted in an improvement in the processing times and authorizations grantings. Each municipality granted these entities different, either partial or total competences depending on the type of work that is going to be approved. Theirs faculties were extended upon granting the viability of the project, com-

Estas entidades nacen, con el mismo objetivo con el que se crearon por ejemplo las Entidades de Inspección y Control Industrial (EICI), a lo que antiguamente llamábamos OCA's (Organismos de Control Autorizados). Siendo entidades autorizadas por las comunidades autónomas correspondientes para llevar a cabo determinadas funciones que hasta su creación venía realizando en exclusiva la Dirección General de Industria, Energía y Minas. Algunos campos reglamentarios que abarcan las EICI's comprenden la puesta en servicio de las diferentes instalaciones (electricidad, protección contra incendios, climatización, gas, petrolíferas, etc).

Por otro lado, diferentes municipios además de llevar a cabo la externalización del trabajo de control, comprobación y revisión de las licencias y autorizaciones, han implantado también la modificación del trámite de concesión de licencia, incluyendo una Declaración Responsable del promotor. Esto conlleva que previa revisión del proyecto y emisión del informe correspondiente por parte de la entidad colaboradora, al registrarse esta Declaración Responsable junto con el informe técnico, el promotor podrá comenzar las obras y el Ayuntamiento ejercerá sus funciones, revisando la documentación sin que por ello se aumenten los tiempos de tramitación de los permisos para el inicio de las obras.

A pesar de todos estos esfuerzos por parte de los distintos organismos públicos, los resultados obtenidos muestran mejoras en los tiempos de obtención de las licencias municipales, pero no llegan a cumplirse los objetivos que se esperan por parte de los promotores o inversores inmobiliarios.

El Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM), en abril de 2019 publicó un informe sobre el estado de la tramitación de las Licencias Municipales en la Comunidad de Madrid, obteniendo entre otras las siguientes conclusiones:

Informe Tramitación Licencias Municipales

link a la página:

<http://www.coam.org/media/Default%20Files/actualidad/noticias/docs/2019/Abril/Informe-licencias%202019.pdf>

Periodos muy prolongados para la obtención de las licencias de obra nueva residencial y para la rehabilitación de edificios, requiriendo de media plazos superiores a doce o dieciocho meses.

La tramitación de licencias a través de ECU's recibe buenas críticas y hay quien apunta que el Ayuntamiento de Madrid debería facultar a las entidades colaboradoras urbanísticas para que pudieran conceder licencias de obra nueva.

Las licencias de actividad sin obras son el tipo de permiso que se conceden con más agilidad en la capital (Madrid)

Para un mejor funcionamiento resultará imprescindible seguir mejorando los plazos de obtención de las licencias, pero todo ello sin menoscabar los derechos de los vecinos y ciudadanos, debido a que en ocasiones esta agilidad en los procedimientos no lleva implícito un control riguroso de comprobación de cumplimiento de la ley.

Según se establece en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas (BOE-A-2015-10565), se define declaración responsable como:

"...el documento suscrito por un interesado en el que éste manifiesta, bajo su responsabilidad, que cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente para obtener el reconocimiento de un derecho o facultad o para su ejercicio, que dispone de la documentación que así lo acredita, que la pondrá a disposición de la Administración

pliance with applicable regulations, documentary review or material verification of works previously executed.

These entities are born with the same objective with which, for example, the Industrial Inspection and Control Entities (EICI) were created, called in the past OCA's (Authorized Control Organizations). They are entities authorized by the Spanish Regional Governments to carry out certain functions that had been carried out exclusively by the General Directorate of Industry, Energy and Mines until its ceation. Some regulatory fields that cover the EICI's include commissioning of the different facilities (electricity, fire protection, air conditioning, gas, oil...).

On the other hand, different municipalities in addition to carrying out the outsourcing of control, verification and review of licenses and authorizations, have also implemented the amendment of the licencing process, including a Responsible Declaration of the promoter. This implies that after reviewing the project and issuing the corresponding report by the collaborating entity, upon registering this Responsible Statement together with the technical report, the developer may begin the works and the City Council will exercise its functions, reviewing the documentation without thereby the processing times of the permits for the start of the works are increased.

In spite of all these efforts by public bodies, the results obtained show improvements in the times of obtaining the municipal licenses, but the objectives that are expected by the developers or real estate investors are not fulfilled.

The Official College of Architects of Madrid (COAM), in April 2019 published a report on the status of the processing of Municipal Licenses in the Community of Madrid, obtaining among others the following conclusions:

Conclusions on the Report on the processing of a local licence

- Very long periods for obtaining new residential building licenses and for the rehabilitation of buildings, requiring more than twelve or eighteen months.

- The processing of licenses through ECU's receives good criticism and there are those who point out that the Madrid City Council should empower urban development entities to grant new construction licenses.

- Activity licenses without works are the type of permit granted with greater easiness in the capital (Madrid).

For a better functioning, it will be essential to continue improving the periods for obtaining licenses, all without undermining the rights of neighbors and citizens, because sometimes this agility in the procedures does not imply a rigorous control of verification of compliance with the law.

As established in Law 39/2015, of October 1, of "Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas (BOE-A-2015-10565)", a declaration of responsibility is defined as:

"... the document signed by an interested party in which he declares, under his responsibility, that he complies with the requirements established in current regulations to obtain re-

cuando le sea requerida, y que se compromete a mantener el cumplimiento de las anteriores obligaciones durante el período de tiempo inherente a dicho reconocimiento o ejercicio”.

Sin embargo, la declaración responsable ha podido ser inveraz o inexacta, o las obras y/o actuaciones realizadas no ajustarse a lo declarado. Es de señalar que el firmante no ve limitada su responsabilidad por su declaración ni la Administración queda liberada de su deber de comprobación material de las obras y/o actuaciones ejecutadas. Pero es cierto que solo algunos ayuntamientos disponen de un plan de inspecciones, en otros por el contrario se realizan mediante muestras aleatorias.

A partir de esto surgen reclamaciones en materia de ruidos, malos olores, barreras arquitectónicas, deber de conservación de inmuebles protegidos, etc algunas de ellas quedan recogidas en el informe anual del 2015 del Defensor del Pueblo.

Informe Defensor del Pueblo, link a la página:

[https://www.defensordelpueblo.es/wp-content/uploads/2016/04/II\\_15\\_Urbanismo.pdf](https://www.defensordelpueblo.es/wp-content/uploads/2016/04/II_15_Urbanismo.pdf)

Por ello desde un órgano superior se deben dar salidas a las problemáticas planteadas para satisfacer los tres vértices que forman este entramado, Administración, propiedad y ciudadanía.

cognition of a right or faculty or for its exercise, which has the documentation that so accredits that it will be made available to the Administration when required, and that it undertakes to maintain compliance with the above obligations for the period of time inherent in said recognition or exercise. ”

However, the declaration of responsibility may have been inventive or inaccurate, or the works and/or actions carried out may not conform to the statement. It should be noted that the signatory is not limited in his responsibility for his declaration nor the Administration is released from its duty of material verification of the works and/or actions carried out. But it is true that only some municipalities have an inspection plan, while on the contrary they are carried out by random samples.

From this, claims arise regarding noise, bad odors, architectural barriers, duty to preserve protected buildings, etc. some of them are included in the 2015 annual report of the Ombudsman.

Ombudsman Report Link: [https://www.defensordelpueblo.es/wp-content/uploads/2016/04/II\\_15\\_Urbanismo.pdf](https://www.defensordelpueblo.es/wp-content/uploads/2016/04/II_15_Urbanismo.pdf)

Therefore, from a higher body, the issues raised must be addressed to satisfy the three areas that form this framework, Administration, property and citizenship.

# Distance & Light Intensity Smart Lamp

## Distancia e intensidad de luz de lampara inteligente

ENGERST YEDRA ÁLVAREZ

Departamento de Tecnología de la Edificación. ETSE Edificación. Grupo Sensores y Actuadores. Universidad Politécnica de Madrid.  
Ingeniero en telecomunicaciones y electrónica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. La Habana. Cuba. [engersty@gmail.com](mailto:engersty@gmail.com)

This work proposes an electronic system which, adapted to a LED lamp, optimizes the use of electrical energy, improves lighting comfort, etc. All this is possible with the programming of an Ultrasonic Distance Sensor (#28015) through an Arduino Nano Rev. 3. This Arduino, connected to actuators, regulates the intensity of the light depending on the distance between the lamp and the work area. In case an object or a human being approaches or moves away from the lamp, the luminous intensity will increase or decrease in relation to the previously established parameters. In order to achieve this objective, the installation of a breadboard of the proposed system is carried out for its subsequent testing and simulation. Several open source software are also used, such as: Arduino, Fritzing, Inkspace, etc. The Arduino is used to program the brain of the operation, that is, the microcontroller in the arduino platform; Fritzing for the digital assembly in breadboard, its schematic and the PCB (Print Circuit Board), all this of the proposed circuit; and Inkspace for the creation of the components that are not available in the Fritzing. This project combines three technologies, which combined, result in a Distance & Light Intensity Smart Lamp.

*LED, Optimization, Distance & Illumination, Fritzing, Arduino*

En este trabajo se propone un sistema electrónico que adaptado a una lámpara LED se obtiene la optimización del uso de la energía eléctrica, la mejora del confort lumínico, etc. Todo esto es posible con la programación de un Sensor Ultrasónico de Distancia (#28015) mediante un Arduino Nano Rev. 3. Este último conectado a actuadores regula la intensidad de la luz en dependencia de la distancia entre la lámpara y el plano de trabajo. En caso de que un objeto y/o ser humano se acerque o aleje de la lámpara, la intensidad lumínica aumentará o disminuirá en con relación a los parámetros previamente establecidos. Para lograr este objetivo se realiza el montaje en un breadboard del sistema propuesto, para su posterior prueba y simulación. Se utilizan además varios softwares, todos open source, tales como: Arduino, Fritzing, Inkspace, etc. El Arduino es utilizado para programar el cerebro de la operación, es decir, el microcontrolador en la plataforma de arduino; Fritzing para el montaje digital en breadboard, su esquemático y el PCB (Print Circuit Board), todo esto del circuito propuesto; e Inkspace para la creación de los componentes que no están disponibles en el Fritzing. Este proyecto combina tres tecnologías, las cuales combinadas, dan como resultado una Distance & Light Intensity Smart Lamp.

*LED, Optimization, Distance & Illumination, Fritzing, Arduino*

### 1. INTRODUCCIÓN

La Domótica (DOMOTICA: DOMO – casa, TIC – Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y A - Automática) es el conjunto y la combinación de técnicas y tecnologías, orientadas a automatizar una vivienda, mediante la integración de los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar y/o comunicaciones. En este trabajo se propone la combinación de tres tecnologías: Arduino, LED y Ultrasonic Distance Sensor. Mediante la combinación de los mismos se busca obtener un dispositivo que integrado a un sistema domótica aportaría al uso eficiente de la energía y al confort lumínico de la vivienda y/o ambiente de trabajo.

Hoy en día hay muchos estudios de las tecnologías que en este trabajo se evalúan y se utilizan en el dispositivo propuesto, de forma individual o en combinación con otras

tecnologías y para otras aplicaciones, pero son escasos los trabajos que combinan esas tecnologías, para el caso concreto que se plantea.

El dispositivo propuesto adecua la intensidad lumínica tomando en cuenta la distancia a la que se encuentre un objeto (plano de trabajo), su aumento o disminución, depende de los parámetros establecidos previamente, dígame distancia y luxes, según los requerimientos de la norma UNE-EN 12464-1:2012 [1].

En este proyecto, los dispositivos más destacados son los LEDs y el Ultrasonic Distance Sensor, siendo el primero el más importante ya que otros sensores podrían ser evaluados y este sería el único elemento constante. Actualmente los LEDs son utilizados en múltiples aplicaciones, siendo una de ellas las señales de tránsito [2] en las cuales se estudia de que forma mejorar la legibilidad y el confort visual en las vías de



nuestras ciudades.

En los medios de transporte también están presentes los LEDs, un ejemplo muy común, son los indicadores de destino equipados en la parte delantera de los autobuses permitiendo a los peatones identificar rápidamente los números de los mismos [3], con el objetivo de mejorar la legibilidad y la visualización óptima de la información que se desplaza a lo largo del display. Otro sistema que pone a prueba la versatilidad de esta tecnología, es la transmisión de códigos de identificación a través de un canal VLC (Visible Light Communication, Canal de Comunicación de Luz), que en conjunto con otras tecnologías, se determinan las posiciones de los vehículos en función de la relación geométrica entre las coordenadas de los LEDs en las imágenes y sus coordenadas del mundo real, que se obtienen a través de los códigos de identificación [4]. El caso anterior se propone como un sistema de posicionamiento, y su rendimiento se examina realizando simulaciones en Matlab®. Una tecnología recurrente en estudios de este tipo es el CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, Semiconductor de Óxido Metálico Complementario) cuyo principio de funcionamiento lleva por nombre “Mecanismo de Obturación Enrollable”, y se utiliza para realizar el reconocimiento de LED-ID (LED-Identificador) mediante posicionamiento de luz [5-6].

En la agricultura también se encuentran los LEDs, donde se estudian los diferentes espectros de luz en la estructura y filosofía de la plata para mejorar la producción de horticultura y la eficiencia energética [7].

La tecnología Light-Emitting Diode tiene además una notable presencia en los estudios de detección química, utilizando el rango entre UV (Ultravioleta) e IR (Infrarrojo) (247-3800 nm, respectivamente) [8], para detectar metales pesados, toxinas y gases tóxicos, nutrientes ambientales, así como productos bioquímicos y compuestos relacionados con riesgos biológicos. Existe también la posibilidad de medir la concentración de polvo atmosférico, mediante nuevos métodos de transmisión de luz con LEDs [9].

Con respecto a los sistemas de iluminación LED, a través de la combinación de sensores de alta resolución ofrecen un gran potencial para un ahorro sustancial de energía [10].

En este trabajo se estudia la combinación de las tecnologías LED, Ultrasonic Distance Sensor y Arduino, buscando así una solución de bajo coste, que mejore la eficiencia energética en los hogares, centros de trabajo, entre otros lugares donde se requiera de un alumbrado durante intervalos de tiempo prolongados.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. MATERIALES

Las herramientas utilizadas en este trabajo son los softwares de Arduino [11], Fritzing [12] e Inkspace [13]. Además de

componentes y materiales que a través de su combinación se obtiene el montaje del dispositivo propuesto para su posterior prueba en laboratorio. Componentes y materiales: breadboard, Arduino Nano Rev. 3, 3 - Diodos LED, 3 - Resistores de 220  $\Omega$ , Ultrasonic Distance Sensor (#28015).

En la figura 1 el Arduino Nano, la plataforma escogida para el diseño del presente trabajo.

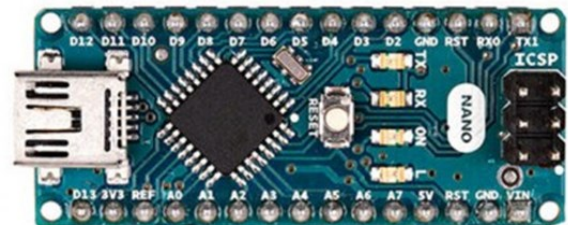


Figure 1: Arduino Nano Rev. 3. Fuente [14].

El Arduino es una plataforma de hardware libre basado en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. En este caso el modelo Nano Rev. 3 tiene en la placa el microcontrolador ATmega328P, siendo este uno de los más versátiles y con mayores capacidades.

El Arduino Nano Rev. 3 es pequeño, completo, y se puede utilizar de una manera fácil en breadboard. Se escoge por ser uno de los más versátiles, económicos y populares en el mercado.

Entre sus características fundamentales se pueden mencionar: alimentación, memoria, programación, entre otras. Con respecto a su alimentación, es través de la conexión USB Mini-B, una fuente de alimentación externa no regulada de 6-20 V o una fuente de alimentación externa regulada de 5 V. La fuente de poder se selecciona automáticamente a la fuente de voltaje más alto.

El ATmega328 tiene 32 KB (también con 2 KB utilizados para el cargador de arranque). Para ATmega328 tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM. La programación se hace con el software Arduino. El ATmega328 en el Arduino Nano viene precargado con un cargador de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo original STK500. También puede omitir el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través del encabezado ICSP (Programación en serie en circuito) utilizando Arduino ISP o similar.

A continuación se presenta una tabla donde resume las características de algunas de las plataformas Arduino más populares en el mercado, con sus especificaciones y propiedades más importantes. En la misma se marca (subrayando el nombre) la plataforma escogida en este trabajo.

Ultrasonic Distance Sensor (#28015), sensor de distancia

| Name          | Processor    | Operating/Input Voltage | CPU Speed | Analog In/Out | Digital IO/PWM | USB     |
|---------------|--------------|-------------------------|-----------|---------------|----------------|---------|
| LilyPad USB   | ATmega32U4   | 3.3 V / 3.8-5 V         | 8 MHz     | 4/0           | 9/4            | Micro   |
| Micro         | ATmega32U4   | 5 V / 7-12 V            | 16 MHz    | 12/0          | 20/7           | Micro   |
| Uno           | ATmega328P   | 5 V / 7-12 V            | 16 MHz    | 6/0           | 14/6           | Regular |
| Due           | ATSAM3X8E    | 3.3 V / 7-12 V          | 84 MHz    | 12/2          | 54/12          | 2 Micro |
| Esplora       | ATmega32U4   | 5 V / 7-12 V            | 16 MHz    | -             | -              | Micro   |
| Leonardo      | ATmega32U4   | 5 V / 7-12 V            | 16 MHz    | 12/0          | 20/7           | Micro   |
| Nano          | ATmega168    | 5 V / 7-9 V             | 16 MHz    | 8/0           | 14/6           | Mini    |
|               | ATmega328P   |                         |           |               |                |         |
| Yún           | ATmega32U4   | 5 V                     | 16 MHz    | 12/0          | 20/7           | Micro   |
|               | AR9331 Linux |                         | 400MHz    |               |                |         |
| Arduino Robot | ATmega32u4   | 5 V                     | 16 MHz    | 6/0           | 20/6           | 1       |

Tabla 1: Comparación entre los Arduino más populares. Fuente [15].

ultrasónico que proporciona mediciones de distancia precisas y sin contacto de aproximadamente 2 cm a 3 m. El “#28015” hace referencia al número de parte de la compañía que produce este tipo de sensores, la cual lleva por nombre Parallax Inc. Es muy fácil de conectar a los microcontroladores y en las plataformas de Arduino, requiriendo solo un pin de E/S (Entrada/Salida).

El sensor funciona transmitiendo una ráfaga ultrasónica (muy por encima del rango de audición humana) y proporcionando un impulso de salida que corresponde al tiempo requerido para que la ráfaga de eco regrese al sensor. Al medir el ancho del pulso de eco, la distancia al objetivo se puede calcular fácilmente.



Figure 2: Ultrasonic Distance Sensor. Fuente [16].

A continuación en la figura 3 se muestra gráficamente de que forma trabaja el sensor cuando es colocado frente a un objeto.

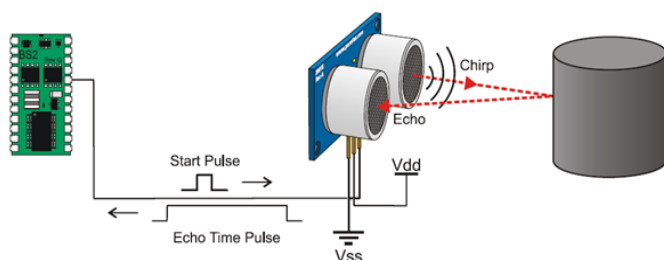


Figure 3: Funcionamiento del Ultrasonic Distance Sensor. Fuente [16].

Entre sus características principales se pueden mencionar: tensión y corriente de alimentación de +5 VDC y 35 mA (como máximo) respectivamente; comunicación mediante pulso TTL positivo; paquete SIP de 3 pines, con una separación de 0.1 pulgadas; con una temperatura de operación de 0 - 70 ° C; con una tamaño de altura - 22 mm, ancho - 46 mm y profundidad - 16 mm; y un peso de 9 g.

Los LEDs (Light-Emitting Diode, Diodo de Emisión de Luz) son componente electrónicos de estado sólido que producen luz de una corriente eléctrica.

A diferencia de una bombilla de luz incandescente que conduce la electricidad en dos direcciones, un LED, al ser un diodo, conduce la electricidad en una sola dirección. Para limitar la corriente y proteger el diodo es necesario añadir resistores al circuito, en una conexión serie, entre el ánodo de los LEDs y la señal 5 V que se emite desde el Arduino, en este caso a través de D10, D11 y D12.

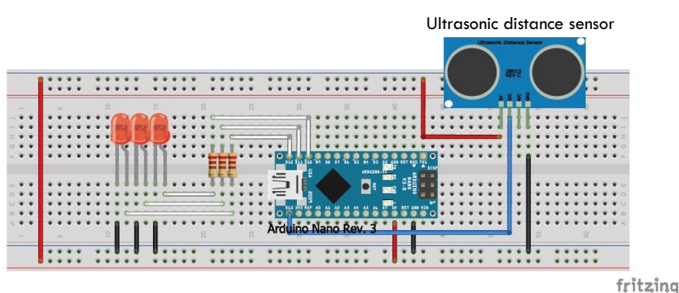
El diodo LED bloquea cualquier flujo de corriente en esa dirección cátodo - ánodo y no produce luz. En la conexión directa, el cátodo tiene un voltaje negativo y el ánodo tiene voltaje positivo. El ánodo se conecta a uno de los terminales de la resistencia y el otro terminal de la resistencia al positivo de la fuente de alimentación, el terminal del cátodo del LED al negativo de la fuente de alimentación. En este caso en concreto se utilizan resistores de 220  $\Omega$ , ya que es el más utilizado y recomendado por Arduino [17].

Los programas que se utilizan en este trabajo con tres: Arduino, Fritzing e Inkspace. Todos open source. El software de Arduino se utiliza para programar la plataforma de Arduino Nano Rev. 3; el Fritzing para el diseño y montaje de forma virtual, el cual genera de forma automática los esquemáticos y el Print Circuit Board y el Inkspace sirve para crear componentes que no existen en el Fritzing, en este caso el componente creado en este último programa fue el Ultrasonic Distance Sensor.

## 2.2. DISEÑO Y ENSAMBLAJE

El diseño del circuito se realiza de forma virtual en el programa Fritzing, el cual ofrece un ambiente de trabajo fácil de utilizar y semejante al que posteriormente se hará de forma real en el laboratorio, además genera de forma automática el esquema del circuito montado en el breadboard, tal y como se verá a continuación. (Ver figuras 4 y 5).

En la figura 4 se muestra el montaje que se realiza de forma virtual en el programa Fritzing, el cual guarda similitud con el circuito que luego se elabora en el laboratorio, y así tener un mejor entendimiento de los elementos que lo conforman en ambas representaciones, virtual y real.



Luego a partir de este diseño se genera de manera automática el esquema del circuito el cual será mostrado en la figura a continuación.

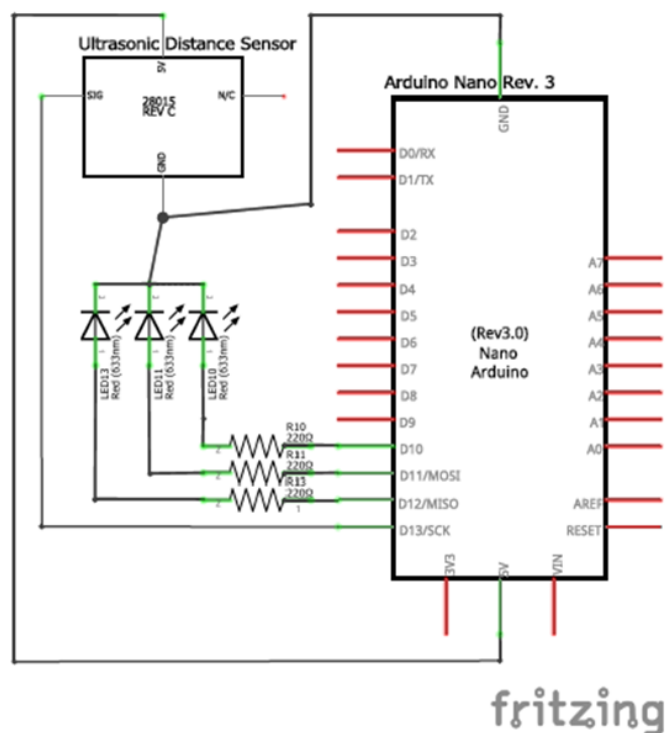


Figura 5: Esquema generado por software Fritzing del circuito. Fuente: elaboración propia.

La figura 5 representa el esquemático del circuito de la figura 4, generado automáticamente por el programa Fritzing, en el cual se visualiza de forma clara los pines asignados a cada

diodo LED, que son D10, D11 y D12 del Arduino Nano Rev. 3 conectados al LED10, LED11 y LED13, respectivamente. Siendo el pin D13 mediante el cual el Arduino se comunica con el sensor Ultrasónico de distancia.

Se procede el montaje del circuito de forma física para el análisis y pruebas de laboratorio.

En la figura 6 se muestra el circuito realizado para el análisis y las pruebas de laboratorio. En la imagen se nombran los componentes más importantes que son el Arduino y el sensor Ultrasónico.

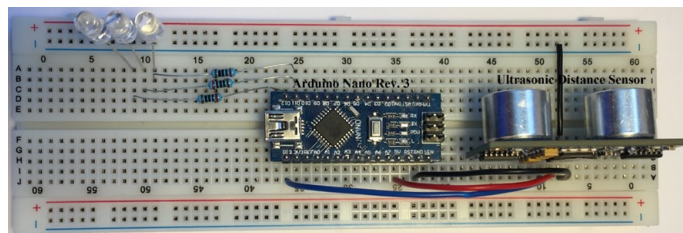


Figura 6: Montaje en laboratorio del circuito. Fuente del autor.

Después de programar el Arduino el funcionamiento es simple y parte de la idea de regular la intensidad de la luz (un LED encendido menor intensidad de luz y los tres encendidos mayor intensidad) con respecto a la distancia a la que se encuentre el sensor el plano de trabajo.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las pruebas realizadas en laboratorio de la combinación de tres tecnologías: Arduino, Ultrasonic Distance Sensor y LED, se obtiene como resultado la disminución y/o aumento de intensidad lumínica en dependencia de la distancia a la que se encuentre un objeto y del sistema. Esto se logra mediante la utilización de tres LEDs, los cuales se van encendiendo y apagando, aumento y disminución respectivamente de la intensidad de luz.

Este trabajo propone la incorporación de este circuito en lámparas LED para uso sobre las mesas y/o planos de trabajo, las cuales tienen la particularidad de ser desplazables hacia abajo o hacia arriba en dependencia de las necesidades del usuario, por ejemplo un Arquitecto. En el momento de dibujar, en caso de la mesa ser desplazada la lámpara aumentara o disminuirá la intensidad de la luz con relación a la distancia que se encuentre el plano de trabajo. Así el usuario tendrá la misma intensidad lumínica y por tanto confort visual. Además de tener ahorro energético, se evita el deslumbramiento.

## 4. CONCLUSIÓN

Después del montaje y la prueba en el laboratorio del dispositivo propuesto se demuestra su funcionamiento mediante el encendido de varios LEDs, a partir del encendido

de los mismos en dependencia de la distancia a la cual este el plano de trabajo de la lámpara a la que se adecua el dispositivo propuesto. Este dispositivo aumenta así la ergonomía de trabajo para los profesionales del sector de la edificación y obra civil.

El equipo implementado simula el comportamiento de los diferentes anillos de luz que permitirían regular la intensidad luminica de una determinada estancia de trabajo. Otra posible aplicación de este sistema es la regulación y control de luminarias en pasillos y zonas habitables, controlando la cantidad de luxes volcados en función de la posición de la persona y su distancia a los focos de luz. Este control del consumo e intensidad permite obtener un mayor ahorro energético y una mayor optimización de los recursos dentro de la vivienda.

Se propone el encapsulado del sistema completo, utilizando componentes SMD (Surface Mounted Device) en el circuito, para así optimizar el espacio que ocuparía el dispositivo propuesto en la lámpara. Este encapsulado podría realizarse con ayuda de impresión 3D, previo diseño del mismo mediante alguna herramienta de software tales como FreeCAD 3D o Solid Works, abaratando los costes de manufactura y personalizando el prototipo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Informes técnicos:

- [1] UNE-EN 12464-1:2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo.

Artículos de revistas científicas:

- [2] Lee, Ted Liang-tai, and Yi-Chun Chen. "Construction and Optimization of Through-Hole LED Models for Use in Designing Traffic Signboards." *Crystals* 9.2 (2019): 96.
- [3] Wu, Chih-Fu, et al. "Legibility of Light-Emitting Diode Destination Indicators Mounted on the Front of Public Buses." *Symmetry* 11.1 (2019): 42.
- [4] Do TH, Yoo M. Visible light communication based vehicle positioning using LED street light and rolling shutter CMOS sensors. *Optics Communications*. 2018 Jan 15;407:112-26.
- [5] Wu Y, Guan W, Zhang X, Huang M, Cao J. Visible light positioning system based on CMOS image sensor using particle filter tracking and detecting algorithm. *Optics Communications*. 2019 Aug 1;444:9-20.
- [6] Ji Y, Xiao C, Gao J, Ni J, Cheng H, Zhang P, Sun G. A single LED lamp positioning system based on CMOS camera and visible light communication. *Optics Communications*. 2019 Jul 15;443:48-54.
- [7] Hitz T, Henke M, Graeff-Hönninger S, Munz S. Three-dimensional simulation of light spectrum and intensity within an LED growth chamber. *Computers and electronics in agriculture*. 2019 Jan 1;156:540-8.
- [8] Yeh P, Yeh N, Lee CH, Ding TJ. Applications of LEDs in optical sensors and chemical sensing device for detection of biochemicals, heavy metals, and

environmental nutrients. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017 Aug 1;75:461-8.

- [9] Li H, Sang X. LED array light source illuminance distribution and photoelectric detection performance analysis in dust concentration testing system. *Sensors and Actuators A: Physical*. 2018 Mar 1;271:111-7.
- [10] Dikel EE, Newsham GR, Xue H, Valdés JJ. Potential energy savings from high-resolution sensor controls for LED lighting. *Energy and Buildings*. 2018 Jan 1;158:43-53.

Páginas web:

- [10] <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, 2019. Visitada en Abril, 2019.
- [11] <http://fritzing.org/home/>, 2016. Visitada en Abril, 2019.
- [12] <https://inkscape.org/>, 2019. Visitada en Abril, 2019.
- [13] <https://store.arduino.cc/>, 2019. Visitada en Abril, 2019.
- [14] <https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>, 2019. Visitada en Abril, 2019.

---

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.



# Electricity in hospitals: solutions based on economies of scale

## Energía eléctrica en hospitales: soluciones basadas en economías de escala

**GONZALO SÁNCHEZ-BARROSO**

Ms C, University of Extremadura, Av. Elvas s/n, 06005 Badajoz (Spain);  
gsanchezbmoreno@gmail.com

**MIGUEL GÓMEZ-CHAPARRO**

M.Sc., HM Hospitales: Pza. Conde Valle Suchil 2, 28015 Madrid (Spain);  
mgomezchaparro@hmhospitales.com

**MANUEL J. CARRETERO-AYUSO**

Ph.D. University of Extremadura: Avda. Elvas s/n, 06005 Badajoz (Spain);  
carreteroayuso@yahoo.es

**JUSTO GARCÍA-SANZ-CALCEDO**

Ph.D. University of Extremadura: Avda. Elvas s/n, 06005 Badajoz (Spain);  
jgsanz@unex.es

Due to the characteristics of the operation of a hospital, their demand for supplies and the need for uninterruptibility, hospital becomes an energy-intensive building. Currently, energy policies of building operation are based on strategies of energy saving and efficiency. In order to carry them out, it is necessary to get information about the consumption profile of the target building and make decisions based on it. The aim of this work is to analyse the different options for contracting an electricity supply for large consumers, such as hospitals, in an attempt to achieve the greatest savings in energy costs. The possibilities of managing the purchase of energy from these large consumers were discussed and analysed. It was concluded that there is a wide range of contracting possibilities beyond the traditional ones (fixed or indexed contract). It also highlighted the need for qualified personnel to assume the responsibility of studying the different modalities of purchase since it will provide an enormous benefit to hospital management.

*Healthcare Engineering; Electrical energy; Hospital management.*

Debido a las características del funcionamiento de un hospital, su demanda de suministros y la necesidad de ininterrumpibilidad del mismo, el hospital se convierte en un edificio energéticamente intensivo. En la actualidad, las políticas energéticas de explotación de edificio se basan en estrategias de ahorro y eficiencia energética. Para poder llevarlas a cabo, es necesario disponer de la información acerca del perfil de consumo del edificio objetivo y tomar decisiones en base a ello. El objetivo de este trabajo es analizar las diferentes opciones de contratación del suministro eléctrico para grandes consumidores, como hospitales, presenten el mayor ahorro de costes energéticos. Se discutieron y analizaron las posibilidades de gestión de la compra de energía a estos grandes consumidores. Se destacó como principal conclusión el amplio abanico de posibilidades de contratación más allá de los tradicionales (contrato fijo o indexado). Asimismo, se destacó la necesidad de disponer de personal capacitado para asumir la responsabilidad de estudiar las diferentes modalidades de compra puesto que aportará un enorme beneficio a la gestión hospitalaria.

*Ingeniería Hospitalaria; Energía eléctrica; Gestión Hospitalaria.*

### 1. INTRODUCTION

The current technological level associated with the daily activity of a hospital demands an enormous amount of electrical energy to meet medical and comfort needs. Hospitals are very energy-intensive buildings operating uninterruptedly 24 hours a day, 365 days a year [1].

In addition, they have a continuous need for availability of supplies, medical equipment, special requirements for air conditioning and air quality and disease control, which makes their energy intensity superior to other buildings in the tertiary

sector [2]. In 2017, the electricity energy consumption of Spanish hospitals amounted to 419 ktoe, representing 6.71% of the total consumed by the service sector [3].

Quantifying the costs incurred during the life cycle of a building, it is summarized that: 5% correspond to the project phase, 20% to the construction phase, 65% to maintenance and operation and the remaining 10% to rehabilitation or demolition [4]. Hospitals are energy-intensive during operation, so they will have a higher percentage of costs during this phase.

Although it is expected that in the near future this demand will

be met with renewable energy sources, the generation of electricity from fossil fuels still prevails. For this reason, the policy strategies of developed countries aim to reduce the environmental impact of energy production [5].

According to the objectives of the Building Energy Efficiency Directive (2012/27/EU), 2020 is established as the deadline for the implementation of the so-called Nearly Zero Energy Buildings (nZEB). Newly constructed buildings in public ownership, including hospitals and health centres, must have almost zero energy consumption after 31 December 2018 [6]. However, energy thresholds have not been defined specifically for hospitals [7]. Hospital management through Healthcare Engineering is focused on energy and environmental efficiency and therefore becomes an effective tool in this regard [8].

In Spain, since energy consumption is recorded as ktoe, electricity consumption correlated with gross domestic product (GDP) until 2014. Since that year, GDP has grown by 13% and electricity consumption by 4.6% [9]. Nowadays, GDP and electricity consumption do not maintain the same proportion of growth. It can therefore be concluded that consumers have opted for energy saving and efficiency measures [10].

Annual electricity demand in Spain has increased by 10 TWh from 2014 to 2018, representing an increase of 4.12%. However, the installed capacity of renewable energy maintains their contribution of around 50% of the net generation structure since 2014 [11]. A building that requires a 1-36 kV supply with a contracted power greater than 450 kW is considered a large consumer in the electric power context. Large Spanish consumers demand 12% (~30 TWh) of the total [12].

Analysing the general energy consumption of a building allows managers to have useful information for making decisions regarding the contracting of supply services, and to study the options of electrical contracting in particular. This is the reason why it is useful to make this audit effort.

García Sanz-Calcedo [13] analysed and quantified the energy performance of 55 health centres in Extremadura (Spain) in order to estimate the possibilities of savings through the use of specific measures to reduce their energy demand. The average annual consumption was 86.01 kWh/m<sup>2</sup>, with a standard deviation of 16.8 kWh/m<sup>2</sup>. The results show that a potential annual saving of 4.77 €/m<sup>2</sup> can be achieved.

Bakaimis y Papanikolaou [14] estimated a 45% reduction in the electricity consumption of a hospital in Greece resulting from the implementation of energy policies and proposing an investment in photovoltaic panels and the change from current lighting technology to LEDs.

The installation of renewable energy sources in large hospitals should broaden their share of the energy mix by favouring distributed generation. The proximity between generation and

consumption is key to reducing transport losses and, consequently, minimising transport taxes. Although this style of decentralized management would greatly benefit large consumers [15], there are a number of technical, economic, regulatory and environmental obstacles that prevent it [16].

Ferreira Silva, Kopp and da Costa Guida [17] evaluated the aspects related to the evolution towards the integration of photovoltaic solar energy in Brazil's centralized generation system, in view of the country's potential in terms of irradiation. They highlighted the role of R&D and the benefits derived from favorable energy policies to ensure their integration.

García Sanz-Calcedo et al. [18] carried out an analysis of the annual electricity consumption of 13 Spanish hospitals between 2008 and 2017 with the aim of determining consumption indicators based on the hospital activity carried out in each hospital. The results showed a high correlation between average annual energy consumption and the annual number of discharges, number of emergency actions and number of hospital stays.

Analyses of historical consumption are a useful tool for optimising energy expenditure in the future; however, tools based on fuzzy logic are being developed to seek the lowest cost of purchasing energy in the electricity market taking into account all the regulatory conditions that govern it [19].

The aim of this work is to analyse the different options for contracting electricity supplies for large consumers, such as hospitals, so that they offer the greatest savings in energy costs. This work will be useful for hospital managers, opening up the possibility of analysing little-known electricity supply options.

## 2. METHODOLOGY

A compilation and study were carried out of the technical-economic conditions required by each of the contracting options offered by distribution companies to large consumers, such as hospitals, in Spain, and their implications for hospital management.

The study of supply contract options took into account the existence of associated risks. The risk can be classified into two types according to its relationship with the consumer himself or with the electricity market.

On the consumer side, the risk is related to energy demand and the accuracy of forecasts. The energy demand of a building defines its consumption profile, but it is influenced by seasonality (monthly, seasonal, etc.), which opens the door to uninterruptibility as a mechanism for active demand management. The accuracy of the forecasts minimizes the penalty that a deviation in forecasts implies, either because they force a consumer to go to the electricity market to purchase the energy or because surpluses are produced after

exploitation.

On the electricity market side, the risk is related to the volatility of the daily energy price and the generation profile according to technologies. The price of energy is determined by the result of the daily matching that takes place in the daily and intraday electricity market, which, in turn, is mainly conditioned by weather conditions and the price of the fuels used in generation. The generator profile differs according to the technologies used in generation, being a problem the randomness of those renewable technologies (hydraulic and wind) in comparison with the combined cycle plants (clearly defined).

The established procedure begins with the consumer, in this case the hospital, with the intention of achieving an increase in the energy efficiency of its system. The way to reach this improvement is usually by investing in new, more efficient technology. However, another path that led to such an end was followed in this work. An energy management from the point of view of contracting electricity supply was proposed. In this way, the risk of the investment and the operating cost of the building is reduced. The result is a consequent optimization of energy consumption that allows financing technological improvements.

The monetary savings resulting from the elaboration of energy efficiency and savings strategies, or from the optimization of the electricity contract, were not treated as a benefit but as an economic source to finance investments in renewable technologies or to improve energy efficiency, as results of producing savings in operating costs.

Consequently, energy efficiency was understood not only from the point of view of minimising consumption, but also from the economic point of view, with efficiency being understood as the savings generated by the correct management and contracting of the electricity supply.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The first option that is shuffled is through a marketer. The seller is an intermediary agent between the electricity market and the end user. They buy energy as wholesalers and sell it to the consumer by billing each customer individually. This option allows two types of contract: fixed price or indexed price.

On the first place, the fixed price modality transfers a large part of the risk to the marketer since the price is agreed with the client. Traders include a risk premium in the agreed price depending on the volatility of the energy price. This modality implies that the hospital would pay the same price for the electricity supply regardless of its consumption. On the second place, in the indexed price option, the risk is transferred to the client. In this case, the energy price is in line with the market price. This price includes a set part (transport costs, energy and power tolls and applicable taxes, included), which must

be paid regardless power delivery, and a variable part (energy price), that will change according to consumption. In this case, the price to be paid for the hospital will be given by the Equation (1):

$$P = F + Q \cdot c \quad (1)$$

Where: P is the price of bill in EUR, F is the fixed part price in EUR, Q is amount of energy consumed in MWh, and c is associated price to the indexed market.

Figure 1 shows the temporal evolution of the cost incurred by the hospital complex throughout the year.

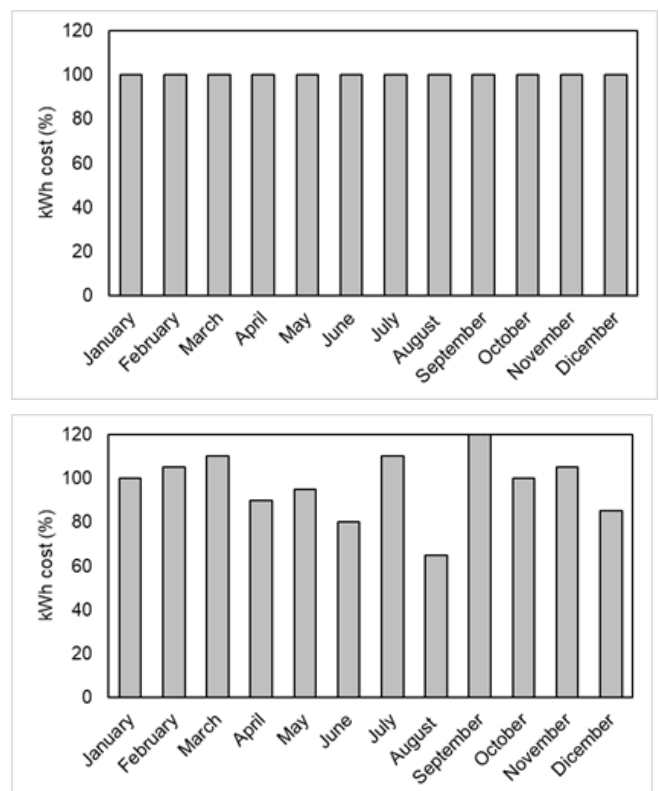


Figure 1. Evolution of the cost of energy throughout the year according to fixed price (left) or indexed price (right).

The second option available to large consumers is coverage. This option is proposed in order to reduce the influence of the daily price volatility. For this purpose, an energy exchange price is proposed for a certain period of time. At the end of this period, the differences between the agreed price and the settlement price are calculated. This is the most complex option and can be carried out through a swap or through a power purchase agreement (PPA).

The energy cost acquired in the market results from the sum of the product of the energy acquired by the hour and its price fixed in the daily market (DMP), which is expressed in the Equation (2):

$$C = \sum_{h=1}^N E \cdot DMP \quad (2)$$

Where:  $C$  is energy cost expressed in EUR,  $E$  is energy acquired expressed in MWh, and  $DMP$  is the daily market price of the energy expressed in EUR/MWh.

On the one hand, swap is a funding option as the contracting parties exchange a variable energy price for a fixed one. In this case, a hospital would receive a certain volume of variable-cost energy for a period of time in exchange for a fixed price. The fixed price is determined based on predictions based on current future prices. Therefore, a cost balance showed in Equation (3) is carried out to satisfy the deficit part at the end of the period. Through swap there is a less significant variation in the cost to the consumer in the face of large variations in the daily price. It also implies a risk relative to forecasts, since it implies a penalty if the consumption is overcovered or undercovered.

$$SWAP = e_{SWAP} \cdot \sum_{h=1}^N [DMP - c_{SWAP}] \quad (3)$$

Where:  $SWAP$  is expressed in EUR,  $e_{SWAP}$  is energy expressed in MW,  $DPM$  is expressed in EUR/MWh, and  $c_{SWAP}$  is expressed in EUR/MWh.

On the other hand, PPA coverage is specific to long-term contracts ( $> 5$  years). This option has an eminent financial nature and is being used as a guarantee for financing energy generating plants from renewable sources.

It provides long-term certainty for both the generator and the consumer. Through this contract, a seller can secure the income of a certain economic amount to, generally, finance its generating plant and a buyer assures the cost of supply during the time of the contract. As in the case of  $SWAP$ , defining an expected generation-consumption scenario will be the most beneficial for the hospital manager. This central scenario is defined with a tolerance range. A cost calculation criterion is established for consumption scenarios that are not contemplated.

Becoming a direct consumer offers the possibility of going directly to the daily market to purchase energy according to your consumption forecast. In this way, the consumer pays the energy at the agreed price plus the costs of the system. It is an opportunity to reduce costs if healthcare engineers dispose an adequate consumption forecast, thus avoiding penalties for detours. Not having to participate in other costs of the system (such as efficiency, social bonus, etc.) is the great advantage of this modality. This can translate into a saving of 1 EUR/MWh compared to contracts made through a sales company. In contrast, there are disadvantages, for example: a direct consumer must present guarantees to the electricity system operator, and their annual consumption must be more than 4 GWh. Within this option, serious modalities are presented, such as not having a representative, have a representative in its own name or in someone else's name.

A consumer association option allows a group of consumers to add their consumption and resources. As advantages, firstly, we can highlight association makes to reach the minimum annual consumption possible. Secondly, the group can negotiate a greater volume of energy in order to obtain prices that are more competitive. The main disadvantage is again the justification of guarantees before the system operator.

On the one hand, integration of the architectural design and the building installations is proposed as an option that can generate an almost zero energy building, however, are strategic decisions taken before the construction of the same [20]. On the other hand, the prediction of energy consumption is a complementary tool for making supply decisions and developing energy efficiency measures, so there are works that apply artificial intelligence to the prediction of energy consumption [21, 22]. In order to reduce carbon footprint derived, efforts should be made to promote in the process of contracting electricity supply that most of them come from renewable sources, such as photovoltaic or wind [23], including environmental clauses in the contracting process [24].

#### 4. CONCLUSIONS

The possibilities of managing the purchase of energy have been presented to large consumers, such as hospitals. To have personnel qualified to assume the responsibility of studying the different modalities of purchase that the traditional fixed contract or indexed with a marketing company will bring an enormous benefit to the hospital management.

The very specific tools, such as coverages, which are very unknown to hospital managers, are really interesting in order to reduce risk by guaranteeing a steady cost of energy. The possibility of becoming a direct consumer is an advantageous option in terms of the reduction of tax burdens that involves.

#### 5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the European Social Fund and the University of Extremadura for supporting this research work. This study has been carried out through the GR-18029 research project linked to the VI Regional Plan for Research, Technological Development and Innovation of the Autonomous Community of Extremadura 2017-2020.

#### 6. REFERENCES

- [1] J. W. Bujak, «Production of waste energy and heat in hospital facilities,» *Energy*, vol. 91, pp. 350-362, 2015.
- [2] Singer, Brett C. «Hospital Energy Benchmarking Guidance-Version 1.0», Berkeley, CA, 2009.
- [3] Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético, Informe anual de consumos energéticos (2015).



- [4] J. García Sanz-Calcedo, *Mantenimiento eficiente de edificios*, Agencia Extremeña de la Energía, 2014.
- [5] Secretaría de Estado de Comercio e Industria, «Libro blanco de la energía: nuestro futuro energético», Reino Unido, 2003.
- [6] Real Decreto 564/2017 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- [7] H.A. Sleiman, S. Hempel, R. Traversari, S. Bruinenberg. «An assisted workflow for the early design of nearly zero emission healthcare buildings,» *Energies*, vol. 10, no. 7, p. 993, 2017.
- [8] Chyu, Austin, Calisir, et al., «Healthcare engineering defined: a white paper,» *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 6, no. 4, pp. 635–648, 2015.
- [9] AleaSoft, «Informe sobre eficiencia energética y crisis económica,» España, 2019.
- [10] J.M Yusta Loyo, *Contratación del suministro eléctrico*, Madrid, España: Ediciones Paraninfo, SA, 2013.
- [11] Red Eléctrica de España, «Las energías renovables en el sistema eléctrico español», España, 2018.
- [12] F. Soto Martos, *Sistema eléctrico y competitividad de los grandes consumidores industriales*, España, 2014.
- [13] J. García Sanz-Calcedo, «Analysis on Energy Efficiency in Healthcare Buildings,» *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 5, no. 3, pp. 361-374, 2014.
- [14] B. Bakaimis and I. Papanikolaou, «Electrical Energy Saving Policies, Initiatives, Results, Challenges and Lessons Learned for the Grevena Hospital,» *Procedia Environmental Sciences*, vol. 38, pp. 882-889, 2017.
- [15] J.G. Asbury and S.B. Webb, *Centralizing or decentralizing? The impact of decentralized electric generation*, Argonne National Lab., IL (USA), 1979.
- [16] J. Martin, «Distributed vs. Centralized electricity generation: are we witnessing a change of paradigm. An introduction to distributed generation,» 2009.
- [17] M. Ferreira Silva, K. Kopp, E. da Costa Guida, «Panorama da Energia Solar Fotovoltaica Centralizada no Sistema Elétrico Brasileiro: Evolução, Desafios e Tendências,» *Programa de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO*, 2016.
- [18] J. García Sanz-Calcedo, M. Gómez-Chaparro, and G. Sánchez-Barroso, «Electrical and thermal energy in private hospitals: Consumption indicators focused on healthcare activity,» *Sustainable Cities and Society*, vol. 47, p. 101482, 2019.
- [19] F.C.F Rodrigues, C.L.T. Borges, e D.M Falcão, «Programação da contratação de energia considerando geração distribuída e incertezas na previsão de demanda, *Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica*, vol. 18, no 3, pp. 361-371, 2007.
- [20] F. López-Rodríguez, F. Cuadros-Blázquez, C. Segador-Vegas, et al., «Edificio PETER: un ejemplo de construcción bioclimática y de integración de energías renovables,» *DYNA*, vol. 86, nº 2, pp. 212-221, 2011.
- [21] M. Daut, M. Hassan, H. Abdullah, H. Rahman, M. Abdullah and F. Hussin, «Building electrical energy consumption forecasting analysis using conventional and artificial intelligence methods: a review,» *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 70, pp. 1108-1118, 2017.
- [22] A. Ahmad, M. Hassan, M. Abdullah, H. Rahman, F. Hussin, H. Abdullah and R. Saidur, «A review on applications of ANN and SVM for building electrical energy consumption forecasting,» *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 33, pp. 102-109, 2014.
- [23] Laddha, Ashish; Hazra, Abhik; Basu, Mousumi. Power production strategies from renewable energy resources in a hospital campus considering economic aspect. In *Proceedings of 2016 IEEE 7th Power India International Conference (PIICON)*. IEEE, 2016. p. 1-6.
- [24] Oller Rubert, Marta. *La inclusión de cláusulas ambientales en la contratación pública*. 2010.

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# National security, the basis of labor of architectural design

## La seguridad nacional, base del trabajo del diseño arquitectónico

INMACULADA SANZ

Technical architect, Doctoral student: Department of Construction and Architectural Technology (DCTA), Technical University of Architecture of Madrid (ETSEM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Spain. ORCID 0000-0002-9096-4924 [inmasanzortega@gmail.com](mailto:inmasanzortega@gmail.com)

The increase in security in the buildings, directly improves the security of the people who inhabit it, use it or relate to it, including its environment, in addition to raising the security of the elements that comprise or contain it, including elements non tangible as the information that is inside it. The objective of the study was to identify the parameters of the architectural design that increase the physical security of the real estate, both real and subjectively (perception of security). A thorough bibliographic analysis was carried out identifying the parameters of the architectural design object of analysis, and then two empirical surveys with the different existing variables were elaborated. One with a study of the opinion of the security professional, and another with the study of the feeling of insecurity transmitted by the different elements of the architectural design of the population in general. As a result, it has been identified that all the architectural parameters that are the object of the study have a direct influence on safety, although some have a greater proportion than others, and they have also been related to the sense of security that they produce in society in general. The value and originality of the work is that to date the methods and analysis used to increase safety have been focused on the urban design and the real estate environment, not on the interior and on the other hand they have not been related to it either, the subjective feeling of security that these elements produce in society, data that this study identifies.

*Security by Design; Architectural Design; National Security; CPTED*

El incremento de la seguridad en los inmuebles mejora de forma directa la seguridad de las personas que lo habitan, lo utilizan o se relacionan con el mismo, incluyendo su entorno y eleva la seguridad de los elementos que lo componen o contienen, incluso de elementos no tangibles como la información que se encuentra en su interior. El objetivo del estudio ha sido identificar los parámetros del Diseño Arquitectónico que incrementan la seguridad física de los inmuebles, tanto de forma real como de forma subjetiva (percepción de la seguridad). Se ha realizado un profundo análisis bibliográfico identificando los parámetros del Diseño Arquitectónico objeto de análisis y posteriormente, se han elaborado dos encuestas empíricas con las diferentes variables existentes. Una con un estudio de la opinión del profesional de la seguridad y otra con el estudio de la sensación de inseguridad que transmiten los diferentes elementos del Diseño Arquitectónico de la población en general. Como resultado se ha identificado que todos los parámetros arquitectónico objeto del estudio influyen de forma directa en la seguridad. Eso sí, unos en mayor proporción que otros, además se han relacionado con la sensación de seguridad que llegan a producir en la sociedad en general. El valor y la originalidad del trabajo es que hasta la fecha los métodos y análisis empleados para incrementar la seguridad se han volcado en el diseño urbanístico y en el entorno de los inmuebles y no en su interior. Por otro lado tampoco lo han relacionado con la sensación subjetiva de seguridad que producen estos elementos en la sociedad, datos que este estudio identifica.

*Seguridad por Diseño; Diseño Arquitectónico; Seguridad Nacional; CPTED*

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1. LA SEGURIDAD NACIONAL

La Ley de Seguridad Nacional define las líneas de acción estatales en esta materia, así como identifica los Órganos competentes en cada caso. Plantea un alcance multidisciplinar, con un trabajo preventivo y proactivo, con afectación plena del Estado, de las entidades privadas y la sociedad civil. Dentro de sus objetivos generales y líneas de acción, se

encuentra favorecer el buen uso de los espacios comunes globales y garantizar el funcionamiento de los servicios esenciales del país [1].

El Departamento de Seguridad Nacional (DSN), como órgano asesor del Presidente del Gobierno, identifica la Seguridad Nacional como "la acción del Estado dirigida a proteger la libertad y el bienestar de sus ciudadanos, a garantizar la defensa de España y sus principios y valores constitucionales,...".

Como muestra la figura 1, las acciones llevadas a cabo para garantizar la Seguridad Nacional, deben basarse en una

unidad de acción de todos los estamentos y componentes del Estado, dentro de un trabajo conjunto de eficiencia y sostenibilidad de los recursos, planteando la proactividad y el trabajando preventivo, desterrando ya las acciones reactivas.



Figura 1: Definición y alcance de Seguridad Nacional [3] [4]

Identifica como fundamental, potenciar la capacidad de resiliencia y recuperación, pues como es bien sabido, la seguridad total no existe y más temprano que tarde, sufriremos algún tipo de incidente de seguridad nacional.

La definición de “Seguridad Nacional” no es estática, históricamente ha evolucionado de la mano de la demanda social, integrando entre otros aspectos, el trabajo colaborativo público-privado, los avances tecnológicos y los nuevos retos sociales del mundo interconectado y global actual.

La fotografía de la situación en la que nos encontramos sobre las amenazas y desafíos, la reporta el DSN y se identifica en la figura 2. Debemos hacer frente a riesgos y amenazas tradicionales junto con los nuevos y adaptarse a los que aparecerán. Por ello, debemos ampliar nuestro radio de acción, hoy en día más que nunca, pues todo está interconectado e interrelacionado.

Si se analiza más a fondo la definición de “Seguridad Nacional”, se puede comprobar que ésta ya no se basa en garantizar una integridad física de los ciudadanos, ha dado un paso de gigante y se compromete a garantizar el bienestar de las personas.

Este bienestar se sustenta en conservar el funcionamiento de todos los servicios esenciales del Estado, tanto de gestión pública como privada, que tal como establece la Estrategia de Seguridad Nacional, la responsabilidad es compartida y de cooperación público-privada.

Por ello, el Diseño Arquitectónico de los inmuebles donde se localizan las entidades y/o empresas con servicios esenciales para el Estado [2] deben contar con unos niveles mínimos de seguridad, diseñándose y manteniéndose acorde a ellos. Por

ello se debe tener en cuenta la seguridad desde el proyecto y durante todo el ciclo de vida del activo, independientemente del complemento posterior de instalaciones propias de seguridad, tal como lo normativiza la Estrategia, “Favorecer la innovación en seguridad, equipando progresivamente a las infraestructuras críticas de sistemas y componentes de seguridad desde el diseño, y apostando por la tecnología y el desarrollo I+D+i español”. [13]

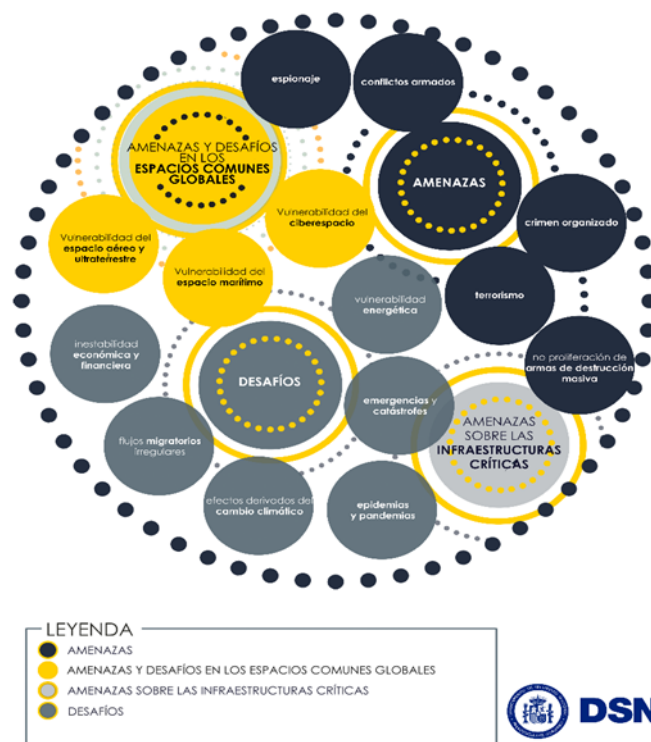


Figura 2: Amenazas y desafíos para la Seguridad Nacional (DSN)

## 1.2. CONTEXTO SOCIAL

De forma objetiva, nuestra Ley de Seguridad Nacional [3] y su Estrategia [1] definen el contexto social en el que nos encontramos, enmarcado de forma mundial y de forma más concreta, dentro de Europa. Se identifican las amenazas y desafíos a los que estamos expuestos, y tal como se identificó en el punto anterior, se explican los objetivos generales y las líneas de acción estratégicas.

La Estrategia [1] alega que las amenazas no son aisladas y sus efectos pueden aparecer en puntos no atacados, por la interrelación existente. Esto es debido a cómo funcionan los servicios en general, podría ser que el sistema colapsara por una afectación en cascada.

A modo de ejemplo, si un proveedor crítico (mantenimiento clima CPD) de un servicio esencial (finanzas), sufriera un incidente de seguridad en su sede central y no pudiera prestar el servicio, pondría en grave peligro el servicio esencial (transacciones financieras), colapsando el sistema financiero, que a su vez podría paralizar el resto de las actividades por falta de pago (transporte, pagos sanitarios, de alimentos, etc.).



En el capítulo 8 de la Estrategia [1] “Dinámicas de transformación de seguridad global”, de forma alarmante alega que los periodos entre crisis son cada vez menores, pues prácticamente han desaparecido los periodos de normalidad, encontrándonos en una constante crisis de seguridad.

Por ello, en Europa y España se desarrolló en 2005 el Plan de Prevención y Protección Antiterrorista [14], que entre otras cosas, identifica la posibilidad del desarrollo de un atentado, mediante la catalogación del nivel de amenaza (NAA). Como identifica la figura 3, existen 5 niveles, desde su implantación el nivel no ha dejado de elevarse y desde el 2015 nos encontramos en el nivel 4 (riesgo algo), identificándose así que la situación no es transitoria, y no sólo eso, además los servicios de inteligencia advierten en el incremento de la asiduidad y crueldad de los incidentes de seguridad.



Figura 3: Nivel de Alerta Antiterrorista (NAA) en España

En Europa la situación es similar, tal como identifica la figura 4, pues como se ha indicado ya, las amenazas a las que

estamos expuestos se encuentran interconectadas y relacionadas.

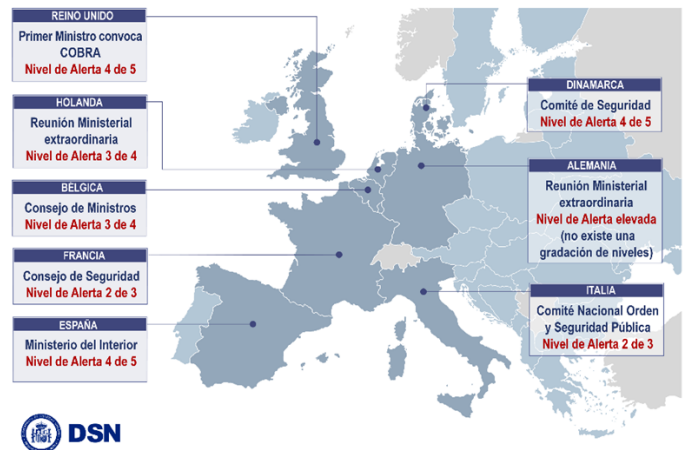


Figura 4: Nivel de Alerta Antiterrorista en Europa. Fuente Departamento de Seguridad Nacional [6].

En la figura 5 se puede comprobar en qué se sustenta esta catalogación, con la materialización de incidentes de seguridad ejecutados sólo desde el 2015. Hay que tener presente, que en mayor proporción se encontrarían los que se quedan en fase de tentativa y que no se trasladan a la sociedad, pues gracias a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, la Seguridad Privada y los medios de seguridad con los que contamos, se logran paralizar muchos intentos de generación de daño.

Para tener una foto de la situación actual de los delitos a los que estamos sometidos, es importante identificar los mismos y en qué medida nos afectan de forma específica en nuestro país. El Ministerio del Interior publica periódicamente información sobre la actividad desarrollada por las Fuerzas y



Figura 5: Principales atentados yihadistas en Europa desde el 2015



Cuerpos de Seguridad, que proporcionan datos al Sistema Estadístico de Criminalidad. En este portal, entre otros datos, aporta la tasa de criminalidad que aunque comparativamente con otros países podríamos indicar que es reducida, es importante destacar que contamos con una tasa de criminalidad nada despreciable, tal como se identifica en la siguiente figura.

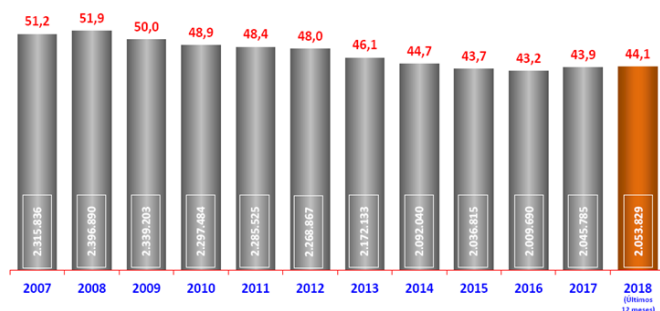


Fig. 6: Tasa nacional de criminalidad. Número de infracciones penales por mil habitantes [19].

Por lo tanto, nuestra sociedad debe enfrentarse a los peligros habituales y además hacer frente a amenazas cambiantes identificadas en la Estrategia de Seguridad Nacional [5]. Por ello, estamos obligados a evolucionar trabajando con una visión global, de forma multidisciplinar y colaborativa, mejorando la seguridad en todos los estamentos de la sociedad. Por ser la amenaza global organizada y experimentada, debemos desarrollar nuevos métodos que nos posicionen por delante del agresor. Esta fotografía identifica la necesidad primordial de diseñar inmuebles seguros, contando con la seguridad desde el Diseño Arquitectónico y el mantenimiento y no posteriormente como hasta ahora se está trabajando, consiguiendo así resultados más óptimos, eficientes y eficaces.

### 1.3. LA SEGURIDAD A TRAVÉS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO. SEGURIDAD POR DISEÑO.

La finalidad del Diseño Arquitectónico es la creación de espacios seguros y habitables, todo ello dentro de un contexto normativo bañado de unas dosis de creatividad.

La Carta Urbana Europea de 1992 [7], identificó la necesidad de desarrollar ciudades “seguras, y protegidas, libres, dentro de lo posible, del crimen, delincuencia y agresiones”, como un derecho básico de los ciudadanos de la Unión.

La Declaración Final de la Conferencia Internacional del Consejo Europeo de 1997 [8], confirma la necesidad de trabajar de forma colaborativa entre las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y los profesionales de la Arquitectura con los objetivos de desarrollar espacios más seguros y que los Cuerpos de Seguridad cuenten con una formación específica que relacione el crimen con el entorno construido.

Dentro de este contexto, Europa trabaja coordinadamente

desarrollando diseños arquitectónicos que incrementen la seguridad, por ello se comenzó a desarrollar en 2008 la norma UNE-EN 14383 [9], con el objetivo de la prevención del crimen mediante la planificación urbana y el diseño de edificios [16]. Esta norma impacta de forma directa en la Seguridad Nacional y en el caso de entidades que gestionan infraestructuras críticas, a todas ellas les afecta la parte 4 de esta norma, la referente a “tiendas y oficinas” UNE-EN/TS 14383-4 IN [15], pues toda entidad, cualquiera que sea su finalidad, cuenta con una parte de sector terciario (oficinas).

Ante este escenario, es importante indicar que los cuerpos de seguridad no se sienten representados con esta norma, según indica D. Esteban Gándara Trueba, antiguo Comisario Principal [6], el cual alega [10] que “la prevención actual del delito obliga más al empleo de una estrategia de anticipación que a una de reacción.... el enfoque de la seguridad por diseño resulta particularmente indicado para la prevención de la delincuencia a nivel local y más concretamente para los delitos de oportunidad”, además identifica que “se puede hacer una gran contribución a la prevención del delito si somos capaces de mejorar la calidad del entorno físico de nuestro hábitat, para lo cual, ciertamente, las técnicas CPTED resultan particularmente indicadas... Existe consenso general en reconocer una cierta relación directa entre las características físicas y ambientales que presentan algunos espacios urbanos y la comisión en ellos de ciertos tipos de actos delictivos. En consecuencia, resulta particularmente acertado decir que si el espacio urbano y sus características ambientales son diseñados teniendo en cuenta esta relación causal, ciertos tipos de delitos pueden verse significativamente reducidos, gracias, sencillamente, a su no producción fruto del diseño de dicho espacio”.

Con este planteamiento aparece el método CPTED (Crime Prevention Through Enviromental Design), coloquialmente conocido en nuestro país como “Seguridad por Diseño”. Fue creado por C.Ray Jeffery en 1972, y actualmente se utiliza en Estados Unidos, Australia o Reino Unido, entre otros países. El método, parte de la base de que los delitos se producen en espacios específicos, por lo que si se modifican estos espacios, la probabilidad de sufrir un incidente de seguridad en los mismos también variará.

Trabajan en cinco aspectos, como son el control natural de accesos, la participación comunitaria, el reforzamiento social, el mantenimiento y la vigilancia natural, pero no realiza valoraciones sobre el Diseño Arquitectónico de los inmuebles que integran las ciudades de forma específica.

El método CPTED analiza y trabaja por el incremento de la seguridad real y de la seguridad subjetiva, o sensación de seguridad percibida por el usuario del espacio. Para el incremento de la seguridad real, valora la necesidad colaborativa de la población en general, no es válida la protección exclusiva por parte de los cuerpos de seguridad.

En cuanto a los parámetros de trabajo anteriormente indicados, se acota su tratamiento, en cuanto al:

- ♦ **Control natural de los accesos:** los analiza para que éstos estén correctamente delimitados y limitados en cantidad, de esta forma podrán encontrarse adecuadamente protegidos.
- ♦ **Participación comunitaria:** se trabaja como objetivo el método CPTED, la reducción de la percepción de la criminalidad. Analiza diferentes parámetros que influyen en la sensación subjetiva de seguridad como espacios oscuros, falta de limpieza, falta de información, entre otros. Para la reducción de esta sensación subjetiva, favorece la participación ciudadana con conocimiento e información, mostrándole correctamente su entorno, con sus riesgos específicos y aporta herramientas para afrontarlos.
- ♦ **Reforzamiento social:** fomenta el sentir de pertenencia al entorno del ciudadano, para que se involucre en la mejora de la comunidad, trabajando por un refuerzo territorial, manteniendo las óptimas condiciones del entorno y creando desarrollos urbanísticos adecuados.
- ♦ **Mantenimiento:** se basa en la teoría de los cristales rotos, donde se identifica que si un entorno se encuentra deficientemente mantenido o sucio, trasmite al delincuente una mayor facilidad para cometer actos delictivos.
- ♦ **Vigilancia natural:** basándose en el objetivo de crear espacios abiertos que presten una amplitud visual elevada. Este parámetro influirá en la iluminación, diseño del espacio, tamaño de huecos, etc.

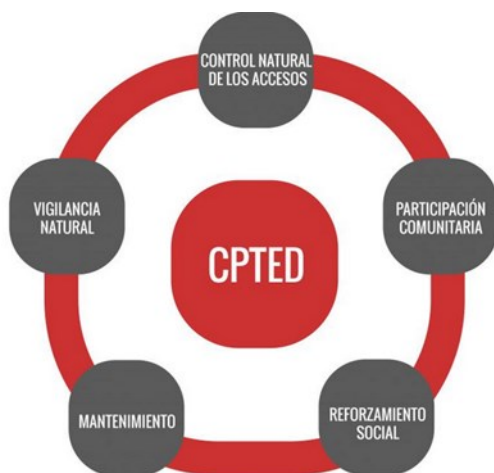


Fig. 7: Prevención del crimen a través del diseño ambiental (CPTED) [17]

Es importante identificar la evolución con la que ha contado el tratamiento de la seguridad, pues ya no se plantea con un ámbito de aplicación específico de los Cuerpos de Seguridad, tal como identifica la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Como centro internacional para la prevención de la criminalidad, alega que para la prevención del delito [18] que “los gobiernos no pueden prevenir la

delincuencia y la victimización o construir sociedades seguras sin la participación e implicación de los ciudadanos”.

Por lo tanto, se ha producido la ruptura en el paradigma del Estado como garante exclusivo de la seguridad. Ha cambiado el modelo de seguridad que diferenciaba de forma clara la seguridad pública de la privada, ya se trabaja en un modelo colaborativo público-privado, tal como identifica la siguiente figura.

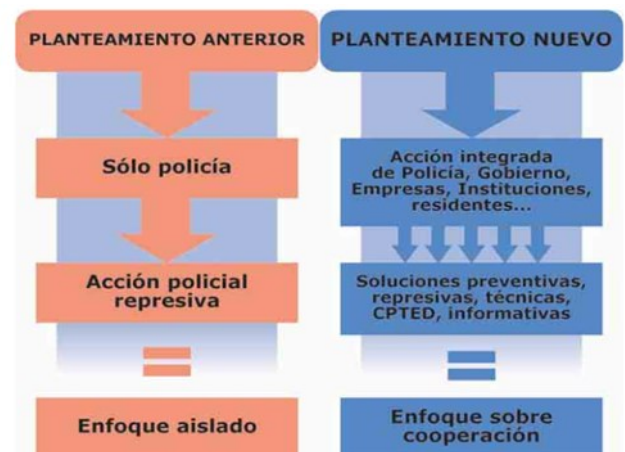


Figura 8: Planteamiento antiguo y nuevo de actuación sobre delitos urbanos [10]

Es necesario analizar la influencia del Diseño Arquitectónico en todas las fases del delito, y no sólo en su ejecución, tal como la mayoría de la bibliografía identifica para la prevención, siendo éste un enfoque escaso. La seguridad total no existe, en algún momento existirá una falla en el sistema de protección y se generará el incidente de seguridad. Por ello, es imprescindible analizar la influencia del Diseño Arquitectónico en todas las fases de la comisión de un delito (prevención, desarrollo y respuesta) siendo la última fase, el restablecimiento del servicio actualmente tratado en las entidades por las áreas de la “continuidad del negocio”, con sus propios Planes.

Además de las fases, tal como se identifica en la siguiente figura, el delito se materializa gracias a la existencia de tres intervinientes, por lo que si somos capaces de influir en alguno de ellos, el delito no se producirá. Por ello, como teoría se plantea que si fuésemos capaces de diseñar espacios completamente seguros, no existirían los delitos.

Como conclusión indicar que contamos con una norma europea sobre planificación urbana y diseño de edificios a la que le falta la participación por parte de los profesionales de la seguridad. Dicha norma sólo analiza los parámetros arquitectónicos desde una posición preventiva, aquellos que influyen en el incidente de seguridad en su fase inicial o preparatoria. No se analiza en qué nivel influyen los diferentes parámetros arquitectónicos en el desarrollo del incidente de seguridad ni en la respuesta durante el mismo. Este punto de vista es esencial, pues la seguridad plena no existe. Es necesario preparar los inmuebles con el objetivo de

neutralizar la amenaza y reducir sus consecuencias. Por otro lado, el método CPTED se centra en la planificación urbana y no analiza el Diseño Arquitectónico de los propios inmuebles. Ello, sumado a que nuestra tasa de criminalidad es elevada demuestra la necesidad de estudio de determinados parámetros de Diseño Arquitectónico que identifican los profesionales de la seguridad, que impactan de forma directa en la prevención del crimen: la materialización de la amenaza y en la respuesta de la víctima.



Figura 9: Teoría de Decisión Racional del Delincuente [11].

#### 1.4. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

Por un lado se ha identificado la problemática social que identifica la existencia de amenazas históricas y la aparición de nuevas que han llegado para quedarse y crecer. Por otro lado, se ha indicado la existencia de sectores estratégicos que influyen de forma directa en la Seguridad Nacional y que son explotados mediante empresas, entidades que desarrollan su actividad, en mayor o menor medida, en inmuebles u oficinas.

El empresario es el máximo responsable de la actividad que ejercen las entidades y por ende también la de los sectores estratégicos, tanto en su gestión, como su explotación, en la redacción de políticas, la toma de decisiones, etc.

Dentro de este contexto, y motivada por la necesidad de ampliar sus recursos, la Administración ha elaborado una serie de normativa que pone de su lado al sector privado, en cuanto a la lucha contra las nuevas amenazas y por el incremento de la Seguridad, motivo por el cual se elabora el artículo sobre la Seguridad Nacional como base de trabajo de la Dirección Patrimonial [12]. Es preceptivo que ésta y el empresario trabajen de forma proactiva en los siguientes cinco puntos:

I. Establecer una cultura de Seguridad global: la normativa

actual obliga a instaurar una Cultura de la Seguridad en las organizaciones. Esta Cultura de la Seguridad se debe insertar a todos los niveles, estratégico, táctico y operativo. Por lo tanto, el tratamiento de la seguridad en los inmuebles de ésta debe tratarse en todas las actuaciones que la afecten.

- II. Unificar recursos y establecer sinergias en pro de una Seguridad Global: con el planteamiento de un tratamiento de seguridad global, el tratamiento de la seguridad en único departamento dentro de las empresas, está obsoleto. Ya es necesario un esfuerzo global preventivo. La Estrategia de Seguridad Nacional [13] establece la generación de sinergias de forma general para cumplir con el objetivo de una máxima Seguridad y por ende este tratamiento hay que trasladarlo a las empresas. Dentro de esta visión se encuentra el diseño y explotación de los inmuebles de las compañías.
- III. Realizar un esfuerzo constante relativo a: prevención, minoración de daños y restablecimiento del servicio: el esfuerzo no debe estar exclusivamente dedicado a la prevención del delito, tal como se ha identificado en los puntos anteriores. La empresa debe plantearse cualquier tipo de ataque malicioso durante todo su desarrollo, analizando la afectación en todas las fases del delito, para que se reduzca impacto del incidente disruptivo. Por ello, los inmuebles deben ser diseñados, construidos y mantenidos desde esta perspectiva, con una visión preventiva pero también desde una minoración del daño en caso de materialización del delito.
- IV. Trabajar de forma colaborativa público-privada en materia de seguridad: Hoy ya se trabaja de forma colaborativa público-privada, modelo implantado por la Ley PIC [2] y su Reglamento [20]. Patrón de obligado cumplimiento y en el que la Administración exige tomar medidas que incrementan la seguridad en las entidades, y entre otras se obliga a una mejora continua sobre el incremento de la seguridad en el patrimonio en explotación de estas entidades.
- V. La dirección patrimonial debe ser base de rentabilidad: el fin máximo de las empresas es la rentabilidad y como base de este objetivo se encuentra la optimización de recursos, servicios, espacios, actividades, etc. Si se analizan los puntos anteriores y su obligatoriedad, se detecta la necesidad de un trabajo armónico, en el que se establezcan sinergias de todos los estamentos de la entidad. Todo ello con el fin último de optimización de sus recursos como base de la rentabilidad y siendo la Dirección Patrimonial el principal garante, pues es donde se sustenta toda actividad empresarial.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en la exposición doctrinal cuenta con el objetivo de analizar las relaciones existentes entre diferentes variables que relacionan la percepción práctica del personal de seguridad como variable fija y los parámetros del Diseño Arquitectónico, como variable dependiente. De la misma forma se trata la percepción subjetiva de la seguridad siendo en este caso otro perfil de panelista.

Para analizar qué factores y en qué medida influyen los diferentes parámetros arquitectónicos de los inmuebles, dentro de las tres fases de la comisión de un delito (fase preparatoria, desarrollo y respuesta) y en qué medida influyen en la percepción subjetiva de la seguridad, se elaboran dos cuestionarios.

En la elaboración de las encuestas se parten de factores arquitectónicos tipo y se introducen variables utilizadas en el método CPTED y en la norma UNE-EN 14383 [9]. El análisis es exclusivo de seguridad física y se analiza cada elemento de forma aislada e independiente. Se considera que no existen instalaciones de seguridad (como CCTV, sistema contra intrusión, etc.).

La primera encuesta tiene como objetivo conocer cómo perciben los profesionales de la seguridad pública y privada, la influencia de los parámetros arquitectónicos definidos, en los actos delictivos, desde su experiencia operativa o práctica y desde las tres fases de la comisión del delito, prevención, desarrollo y respuesta. Se denomina "Cuestionario A.3: Factores arquitectónicos que influyen en la delincuencia. Prevención, desarrollo y respuesta. Sector terciario. Opinión del profesional de la seguridad" [21]. Consta de 23 preguntas y se divide en tres apartados, el primero analiza datos generales, el segundo valora la influencia de la arquitectura en la prevención del crimen, desarrollo y respuesta y el tercer punto es abierto para aportaciones libres. Se ha realizado sobre 100 panelistas, todos ellos profesionales del sector de la seguridad.

La segunda encuesta se denomina "Encuesta B.1: Factores arquitectónicos que influyen en la delincuencia. Sentimiento de seguridad. Sector terciario. Opinión social" [22]. Tiene el objetivo de conocer qué influencia tiene cada elemento arquitectónico de los inmuebles por separado y de forma aislada, en la percepción subjetiva de inseguridad de la población en general. Consta de 26 preguntas divididas a su vez en tres apartados, el primero analiza datos generales, el segundo valora el sentimiento de inseguridad (miedo a sufrir un incidente de seguridad) específico de parámetros arquitectónicos y el tercero es abierto para aportaciones libres. Se ha realizado sobre 100 panelistas de perfil variado.

No ha sido objeto de un análisis exhaustivo el entorno y el

perímetro, pues existe gran variedad de bibliografía que los analiza e identifica que ambos parámetros influyen de forma directa en la seguridad de los inmuebles y en la sensación de seguridad, o seguridad subjetiva, tal como reflejan las tablas 13 y 14 siguientes.

### 2.1. DEFINICIÓN DE PANELISTAS.

En cuanto al perfil de los panelistas, se ha logrado alcanzar una representación diversa, tanto sobre los profesionales de la seguridad, como el estudio realizado a sobre la sociedad en general. El acceso a ambas encuestas se ha habilitado en su mayoría a la población no profesional, y la respuesta más rápida ha sido del sector específico de la seguridad, siendo más complejo alcanzar el número de encuestas cumplimentadas por la población en general.

En el caso de la encuesta destinada a los profesionales de la seguridad (A3), los panelistas pertenecen en similitud al sector privado y al público. Por lo que la representación de ambos sectores está asegurada, tal como muestra la siguiente tabla.

|                                                                                |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. ¿Pertenece o ha pertenecido al sector de la seguridad de forma profesional? |        |
| Sí, seguridad Pública                                                          | 41,00% |
| Sí, seguridad Privada                                                          | 55,00% |
| No                                                                             | 4,00%  |

Tabla 1: Pregunta/respuesta 1. Cuestionario A3. Datos generales.

Para que sean válidos los resultados objeto del estudio, es fundamental que el panelista profesional de la seguridad cuente con experiencia práctica sobre espacios, que utilice la Arquitectura en el desempeño de sus funciones y pueda valorar adecuadamente los parámetros del Diseño Arquitectónico que serán objeto de estudio.

Por ello, para la cumplimentación de la encuesta se les solicitó responder en qué área o áreas de la seguridad contaban con experiencia profesional. Es importante destacar que la mayor parte de los encuestados cuentan con experiencia en la parte operativa o lo que es lo mismo, en la parte práctica del uso del espacio en cuanto al tratamiento de la seguridad objeto de estudio. Tal como se identifica en la siguiente tabla, el 96% de los encuestados tienen experiencia práctica en el uso del espacio a la hora de desempeñar sus funciones como profesionales de las fuerzas y cuerpos de seguridad.

|                                                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 3. Función profesional en el sector de la seguridad. (Varias respuestas)        |        |
| Operativa (Servicio de prevención de la delincuencia, seguridad ciudadana, etc) | 54,00% |
| Táctica (Apoyo logístico, armamento, etc.)                                      | 19,00% |
| Estrategia (Alta dirección)                                                     | 26,00% |
| Director o Jefe de Seguridad                                                    | 51,00% |
| No pertenezco al mundo de la seguridad                                          | 2,00%  |

Tabla 2: Pregunta/respuesta 3. Cuestionario A3. Datos generales.



En cuanto a la población en general también se cuenta con una muestra muy diversa, siendo este el objetivo, de forma que se pueda extrapolar lo que piensa la mayor parte de la población sobre la influencia de los diferentes parámetros arquitectónicos en la seguridad subjetiva. En la muestra aparece de forma similar la representación de hombres y mujeres. El 47% de los encuestados son mujeres y el resto hombres.

En cuanto a la nacionalidad, no se valora la influencia de la misma sobre las respuestas de los profesionales de la seguridad. Hoy en día las soluciones sobre seguridad física se plantean de forma global, lo único que difiere en función del país son las amenazas a las que se puede estar expuesto. Pero, tal como identifica la Ley y Reglamento sobre Protección de Infraestructuras críticas, hay que eliminar el parámetro de "probabilidad" en el análisis de riesgos, por lo que por muy poco probable que sea la aparición de una amenaza hay que tenerla en cuenta.

Por otro lado, sí se ha considerado necesario analizar cómo influye la seguridad subjetiva en nuestro país, pues el estudio se trata de forma específica en él y demostraría la necesidad de implementar medidas en cuanto al Diseño Arquitectónico en esta materia con el último objetivo de su inclusión en nuestro ordenamiento. El 91% es de nacionalidad española, el 4% América del Sur y Central, y el 3% europea.

Es interesante analizar el nivel de estudios de ambos panelistas, por el grado de conocimiento que pudieran tener sobre el tema, este dato se identifican en las siguientes tablas. El nivel de estudios es similar para ambas encuestas y es muy representativo indicar que casi el 90% de los panelistas cuentan con estudios superiores universitarios.

### 3. Estudios oficiales que posee. (Población en general)

|                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------|--------|
| Doctorado                                                        | 4,00%  |
| Máster (postgrado)                                               | 31,00% |
| Estudios superiores (Grado, Diplomatura, Licenciatura o similar) | 42,00% |
| E.S.O. (Bachiller, F.P. Grado Medio o similar)                   | 22,00% |
| Otros                                                            | 1,00%  |

Tabla 3: Pregunta/respuesta 3. Cuestionario B1.

### 2. Estudios oficiales que posee. (Profesionales)

|                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------|--------|
| Doctorado                                                        | 4,00%  |
| Máster (postgrado)                                               | 34,00% |
| Estudios superiores (Grado, Diplomatura, Licenciatura o similar) | 41,00% |
| E.S.O. (Bachiller, F.P. Grado Medio o similar)                   | 21,00% |
| Otros                                                            | 0,00%  |

Tabla 4: Pregunta/respuesta 2. Cuestionario A3.

Al igual que ocurre con la nacionalidad en el caso de los profesionales de la seguridad, la edad no se ha considerado

relevante a la hora de aportar información sobre la experiencia en el uso de los edificios en su función diaria. Lo contrario ocurre en la percepción subjetiva de la seguridad de la población encuestada, pues podría llegar a influir por ser un parámetro cultural, educacional o de experiencia de vida. Respecto al rango de edad de los encuestados (B1) el 43% se encuentra entre 41-51 años, el 22% entre 51-60 años, el 20% entre 31-40 años, el 11% entre 21-30 años y el 4% cuenta con más de 60 años.

Como se ha indicado en el párrafo anterior, la seguridad subjetiva está directamente relacionada con la percepción del individuo, influenciada por su bagaje personal, cultural y vital, por ello se ha preguntado a la parte de la sociedad encuestada si han sufrido algún incidente de seguridad durante su vida. El 60% de los encuestados han padecido algún incidente de seguridad durante toda su vida, y el 7% lo han padecido durante el último año. Estos datos podrían justificar que el 69% de los encuestados incrementa su sensación de seguridad con la existencia de un espacio reservado para los servicios de emergencia, pues la suma de las personas que han sufrido incidentes de seguridad durante toda su trayectoria vital y el porcentaje de panelistas a los que les incrementa la seguridad subjetiva la existencia de un espacio reservado para los servicios de emergencia, es similar.

### 2.2. PARÁMETROS ARQUITECTÓNICOS OBJETO DE ESTUDIO.

Para la elección de los parámetros arquitectónicos que influyen de forma directa en la seguridad física, el estudio se ha basado, por un lado en elementos ambientales y físicos que pueden influir en la percepción de todo el proceso del suceso delictivo, por otro en elementos ambientales y físicos que influyen en los recorridos de las personas y accesos al interior del inmueble y sus estancias.

Tal como se ha indicado en la introducción del punto de "Metodología", cada elemento se ha analizado de forma aislada e independiente. Además, se expuso a los panelistas que no se contaba con ninguna instalación de seguridad que pudiera modificar el grado de seguridad de propio de cada elemento.

Como planteamiento novedoso, todos estos parámetros no sólo se han analizado desde el punto de vista de la influencia sobre la prevención, también se ha analizado su influencia en la fase de desarrollo del incidente de seguridad y de la respuesta durante el incidente.

## 3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se muestran los resultados y conclusiones de ambas encuestas y se relacionan entre sí. En el primer punto se identifican los parámetros de forma generalizada, respecto de su influencia en la seguridad real y subjetiva. En

el segundo punto se analizan los resultados de influencia de cada elemento del Diseño Arquitectónico en las tres fases del delito y en el que se identifica la influencia desde la visión del profesional de la seguridad y desde la sensación subjetiva de inseguridad de la población en general.

### 3.1. PARÁMETROS GENERALES.

Antes de comenzar a analizar de forma concreta cada parámetro estudiado, es interesante mostrar la información obtenida del propio proceso de estudio. Es de destacar la implicación recibida por parte de los cuerpos de seguridad en la cumplimentación de la encuesta. Siempre dispuestos a ayudar y colaborar, por la consciencia de la influencia de la arquitectura en el desarrollo de un incidente de seguridad, por el conocimiento de la situación social en la que nos encontramos y porque cada día, literalmente brindan su vida al servicio de la sociedad, y por ello, cualquier elemento que reduzca su riesgo es bienvenido.

Teniendo una percepción dispar a los profesionales de la seguridad, se encuentra la población en general. Durante el proceso de cumplimentación de preguntas, se ha conseguido colaboración gracias a una implicación "cultural" por parte de los panelistas y no tanto por el convencimiento de una necesidad de incremento de seguridad en nuestros inmuebles. Quizá no está asimilado el contexto social en el que nos encontramos. Esta situación contrasta con los resultados obtenidos en su encuesta, los cuales identifican de forma clara que todos los parámetros arquitectónicos estudiados influyen de forma directa en la seguridad subjetiva.

Una vez definido el panelista se procedió a solicitar información sobre el Urbanismo y el Diseño Arquitectónico, como termómetro de la influencia general de estas áreas en los incidentes de seguridad, mostrándose los resultados que aparecen a continuación.

#### 5-7. Diseño Arquitectónico, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 98,00%                                                                        | 87,00%                                          |
| No            | 2,00%                                                                         | 0,00%                                           |
| Lo desconozco | 0,00%                                                                         | 13,00%                                          |

Tabla 5: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

#### 4-6. Urbanismo, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 97,00%                                                                        | 89,00%                                          |
| No            | 2,00%                                                                         | 3,00%                                           |
| Lo desconozco | 1,00%                                                                         | 8,00%                                           |

Tabla 6: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros.

De los resultados anteriores es destacable identificar que prácticamente la totalidad de la población siente que tanto el Urbanismo como la Arquitectura influyen directamente en su percepción de seguridad, en su sensación de integridad física o en su tranquilidad. Es un dato muy relevante, porque influye de forma directa en el confort del individuo o en la "experiencia del usuario" tan de moda hoy en día. Por ello, los profesionales del Urbanismo y de la Arquitectura, debemos tenerlo en consideración.

En cuanto a los profesionales de la seguridad, con su experiencia en la parte operativa, identifican con un valor muy elevado la influencia del Urbanismo y del Diseño Arquitectónico. Como percepción de la autora, me gustaría identificar que este valor debería ser mayor aún si los profesionales de la seguridad no hubieran trabajado históricamente de forma tan distante con los profesionales del Urbanismo y Arquitectura. Afortunadamente el mundo tradicional de la seguridad se encuentra en fase de renovación y como se ha identificado en el artículo, ya se encuentran trabajando de una forma más multidisciplinar.

Continuando la encuesta con una introducción generalizada de los elementos arquitectónicos que influyen en los incidentes de seguridad, tanto para la percepción de la seguridad subjetiva como para la seguridad real, se pregunta por un dato muy complejo de analizar por su subjetividad, el Diseño Arquitectónico atractivo. Considero que se precisaría un estudio específico al respecto, que mostrara lo que el usuario considera "atractivo" y en qué medida influye cada elemento en la seguridad subjetiva y durante las fases del incidente de seguridad. La pregunta que se identifica en la tabla siguiente se realizó para valorar si correspondería un estudio específico, con el objetivo de valorar en qué medida influye un entorno atractivo percibido por el individuo, tanto en la percepción de su seguridad subjetiva y como para que los profesionales de la seguridad contestaran desde su experiencia.

#### 10-12. Diseño Arquitectónico atractivo, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 58,00%                                                                        | 38,00%                                          |
| No            | 24,00%                                                                        | 32,00%                                          |
| Lo desconozco | 18,00%                                                                        | 30,00%                                          |

Tabla 7: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

Tan importante es contar con un espacio seguro como mantenerlo en correcto estado, así lo identifica la siguiente tabla. Es interesante destacar que en la pregunta se identificaba también como mantenimiento las revisiones periódicas obligatorias, OCA's, ITE's, etc., además del mantenimiento de los propios elementos que cumplen una

función propia de protección, como vallas, cierres, etc. Prácticamente la totalidad de los profesionales de la seguridad contestan en positivo a la necesidad de mantener nuestros inmuebles en perfecto estado para que se reduzca la posibilidad de sufrir incidentes de seguridad. Y no sólo eso, el mantenimiento influye de forma directa en la percepción subjetiva del usuario sobre su seguridad e integridad física, o como se ha indicado en el caso del Urbanismo y la Arquitectura, afecta a su confort y bienestar, por lo que hay que tenerlo muy presente si precisamos influir al respecto.

11-13. Mantenimiento, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 97,00%                                                                        | 91,00%                                          |
| No            | 3,00%                                                                         | 5,00%                                           |
| Lo desconozco | 0,00%                                                                         | 4,00%                                           |

Tabla 8: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

La encuesta continua valorando de forma general los elementos ambientales y posteriormente analiza cada uno de forma concreta. De forma general se preguntaba sobre la influencia de los agentes ambientales en la posibilidad de sufrir incidentes de seguridad, refiriéndonos a la meteorología, el ruido, la humedad, la temperatura o el olor. Es destacable informar sobre el alto porcentaje que los profesionales de la seguridad estipulan de forma directa en su influencia a la hora de poder sufrir un incidente de seguridad. Si bien es cierto que los agentes ambientales influyen en menor medida en la sociedad en general en su sensación de percepción subjetiva de la seguridad, el dato extraído sí es relevante si lo que se busca es influir en el confort y bienestar del usuario.

9-11. Agentes ambientales, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 79,00%                                                                        | 60,00%                                          |
| No            | 8,00%                                                                         | 24,00%                                          |
| Lo desconozco | 13,00%                                                                        | 16,00%                                          |

Tabla 9: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

No era objeto de la pregunta que identifica la tabla anterior, analizar de qué forma influyen, pues se analiza de forma específica en cuestiones sucesivas.

Sin lugar a dudas la visibilidad influye de forma directa en la comisión de un delito, y en la visibilidad influye la iluminación. En qué cuantía se refleja en la siguiente tabla, que demuestra la importancia de estos parámetros tanto en la posibilidad real de poder sufrir un incidente de seguridad como en la sensación de inseguridad percibida por el usuario. Tal como

reflejan los profesionales de la seguridad, la iluminación es fundamental a la hora de cometer un delito, por ello hay que tenerla siempre presente en el diseño de inmuebles, no dejando puntos poco iluminados, y para el mantenimiento de los edificios, evitando siempre zonas inadecuadamente iluminadas. Su importancia también la valora la sociedad en general, sintiéndose más cómoda en entornos suficientemente iluminados.

7-9. Visibilidad, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 96,00%                                                                        | 89,00%                                          |
| No            | 1,00%                                                                         | 1,00%                                           |
| Lo desconozco | 3,00%                                                                         | 10,00%                                          |

Tabla 10: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

6-8. Iluminación, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 98,00%                                                                        | 98,00%                                          |
| No            | 2,00%                                                                         | 1,00%                                           |
| Lo desconozco | 0,00%                                                                         | 1,00%                                           |

Tabla 11: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

Se ha preguntado sobre la influencia del ruido en la seguridad real y subjetiva. La tabla siguiente identifica que para los profesionales de la seguridad tiene mayor influencia, que para la sociedad en general. Durante la cumplimentación de la encuesta, los profesionales de la seguridad han identificado que este parámetro influye por el desconcierto que se genera y puede llegar a influir en las reacciones del individuo durante la comisión del delito, tanto del agresor como del agredido. En cuanto a la población en general, a los que les podría influir el ruido en forma de discomfort, no lo consideran tan relevante como otros parámetros ambientales a la hora de su percepción subjetiva de inseguridad.

8-10. Ruido, influencia

|               | Posibilidad de sufrir incidentes de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Sí            | 78,00%                                                                        | 58,00%                                          |
| No            | 5,00%                                                                         | 21,00%                                          |
| Lo desconozco | 17,00%                                                                        | 21,00%                                          |

Tabla 12: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

### 3.2. PARÁMETROS ANALIZADOS EN LAS TRES FASES DEL INCIDENTE DE SEGURIDAD.

En la siguiente tanda de preguntas, se analizan parámetros arquitectónicos de forma general y concreta. De forma

general se solicita el nivel de influencia sobre un incidente de seguridad y de forma concreta de forma que se analiza en todas las fases del incidente de seguridad, en la fase de prevención, en la que se podrían tomar datos relevantes que ayuden a la comisión del delito o imposibiliten el mismo, como facilitar la visual desde el interior e impedirla del exterior, la existencia de elementos que impidan el acceso, etc. En la fase de desarrollo lo que influye son los elementos que imposibiliten el acceso, que impidan el avance del o los individuos, la huida del delincuente, etc. Por último, en la fase de respuesta se analiza la posibilidad de defenderse del agresor o de huida por parte del agredido, así como la comunicación con las fuerzas y cuerpos de seguridad.

Se ha preguntado a la población en general en qué influye el elemento arquitectónico indicado, en su percepción subjetiva de inseguridad. A los profesionales de la seguridad se les ha encuestado sobre si el elemento en cuestión influye en la comisión del delito y siendo así, en qué porcentaje dentro de las tres fases del delito.

**Entorno y perímetro:** Se inicia preguntando sobre el exterior donde se localizan los inmuebles del sector terciario, valorando exclusivamente el entorno físico, como vías de acceso, visibilidad desde el exterior, aceras, etc. Para ello se valora el entorno y el perímetro.

14-16. Perímetro, influencia.

|               | Desarrollo de un incidente de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Prevención    | 90,62%                                                                  | -                                               |
| Desarrollo    | 67,19%                                                                  | -                                               |
| Respuesta     | 64,06%                                                                  | -                                               |
| Sí influye    | 98,44%                                                                  | 87,50%                                          |
| No influye    | 0,00%                                                                   | 5,00%                                           |
| Lo desconozco | 1,56%                                                                   | 7,50%                                           |

Tabla 13: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

13-15. Entorno, influencia.

|               | Desarrollo de un incidente de seguridad (Profesionales) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Prevención    | 93,75%                                                  | -                                               |
| Desarrollo    | 62,50%                                                  | -                                               |
| Respuesta     | 62,50%                                                  | -                                               |
| Sí influye    | 95,31%                                                  | 90,00%                                          |
| No influye    | 0,00%                                                   | 5,00%                                           |
| Lo desconozco | 4,69%                                                   | 5,00%                                           |

Tabla 14: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

Según se identifica en las tablas anteriores, se corrobora lo que la mayor parte de los estudios identifican, al igual que el

método CPTED, el entorno es fundamental a la hora de la prevención de la comisión de un delito. Casi al mismo nivel se identifica el perímetro de los inmuebles objeto de estudio.

Lo que es relevante de los datos obtenidos, es que también hay que tenerlos presente en su diseño con una implicación para el desarrollo y respuesta.

En cuanto a la sensación de inseguridad, tienen una gran implicación. Por lo que si lo que se desea es crear espacios amables con el usuario, es primordial tenerlos presentes en su momento de diseño, ejecución y conservación.

**Paramento exterior:** Posteriormente al entorno y perímetro, se preguntó sobre la capa exterior del inmueble, tanto en composición como en distribución de huecos.

Como era previsible, el parámetro exterior tiene una influencia directa en la comisión de un delito. Se preguntó sobre su composición, la cual cuenta con mayor influencia en la fase de prevención, como es lógico pensar en un primer momento, es más sencillo introducirse en un inmueble si su paramento exterior es fácilmente manipulable. Pero, también es necesario diseñarlo acorde con unas expectativas de nivel de seguridad a alcanzar, en cuanto a la fase de desarrollo.

16-18. Composición paramento exterior, influencia.

|               | Desarrollo de un incidente de seguridad (Profesionales de la Seguridad) | Sensación de inseguridad (Población en general) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Prevención    | 93,75%                                                                  | -                                               |
| Desarrollo    | 62,50%                                                                  | -                                               |
| Respuesta     | 46,88%                                                                  | -                                               |
| Sí influye    | 96,88%                                                                  | 60,00%                                          |
| No influye    | 0,00%                                                                   | 30,00%                                          |
| Lo desconozco | 3,12%                                                                   | 10,00%                                          |

Tabla 15: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

Si analizamos la composición del paramento exterior en cuanto a la sensación subjetiva de protección que produce a la población en general, se puede comprobar que la impresión de estar protegido gracias al paramento exterior no es muy elevada, comparativamente como ocurre con otros elementos que sí aportan una mayor impresión de seguridad. El desconocimiento sobre resistencia de los materiales influye de forma directa en este dato, tal como he podido comprobar durante la cumplimentación de la encuesta.

Es un dato muy práctico, a la hora del Diseño Arquitectónico, pudiendo utilizar materiales que realmente proporcionen a la fachada del edificio un nivel de seguridad óptimo, pudiendo ser revestidos por materiales más "atractivos", aunque aporten menos seguridad real, pues estos materiales visibles no influirán de forma tan directa en la sensación subjetiva de la seguridad de los individuos, usuarios de los inmuebles de oficinas o servicios. Pudiendo mejorar la "experiencia del usuario" con materiales más específicos que incrementen del



confort y no necesariamente de la seguridad real.

**Huecos de Fachada:** Este desconocimiento de la resistencia de los materiales por parte de la sociedad en general, también hace su aparición a la hora de identificar que la composición de los huecos no cuenta con excesiva importancia en la seguridad subjetiva percibida, como se puede ver en la siguiente tabla. Por el contrario la iluminación es el parámetro más influyente en cuanto a la percepción subjetiva de seguridad, seguido de los huecos a nivel de calle y la cantidad de los mismos. El parámetro que menos cuenta con menor influencia es la localización de los huecos en fachada a partir de seis metros.

En cuanto a la seguridad real, los profesionales de la seguridad afirman prácticamente de forma unánime que todos los parámetros de los huecos influyen directamente en los incidentes de seguridad, ya sea su dimensión, cantidad, iluminación o localización. Tienen mayor influencia en la fase de prevención y de forma menos representativa en la fase de respuesta.

El parámetro más influyente de los huecos de fachada en la fase de prevención es la cantidad de los mismos, también influye en la seguridad real, de mayor a menor medida y de forma muy relevante su iluminación, su localización a nivel de calle, su composición, su localización en un primer piso, a unos

tres metros además de su ancho. También hay que tener presente de su dimensión su altura, su dimensión en general y los localizados en un segundo piso a unos seis metros. El parámetro menos influyente para los profesionales de la seguridad en cuanto a la seguridad real en la fase de prevención, son aquellos huecos localizados a tres plantas o más, o más de seis metros.

Cuando se analiza la influencia sobre la seguridad real de los huecos de fachada por los profesionales de la seguridad en cuanto a la fase de desarrollo de un incidente de seguridad, continua siendo la iluminación el parámetro más influyente y al igual que ocurre con la fase de prevención, la cantidad de huecos de fachada y su localización influyen por ese orden de forma relevante, si es cierto que algo menos en la fase de desarrollo. Como es lógico pensar, el parámetro menos influyente en esta fase de desarrollo, son la localización de los huecos de fachada a partir de seis metros.

En cuanto a la última etapa, la fase de respuesta y la influencia de los diferentes parámetros de los huecos de fachada sobre la seguridad real, los profesionales de la seguridad identifican nuevamente la iluminación como elemento clave, el resto de parámetros cuentan ya con menor influencia siendo la composición el que queda en el último lugar.

15-17. Huecos de fachada, influencia.

|                  | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de<br>inseguridad<br>(Población en<br>general) |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Cantidad accesos | 93,55%                      | 77,42%                      | 69,35%                     | 100,00%                  | 83,75%                                                   |
| Cota $\pm 0,00$  | 90,16%                      | 73,77%                      | 63,93%                     | 100,00%                  | 85,00%                                                   |
| Altura a 3m      | 83,87%                      | 66,13%                      | 51,61%                     | 100,00%                  | 56,25%                                                   |
| Altura a 6       | 72,13%                      | 49,18%                      | 52,46%                     | 96,72%                   | 33,75%                                                   |
| Altura a >6m     | 68,85%                      | 49,18%                      | 47,54%                     | 95,08%                   | 26,58%                                                   |
| Iluminación      | 91,94%                      | 80,65%                      | 70,97%                     | 100,00%                  | 93,75%                                                   |
| Dimensión        | 77,05%                      | 70,49%                      | 62,30%                     | 95,08%                   | 72,50%                                                   |
| Anchura          | 80,65%                      | 62,90%                      | 59,68%                     | 95,16%                   | 62,50%                                                   |
| Altura           | 77,78%                      | 65,08%                      | 57,14%                     | 95,24%                   | 57,50%                                                   |
| Composición      | 85,81%                      | 61,90%                      | 49,21%                     | 98,41%                   | 67,09%                                                   |

Tabla 16: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

#### Interior:

**Paredes, suelos y techos:** Continuando con las cuestiones emitidas, se comienza a preguntar a los panelistas sobre el interior de los edificios objeto de estudio, se les interroga sobre la influencia de la composición de los suelos, techos y paredes sobre la seguridad real y subjetiva.

En cuanto a la sensación de seguridad subjetiva percibida por la sociedad en general, se le da poca relevancia a la composición de los paramentos interiores. De forma generalizada, el ser humano se siente más protegido cuando

se encuentra a cubierto. Como ocurre con otros parámetros a los que la población no les da una gran importancia sobre la influencia en la percepción de su seguridad, las paredes, suelos y techos podrían ser revestidos de materiales que cumplan otro objetivo diferente a influenciar sobre la seguridad subjetiva, pues no cuentan con excesiva relevancia sobre esa apreciación.

En cuanto a la seguridad real que proporcionan las paredes, suelos y techos es elevada. Es destacable identificar que en primer lugar se consideran más influyentes sobre la seguridad

física las paredes, posteriormente los techos y por último los suelos. También es relevante indicar que el profesional de la seguridad no da una gran importancia a la composición del suelo durante el desarrollo de un incidente de seguridad. Estos datos revelan que los solados que se emplean en la actualidad, cumplen con las expectativas en cuanto a la seguridad física. Se identifica que los elementos que compartimentan el espacio cuentan con mayor influencia sobre la prevención en la fase de la comisión de un delito y no es relevante en cuanto a la fase de respuesta.

18-20. Paramentos interiores (composición), influencia.

|         | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de<br>inseguridad<br>(Población<br>en general) |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Paredes | 82,54%                      | 61,90%                      | 47,62%                     | 96,83%                   | 38,75%                                                   |
| Suelos  | 67,21%                      | 52,46%                      | 47,54%                     | 90,16%                   | 37,50%                                                   |
| Techos  | 70,97%                      | 50,00%                      | 45,16%                     | 91,94%                   | 32,50%                                                   |

Tabla 17: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

**Distribución interior:** Una vez analizada la composición interior, es necesario analizar su distribución, si influye de algún modo en la percepción de la seguridad y sobre la seguridad real, para ello se realiza una batería de preguntas sobre distintas opciones y cada panelista cumplimenta según su sensación y conocimiento profesional.

En cuanto a la seguridad subjetiva percibida analizada sobre la distribución interior, vuelve a ser la iluminación el parámetro más influyente seguido de la visual, continuando con el empleo de la vista como sentido dominante. Muy cerca se encuentran las escaleras y número de recorridos de

evacuación. Estos datos reflejan que aunque el ser humano se siente protegido cuando se encuentra en el interior de los inmuebles, tiene presente una vía de salida en caso de necesidad, por lo que también tiene en consideración en su seguridad subjetiva la dimensión de los pasillos. El parámetro menos influyente en cuanto a la seguridad subjetiva apreciada son los espacios diáfanos, en concreto se preguntaba por los "open space", solución de distribución de oficinas con amplio uso en la actualidad. Este dato se contradice con la necesidad de mantener una amplitud visual para sentirse más seguro.

Cuando se analiza la influencia de determinados parámetros de la distribución interior sobre la seguridad real, los profesionales del sector vuelven a identificar la iluminación y la amplitud visual como parámetros elementales, al igual como ocurre con los parámetros externos al inmueble. La totalidad de los expertos identifican su influencia directa sobre los incidentes de seguridad, al igual que el número de recorridos de evacuación o la existencia de espacios muy compartimentados. El resto de parámetros también influyen de forma elevada, dimensiones de escaleras, estancias, recibidores, pasillos, etc. Todos y cada uno de ellos se identifican de alta influencia en la comisión de un delito, siendo la altura interior el menos influyente aunque poco distanciado respecto del resto de parámetros.

En cuanto a la influencia de cada parámetro respecto de la distribución interior sobre la seguridad real en cada fase del incidente de seguridad, la iluminación y la visual vuelven a ser los elementos más influyentes, siendo en la fase de respuesta el de menor influencia y en la fase preventiva el de mayor predominio.

15-17. Distribución interior, influencia.

|                               | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de inseguridad<br>(Población en general) |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Espacios diáfanos             | 78,12%                      | 71,88%                      | 70,31%                     | 95,31%                   | 39,24%                                             |
| Espacios muy compartimentados | 73,44%                      | 79,69%                      | 73,44%                     | 100,00%                  | 65,82%                                             |
| Cantidad de estancias         | 73,02%                      | 76,19%                      | 74,60%                     | 98,41%                   | 53,16%                                             |
| Dimensión Pasillos            | 67,21%                      | 62,30%                      | 67,21%                     | 95,08%                   | 70,51%                                             |
| Dimensión Recibidores         | 62,90%                      | 61,29%                      | 62,90%                     | 93,55%                   | 52,56%                                             |
| Dimensión Estancias           | 57,81%                      | 73,44%                      | 56,25%                     | 95,31%                   | 40,00%                                             |
| Dimensión Escaleras           | 72,58%                      | 75,81%                      | 77,42%                     | 98,49%                   | 76,25%                                             |
| Altura interior               | 60,66%                      | 59,02%                      | 55,74%                     | 88,52%                   | 42,50%                                             |
| Nº.Recorrido evacuación       | 76,19%                      | 74,60%                      | 79,37%                     | 100,00%                  | 75,95%                                             |
| Nº.Vestíbulo independencia    | 65,57%                      | 62,30%                      | 63,93%                     | 96,72%                   | 48,75%                                             |
| Visual                        | 80,95%                      | 71,43%                      | 69,84%                     | 100,00%                  | 76,26%                                             |
| Iluminación                   | 92,06%                      | 76,19%                      | 74,60%                     | 100,00%                  | 88,61%                                             |

Tabla 18: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

19-21. Huecos interiores, influencia.

|                 | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de inseguridad<br>(Población en general) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Cantidad        | 78,69%                      | 68,85%                      | 62,30%                     | 100,00%                  | 72,50%                                             |
| Cota $\pm 0,00$ | 83,87%                      | 64,52%                      | 54,84%                     | 98,49%                   | 71,25%                                             |
| Altura 3m       | 79,03%                      | 56,45%                      | 58,06%                     | 98,49%                   | 37,50%                                             |
| Altura 6,       | 64,52%                      | 48,39%                      | 50,00%                     | 96,77%                   | 27,50%                                             |
| Altura >6m      | 59,68%                      | 46,77%                      | 53,23%                     | 96,77%                   | 25,00%                                             |
| Iluminación     | 88,89%                      | 76,19%                      | 65,08%                     | 100,00%                  | 85,00%                                             |
| Dimensión       | 80,33%                      | 72,13%                      | 63,93%                     | 100,00%                  | 63,75%                                             |
| Anchura         | 75,81%                      | 61,29%                      | 59,68%                     | 96,77%                   | 55,00%                                             |
| Altura          | 73,77%                      | 60,66%                      | 59,02%                     | 96,72%                   | 52,50%                                             |
| Composición     | 83,87%                      | 64,52%                      | 54,84%                     | 96,77%                   | 61,25%                                             |

Tabla 19: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

En la etapa de prevención de la comisión de un delito en cuanto a la seguridad física y los inmuebles del sector terciario, cuentan con una influencia elevada los espacios diáfanos, el número de recorridos de evacuación, los espacios muy compartimentados y la cantidad de estancias, encontrándose ordenados de mayor a menor influencia. Los parámetros menos influyentes en cuanto a la prevención se refiere, son la dimensión de escaleras y la altura interior.

La altura interior coincide en menor influencia respecto de las tres fases del delito. Este dato revela que la estandarización de las alturas en los inmuebles objeto de estudio genera poco valor a los profesionales de la seguridad, pues de forma generalizada se encontrarán con alturas similares en la mayoría de los inmuebles a los que accedan.

En la fase de desarrollo el parámetro más influyente del interior de los inmuebles, según identifican los expertos, son los espacios compartimentados y la cantidad de estancias, además de la iluminación y visual ya mencionados. Según indican los expertos durante la elaboración de las encuestas, la complejidad de mantener un inmueble seguro, va en proporción en el número de estancias del mismo. También influyen de forma determinante los números de recorridos de evacuación, la dimensión de las escaleras y estancias. Todos estos parámetros están relacionados directamente con el recorrido que podría emplear el malhechor a la hora de intentar introducirse en los inmuebles objeto de estudio.

En la fase de respuesta de la tabla anterior, se pone de manifiesto la necesidad de acceso y/o huida, pues se muestran como parámetros más influyentes el número de recorridos de evacuación y la dimensión de las escaleras. La iluminación se encuentra inmediatamente después y se iguala con el parámetro de cantidad de estancias. Cuanto más compartimentado esté un inmueble facilitará la ocultación, tanto para el agresor como para el agredido. El parámetro menos influyente en cuanto a la fase de respuesta son la dimensión de las estancias.

**Huecos Interiores:** Además de la compartimentación interior, se analizan los huecos interiores en lo referente a cantidad, dato directamente relacionado con número de estancias, también se valoran conforme a su localización, tamaño, iluminación y composición.

Tal como identifica la tabla anterior, la sensación subjetiva de seguridad que transmiten los diferentes parámetros de los huecos interiores a la población usuaria de los inmuebles del sector terciario, es elevada, volviendo a ser la iluminación el parámetro más influyente, continuado por el número de huecos y aquellos localizados en el nivel de pisada. Como sería lógico pensar, los huecos más elevados, a partir de tres metros, no cuentan prácticamente con influencia sobre la seguridad subjetiva. Vuelve a identificarse la composición de los huecos, esta vez interiores, como menos relevante a la hora de influir sobre la seguridad percibida.

Todos los profesionales de la seguridad identifican de nuevo a la iluminación como elemento fundamental, además la dimensión y la cantidad, de los huecos interiores, son parámetros de plena influencia sobre la creación de seguridad real en los inmuebles objeto de estudio. El resto de parámetros también son de gran importancia sobre la consecución máxima de seguridad real.

Cuando se analizan los parámetros de los huecos interiores en cuanto a su influencia en las tres fases de un incidente de seguridad, la iluminación coincide como parámetro más influyente en todas las etapas. Con menos influencia aparecen los huecos situados en cotas superiores.

En la fase de prevención, la composición y su localización a cota cero coinciden como parámetros influyentes en cuanto a aportación de seguridad real. Pues pueden utilizarse como acceso o elemento para recabar información, por ello, la dimensión de las aperturas de los paramentos interiores, también cuenta con una gran influencia en esta fase.

En la segunda fase de la comisión del delito, en la etapa de

desarrollo, se muestra a la dimensión de los huecos interiores con una gran influencia respecto de la seguridad real que aporta en los inmuebles, seguido de la cantidad.

La dimensión y la cantidad de huecos interiores existentes, son los parámetros más influyentes, después de la iluminación y dimensión, en la etapa de respuesta. Vuelve a coincidir que se identifican los parámetros que influyen en las vías de acceso o huida de los individuos.

**Instalaciones:** Se pregunta sobre si las instalaciones cuentan con algún grado de influencia sobre la seguridad subjetiva y la seguridad real. Se aclara que se tendrán en cuenta sólo las instalaciones necesarias para el uso habitual de un inmueble de oficinas, como fontanería, electricidad o saneamiento, no teniéndose en consideración la existencia de instalaciones propias de seguridad como CCTV o intrusión.

Es destacable identificar que las instalaciones no cuentan con gran influencia sobre la seguridad subjetiva del individuo.

Por el contrario, para los profesionales de la seguridad influye de forma determinante. En cuanto a las fases de la comisión de un delito, afecta más en la etapa de prevención, posteriormente en la fase de desarrollo y finalmente en la fase de respuesta.

20-22. Instalaciones (uso habitual, no seguridad), influencia.

|       | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de<br>inseguridad<br>(Población en<br>general) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Inst. | 79,69%                      | 68,75%                      | 64,06%                     | 93,75%                   | 56,25%                                                   |

Tabla 20: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

**Diseño arquitectónico:** Esta pregunta final se introduce a modo de testeo, además de para averiguar el grado de influencia del Diseño Arquitectónico en cada fase que aparece en la generación de un delito. Existe una pequeña variación en cuanto al dato de la seguridad subjetiva percibida obtenido en la tabla 5. Se justifica esta pequeña diferencia porque en la pregunta realizada que muestra los datos de la tabla 5, se realiza una breve explicación de lo que se define como Diseño Arquitectónico, explicación que no aparece en la pregunta de la siguiente tabla.

21-23. Diseño Arquitectónico, influencia.

|                | Prevención<br>(Profesional) | Desarrollo<br>(Profesional) | Respuesta<br>(Profesional) | Influye<br>(Profesional) | Sensación de<br>inseguridad<br>(Población en<br>general) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Diseño<br>Arq. | 87,50%                      | 68,75%                      | 65,62%                     | 94,88%                   | 77,50%                                                   |

Tabla 21: Cuestionario A.3. y B.1. Parámetros comunes de los panelistas.

En cuanto a la influencia del Diseño Arquitectónico en cada fase de la comisión de un delito sobre la seguridad real, se identifican por orden la etapa de prevención, posteriormente

la fase de desarrollo y por último la de respuesta, tal como se puede comprobar en la tabla anterior.

### 3.3. CONCLUSIONES.

Como se identifica en los datos analizados, todos los parámetros del Diseño Arquitectónico estudiados influyen en la seguridad física de los inmuebles y además en su mayoría, en la percepción de seguridad de la sociedad en general.

Todas las entidades que desarrollan un servicio esencial para la sociedad realizan su actividad dentro de un inmueble, siempre cuentan con oficinas desde las cuales se puede acceder a información e incluso pudiendo llegar a manipular el servicio esencial, por lo que estos inmuebles, su diseño y mantenimiento, influyen de forma directa en la Seguridad Nacional.

Para incrementar más si cabe la seguridad física, habrá que tener una consideración global e implantar normas básicas del diseño de espacios seguros, como los anillos de seguridad, medidas organizativas, etc.

Es conveniente destacar que el 98% de los profesionales de la seguridad encuestados identifican que el Diseño Arquitectónico influye de forma directa en la posibilidad de sufrir incidentes de seguridad y para el 87% de la población encuestada influye en su sensación subjetiva de inseguridad.

Los parámetros del Diseño Arquitectónico que identifican los profesionales de la seguridad que más influyen en la seguridad ( $\geq 90\%$ ) son la iluminación, la visibilidad, el mantenimiento de los inmuebles, los huecos en fachada, el paramento exterior, la distribución interior y sus huecos y las instalaciones de los inmuebles (no instalaciones propias de seguridad).

Por otro lado, los profesionales de la seguridad identifican los elementos ambientales como parámetro de menor influencia, pero con un 80% nada despreciable.

El estudio ha identificado la influencia de diferentes parámetros arquitectónicos en todas las fases del delito, prevención, desarrollo y respuesta, según identifican los panelistas profesionales de la seguridad.

En cuanto a la fase de prevención, los parámetros que más influyen son el entorno, el perímetro, los huecos de fachada (cantidad, localización, iluminación y composición), el paramento exterior, distribución interior (visual e iluminación), paramentos interiores, huecos interiores (dimensión, iluminación y composición) y las instalaciones.

Si analizamos la fase de desarrollo del incidente de seguridad se observa que los resultados son muy parecidos a la fase de respuesta, los parámetros que más influyen en estas dos fases son la iluminación de los huecos de fachada, la distribución interior (espacios compartimentados e iluminación).



Además los profesionales de la seguridad consideran que el entorno, el perímetro, el resto de parámetros de huecos de fachada (a excepción de la iluminación), la altura de la distribución interior, la composición de los suelos y techos interiores y la localización de los huecos interiores, son los parámetros que menos influencia proyectan. En cambio, el paramento exterior, la dimensión de las estancias interiores, la composición de las paredes, la iluminación de los huecos interiores y las instalaciones (no de seguridad), consideran que influye más en el desarrollo que en la respuesta.

Los parámetros que los panelistas no expertos identifican que más les influye en su percepción de inseguridad ( $\geq 90\%$ ), son la iluminación y el mantenimiento de los inmuebles.

La relación de los elementos del Diseño Arquitectónico que producen mayor incremento de la seguridad, según los panelistas profesionales de la seguridad, con los que influyen en la sensación subjetiva de inseguridad ( $\pm 10\%$ ) son la iluminación, la visibilidad, la cantidad de accesos, la dimensión de las escaleras, el número de recorridos de evacuación, la cantidad de huecos interiores a cota de tránsito.

En cuanto a la experiencia del usuario, por su sensación subjetiva de inseguridad percibida, que influye directamente en su confort, es destacable identificar que la población encuestada precisa de elementos que le proporcionen subjetivamente una seguridad física en el exterior de los inmuebles, mientras que no lo consideran tan relevante una vez en el interior de los inmuebles.

Un dato que pondría en duda la teoría de los cristales rotos es el identificado en la tabla 7, la cual muestra que el Diseño Arquitectónico atractivo no influiría en gran medida en la seguridad real ni en la sensación de inseguridad.

Como parámetros imprescindibles que habría que tener siempre presente si deseamos elevar el nivel de seguridad y la sensación subjetiva de seguridad, son la iluminación y el mantenimiento de los inmuebles.

Por lo tanto, queda reflejado en el estudio, la necesidad de implementar medidas en el Diseño Arquitectónico que incrementen la seguridad de los inmuebles del sector terciario, más aún en entidades catalogadas como críticas o estratégicas para la Seguridad Nacional. Estas medidas deben ser introducidas en todo el proceso constructivo, desde la idea y necesidad de creación de un edificio, con su proyecto y posterior puesta en obra, hasta su conservación por toda la vida del mismo.

#### 4. REFERENCIAS

[1] Departamento de Seguridad Nacional, Presidencia del Gobierno, Gobierno de España, "Estrategia de Seguridad Nacional" (en español), 2017, p. 10, 83, 84. Aprobado por el Real Decreto 1008/2017, de 1 de diciembre, por el que se aprueba la Estrategia de Seguridad Nacional 2017.

[2] Jefatura del Estado, "Ley 8/2011, de 28 de abril, por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas" (en español), «BOE» núm. 102, de 29 de abril de 2011, Referencia: BOE-A-2011-7630, Artículo 2.a, p. 3.

[3] Jefatura del Estado, "Ley 36/2015, de 28 de septiembre, de Seguridad Nacional" (en español), «BOE» 233, de 29 septiembre, 2015, p. 87106-87117.

[4] Departamento de Seguridad Nacional (DSN), Gobierno de España, "Qué es la Seguridad Nacional" (en español). [En línea]. Disponible en: <https://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional/qu%C3%A9-es-seguridad-nacional>. [Accedido: 8-mar-2019].

[5] Departamento de Seguridad Nacional, Presidencia del Gobierno, Gobierno de España, "Estrategia de Seguridad Nacional" (en español), p. 31, 2017.

[6] Departamento de Seguridad Nacional (DSN), Gobierno de España, "Actuales niveles de alerta por riesgo de atentado en Europa" (en español). [En línea]. Disponible en: <https://www.dsn.gob.es/es/actualidad/sala-prensa/actuales-niveles-alerta-por-riesgo-atentado-europa>. [Accedido: 8-mar-2019].

[7] Consejo de Europa, "Carta urbana europea" (en inglés), aprobada en la Conferencia Permanente de Autoridades Locales y Regionales de Europa, de marzo de 1992, Resolución 234.

[8] Consejo Europeo, "Crimen e inseguridad urbana: el papel y la responsabilidad de las autoridades locales y regionales" (en inglés), Declaración final de la Conferencia Internacional, febrero de 1997.

[9] Asociación Española de Normalización y Certificación, "Prevención del Crimen. Planificación Urbana y Diseño de Edificios" (en español), UNE-EN 14383 may. 2008.

[10] E.Gándara Trueba, "Aplicaciones de la teoría de la prevención (CPTED)" (en español), p.229, 2007.

[11] CPTED Región, Prevención del delito mediante el diseño ambiental, "Teoría de decisión racional del delincuente" (en español). [En línea]. Disponible en: <http://www.cpted-region.org/>. [Accedido: 8-mar-2019].

[12] I. Sanz Ortega, "La Seguridad Nacional como base de trabajo de la Dirección Patrimonial, dentro de un entorno globalizado" (en español), BIMIC 2018, Abril 2018, art. no 18-128, p.13-15.

[13] Departamento de Seguridad Nacional, Presidencia del Gobierno, Gobierno de España, "Estrategia de Seguridad Nacional" (en español), p. 105, 2017.

[14] Plan de Prevención y Protección Antiterrorista, aprobado por el Comité Ejecutivo para el Mando Unificado (CEMU) en su reunión del 31 de marzo de 2005.

[15] Asociación Española de Normalización y Certificación, "Prevención del Crimen. Planificación Urbana y Diseño de Edificios. Parte 4: Tiendas y oficinas" (en español), UNE-EN 14383-4 sep. 2011.

[16] Asociación Española de Normalización y Certificación, "Prevención del Crimen. Planificación Urbana y Diseño de Edificios. Parte 1: Definición de términos específicos" Objeto y Campo de Aplicación. (en español), UNE-EN 14383, p. 7, may. 2008.

[17] "CPTED. Diseño como instrumento de prevención de delitos" (en español). [En línea]. Disponible en: <https://uplocks.com/blogs/analisis/cpted-diseno-como-instrumento-prevencion-delitos>. [Accedido: 7-mar-2019].

- [18] Oficina de las naciones Unidas contra la Droga y el Delito. "Manual sobre la aplicación eficaz de las Directrices para la prevención del delito". Naciones Unidas. Nueva York, 2011.
- [19] Gobierno de España. Ministerio del Interior. Portal estadístico "Tasa nacional de criminalidad. Número de infracciones penales por mil habitantes" (en español). [En línea]. Disponible en: <https://estadisticasdecriminalidad.ses.mir.es/> [Accedido: 7-mar-2019].
- [20] Ministerio del Interior, "Real Decreto 704/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de protección de las infraestructuras críticas". «BOE» núm. 121, de 21 de mayo de 2011. Referencia: BOE-A-2011-8849.
- [21] Cuestionario A.3: Factores arquitectónicos que influyen en la delincuencia. Prevención, desarrollo y respuesta. Sector terciario. Opinión del profesional de la seguridad. Enlace: <https://www.e-encuesta.com/s/GNbMSrIniFy2o2UWcT-iUg/>
- [22] Cuestionario B.1: Factores arquitectónicos que influyen en la delincuencia. Sentimiento de seguridad. Sector terciario. Opinión social. Enlace: <https://www.e-encuesta.com/s/VE68vbppRDg16gSemxPC1Q/>

---

### WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Evolution of drawing and sketching with the use of zbrush and the live boolean tool

## Evolución del dibujo y abocetado con el uso de zbrush y la herramienta booleana en vivo

**ALFONSO BERROYA ELOSUA**

PhD in Fine Arts, University of the Basque Country, Teaching and Research Academic Staff, Lejona, Spain; [alfonso.berroya@gmail.com](mailto:alfonso.berroya@gmail.com)

**DAVID ARTEAGOITIA GARCÍA**

PhD in Fine Arts, University of the Basque Country, Head of the Drawing Department, Lejona, Spain; [david.artegoitia@ehu.es](mailto:david.artegoitia@ehu.es)

**MAITANE ECHEVARRÍA AGUIRRE**

MFA in Animation, Savannah College of Art and Design, Savannah, Georgia, USA; [mai.echevarria@hotmail.com](mailto:mai.echevarria@hotmail.com)

In the video game and animated film industries, design techniques are used to facilitate the preview of complex architectures, buildings, and backgrounds. 3D programs can be utilized early in the visualization pipeline using a technique called "Kitbashing". The software analyzed here, ZBrush, was originally designed to focus on organic sculpture and character design; today it is used for both organic and inorganic modeling development. This software is classified as a specialized digital sculpture program, which, unlike 3D modeling programs, allows a closer approach to traditional drawing and sculpture. This article will focus on demonstrating an elaborated example of how the use of Kitbashing and the Boolean tool can be useful for a project, as it allows one to work with complex inorganic forms in an intuitive and simple way. The objective of these techniques and tools is to create and search for shapes intuitively, allowing the creator to reach advanced design phases quickly. Through this process, complex models and shapes can be created. In this sense, these systems can be of great help in industries and sectors like architecture and building, as they allow the user to achieve realistic and impactful results for the presentation of a project to possible customers.

*Concept; Architecture; Building; Drawing; Kitbashing; Live Boolean*

En las industrias de videojuegos y películas de animación, las técnicas de diseño se utilizan para facilitar la vista previa de arquitecturas complejas, edificios y fondos. Los programas 3D se pueden utilizar antes en el proceso de visualización utilizando una técnica llamada "Kitbashing". El software analizado aquí, ZBrush, fue diseñado originalmente para centrarse en la escultura orgánica y el diseño de personajes; hoy en día se utiliza tanto para el desarrollo de modelos orgánicos como inorgánicos. Este software está clasificado como programa especializado en escultura digital, lo que, a diferencia de los programas de modelado 3D, permite un acercamiento más cercano al dibujo y la escultura tradicionales. Este artículo se centrará en mostrar un ejemplo elaborado de cómo el uso de Kitbashing y la herramienta booleana puede ser útil para un proyecto, ya que permite trabajar con formas inorgánicas complejas de una manera intuitiva y sencilla. El objetivo de estas técnicas y herramientas es crear y buscar formas de forma intuitiva, permitiendo al creador alcanzar rápidamente fases avanzadas de diseño. A través de este proceso, se pueden crear modelos y formas complejas. En este sentido, estos sistemas pueden ser de gran ayuda en industrias y sectores como la arquitectura y la edificación, ya que permiten al usuario obtener resultados realistas e impactantes para la presentación de un proyecto a posibles clientes.

*Concepto; Arquitectura; Edificación; Dibujo; Kitbashing; Booleana en vivo*

### 1. PREVISUALIZATION TECHNIQUES

The architectural design of environments has always depended on line drawing and graphics to develop and communicate complex ideas. These visuals serve as a language and establish conventions that make these ideas globally comprehensible. Francis D. K. Ching, well known author of architectural drawing, emphasizes the relevance of

graphics and communication through line drawing, which is understood both as an element of abstraction and representation of shapes:

"The basic premise of this approach is that graphic design is an inseparable part of the design process, an important instrument that gives the designer the means not only to present a design proposal but also to communicate with himself and with the studio's collaborators" [1].

In addition, he mentions that this technique not only represents the shape and its silhouette, but also its volume:

“Although all drawings are representations and the main difference between a pure line drawing and a drawing using tones is only a difference in the degree of abstraction, a drawing with tonal value usually gives more information about the object drawn. Living in a world of light, we find that the change in tone value is the basis of our perception of the shape” [1].

These conventions and graphic languages persist over time, and are still used today in architecture and building, as well as in recent technological industries such as animated cinema and video games. Scott Robertson, author of the didactic book on perspective drawing "How to Draw" (one of the current reference manuals in sectors such as product design, vehicle design, cinema and video games), refers to hand drawing and sketching as an indispensable technique, and extolls its importance in expressing ideas:

“Drawing is almost a magical power. It enables you to communicate in a different way that spoken or written language. Perspective drawing convey how things work and how they look. You can inspire others with something as simple as a pen and a napkin” [2].

Derived from this traditional sketching technique, “thumbnail sketching” is a fundamental process to represent architectural spaces. Thumbnail sketches are used to communicate a general sense of the space, emphasizing atmospheric perspective, grey values, and overall spatial composition. These drawings provide several options among which a final image can be obtained.

“It just feels natural to sketch environments using a bit of value. This is because one of the best ways to perceive depth is through atmospheric perspective. In this photograph of the San Francisco Bay, Alcatraz, and the hills of Marin County, you can see this progression of value contrast, with the most contrast

(the brightest and darkest values) in the foreground. All of these values lessen as the amount of atmosphere increases with distance. This principle can be applied to sketches in a loose and simple way to give environments extra depth. Look at the value contrast in these thumbnail sketches, and note how it makes them feel more realistic” [2].



Fig. 1: Image of the San Francisco Bay [2].

These techniques are also used to design environments in video game production, as seen in the examples in figures 2 and 3. These works include line sketches, thumbnail sketches with stain, and subsequent color work. It should also be noted that these works are created entirely in a 2D digital environment using a graphic "Cintiq" screen and software such as Photoshop and Clip Studio Paint.

In figure 3, an evolution of the same idea is developed, starting from a sketched line design and followed by color development:

However, as the work of drawing and designing elements becomes more complicated, the help of 3D environments becomes indispensable to save production time. Scott Robertson himself anticipated in 2013 the importance of using 3D software to complement hand drawing and design in order to simplify the most complex aspects:

“Some of most significant advancements in perspective drawing are 3 D modeling programs that can aid in the basic layout of perspective drawing grids and larger volumes. Why not then have the computer do it all? In order to use these computer programs efficiently and effectively, it's important to learn how to construct hand-drawn grids and volumes first. This combination of 2D and 3D tools can be very powerful to create awesome drawings” [2].

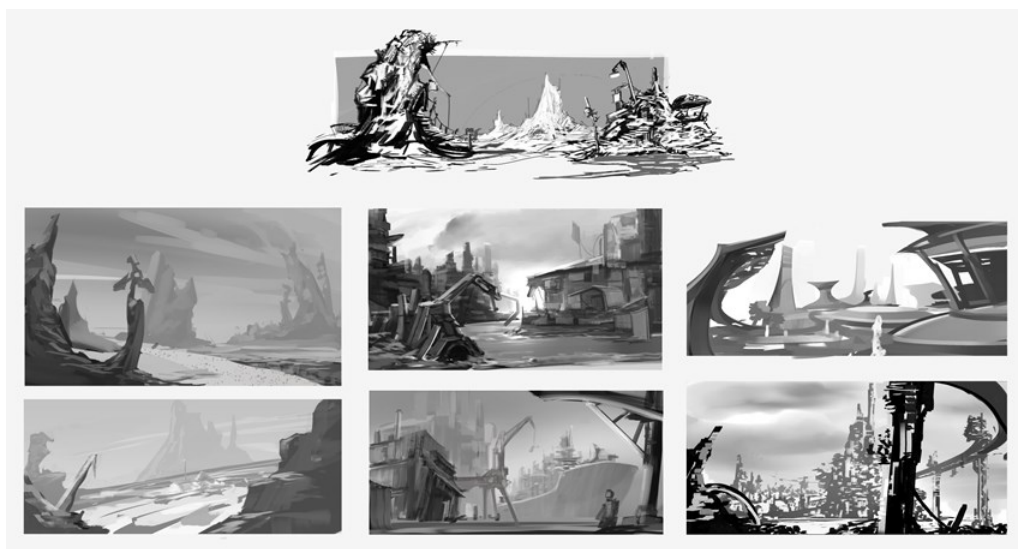


Fig. 2: Thumbnail sketchings through line and gray values made in Photoshop.



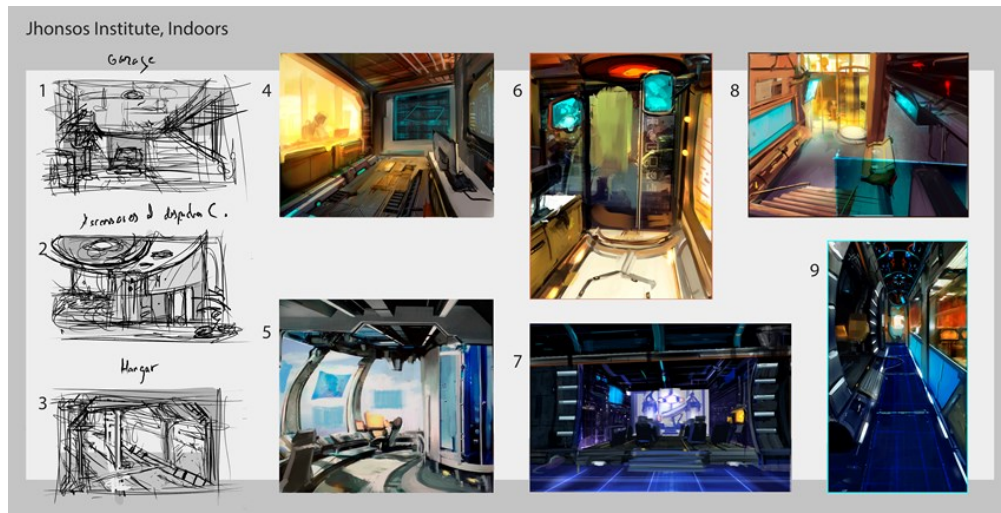


Fig. 3: Thumbnails of interiors starting from line drawing through prototyping in color, realized in Clip Studio Paint.

Nonetheless, Robertson mentions that it is essential not to spend too much time within these programs, because it is a time-consuming process to design and prototype shapes in 3D environments:

"It's easy to get sucked into modeling more than is needed, and to get carried away adding details or more complex forms that would be faster and easier just to draw. Hours can be spent messing around on the computer when all that was really needed was one good 3/4 view to get started" [2].

This problem, in fact, is mentioned in the research carried out by J. Alcaide-Marzal, J. A. Diego-Mas, S. Asensio-Cuesta, and B. Piqueras-Fizman, in their work "An exploratory study on the use of digital sculpting in conceptual product design" [3]. They performed tests involving students who had basic, medium, and advanced skills in 2D illustration, drawing, and 3D. The students were split into groups based on the workflow in which they specialized to create concepts. The research concluded that:

"Paper and pencil are still more powerful than digital media to produce conceptual solutions, in terms of number of concepts. This evidence rejects our first hypothesis, as participants were more productive when using 2D sketches" (...) "Computer tools for conceptual design are already available, but it is difficult to use them properly. A new approach to computer aided design is needed in order to take advantage of them. The dialogue between designer and digital sculpting is actually there, but it needs some adjustments. A more comprehensive analysis of 3D sketching actions and their connection with 2D sketching would be needed in order to determine the right approach to these new tools" [3].

However, this research was conducted using the ZBrush 4 software version, which did not include the Live Boolean tool which will be subsequently discussed. The Live Boolean tool, introduced in version 4.8, allows for the design of complex shapes without requiring of the time and effort of previous

versions and workflows.

The subject of the following study is the Live Boolean tool from ZBrush 4.8 and its application as a technique for designing architectural spaces and scenography. It is an advance on the classic techniques of pre-visualization, with both the speed of sketching and drawing but also providing the advantages of 3D. Realistic rendering becomes available with materials, reflections, and lighting shown.

Although there are already Booleans and modeling tools for designing 3D elements in programs such as SketchUp, 3DSMax, BIM, AutoCAD, etc., this Live Boolean tool is the most effective 3D alternative to thumbnail sketches. It allows one to create complex shapes without worrying about the mesh or topology and allows for the deformation, cutting, and modification of models using multiple meshes to obtain a real-time preview of what the result will be.

In the video game and animated film industries, design techniques are used to facilitate the preview of complex architecture, buildings, and backgrounds. These can include both organic and inorganic shapes. Within the workflows of these industries, 2D and 3D digital tools and software are used in various states of the process, as mentioned in the communication carried out in the international congress on building APEGA 2019 [4].

After analyzing the results, it was found that the use of previsualization techniques for the representation of concepts has proven its effectiveness (especially as a time saver), as it allows the user to achieve realistic and impactful results for the presentation of a project in a more efficient way. In this sense, these systems can be of great help in industries and sectors like architecture and building.

### 1.1. Introduction

3D programs have been utilized in many different realms of architecture. The most common use has been to previsualize models after they have already been designed. This is used to

give customers an idea of what the final product could look like. Another use can be found in academics; scholarly examples include reconstructions of ancient architecture using 3D programs, as is demonstrated in Denker's work [5].

However, 3D programs can be utilized earlier in the visualization pipeline than they traditionally are using a technique called "Kitbashing". Using this technique, one collects, organizes, labels, and selectively stores all the objects previously created in 3D and then reassembles them to create a completely new object or scene [7-13]. Any element that has been modeled before can be reused in future projects. When designing for production, both speed and efficiency are fundamental factors. The Kitbashing methodology enables 3D software to contribute to the design process rather than simply visualizing previously designed concepts [15-23].

### 1.2. ZBRUSH

The example shown in the next section demonstrates one of the most effective workflows that can be used when designing inorganic elements. To do this, the 3D sculpting and modeling software ZBrush is used.

ZBrush is a software created by the company Pixologic in 1997. In order to understand the potential of the tool, it is necessary to understand the professional context in which it was created. At the end of the 1990's, 3D modeling and design software geared toward artistic industries rose in prominence due to the success of "Toy Story" (1995), the first animation film made entirely with 3D software. In this situation, 3D programs proved to be an effective tool for creating movies. They also enabled the generation of virtual environments created entirely in 3D for consoles like PlayStation.

However, developers lacked a tool to develop organic shapes and geometries with processes that were closer to traditional art. It is in this arena that Pixologic's tool has been fundamental. In fact, its focus on character development and specialization became notorious after its use in two The Lord of the Rings films: "The Two Towers" (2002) and "The Return of the King" (2003).

This software is classified as a program specializing in digital sculpture, which, unlike most 3D modeling programs, gives the user an experience closer to traditional drawing and sculpture. In fact, it has become an indispensable tool for three dimensional "sketching" when creating conceptual images.

"However, there are several key differences between 2D sketching and 3D sculpting that prevent trivial extensions of prior methods for our applications. 2D sketching operates on a simple 2D static planar canvas, the user strokes do not interact with one another, and remain there once placed.

3D sculpting dynamically deforms the base object shape, the later strokes can overlap and alter earlier ones including both

visible/explicit mesh shapes and invisible/implicit stroke relationships, and similar input strokes can end up with dissimilar output structures due to intervening edits" [6].

### 1.3. EXAMPLES AND RESULTS

The software analyzed here, ZBrush, was originally designed to focus on organic sculpture and character design; today it is used for both organic and inorganic modeling development. Originally ZBrush did not feature fundamental spatial control tools commonly found in traditional modeling programs, such as 3D Max, Maya, or Blender. These programs include a position, scale and rotation manager as well as a hub showing the position of the object with respect to the "X", "Y", and "Z" axes, whereas ZBrush did not. This lack of visual orientation was a shortcoming that complicated the process of designing inorganic elements with precise control [14].

However, with the release of version 4r7 and subsequent iterations, the program has incorporated more and more tools that make it competitive with traditional modeling programs. These tools include "ZModeler", "Nanomesh", and the more recent "Live Boolean" tool, which will be analyzed here. This article will focus on the Live Boolean tool, as it allows one to work with complex inorganic forms in an intuitive and simple way.

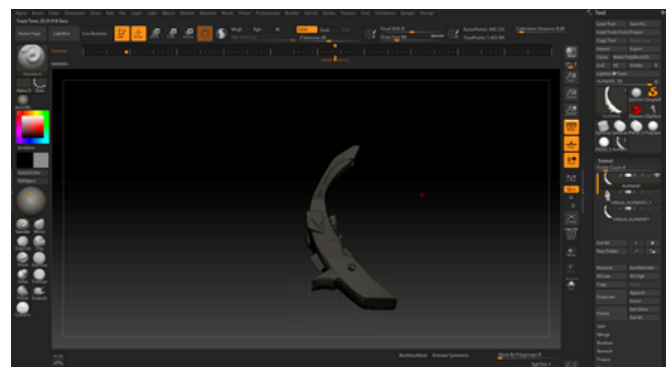


Fig. 4: Simple shape modified with Kitbashing elements.

This process begins with Kitbashing: the gathering and cataloging of previously created inorganic elements and objects to be combined afterwards. These will serve as the building blocks for creating modifications and suggesting new shapes.

The process of modeling inorganic objects through Live Booleans begins with a scene composed of a primitive or simple geometry. From here, as shown in Figure 4, the user will explore shapes as simple modifiers, cutting the original piece with the "Trim Curve" tool and playing with the symmetries.

To see a precise example of how the Trim tool set works, look at Figures 5(a) and 5(b). In Figure 5(a), this tool is used to draw a curve along the geometry. The program calculates everything marked along the curve and subtracts it from the original object. In this case, the Trim process results in the form shown in Figure 5(b). The Trim tool includes circles, rectangles

and other forms of selection beyond a curve line, so the possibilities of creation are wide.

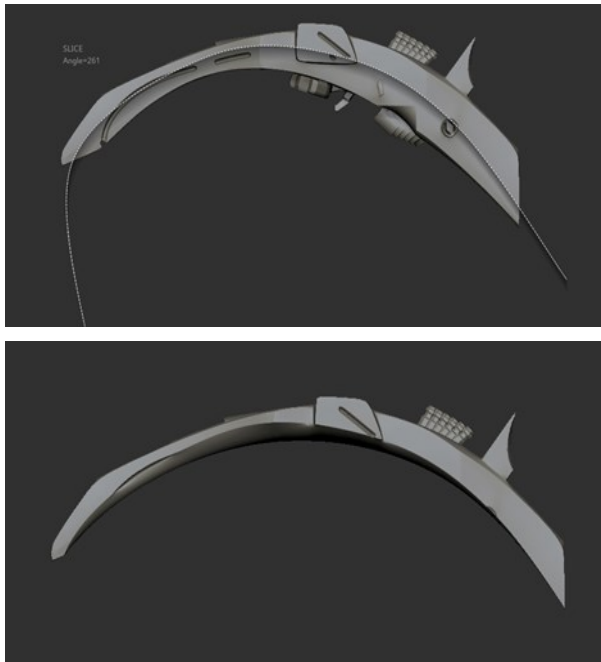


Fig. 5(a) and 5(b): Example of the use of the Trim tool.

From this point on, the user can always assemble shapes that have already been created and place them with small deformations of scale, position and size to suggest new volumes. For example, Figure 6(a) shows a duplicate of the original shape that has been made in "symmetry" mode. Adding this piece to a bigger copy of the initial piece resulted in Figure 6(b). The result adds volume to the original shape and saves considerable design time. Again, this process is meant to be a quick and experimental way of working, and these tools help enormously in the process.

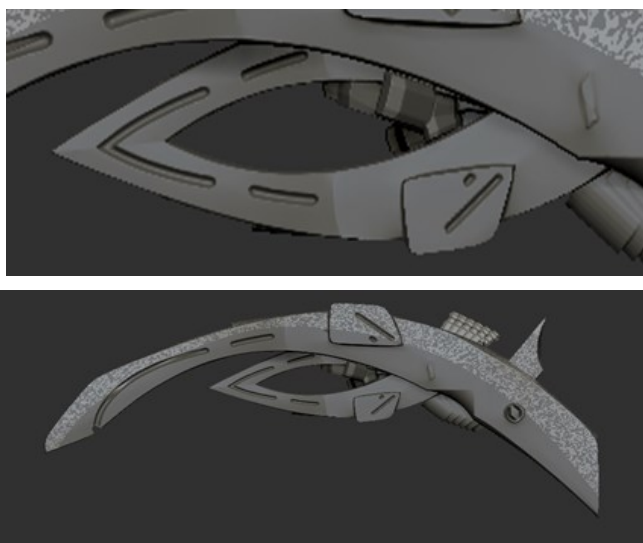


Fig. 6(a) and 6(b): Addition of symmetric duplicate to create interest.

In order for Kitbashing to be effective, one must compile a 3D elements library. This library consists of tools and 3D objects which were previously loaded into the program. It is important

to maintain clear naming conventions and organization to facilitate an easier use. Figure 7 exhibits a 3D elements library in ZBrush which consists of numerous previously-modeled objects. These objects can be added to the primary volume, and, through the use of Kitbashing, used to modify and enlarge the final form.

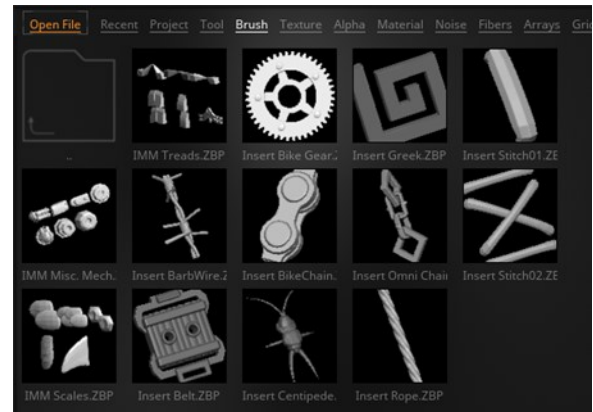


Fig. 7: Example of 3D elements library.

In this example, shown in Figure 8, the objects from the Figure 7 3D elements library were combined and manipulated to produce a new volume. The objects that were previously created with the "Trim" tools and deformers (Figure 6(b)) became the wings for this new model. This Kitbashing turned the wing and various mechanical elements from the library into a ship prototype.

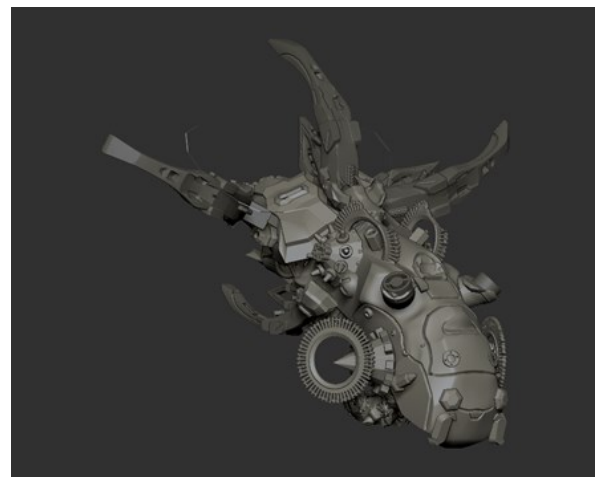


Fig. 8: Ship prototype created through Kitbashing, deformers and Trim tools.

Now is the time to use the Live Boolean tool.

This tool is very similar to those used in other modeling programs, such as 3DS Max, Maya, or Blender. Figure 9 shows two steps of the process to illustrate how the tool works. When two 3D objects are intersected (Figure 9(a)), the Boolean process can be used to subtract volumes from each other. It is possible to work with either the resulting piece or the pieces which were subtracted.

Most programs require significant time to perform the necessary calculations to display the results of the Boolean

process. Thanks to the Live Boolean tool incorporated in ZBrush, several processes can be performed simultaneously while obtaining a real-time preview.

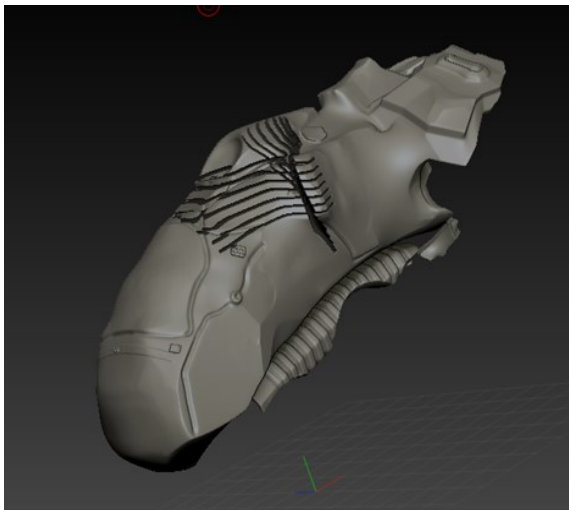
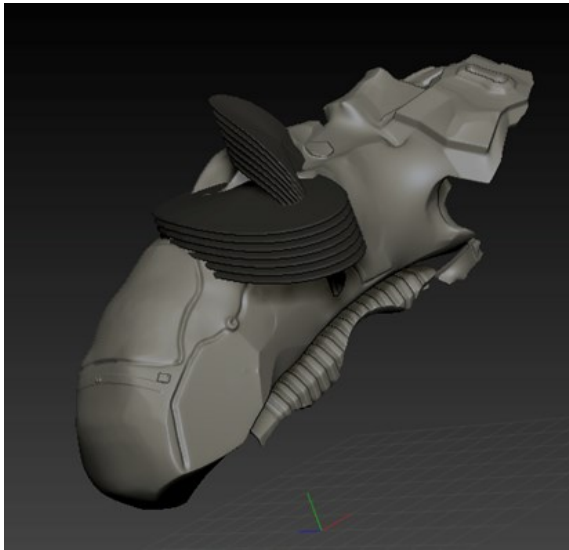


Fig. 9(a) and 9(b): Previsualization of Probooleans.

At this point, all the previously-mentioned techniques are combined. The Live Boolean tool is a powerful resource for Kitbashing elements to combine and subtract from existing volumes. The user can manipulate and deform the original shape to his or her liking without having to take into account the mesh or base topology of the objects involved.

Keep in mind that the objective of this technique is to create and search for shapes intuitively, which allows one to reach advanced design phases quickly. This technique has a drawback in that it requires a powerful computer to run the program and allow it to perform complex calculations simultaneously and in real time. Additionally, the resulting geometry of the 3D mesh will not be of final production quality; the topology can be chaotic and therefore difficult, if not impossible, to incorporate into film or video without retopologizing it first. This process, however, is more typical of 3D artists and professionals at more advanced stages of the

production pipeline. For this reason, this process deviates from the focus of this article and will not be discussed in depth.

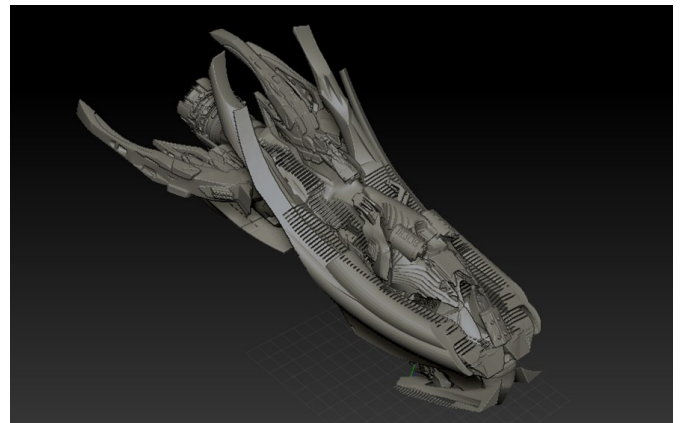


Fig. 10: Finished conceptual figure.

Kitbashing brings various elements together quickly to results in highly complex models and shapes, like that shown in Figure 10, which was created in less than two hours of working time. These powerful processes can be leveraged to conceptualize and previsualize 3D spaces and buildings, making them useful earlier in the building design pipeline than they are currently utilized.

Finally, to demonstrate the usefulness of this methodology, Figure 10 exhibits how elements of the previously pictured ship can be used to create an entirely different object. To do this, parts of the ship, such as the wings, have been extracted and cuts have been applied with the Trim tool. The objects have been modified with the deformation tools to adapt them to the new concept, as seen in Figure 11(a).



Fig. 11(a) and 11(b): Tower composed of parts from the previously pictured ship, and resulting 3D object.

After creating different modifications of these pieces, subtracting parts through Live Boolean, and cutting the pieces with Trim tools, a new volume was generated that could be suitable for a science fiction project. In the end, a complex shape, pictured in Figure 11(b), was generated in less than an hour.



As stated before, after obtaining the objects through the modeling and sculpting processes, the rendering can begin. Through this rendering process, a 3D object that has been created can be placed in a virtual space. For this setting to achieve a realistic look, lights of different types will be added, which will illuminate both the object and the scene. One can see the differences between Figures 12 and 13, in which two distinct render engines have been used.

In Figure 12, the rendering engine that has been used is the one incorporated in ZBrush by default. It gives a realistic and appealing texture, to which you can adjust both the parameters of lights and quality of the shadows as well as the end result. In addition, it allows to create the final render within the same program. The main disadvantage compared to other more specialized rendering engines is that it does not offer the same control over the lights and their position in the world. The parameters with which one can experiment are smaller than a professional render engine such as "Arnold", "Keyshot" or "Vray".



Fig. 12: Image rendered through the embeded ZBrush rendering engine.

In Figure 13, the result has been obtained through the specific "Arnold" engine, which is integrated into the 3DS Max modeling software program. In order to do this, it has been necessary to export the ship previously modeled in ZBrush to the 3DS Max program as an object of type "OBJ", a process that allows one to continue working with the object modeled in 3DS Max. By incorporating natural daylight lighting within the environment, and adding some lights to the object itself, the result is a more realistic-looking scene.



Fig. 13: Image rendered through the "Arnold" engine in the 3DS Max program.

Finally, this model can be applied to an example created for a previous congress [4]. This new object can be used and imported into a complex 3D or rendering software, so that, by means of simple parameters, it can be incorporated into a realistic atmosphere. Through this technique, basic shapes that had been previously created have been used to define complex volumes in a matter of minutes.

This allows for the efficient design and exploration of new forms that can be offered to customers as a preview, like that shown in Figure 14.

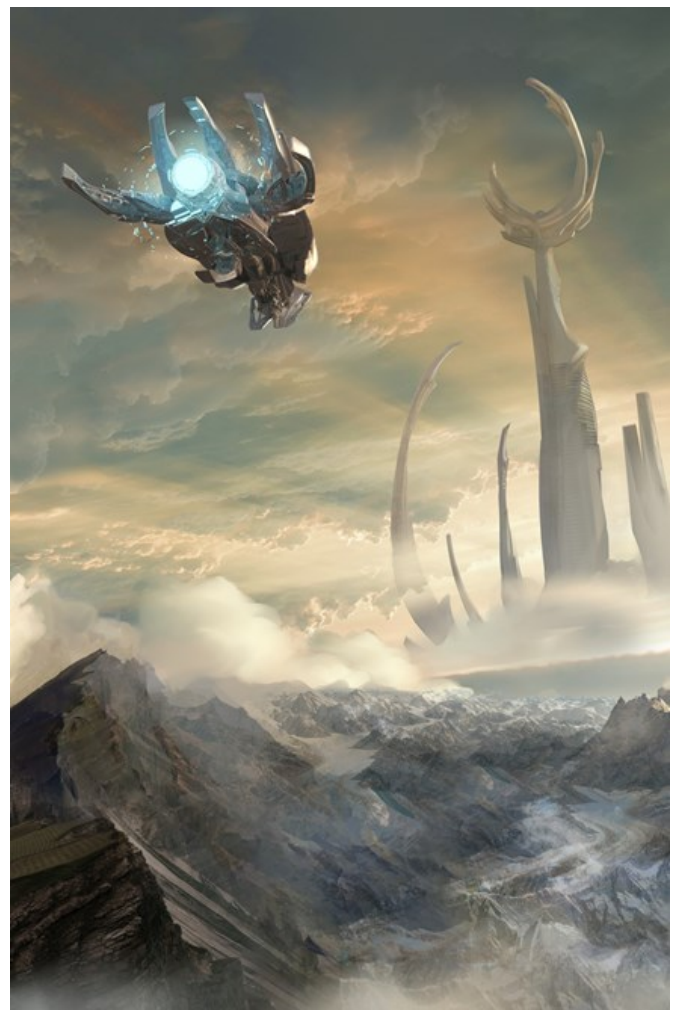


Fig. 14: Image rendered through the "Arnold" engine in 3DS Max, and retouched through "Matte Painting" in Adobe Photoshop.

## 2. CONCLUSIONS

As mentioned in the introduction, the most advanced software allows to create designs of complex shapes in a simple way. This allows to save costs to create preview images in the early stages of scenario and environment design.

For this, one can resort to ZBrush, a software designed for the film and video game industry, but that can actually be used in architectural work processes and building engineering. Through an organizational process known as "Kitbashing", the

user can create libraries of materials that can then be reused in ZBrush.

Finally, the effectiveness and simplicity of the Live Boolean tool allows to generate complex shapes in an intuitive way. The user can go through a 2D rendering and postproduction process to create realistic and impacting images as conceptual design, prototype images, or environments that can afterwards be exported to virtual reality software.

This is why this process can be very useful for both students who want to experiment and create forms, and also for professionals who need to streamline production processes in the early stages of projects.

### 3. REFERENCES

- [1] F. D. K.Ching, "Manual de dibujo arquitectónico", Editorial Gustavo Gili, S.L., Barcelona, 2016.
- [2] S. Robertson, "How to Draw: Drawing and Sketching Objects and Environments from your Imagination", Design Studio Press, Los Angeles, 2013.
- [3] J. Alcaide-Marzal, J. A. Diego-Más, S. Asensio-Cuesta, and B. Piqueras-Fizman, "An exploratory study on the use of digital sculpting in conceptual product design", Design Studies, Vol. 34, No. 2, pages 264-286, March 2013.
- [4] A. Berroya Elosua, and M. Echevarría Aguirre, "Architectural drawing, concept art and environment art as new techniques and processes to represent spaces for cinema and videogames", XIV Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación, APEGA 2019, De la línea a la nube, Seville, February 2019.
- [5] A. Denker, "3D visualization and photo-realistic reconstruction of the Great Temple of Bel", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W3, 2017 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, Greece, March 2017.
- [6] M. Peng, J. Xing, and L. Wei, "Autocomplete 3D Sculpting", ACM Trans. Graph., Vol. 37, No. 4, Article 132, August 2018.
- [7] A. Gahan, "3DS Max Modeling for Fames", Routledge, New York, 2012.
- [8] A. Loomis, "Creative Illustration", The Viking Press, New York, 1947.
- [9] A. Rob, "How to Draw and Paint Fantasy Architecture", Barron's Educational Series Inc., New York, 2011.
- [10] F. Cowan, "Dibujar y Pintar Mundos de Fantasía", Evergreen, 2006.
- [11] G. Russel, "El Arte de la Comunidad Del Anillo", Ediciones Minotauro S.A., Barcelona, 2002.
- [12] J-C. Park, "The Art of Paper Blue", Design Studio Press, Higuera City, 2014.
- [13] M. Brehm, "Dibujo De La Perspectiva, Cómo Verla, Cómo aplicarla", Barcelona, Promopress, 2016.
- [14] M. Lewis, and M. Lewis, "Beginner's Guide to ZBrush", 3DTotal Publishing, Worcester, 2017.
- [15] M. McKenna, "Digital Fantasy Painting Workshop", The Ilex Press limited, 2004.
- [16] O. Demers, "Texturing & Painting", New Riders, San Francisco, 2002.
- [17] R. Alexander, "Cómo dibujar y pintar arquitectura de fantasía", Norma Editorial, Barcelona, 2012.
- [18] S. Robertson, and T. Bertling, "How to render: The Fundamentals of Light, Shadow and Reflectivity", Design Studio Press, Los Angeles, 2014.
- [19] VVAA, "Concept Design 2: Works from Seven Los Angeles Entertainment Designers and Guest Designers", Design Studio Press, Higuera City, 2005.
- [20] VVAA, "Taller de Fantasía Digital", Norma Editorial SA., Barcelona, 2009.
- [21] VVAA "Blast, Spaceship Sketches and Renderings", Design Studio Press, Higuera City, 2012.
- [22] W. Stanchfield, "Drawn to Life", Focal Press, Oxon, 2009.
- [23] W. Yin, "Impeccable Scene Design for Game, Animation and Film", Gingko Press Inc., Berkeley, 2010.

---

### WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

---

# Waste production on terraces with PVC sheets and study of their CO<sub>2</sub> emissions

## Producción de residuos en azoteas con láminas de PVC y estudio de sus emisiones de CO<sub>2</sub>

**MANUEL J. CARRETERO-AYUSO**

University of Extremadura  
carreteroayuso@yahoo.es

**JUSTO GARCÍA-SANZ-CALCEDO**

University of Extremadura  
jgsanz@unex.es

**GONZALO SÁNCHEZ-BARROSO**

University of Extremadura  
gsanchezbmoro@gmail.com

**MIGUEL GÓMEZ-CHAPARRO**

HM Hospitals  
mgomezchaparro@hnhospitales.com

The objective of the analysis presented is to compare the environmental impact of different solutions of roofs according to the CO<sub>2</sub> emissions they release into the atmosphere (in kg/m<sup>2</sup>), as well as the generation of waste (in kg/m<sup>2</sup>), from the nature of their different constituent layers. For this purpose, waste has been grouped under two criteria: waste per placement and waste per packaging. The analysed roofs are all with a slope of less than 5% (i.e. flat roofs); in order to be more specific, the typologies that were inverted type have been chosen (which means that the insulation was arranged over the waterproofing), given that they are the most commonly used. In addition, only variants with the waterproofing layer consisting of a PVC membrane and three different types of roofs were compared: non-trafficable flat roof finished with gravel (Type A), garden flat roof (Type B) and walkable flat roof with fixed tile flooring (Type C). To make this comparison, the BEDEC database of Instituto de Tecnología de la Construcción (ITEC) has been used and the characterisation of the constituent layers has been carried out according with the LER codes (European Waste List). In addition, life cycle analysis techniques have been used according to the UNE-EN-ISO-14040:2006 and UNE-EN-ISO-14044:2006 standards. It was verified that the least efficient roof with the highest environmental impact values corresponds to Type C.

*Sustainable design; Maintenance; Life cycle assessment; Building projects; Inverted roof*

El análisis que se presenta tiene como finalidad comparar el impacto ambiental de diferentes soluciones de cubiertas según las emisiones de CO<sub>2</sub> que vierten a la atmósfera (en kg/m<sup>2</sup>), así como de la generación de residuos (en kg/m<sup>2</sup>) a partir de la naturaleza de sus distintas capas constituyentes; esta generación de residuos se ha agrupado bajo dos criterios: residuos por colocación y residuos por embalaje. Las cubiertas analizadas son todas de unidades constructivas con una pendiente inferior al 5% (es decir, cubiertas planas); para concretar más, se han escogido las tipologías que fueran de tipo invertido (lo que conlleva que el aislamiento estuviera dispuesto sobre la impermeabilización), dado que son las más utilizadas. Además, solo se compararon las variantes que tuvieran la capa impermeabilizante constituida por una membrana de PVC y en tres modalidades diferentes de cobertura: cubierta plana no transitada acabada en grava (Tipo A), cubierta plana ajardinada (Tipo B) y cubierta plana transitada con solado fijo de baldosas (Tipo C). Para hacer esta comparativa se ha utilizado la base de datos BEDEC del Instituto de Tecnología de la Construcción (ITEC) y la caracterización de las capas constituyentes se ha realizado según los códigos LER (Lista Europea de Residuos); de igual modo, se han utilizado las técnicas del análisis del ciclo de vida según las normas UNE-EN-ISO-14040:2006 y UNE-EN-ISO-14044:2006. De manera global, la cubierta menos eficiente y con mayores valores de impacto ambiental, corresponde con la Tipo C.

*Diseño sostenible; Mantenimiento; Análisis ciclo de vida; Proyectos de edificios; Cubierta invertida*

### 1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de sostenibilidad en la construcción permiten mejoras medioambientales y económicas, permitiendo alcanzar los objetivos tradicionales del desarrollo sostenible como son la reducción del uso de las materias primas, el consumo del agua o la utilización de materias primas.

La energía total que se consume durante los procesos de construcción de los edificios implica un importante impacto ambiental y la modificación del entorno [1]. La industria de la construcción es justamente uno de los que mayor incidencia tiene en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera debido al propio proceso de fabricación de los materiales y de su puesta en obra [2]. La envergadura de consumo llega a tal nivel de importancia que el sector de la construcción llega a

consumir el 40% del total materiales producidos en Europa [3].

Las cubiertas son una de las partes de mayor importancia en los edificios, especialmente en lo relativo a su envolvente, junto con las fachadas. Dentro de ellas, la tipología de cubiertas planas suelen contener una serie de materiales muy elaborados como son los aislamientos y las impermeabilizaciones [4]. Algunas investigaciones han estudiado diferentes tipos de cubiertas [5-8]; por ejemplo, Correia et al. [9] evaluó las mismas desde un enfoque económico durante el ciclo de vida, concluyendo que los costes de los materiales (tanto de adquisición como de ejecución) eran los más determinantes.

Como se sabe, el tipo de cubierta plana que es 'invertida', debe incluir un tipo de aislante que no absorba el agua, y que además dicho agua no merme su capacidad aislante [10]. Toda la colocación de materiales y capas que se incluyen en este tipo de cobertura debe ser compatible, tanto constructivamente como químicamente.

En este sentido, el aislante, normalmente poliestireno extruido (material de célula cerrada y con absorción de agua prácticamente nula) tiene problemas de compatibilidad con los productos de PVC, pues en contacto ambos se produce la migración de los compuestos plastificantes. Para ello, es necesario colocar una capa separadora que los independice [11]. Estas precauciones son fundamentales, pues a diferencia de las cubiertas inclinadas, en las cubiertas planas la estanqueidad reside en el buen funcionamiento de la capa impermeable [12], y no en los materiales de cobertura [13], dada la poca pendiente que tienen.

De esta manera, el estudio que aquí se presenta, se ha llevado a cabo sobre dicha parte de la envolvente de los edificios: la cubierta. Dentro de ellas, solo aquellas unidades constructivas que no posean una pendiente superior al 5% (es decir, las cubiertas planas) se han incluido en la investigación. Para concretar más, se han escogido las tipologías que fueran de tipo invertido (que el aislamiento estuviera dispuesto sobre la impermeabilización) dado que son las más utilizadas en el 95% de las ocasiones [14-15], y además, solo se compararon las variantes que tuvieran la capa impermeabilizante constituida por una membrana de PVC (este tipo de membranas están fabricadas por extrusión y son resistentes a la putrefacción y el envejecimiento, ofreciendo al mismo tiempo un elevado nivel de estanqueidad).

En el análisis que aquí se presenta, tiene como finalidad comparar el impacto ambiental de diferentes soluciones de cubiertas planas según las emisiones de CO<sub>2</sub> que vierten a la atmósfera, así como de la generación de residuos, a partir de la naturaleza de sus distintas capas constituyentes.

## 2. PROCESO METODOLÓGICO

En la realización de esta investigación se han utilizado técnicas basadas en el Análisis del Ciclo de Vida, para lo cual se han considerado las normas UNE-EN-15804:2012+A1:2014 sobre sostenibilidad de obras de construcción [16], UNE-EN15978:2012 sobre evaluación de desempeño ambiental de edificios [17], UNE-EN-ISO-14040:2006 sobre el marco de referencia en la gestión ambiental en los análisis del ciclo de vida [18] y UNE-EN-ISO-14044:2006 sobre los requisitos y directrices en la gestión ambiental en los análisis del ciclo de vida [19]. Como se sabe, el análisis de ciclo de vida es un proceso metodológico que caracteriza y cuantifica los impactos medioambientales potenciales, asociados a cada etapa de la vida útil de un producto.

Por esta razón, para determinar la influencia de la composición de las cubiertas a partir de la naturaleza de sus distintas capas constituyentes. Se han analizado tres soluciones constructivas, según se indica en la Tabla 1.

| Cód. | Tipología de cubierta plana                      |                                                                      |
|------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|      | Identificación                                   | Característica general del acabado                                   |
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | Capa de protección de canto rodado de río                            |
| B    | Cubierta ajardinada                              | Panel drenante y capa de tierra vegetal.                             |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | Regularización de mortero de cemento y pavimento de baldosa cerámica |

Tabla 1: Tipologías de cubiertas planas analizadas en esta investigación

Para determinar los diferentes parámetros, se ha considerado una vivienda situada en Mérida, con una zona climática tipo C4 según CTE [20]. Para el consumo de materiales se ha estimado una vida media útil de 50 años, según indica también esta misma normativa. Para la evaluación del transporte de materiales hasta la localización de la obra se ha considerado un recorrido de 100km, así como una distancia de 15km para el traslado y depósito de los residuos producidos (recorrido hasta un vertedero autorizado).

Por su parte, para determinar las emisiones medioambientales de CO<sub>2</sub> y la energía invertida en la construcción (MJ), se ha manejado la base de datos BEDEC del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña [21]. En relación a los residuos generados durante el proceso de construcción, los materiales se han caracterizado según los códigos LER -Lista Europea de Residuos- [22], dividiendo éstos en dos grandes grupos: 'residuos de colocación' y 'residuos de embalaje'. La clasificación de los 'residuos de colocación' fueron: materiales de origen cementoso -mortero y hormigón- (17.01.01), material cerámico proveniente de ladrillos (17.01.02), material proveniente de tejas y otros materiales cerámicos (17.01.03), plásticos (17.02.03), materiales aislantes



(17.06.04), materiales pétreos -grava o roca- (01.04.08), tierra (17.05.04), mezclas bituminosas (17.03.02) y residuos mezclados (17.01.07). La clasificación de los 'residuos de embalaje' fue: papel y cartón (15.01.01), plásticos (15.01.02), madera (15.01.03) y envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que están contaminados por ellas (15.01.10).

En el desarrollo del trabajo, se seleccionaron las cubiertas antes indicadas, considerando que la definición de cada cubierta viene dada según sus capas constituyentes. A su vez, las capas constituyentes están formadas por uno o varios materiales que se disponen según el sistema constructivo del que se trate.

Las capas constituyentes comunes a los tres tipos de cubierta analizados son los que se indican en la Tabla 2

Por su parte, las capas constituyentes específicas, que se aplicarán a una tipología u otra de cubierta, son los que se indican en la Tabla 3

De esta manera, la relación total de todas y cada una de las capas que constituyen de las cubiertas analizadas, es la que se relaciona en la Tabla 4

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Sumando cada una de las capas constituyentes que tiene cada tipología de cubierta, se obtienen los valores que se indican en la Tabla 5. En base a lo indicado previamente, la diferencia vendrá determinada por la suma de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por las capas específicas, dado que las 4 capas comunes están presentes en todas ellas.

#### 3.2. ENERGÍA INVERTIDA

El esfuerzo energético que es necesario para transformar la materia prima en un producto constructivo es un buen indicador medioambiental. La energía invertida en cada una, queda expresada en la Tabla 6, medida por unidad de superficie. Para calcularlo, se ha verificado la energía invertida (medida en mega julios por metro cuadrado) según los valores individuales de las capas constituyentes de cada cubierta.

| Cód. | Nombre de la capa        | Definición de la capa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cc1  | Formación de pendientes  | Formación de pendiente formada por: hilada con ladrillo hueco doble de 240x115x100mm, colocada en limahoyas, limatesas y cunbreras; hormigón celular sin árido, de densidad 300kg/m <sup>3</sup> , de 15cm de espesor medio, con acabado fratasado; terminación con 2cm de mortero de cemento portland con caliza y arena con 250kg/m <sup>3</sup> de cemento, con una proporción en volumen 1:6 y 5N/mm <sup>2</sup> de resistencia a compresión. |
| Cc2  | Lámina impermeabilizante | Lámina de 1,2mm de PVC flexible, con armadura de malla de fibra de vidrio, fusionada en los solapes con soldadura de aire caliente, colocada sin adherir al soporte.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Cc3  | Geotextil 300            | Geotextil de densidad alta (300g/m <sup>2</sup> ) formado por fieltro micropunzonado de poliéster no tejido, conformado mecánicamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Cc4  | Aislamiento              | Aislamiento de plancha de poliestireno extruido (XPS) de 80mm de espesor (con resistencia a compresión de 300kPa)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Tabla 2: Características de las capas constituyentes comunes

| Cód. | Nombre de la capa  | Definición de la capa                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ce1  | Geotextil 100      | Geotextil de densidad media (100g/m <sup>2</sup> ) formado por velo de fibras de polipropileno no tejido, ligado mecánicamente.                                                                                                                                           |
| Ce2  | Panel drenante     | Panel drenante y retenedora nodular de poliestireno, con dos geotextiles de polipropileno adheridos en ambas caras, con nódulos de 11mm de altura y una resistencia a la compresión de 710kN/m <sup>2</sup> , con rebosaderos en la parte superior, colocada sin adherir. |
| Ce3  | Tendido de mortero | Capa in situ de regularización, mejora y soporte para pavimento, realizado con mortero de cemento en proporción 1:6 y de 4cm de espesor.                                                                                                                                  |
| Ce4  | Grava de río       | Capa de protección de 5cm de espesor, compuesta de canto rodado (piedra de río suelta) de 16 a 32mm de diámetro, colocada sin adherir.                                                                                                                                    |
| Ce5  | Tierra vegetal     | Capa de 40cm de espesor, compuesta por tierra vegetal de jardinería (de categoría alta), suministrada en sacos.                                                                                                                                                           |
| Ce6  | Baldosa cerámica   | Pavimento exterior de baldosa cerámica de elaboración mecánica, de 30x30cm de dimensión, colocada con adhesivo tipo cemento-cola y rematada en sus encuentros entre juntas con pasta líquida de cemento aditivado.                                                        |

Tabla 3: Características de las capas constituyentes específicas

| Cód. | Identificación                                   | Relación de las capas constituyentes    |
|------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | Cc1 + Cc2 + Cc3 + Cc4 + Ce1 + Ce4       |
| B    | Cubierta ajardinada                              | Cc1 + Cc2 + Cc3 + Cc4 + Ce2 + Ce5       |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | Cc1 + Cc2 + Cc3 + Cc4 + Ce1 + Ce3 + Ce6 |

Tabla 4: Composición de las cubiertas según la naturaleza de sus capas constituyentes

| Cód. | Identificación                                   | CO <sub>2</sub> |
|------|--------------------------------------------------|-----------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | 127,70          |
| B    | Cubierta ajardinada                              | 143,15          |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | 163,64          |

Tabla 5: Emisiones de CO<sub>2</sub> según el tipo de cubierta (kg/m<sup>2</sup>)

### 3.3. RESIDUOS

#### 3.3.1 RESIDUOS POR COLOCACIÓN

Se manejaron los siguientes tipos de residuos, para medir los kilogramos de residuos por colocación: materiales de origen cementoso, materiales cerámicos, plásticos, materiales aislantes, materiales pétreos, tierra, mezclas bituminosas y residuos mezclados. Una vez cuantificados y sumados, los valores obtenidos quedan indicados en la Tabla 7.

#### 3.3.2 RESIDUOS POR EMBALAJE

Los residuos de embalaje se tipificaron en los siguientes grupos: papel y cartón, plásticos, madera y envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que están contaminados por ellas. La suma de estos valores en conjunto y por tipología de cubierta quedan expresados en la Tabla 8.

#### 3.3.3 RESIDUOS TOTALES

Finalmente, se ha procedido a cuantificar el valor general de los residuos generados, sumando los valores obtenidos por cada cubierta en la Tabla 7 y en la Tabla 8. El resultado de esta adición queda mostrado en la Tabla 9.

## 4. DISCUSIÓN

La fase de diseño es crucial para hacer posible la reducción de todos estos tipos de impactos ambientales. La supervisión de los proyectos –antes de que estos empiecen a ser construidos– [23] o del control de las problemáticas de construcción [24] permitiría mejorar la calidad de la construcción de las cubiertas. En este sentido, es importante la elección de alternativas constructivas que permitan escoger soluciones de menor impacto ambiental, como forma de

contribuir a la concienciación del sector inmobiliario y dotarlo de un valor añadido. La metodología basada en el análisis del ciclo de vida condicionará positivamente el impacto de las cubiertas para el resto de tiempo de su vida útil; por esta razón, las normativas europeas, ya exigen que las obras de construcción se realicen con un uso sostenible de los materiales [25].

La mantenibilidad de las cubiertas es un parámetro importante que también debe tenerse en cuenta en la fase de diseño, aspecto que actualmente es poco habitual implementarlo en los proyectos. Sin embargo, las consecuencias de un mal mantenimiento generan en muchos casos patologías importantes y muy costosas en las cubiertas. La selección de la tipología de cubierta más adecuada para un edificio, debe además tener en cuenta factores estéticos, ambientales y sociales. La elección de productos naturales como material de cobertura, es una estrategia adecuada y un recurso para disminuir el impacto ambiental del edificio.

## 5. Conclusiones

Se han analizado tres tipologías de cubiertas planas con impermeabilización de PVC: Cubierta no transitable acabada en grava, cubierta ajardinada y cubierta transitable con solado fijo de baldosas. Para preceder a su comparación se han tipificado cada una de sus capas constituyentes, tanto las que son comunes como las que son específicas para cada una de ellas. Las capas comunes son: formación de pendientes, lámina impermeabilizante, geotextil 300 y aislamiento. Las capas específicas son: geotextil 100, panel drenante, tendido de mortero, grava de río, tierra vegetal y baldosa cerámica.

Se han evaluado cuatro parámetros que tienen incidencia e impacto ambiental: emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, energía invertida que es necesaria para la transformar la materia

| Cód. | Identificación                                   | MJ/m <sup>2</sup> |
|------|--------------------------------------------------|-------------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | 778,33            |
| B    | Cubierta ajardinada                              | 905,04            |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | 1056,06           |

Tabla 6: Energía invertida según el tipo de cubierta (MJ/m<sup>2</sup>)

| Cód. | Identificación                                   | Residuos por colocación (kg/m <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | 1,31                                         |
| B    | Cubierta ajardinada                              | 3,45                                         |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | 3,01                                         |

Tabla 7: Residuos por colocación según el tipo de cubierta (kg/m<sup>2</sup>)

| Cód. | Identificación                                   | Residuos por embalaje (kg/m <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | 1,06                                       |
| B    | Cubierta ajardinada                              | 1,34                                       |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | 1,82                                       |

Tabla 8: Residuos por embalaje según el tipo de cubierta (kg/m<sup>2</sup>)

| Cód. | Identificación                                   | Residuos totales (kg/m <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| A    | Cubierta no transitable acabada en grava         | 2,37                                  |
| B    | Cubierta ajardinada                              | 4,79                                  |
| C    | Cubierta transitable con solado fijo de baldosas | 4,83                                  |

Tabla 9: Residuos totales según el tipo de cubierta (kg/m<sup>2</sup>)

prima en un producto constructivo, residuos generados por la colocación de materiales y sistemas, así como residuos generados por el embalaje de los mismos.

Dentro de estos cuatro parámetros, en tres de ellos la cubierta transitable con solado fijo de baldosas ha sido la que peor impacto ambiental provocaba, excepto en la determinación de los residuos por colocación que lo obtuvo la cubierta ajardinada. En relación a estos mismos cuatro parámetros, la cubierta que ha conseguido una mejor posición ha sido la cubierta no transitable acabada en grava, dado que los valores de la misma son los más bajos en todos los aspectos analizados.

Esta investigación refuerza alguno de los criterios que se deberían considerar en los edificios residenciales durante su etapa de diseño, teniendo en cuenta el impacto ambiental de los materiales que se van a emplear y la utilización eficiente de la energía. Con esta base, se podrán elegir más conscientemente las capas constituyentes y las variantes constructivas más adecuadas, minimizando el impacto y consiguiendo un parque de edificios más sostenibles.

Estos resultados pueden ayudar a los técnicos a la toma de decisiones para seleccionar la cubierta más adecuada en función de su impacto ambiental.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Martínez de Salazar, E.; García Sanz-Calcedo, J. Study on the influence of maintenance operations on energy consumption and emissions in healthcare centres by fuzzy cognitive maps *Journal of Building Performance Simulation*. 2019, 12 (4), 420-432.
- [2] Baño-Nieva A, Vigil-Escalera del Pozo A. Guía de la construcción sostenible. Madrid: ISTAS, 2005.
- [3] García-Sanz-Calcedo, J.; López-Rodríguez, F. Analysis on the Performance of a High Efficiency Administrative Building in Spain.. *International Journal of Green Energy*. 2017, 14(1), 55-62.
- [4] Graus R. La cubierta plana, un paseo por su historia. 2005.
- [5] Conceição, J.; Poça, B.; de Brito, J.; Flores-Colen, I.; Castelo, A. Inspection, Diagnosis, and Rehabilitation System for Flat Roofs. *J. Perform. Constr. Facil.* 2017, 31, 04017100.
- [6] Al-Homoud, M.S. The effectiveness of thermal insulation in different types of buildings in hot climates. *J. Therm. Envel. Build. Sci.* 2004, 27, 235-247.
- [7] Morgado, J.; Flores-Colen, I.; de Brito, J.; Silva, A. Maintenance programmes for flat roofs in existing buildings. *Prop. Manag.* 2017, 35, 339-362.
- [8] Hamkhiyan, T. Thermal, Hygrothermal and Environmental Comparative Analysis of the Different Roof Construction Solutions in the Mediterranean Climate. Ph.D. Thesis, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Spain, 2016.
- [9] Correia Marrana T, Silvestre JD, Brito J, Gomes R. Lifecycle cost analysis of flat roofs of buildings. *J Constr Eng Manage* 2017, 04017014.
- [10] Zhukov A, Matveev A, Aristov D, Pyataev E. Extruded polystyrene foam in flat roofs. *Construction: Science & Education* 2014;3:17-31.
- [11] Carretero-Ayuso MJ. Documentos de orientación técnica en cubiertas. 1ª Ed. Madrid: Fundación-Musaat, 2017.
- [12] Bludau C, Schunck E. Flat roof construction. In: Anonymous Flat Roof Construction Manual: Materials, Design, Applications, Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation; 2010, p. 98-117.
- [13] Carretero-Ayuso MJ, Brito J. Mutiparameter evaluation of the deficiencies in tiled pitched roofs. *Journal of Performance of Constructed Facilities* 2016: DOI: 10.1061/(ASCE)FC.1943-5509.0000962, 04016097.
- [14] M.J. Carretero-Ayuso, Justo García-Sanz-Calcedo. Analytical study on design deficiencies in the envelope projects of healthcare buildings in Spain *Sustainable Cities and Society*, 2018, 42, 139-147.
- [15] López, F.; Cuadros, F.; Segador, C.; Ruiz, A.; García Sanz-Calcedo, J. et al. Peter Building: An example of bioclimatic building and integration of renewable energies into the edification. *Dyna Ingeniería e Industria*. 2011. 86(2), 212-221.
- [16] AENOR. (2014). Norma UNE-EN-15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción. Madrid.
- [17] AENOR. (2012). Norma UNE-EN-15978:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo. Madrid.
- [18] AENOR. (2006a). Norma UNE-EN-ISO-14040:2006. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO 14040:2006). Madrid.
- [19] AENOR. (2006b). Norma UNE-EN-ISO-14044:2006. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. (ISO 14044:2006). Madrid.
- [20] Ministerio de la Vivienda. Código Técnico de la Edificación: CTE — Real Decreto 314/06. Madrid. 2006.
- [21] ITEC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña). Base de datos estructurada de elementos de construcción -BEDEC-. 2017.
- [22] Ministerio de Medioambiente. Orden MAM/304/2002, sobre operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER). 2002.
- [23] Carretero-Ayuso MJ, García-Sanz-Calcedo J, Reyes-Rodríguez AM. Qualitative and Quantitative Analyses on Project Deficiencies in Flat-Roof Design in Extremadura, Spain. *Journal of Construction Engineering and Management* 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001176.
- [24] Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A, de Brito J. Study of the prevalence of critical and conflict-prone points in facades. *Engineering Failure Analysis* 2017, 75,15-25.
- [25] European Parliament. Regulation 305/2001, of 9 March, which establishes the harmonised conditions for the commercialization of construction products, and repeals Directive 89/106/CEE. 2011.

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Wind suction resistance of innovative roofing kits based on ceramic tiles. A preliminar technical assessment

## Resistencia a la succión del viento de sistemas innovadores de tejados con tejas cerámicas. Evaluación técnica preliminar

**EDUARDO LAHOZ RUIZ**

Associated Professor. UPM-ETS. Arquitectura. Dpto de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Madrid, Spain.  
[eduardo.lahoz@upm.es](mailto:eduardo.lahoz@upm.es)

DuPitched roof based on tiles avoid wind uplift by providing and adequate mechanically fixing pattern to support. This goal should be achieved according to specifications and zoning maps from the installation standard for ceramic tiles roofs UNE 136020 recognized by Basic Document CTE DB-HS-1 for ceramic tiles roofing. Nevertheless, this Document and DB-SE-AE refers to an updated and different map for the calculation of wind actions for façades. In this incoherent regulation context, new full-dry installed innovative roofing kits require of a preliminary and faster procedure for technical assessment regarding its fitness for use. This scope requires focusing firstly on the most critical requirement, Safety, considering only its wind uplift behaviour. For this purpose, once objectives were defined, the State of the Art analyzed, an experimental study was carried out regarding pull out test of fixing tiles screws to profiles and wind uplift of kit according to EN 14437, completed with worksite inspection. The results lead to the principal conclusion: It was feasible to carry out a preliminary and partial technical evaluation of fitness for use of roofing kits based on the contribution to compliance with the basic safety requirement by determining the resistance to wind suction considering the application of the DB-SE-AE of CTE.

*Innovative roofing kit; technical assessment; ceramic tiles; wind uplift*

Las cubiertas inclinadas a base de tejas evitan su levantamiento por el viento mediante un adecuado patrón de fijación mecánica a su elemento soporte. Este objetivo se alcanzaría cumpliendo las especificaciones del texto y mapas de datos de la Norma UNE 136020, para montaje de tejados con tejas cerámicas, reconocida por el Documento Básico del CTE DB-HS-1. Sin embargo, este mismo documento considera otros criterios de cálculo y mapas de datos diferentes para fachadas. En este incoherente contexto normativo, nuevos sistemas innovadores de tejados a base de tejas instalados totalmente en seco, requieren de un procedimiento preliminar y rápido para la evaluación técnica de su aptitud de empleo. Este objetivo supone dirigirse en primer lugar hacia la evaluación de la exigencia más crítica, la Seguridad, considerando únicamente el comportamiento frente a la succión del viento del sistema. Para este fin, una vez definidos los objetivos y analizado el estado del conocimiento, se realizó un estudio experimental relativo a la resistencia al arrancamiento del tornillo que fija la teja al rastrel así como del comportamiento del sistema frente a la succión del viento según los procedimientos de la Norma UNE EN 14437, completado con una visita previa de obra. Se concluyó que sí era viable realizar una evaluación técnica preliminar y favorable de la idoneidad de empleo de un sistema innovador de cubiertas, centrándose en la contribución a la Seguridad, considerando la aplicación del CTE-DB-SE-AE.

*Sistema innovador de cubierta; evaluación técnica; tejas cerámicas; succión de viento*

### 0. ABBREVIATIONS / ABREVIATURAS:

AISI: American Iron and Steel Institute

CEN TR: Informe Técnico del Comité Europeo de Normalización

CTE DB-HS-1: Documento Básico de Salubridad. Parte 1. Protección frente a la Humedad, del CTE

CTE DB-SE-AE: Documento Básico de Seguridad estructural. Acciones en la Edificación, del CTE.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DIT: Documento de Idoneidad Técnica

DIT plus: Documento de Idoneidad Técnica plus

EN: Norma Europea

NTE-QTT: Norma Tecnológica de edificación. Cubiertas. Tejados de tejas

QR: Carga de rotura

RPC: Reglamento de Productos de Construcción (UE 305/2011)

UNE: Norma española

UNE EN: Norma española versión de una Norma Europea



## 1. INTRODUCCIÓN

Los tejados a base de tejas cerámicas, son sistemas constructivos conocidos desde tiempos inmemoriales [1], formados por elementos discontinuos de arcilla cocida que se fijan al soporte de acuerdo con un patrón determinado de densidad de fijaciones y que contribuyen a la estanquidad de la cubierta por escorrentía del agua de lluvia gracias, entre otros factores, a la adecuada pendiente del faldón donde se instalen. Satisfacer estas prestaciones, seguridad y habitabilidad, ya las definía hace medio siglo Gerard Blachère como imprescindibles para saber construir [2]. Según la Normativa española, dicha pendiente, quedaría definida por el grado de exposición, (protegida - normal - expuesta) y por la zona de España donde se ubicase la obra. Así se indicaba en 1974 en la Norma Tecnológica de Tejados de tejas NTE-QTT de 1974 [3], pero también en 2004, treinta años después, en la Norma UNE 136020. "Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y montaje de cubiertas con tejas cerámicas" [4] emitida ese año. Dicha Norma fue posteriormente recogida en el Documento Básico de Salubridad (DB-HS-1), capítulo 1. Protección frente a la Humedad [5], del Código Técnico de la Edificación, del año 2006.

Sin embargo, en el propio DB-HS-1 del CTE, constan criterios diferentes para el diseño de fachadas y cubiertas frente a la acción del viento con presencia de lluvia. Así para, se remite a las especificaciones del Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación (en adelante DB SE AE) [6], mientras que en el caso de las cubiertas, serían en principio únicamente aplicables para el diseño de los elementos estructurales de las mismas, lo que parece que constituye una incoherencia.

En este contexto, han aparecido nuevas demandas para los sistemas de tejados a base de tejas cerámicas tales como una mayor facilidad y rapidez de puesta en obra (por ejemplo mediante instalación en seco de tejas sin mortero de cemento), o nuevas pautas de diseño arquitectónico de la envolvente (por ejemplo basadas en cubiertas inclinadas de baja

pendiente). Dichas demandas han empezado a ser respondidas desde la industria, mediante soluciones innovadoras. Ahora bien, si las Normas citadas no cubren estas demandas ¿cómo se puede saber si son seguros o bien si cumplirán con el CTE? De acuerdo con el artículo 5.2.5 de la parte primera del CTE, serán conformes con el CTE los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas aplicables mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad de empleo.

Un sistema constructivo de tejados formado por tejas cerámicas, se considera innovador, en el marco de la evaluación técnica de productos de construcción, si el sistema está total o parcialmente fuera de cualquiera de los ámbitos de aplicación de las correspondiente Normas de producto y/o de puesta en obra.

El Documento de Idoneidad Técnica DIT plus [7], es un documento que recoge la evaluación técnica voluntaria y favorable de la idoneidad de empleo realizada por el IETcc-CSIC, específica para productos o sistemas constructivos innovadores con marcado CE válido y vigente, sobre aspectos no cubiertos por dicho marcado CE (véase Figura 1) de acuerdo con el Reglamento de Productos de Construcción, en adelante RPC [8]. Este es el caso de las nuevas demandas antes citadas para los tejados a base de tejas cerámicas cubiertas por la Norma europea armonizada UNE-EN 1304:2014. Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto [9].

En este escenario, se consideró como hipótesis de partida, que sí sería posible realizar una evaluación técnica preliminar de la aptitud de empleo para un ejemplo-tipo de sistema innovador de tejado a base de tejas cerámicas considerando como prestación crítica a evaluar en primer lugar, la adecuada resistencia frente a la succión del viento, para contribuir al cumplimiento de la exigencia básica de Seguridad. Finalmente, se reseña que el objeto de la investigación, se considera de interés general por la posible influencia que tendría a la hora de revisar la Normativa aplicable.

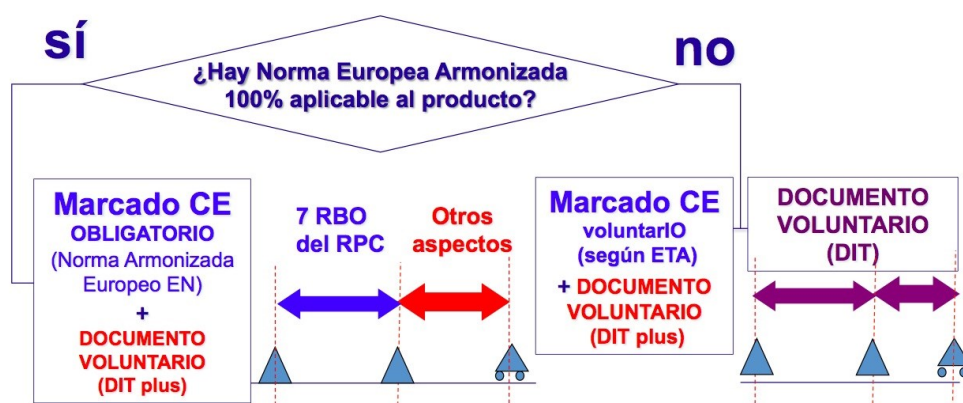


Figura 1: Diagrama de relaciones entre Marcados CE, Norma Armonizada, ETE, DIT y DIT plus

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la investigación conducente a una evaluación técnica preliminar de idoneidad de empleo, siguió las etapas que se enumeran a continuación:

- ♦ Definición de, objetivos, hipótesis y objeto del estudio
- ♦ Análisis del Estado del Arte
- ♦ Estudio de campo
- ♦ Estudio experimental

### 2.1. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y DEL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de la investigación era demostrar la hipótesis planteada, es decir la viabilidad de aplicar el ensayo definido en la Norma UNE EN 14437:2004 para una evaluación técnica preliminar de la idoneidad de empleo de un sistema innovador de tejados con tejas cerámicas. Y además, establecer en base a los resultados obtenidos, las correspondientes conclusiones favorables o no acerca de su idoneidad técnica.

Para el objeto de la investigación se definió un ejemplo tipo de sistema constructivo de tejados a base de tejas cerámicas, previsto para la construcción en seco de cubiertas inclinadas, que puede presentar los siguientes componentes principales (véase Fig.2):

- ♦ Tejas y piezas auxiliares cerámicas.
- ♦ Subestructura a base de rastreles metálicos.

- ♦ Placa prefabricada de aislamiento térmico.
- ♦ Lámina opcional de impermeabilización complementaria.

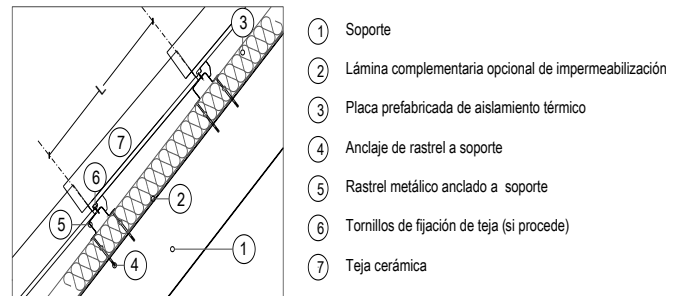


Figura 2: Ejemplo de configuración de un sistema innovador para tejados de montaje en seco

Para su definición, el sistema presenta varias opciones de configuración, diferenciadas entre sí por las variables indicadas en la Tabla 1, como el grado único de estanquidad (en función de la pendiente mínima de la cubierta según Tabla 2.1 del DB-HS-1), las luces entre rastreles, los tipos de teja y de juntas admisibles, para varios modelos de tejas cerámicas diferentes (mixta de doble encaje, marsellesa y plana).

Según la Norma UNE 136020 apdo. 6.1 las tres zonas consideradas responden a criterios de altitud, fuerza de los vientos dominantes, índices pluviométricos y la frecuencia de las tormentas. Además establece tres posibles situaciones complementarias locales para cada cubierta:

Situación protegida: Hondonada rodeada de colinas que la protegen de los vientos dominantes

Situación normal: Llano o meseta con desniveles poco importantes

| Criterios UNE 136020  |                     |       |           |                  | CTE DB-HS-1                                                      |
|-----------------------|---------------------|-------|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------|
| Tipo de teja          | Longitud del faldón | Zona  | Situación | Pendiente mínima | Pendiente mínima                                                 |
| Mixta de doble encaje | ≤ 6,5 m             | 1     | Protegida | 14 ° (25 %)      | 17 ° (30 %)                                                      |
|                       |                     |       | Normal    | 14 ° (25 %)      | (situación normal, situación climática desfavorable)             |
|                       |                     |       | Expuesta  | 18,5 ° (33 %)    |                                                                  |
|                       |                     | 2     | Protegida | 14 ° (25 %)      |                                                                  |
|                       |                     |       | Normal    | 15,5 ° (27 %)    |                                                                  |
|                       |                     |       | Expuesta  | 20,5 ° (37 %)    |                                                                  |
|                       |                     | 3     | Protegida | 14 ° (25 %)      |                                                                  |
|                       |                     |       | Normal    | 17 ° (30 %)      |                                                                  |
|                       |                     |       | Expuesta  | 22 ° (40 %)      |                                                                  |
| Marsellesa            | ≤ 6,5 m             | 1 - 3 | Protegida | 19,5 ° (35%)     | 22° (40 %) (situación normal, situación climática desfavorable)  |
|                       |                     |       | Normal    | 22 ° (40%)       |                                                                  |
|                       |                     |       | Expuesta  | 31 ° (60%)       |                                                                  |
| Plana con encaje      | ≤ 6,5 m             | 1 - 3 | Protegida | 24,5 ° (45%)     | 26.5 ° (50%)(situación normal, situación climática desfavorable) |
|                       |                     |       | Normal    | 26.5 ° (50%)     |                                                                  |
|                       |                     |       | Expuesta  | 33 ° (65%)       |                                                                  |

Tabla 1: Variables para el diseño preliminar del sistema de tejados

Situación expuesta: Zonas fuertemente azotadas por el viento, litoral hasta 5 km de la costa, islas o penínsulas estrechas, estuarios o bahías encajonadas, valles estrechos, montañas aisladas y puertos de montaña

En este contexto, la configuración con la menor pendiente, supone para un sistema para cubierta inclinada, el escenario más desfavorable tanto desde el punto de vista de la resistencia frente a la succión del viento como en relación con la protección frente a humedad, ya que existen mayores riesgos tanto de levantamiento de las tejas por succión de viento, como de la entrada de agua de lluvia con la presencia del viento (presión contra el faldón).

Todos los tipos de tejas cerámicas indicados (piezas estándar) deben contar con marcado CE conformes con el Anejo ZA de Norma UNE-EN 1304:2014. Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto. Según muestra la Tabla 1, podían ser de tipo mixta, marsellesa o plana, con doble encaje en cabeza y lateral, todas ellas pretaladradas de fábrica para facilitar su fijación mecánica en obra. Otras características físicas se indican en la Tabla 2:

| Teja Cerámica         |                 |       |                    |      | Nº tejas aprox (uds/m²) |
|-----------------------|-----------------|-------|--------------------|------|-------------------------|
| Mixta de doble encaje | 454 x 285 [±2%] | ≤ 397 | Recta              | 38,9 | 10,5                    |
| Marsellesa            | 447 x 262 [±2%] | ≤ 380 | Recta, tresbolillo | 43,1 | 11,5                    |
|                       |                 |       | Recta, tresbolillo | 50,6 | 11                      |

Tabla 2: Características generales de algunos ejemplos de tejas cerámicas

## 2.2.1. NORMATIVA

Al contrario que para las fachadas, en el Documento Básico DB-HS-1 del CTE aprobado en 2006 no se asigna para las cubiertas diferentes grados de impermeabilidad en función de las zonas eólicas (Fig.6) ni de las zonas pluviométricas de España. Por el contrario, se define un único grado que, para cubiertas inclinadas, se confía a la prescripción de una pendiente mínima según el tipo de teja, la zona climática (Figura 3) y la situación, considerándose los criterios establecidos en la Norma UNE 136020 y sin referencia alguna al mapa de velocidades de viento del Documento Básico DB-HS-1 que es el mismo indicado en el DB-SE-AE (Figura 4).

Aquí parece que existe una cierta incoherencia en el CTE, al referirse a diferentes mapas con datos de más de 30 años de diferencia, según sea la unidad de obra considerada (fachadas o cubiertas) en relación con la acción del viento. La Norma UNE 136020, especifica diferentes niveles de fijación de las tejas de un faldón, perímetro aparte, denominados A, B, C y D (todas las tejas sueltas excepto perímetro del faldón,

una teja fijada cada cinco, una cada dos, o bien todas las tejas fijadas) según la pendiente del mismo y para los respectivos tipos de teja cerámica (mixtas, marsellesa y plana).



Figura 3: Mapas de España (velocidades de viento): Fuente: CTE DB-HS-1 (fachadas) y DB-SE-AE (2006)

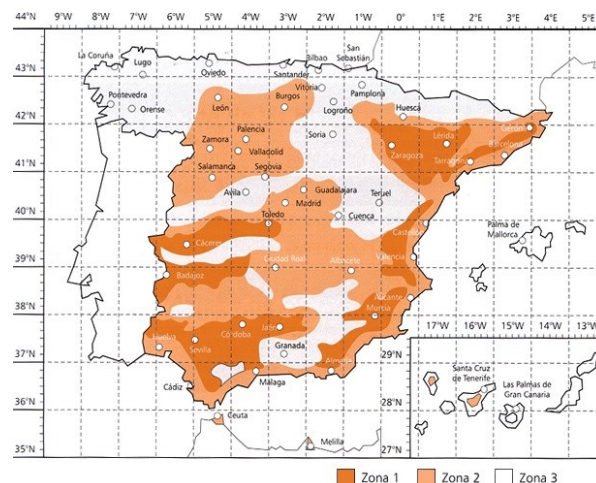


Figura 4: Zonas climáticas. Fuente: NTE QTT (1974), UNE 136020 y CTE DB-HS-1 (cubiertas incl., 2006)

Se reseña finalmente que en el DB-SE-AE CTE no se especifican valores específicos a cumplir relativos a la resistencia a la acción del viento por parte de los sistemas de tejados, y sí para los elementos estructurales de las cubiertas. A fin de obtener un orden de magnitud cuantificado para dicha acción, se calculó de acuerdo con el apartado 3.3.2 y el Anexo D, de dicho Documento Básico, el valor de la presión estática  $q_e$  según la fórmula  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$ , donde dichos factores y sus valores más desfavorables de acuerdo con el Anexo D y los apartados 3.3.4 y 3.3.5, son respectivamente los indicados a continuación:

$q_b$  : Presión dinámica del viento (0,52 kN/m² para la zona C)

$c_e$  : Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado (2,0 para edificios urbanos de hasta 8 plantas, independiente de la altura).

$c_p$  : Coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; (-2,9 según Tabla D.5 apartado c, para cubiertas



de pendiente de 30°).

Un valor representativo de la presión estática se obtendría entonces para una cubierta de pendiente 30°, multiplicando los valores arriba indicados,  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \cdot 2,9 = -3\text{kPa}$ .

### 2.2.2. MÉTODOS DE ENSAYO

A comienzos del presente siglo, surgieron a uno y otro lado del Atlántico normas para la caracterización experimental del comportamiento frente al viento de tejados de tejas. En Estados Unidos, se publicaron en 2003 las primeras versiones de las Normas ASTM C158 [11], ASTM C 1569 [12] y ASTM C 1570 [13]. En Europa y en el año 2004, el CEN emitió la Norma EN 14437. En 2005, AENOR publicó la versión española de esta Norma.

Ya Hispalyt "Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida" reconocía en su artículo técnico nº 59 [14], el procedimiento de arrancamiento de tejas indicado en la Norma UNE EN 14437:2005 "Determinación de la resistencia al levantamiento de las tejas de arcilla cocida o de hormigón instaladas. Método de ensayo del sistema de tejado" como un método apto para caracterizar el comportamiento frente a la succión del viento de sistemas de montaje en seco para tejados con tejas cerámicas. A tal fin, se indica allí que los elementos fijación deben "sujetar las tejas al soporte, con el fin de evitar que la fuerza de los agentes atmosféricos, o de los animales, provoque su movimiento. El material empleado en la fijación, deberá tener siempre una duración igual a la de los restantes elementos de la cubierta, a fin de evitar el coste de las sustituciones y reparaciones".

Finalmente, conviene recalcar la gran influencia en el comportamiento del sistema de la resistencia al arrancamiento (pull-out) del tornillo respecto del rastrel que se empleara, y/o del posible punzonamiento de la teja, al igual que ocurre en aplacado y sus fijaciones a la subestructura, en un sistema de revestimiento de fachada ventilada sometido a succión.

### 2.3. VISITA DE OBRA

Como trabajo de campo y tras consultar a un fabricante referente en España sobre obras en marcha o recientemente ejecutadas en zonas de viento más desfavorables y con cubierta inclinada de baja pendiente; su respuesta consideró únicamente la obra indicada a continuación y se procedió a realizar una visita a obra el 29 de marzo de 2019 a fin de verificar si se cumplían o no las especificaciones de dicha Norma. La obra elegida en razón de su ubicación, exposición al viento y estar formada por ocho viviendas pareadas con la misma cubierta, fue terminada en Enero de 2018, y se situaba en Sopelana, (Vizcaya), muy cerca de la costa del Mar Cantábrico, situada en la zona 3 según la Norma UNE 136020, y en la zona C del DB-SE-AE (véase Fig. 3).

Las cubiertas eran a cuatro aguas, una de ellas de muy baja pendiente no cuantificada, mientras que el resto se estimó tendrían una pendiente desconocida pero claramente menor de 45° (100 %), configurada por dos faldones laterales simétricos, orientados a noroeste y sureste aproximadamente. Se instaló teja cerámica plana con un patrón de fijación desconocido (véanse Fig. 5, 6 y 7). En las Tablas 3 y 4 (véase apartado 2.4) se resume el estudio comparativo realizado respecto de la Normativa aplicable y la situación real.

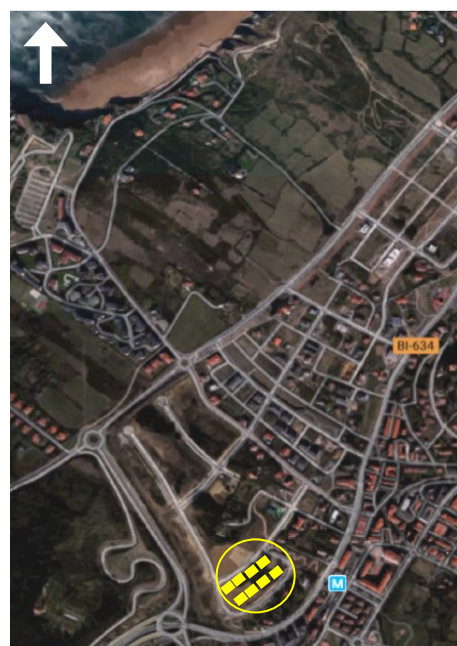


Figura 5: Ubicación (fuente: Google)



Figura 6: Vista desde Noreste (fuente: ELR)



Figura 7: Vista desde Noroeste (fuente: ELR)

### 2.4. ESTUDIOS EXPERIMENTALES

Para la realización del estudio experimental se consideraron dos características a determinar:



- a. La resistencia al arrancamiento (pull-out) del tornillo respecto del rastrel metálico, considerando las indicaciones del procedimiento AISI S905-13 [10]. Para ello se fijaron sobre muestras de rastrel de 1200 mm de espesor 5 tornillos distanciados 200 mm uno de otro y 100 mm de los bordes, utilizándose a tal fin mordazas y gatos para su anclaje y una máquina universal de ensayos (véanse Fig.8 y 9)

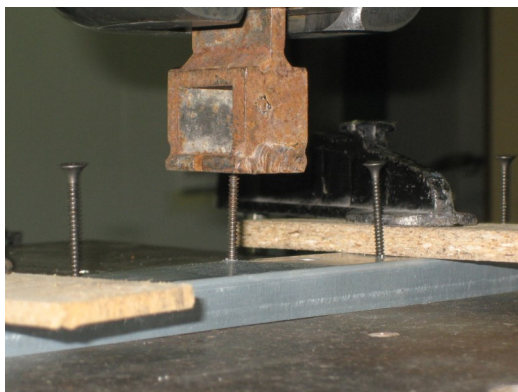


Figura 8: Vista de ensayo de arrancamiento de fijación tornillo-rastrel (fuente: ELR)

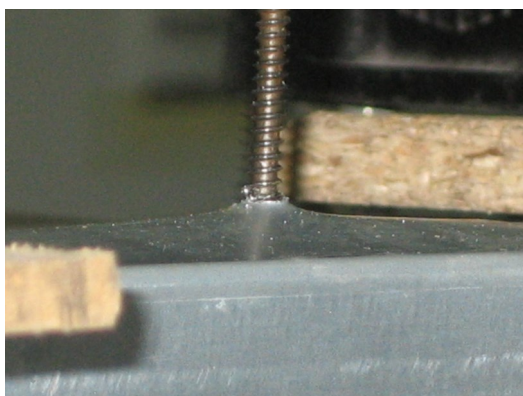


Figura 9: Detalle de ensayo de arrancamiento de fijación tornillo-rastrel (fuente: ELR)

- b. La resistencia a la succión del viento del sistema, de acuerdo con las indicaciones de la Norma UNE EN 14437 [15]. A tal fin se utilizaron, tejas cerámicas mixtas con la máxima luz entre rastreles y menor peso propio, tornillos fosfatados para unión de tejas a rastreles metálicos de chapa plegada de 0,6 mm de espesor de acero galvanizado así como tornillos autorroscantes y autotaladrantes metal-madera separados cada 500 mm de forma alterna para fijación al bastidor de ensayo (véanse Fig.10, 11 y 12). La estructura de soporte estaba formada por tubos de acero sobre la que se han colocado unas viguetas de madera de 10 cm de lado. Sobre estas viguetas se han colocado placas de hormigón prefabricado con el fin de simular el hormigón en la cubierta. Sobre el hormigón se han colocado tablazón de madera para aumentar la superficie de la base soporte (Fig.10). A dicho soporte se fijaron mediante tornillos autorroscantes y autotaladrantes metal madera, rastreles metálicos sobre los que se han fijado las tejas con los tornillos especificados, de acuerdo con tres patrones diferentes de fijación: Todas las tejas fijadas, tejas fijadas

cada dos, y tejas fijadas cada cuatro, así como en el perímetro de la muestra siempre para cada uno de los patrones ensayados.

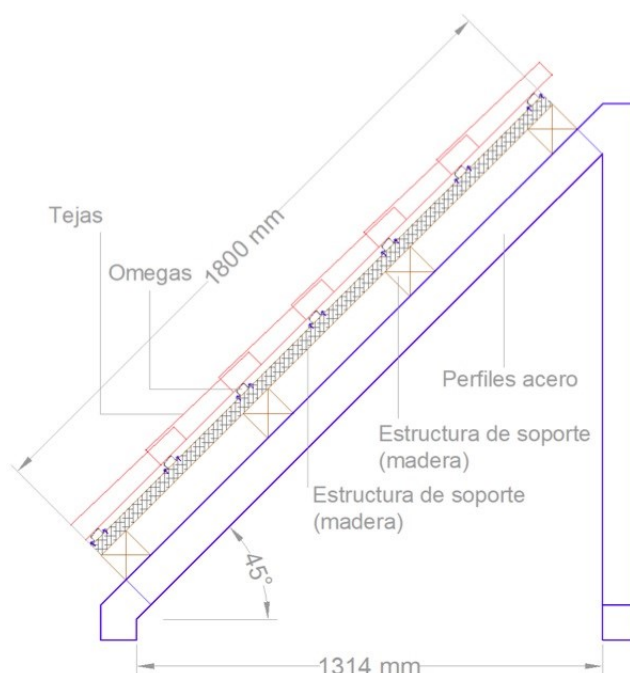


Figura 10: Esquema de bastidor

La estructura de soporte donde se colocan las tejas forma 45° con el plano horizontal. Una vez acondicionada la muestra y preparada las fijaciones a las 16 tejas centrales (véase Figura 11 para ilustrar montaje no terminado), se realizaron tres ensayos de carga hasta rotura sobre 16 tejas colocadas en la cubierta de igual forma a la mostrada en la Figura 12. La forma de colocación era representativa de la colocación real. La dimensión de la cubierta ensayada era de al menos 2,00 x 2,50 , superior al mínimo (1,5x1,5) m. La fuerza se aplicó de forma perpendicular a la cubierta por un sistema de cables tal y como se puede ver en la Figura 12.

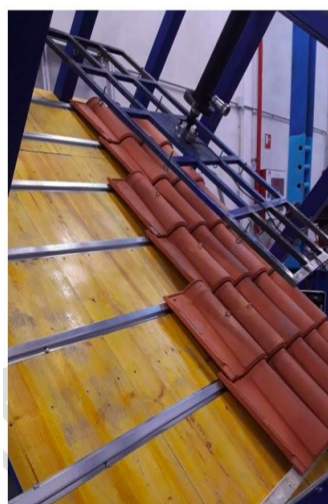


Figura 11: Montaje de maqueta en proceso.



Figura 12: Montaje de maqueta terminado

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. ARRANCAMIENTO DE TORNILLO-RASTREL (CONSIDERANDO PROCEDIMIENTO AISI S905-13.2013).

| Componentes                            |                                            |                                       |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tornillo fijación teja y rastrel acero | Resistencia (N) al arrancamiento. (rotura) | 336 N (deformación local del perfil)  |
|                                        | Resistencia (N) al punzonamiento. (rotura) | 1680 N (deformación local del perfil) |

Tabla 3. Resistencias del tornillo de la teja

#### 3.2. LEVANTAMIENTO DE TEJAS

Los resultados obtenidos en los ensayos según la Norma UNE-EN 14437, sobre muestras de tejados a 45° realizados con teja cerámica mixta de menor peso propio y luz entre rastreles de 397 mm y una única fijación por teja) de acuerdo con diversos patrones de montaje, se presentan en la siguiente tabla, acompañado del cálculo establecido para su extrapolación a una pendiente de 30 ° y el tipo de fallo. (Tablas 4, 5 y 6)

### 4. CONCLUSIONES

En base al procedimiento propuesto, basado en el estudio de la normativa aplicable, el trabajo de campo mediante visita a

| Configuración           |   |   |   |   |   |   |   |   |                | Resistencia al viento |                     |                                                                          |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Patrón de montaje       |   |   |   |   |   |   |   |   |                | Q <sub>R</sub> (N)    | Succión (kPa) α:30° | Tipo de fallo                                                            |
| Todas las tejas fijadas |   |   |   |   |   |   |   |   |                | 1839                  | 3.79                | Levantamiento sin rotura de tejas por arrancamiento parcial de tornillos |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>6</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>5</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>4</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>3</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>2</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>1</sub> |                       |                     |                                                                          |
| Tejas fijadas cada 2    |   |   |   |   |   |   |   |   |                | 1050                  | 2.34                | Levantamiento sin rotura de tejas por arrancamiento parcial de tornillos |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>6</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • |   | • | • | • | • | • | • | H <sub>5</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       |   | • |   | • | • | • |   | • | H <sub>4</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       | • |   | • |   | • | • | • | • | H <sub>3</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         |   | • |   | • |   | • |   | • | H <sub>2</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • |   | • |   | • |   | • | • | H <sub>1</sub> |                       |                     |                                                                          |
| Tejas fijadas cada 4    |   |   |   |   |   |   |   |   |                | 738                   | 1.60                | Levantamiento sin rotura de tejas por arrancamiento parcial de tornillos |
|                         | • | • | • | • | • | • | • | • | H <sub>6</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         |   |   | • | • | • | • | • | • | H <sub>5</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       | • |   |   | • | • | • |   | • | H <sub>4</sub> |                       |                     |                                                                          |
| V                       |   |   |   | • |   | • |   | • | H <sub>3</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         |   | • |   |   | • |   |   | • | H <sub>2</sub> |                       |                     |                                                                          |
|                         | • |   |   |   | • |   |   | • | H <sub>1</sub> |                       |                     |                                                                          |

Tabla 4. Resistencias de arrancamiento de las tejas

| Normativa      | Criterio 1 | Criterio 2:                                                                          | Criterio 3:                                                       | Criterio 4:        | Criterio 5:                                                 |
|----------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|
|                | (Zona)     | Tipo de situación:                                                                   | Pendiente mín. según longitud de faldón l <sub>f</sub>            | Clase de pendiente | Densidad de fijaciones                                      |
| UNE 136020     | Zona 3     | Expuesta (ap. 6.1): Zona fuertemente azotada por viento, litoral ≤ 5 km de costa,... | P <sub>te</sub> ≥ 23,5°- 42,5%<br>(6,5 < l <sub>f</sub> < 9,5 m)* | Tipo 2 (25-80%)    | Nivel D<br>(todas las tejas fijadas por situación expuesta) |
| Obra estudiada | Ver Fig.5  | Distancia al mar Cantábrico aprox. 1 km                                              | Se considera que estaría en el rango<br>≥ 23,5°- 42,5%            | Tipo 2 (25-80%)    | Desconocido                                                 |

Tabla 5: Estudio comparativo Norma UNE 136020:2004 y situación real

| Normativa                 | Criterio 1<br>(Zona)         | Criterio 2:<br>Presión dinámica                        | Criterio 3:<br>Coef. exposición                                                                                                              | Criterio 4:<br>Coef. eólico                                                                                                  | Criterio 5:<br>Presión estática                                      |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| CTE DB-SE-AE<br>(J 3.3.2) | Zona C<br>(Fig.D.1 Anejo D*) | $q_b=0,52 \text{ kN/m}^2$<br>(período retorno 50 años) | Grado I (Borde del mar)<br><br>Según Tabla D.2:<br>$k=0.156$ , $L=0,003$ , $Z=1$<br>$F=k * \ln(\text{máx } Z/L)=1,26$<br>$c_e=F*(F+7k)=2,98$ | (Tabla D.6.<br>opc. b):<br><br>$\Theta=45^\circ$ ,<br>$\alpha=15^\circ$ ,<br>$A \geq 10 \text{ m}^2$<br>Zona F<br>$c_p=-1,3$ | $q_e = q_b \times c_e \times c_p =$<br><br>$q_e = -2,01 \text{ kPa}$ |
| UNE EN 14437              | --                           | --                                                     | --                                                                                                                                           | --                                                                                                                           | Cumple si patrón<br>tejas fijadas $\frac{1}{2}$ :<br>2,37 kPa        |

Tabla 6: Estudio comparativo CTE-DB-SE-AE y UNE EN 14437 (Ensayos y cálculos)

obra y los ensayos realizados en laboratorio, se presentan a continuación las conclusiones obtenidas:

Se confirma la hipótesis de la investigación: Es viable realizar una evaluación técnica aunque preliminar y parcial, de la idoneidad de empleo del sistema basándose en la contribución al cumplimiento de la exigencia básica de seguridad mediante la determinación de la resistencia frente a la succión del viento en base a la Norma UNE EN 14437 y considerando la aplicación del Documento Básico de Seguridad Estructural sobre Acciones en la Edificación DB-SE-AE del CTE.

El comportamiento ante la succión del viento para un sistema constructivo de tejados innovador, se considera favorable en base a los ensayos realizados de arrancamiento de tornillos de tejas sobre rastrel así como sobre las maquetas de tejados, ya que al menos una de las configuraciones ensayadas, aquella con todas las tejas fijadas se obtuvo un valor tras cálculo de  $-3,79 \text{ kPa}$ , que permite satisfacer el valor máximo de succión calculado según el DB-SE-AE ( $-3 \text{ kPa}$ ).

Como futura línea de investigación sobre este tipo de sistemas constructivos, tanto con tejas cerámicas como de hormigón, se debería realizar la evaluación técnica de la contribución al cumplimiento de la protección frente a la humedad mediante ensayos realizados sobre el sistema en base a un procedimiento experimental adecuado para determinar la estanquidad del mismo frente a la acción conjunta de la lluvia y la presión del viento, según las diferentes pendientes mínimas consideradas para cada tipo de teja. A tal efecto, se propone seguir las directrices establecidas por Marín y Sánchez Rojas [16] en el Informe Técnico del CEN TR 15607:2012. Hygrothermal performance of buildings – Resistance to wind-driven rain of roof coverings with discontinuously laid small elements – Test methods [13]

Se propone asimismo como futura línea de investigación en el ámbito normativo, estudiar la posible revisión del Documento Básico de Salubridad DB-HS-1 y de la Norma UNE 136020 incorporando para los sistemas tradicionales o innovadores de cubiertas a base de tejas una evaluación en base al mencionado Informe Técnico del CEN TR 15607:2012 para determinar así de forma experimental el grado único de impermeabilidad.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Daniel J.Smith et al. "An Historical perspective on the wind resistance of clay and concrete roofing tiles. Interface. November 2014.
- [2] Gerard Blachère. Saber construir: Habilidad, durabilidad, economía de los edificios Editores Técnicos Asociados. Barcelona. 1967. Traducido del Francés por Buenaventura Bassegoda Muste. Depósito legal: B 35417-1966.
- [3] Norma Tecnológica de la Edificación NTE-QTT Cubiertas de tejados de tejas (1974)
- [4] UNE 136020: 2004. Código de práctica para el diseño y montaje de cubiertas con tejas cerámicas
- [5] CTE. Documento Básico de Salubridad. 2006. Disponible en web: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DcmHS.pdf>
- [6] CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural. 2006. Acciones en la Edificación". 2006: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>
- [7] <http://dit.ietcc.csic.es>. IETcc-CSIC. 2018.
- [8] Regulation (EU) NO 305/2011 of the European Parliament and of the council of laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. OJEU L/88, 4.4.2011, pages 5 - 43.
- [9] UNE EN 1304: 2014. Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto.
- [10] AISI S905-13.2013. Test Standard for Cold-Formed –Steel Connections. American Iron and Steel Institute

- [11] ASTM C1568 - 08(2013) Standard Test Method for Wind Resistance of Concrete and Clay Roof Tiles (Mechanical Uplift Resistance Method).
- [12] ASTM C1569 - 03(2016) Standard Test Method for Wind Resistance of Concrete and Clay Roof Tiles (Wind Tunnel Method)
- [13] ASTM C1570 - 03(2016) Standard Test Method for Wind Resistance of Concrete and Clay Roof Tiles (Air Permeability Method)
- [14] E. Santiago y E. Gracia (Hispalyt). "Ventajas de la cubierta en seco con teja cerámica". Revista conarquitectura nº 59. Julio 2016.
- [15] UNE EN 14437:2012. Determinación de la resistencia al levantamiento de las tejas de arcilla cocida o de hormigón instaladas. Método de ensayo del sistema de tejado.
- [16] F. Marín Andrés y M<sup>a</sup> I. Sánchez Rojas. "Método de ensayo normalizado del comportamiento de los tejados a la acción combinada de la lluvia y del viento". Materiales de construcción. Vol. 58,291,11-117. Jul-Sept. 2008.
- [17] CEN TR 15607:2012. Hygrothermal performance of buildings — Resistance to wind-driven rain of roof coverings with discontinuously laid small elements — Test methods.

---

#### WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

**B**uilding & Management is an open access scientific e-journal promoted by the School of Building Engineering (ETSEM) of the Universidad Politécnica de Madrid (UPM) and published every four months, three times a year, March, July and November. It aims at the dissemination of high quality original works related to the management of processes associated to buildings, in any phase of their development, where various agents in the sectors of Architecture, Engineering and Construction participate.

## 1. JOURNAL AIMS AND SCOPE

Topics of interest include all the theoretical, methodological and/or practical advances, in building management --one or several processes-- within any life phase of the building. These could be developed at the academic or professional level.

This magazine is addressed to all the interveners of the building sector. For its better diffusion title, abstract, highlights and keywords of the articles will be published in English and Spanish, and the body is allowed in both languages. English is preferred.

The content will consist primarily of original research manuscripts. However B&M is also open to the publication, always within the scope of the magazine, of: review articles, technical reports, best practices, conference papers, fast-track communications, letters to the editor, states of the art and book reviews. Academic-scientific content must prevail in all occasions.

## 2. BLINDED PEER-REVIEW PROCESS

The Editorial Board of the magazine, after verification that the article complies with the rules on style and content indicated in the guidelines for authors, sent the text, as double-blind model, to two anonymous external expert reviewers within the specific field, for its evaluation, or to a third if necessary.

Authors will be informed about the initial acceptance or rejection within a month. The evaluation will focus in the interest of the article, its contribution to knowledge of the subject treated, the contributed novelty, the established relationships, critical judgment, developed content, structure, use of bibliographic and references that are handled properly, wording, etc. Indicating recommendations for its possible improvement.

Based on the recommendations of the reviewers, the Editorial Board will inform authors the reasoned result of reports by email, at the address they have used to send the article. The revision process lasts approximately three or four months, without any cost for authors. The Editorial Board will communicate the result to the principal author of the review (published unchanged, with minor corrections publication, publication with important fixes, not suitable for publication).

**B**uilding & Management es una publicación de gestión en Edificación de la Escuela Técnica Superior de Edificación (ETSEM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Se trata de una revista digital científica abierta con periodicidad cuatrimestral (marzo, julio, noviembre), que tiene como primer objetivo la divulgación de trabajos originales sobre gestión de los procesos vinculados a la edificación, desarrollados por los sectores de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción en cualquiera de las fases del ciclo de vida del edificio.

## 1. TEMÁTICA Y ALCANCE DE LA REVISTA

Los temas de interés incluyen todos los avances teóricos, metodológicos y/o empíricos, a nivel académico o profesional, en la gestión de uno o varios procesos dentro de cualquiera de las fases de vida del edificio.

Esta revista va dirigida a todos los agentes del sector de la edificación. Para su mayor difusión el título, resumen, titulares y las palabras clave de los artículos se publican en inglés y en español y el cuerpo del artículo se admite en ambos idiomas dando preferencia al inglés.

El contenido estará formado fundamentalmente por artículos científico-técnicos originales, no obstante, de igual forma y siempre dentro del ámbito de alcance de la revista, B&M también está abierta a la publicación de: artículos de revisión, informes técnicos, buenas prácticas, comunicaciones en congresos, comunicaciones cortas, cartas al editor, estados del arte y reseñas de libros. En todos los casos deberá primar el contenido científico académico, ajustándose al formato de este tipo de publicaciones.

## 2. REVISIÓN POR PARES DOBLE CIEGO

Los trabajos presentados serán sometidos a una revisión inicial por parte del comité editorial. Los autores de los manuscritos enviados serán informados de la aceptación inicial para su revisión o del rechazo de su artículo en el plazo de un mes de la recepción del mismo.

Si sus contenidos son adecuados serán enviados para una revisión por pares realizada por expertos independientes y de reconocido prestigio, y por un tercero en caso necesario, ajustándose a los protocolos de publicaciones científicas seriadas. Los evaluadores serán seleccionados por el Comité de Redacción en función de su trayectoria investigadora.

Las revisiones por pares se realizarán por un test de doble ciego gestionado online. La valoración incidirá sobre el interés del artículo, su contribución al conocimiento del tema tratado, las novedades aportadas, las correctas relaciones establecidas, el juicio crítico desarrollado, la estructura del contenido, los referentes bibliográficos manejados, su correcta redacción, etc., indicando recomendaciones, si las hubiera, para su posible mejora.

If the manuscript has been accepted with modifications, authors should resubmit a new version of the article, following demands and suggestions of the external evaluators. If desired, the authors can also provide a letter, by email, to the Editorial Board in which they indicate the content of modifications of the article.

If desired, the authors can also provide a letter, by email, to the Editorial Board in which they indicate the content of modifications of the article.

Articles with significant corrections may be sent back to blind peer review to verify the validity of changes made by the author.

Considering the degree of compliance with changes requested, the Board shall decide whether or not the publication of the article. This decision shall be communicated to the author by the Editorial Board and in case of publication the manuscript will be dated as accepted.

### **3. SUBMITTING A MANUSCRIPT**

#### **3.1. FORMAT**

Building & Management is an open access publication. Articles will be published online in PDF format, and will be available for free to readers immediately after publication online, without any restriction, at the following electronic address: [http://polired.upm.es/index.php/building\\_management/](http://polired.upm.es/index.php/building_management/)

The Universidad Politécnica de Madrid reserves the right to distribute the complete numbers as an electronic book for its sale, either in PDF format, ePub or in any other electronic possible format, now or in the future, and / or paper format in print on demand. These alternative formats will have identical content and will be subject to the same copyright as the individual articles in the digital edition, and will be considered equivalent for all purposes.

#### **3.2. SUBMITTING PROCESS**

All manuscripts will preferably be written in English or Spanish. Submitted manuscripts will undergo a reviewing process, starting with a linguistic review. Manuscripts with a poor quality in this regard will be returned without evaluation. The submission of a manuscript implies that all co-authors have approved and accepted the content of the submitted text, tables, graphic material and any other complementary material supplied. The corresponding author will be responsible for all the co-authors to correct information about the manuscript. All submissions must be accompanied by a signed letter stating the originality and unpublished nature of the content of the manuscript, and their assurance that it has not been simultaneously sent to another publication for its evaluation. The letter can be downloaded at <https://drive.upm.es/index.php/s/FeqbSU7DSswCIOI>

El consejo editorial decidirá si el manuscrito es aceptado o rechazado basándose en los informes y recomendaciones de los evaluadores externos. El proceso de evaluación tiene normalmente una duración aproximada de entre tres y cuatro meses y no tiene ningún coste para los autores. Todos los informes de evaluación se enviarán a los autores, manteniendo el anonimato (publicación sin cambios; publicación con correcciones menores; publicación con correcciones importantes; no aconsejable para su publicación). En el caso de la aceptación del artículo, los autores deberán considerar los comentarios realizados por los evaluadores y volver a enviar el trabajo con los cambios oportunos. El proceso de revisión se repite, manteniendo el anonimato. En caso que la segunda revisión de los evaluadores sea de nuevo favorable, será probable que el artículo se acepte para su publicación definitiva. Cuando ésta se produzca, al trabajo se le asignará una fecha de aceptación.

### **3. ENVÍO DE MANUSCRITOS**

#### **3.1. FORMATO**

Building & Management es una publicación en línea de libre acceso. Los artículos serán publicados en línea en formato PDF, y estarán disponibles de forma gratuita para los lectores inmediatamente después de su publicación en línea, sin ninguna restricción en la siguiente dirección electrónica: [http://polired.upm.es/index.php/building\\_management/](http://polired.upm.es/index.php/building_management/)

La Universidad Politécnica de Madrid se reserva el derecho de distribuir para su venta los números completos como libro electrónico, ya sea en formato PDF, ePub o en cualquier otro formato electrónico posible en el presente o en el futuro, y/o en formato papel en impresión bajo demanda. Estos formatos alternativos tendrán un contenido idéntico y estarán sujetos a los mismos derechos de autor que los artículos individuales en la edición digital, y serán considerados equivalentes a todos los efectos.

#### **3.2. ENVÍO DE MANUSCRITOS PARA SU EVALUACIÓN Y APROBACIÓN**

Los manuscritos estarán redactados preferentemente en Inglés o Español. Los manuscritos enviados serán revisados en primer lugar desde el punto de vista lingüístico. Los manuscritos con un nivel de calidad deficiente en este aspecto serán devueltos sin ser evaluados. El envío de un manuscrito implica que todos los coautores han aprobado y aceptado el contenido del texto remitido, las tablas, el material gráfico y cualquier otro material complementario suministrado. El autor designado como persona de contacto será responsable de que todos los coautores dispongan de información correcta sobre el manuscrito enviado. Todos los envíos deberán ir acompañados de una carta firmada indicando el carácter original e inédito del contenido del manuscrito, y que el mismo no ha sido enviado simultáneamente a otra publicación para su valoración. La carta se puede descargar en <https://drive.upm.es/index.php/s/FeqbSU7DSswCIOI>

### 3.3. MANUSCRIPT

To help authors to prepare the manuscripts a standard template can be downloaded at [http://polired.upm.es/public/journals/22/Author\\_template\\_B M.docx](http://polired.upm.es/public/journals/22/Author_template_B M.docx)

### 3.4. MANUSCRIPT DELIVER AND ACCEPTANCE

All proposed contents will be related to the objectives of the journal and will have to adhere to the rules contained in the following sections. Manuscripts will be sent to the following email address: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Papers will be written in Spanish or English. Manuscripts should be between 6000 and 8000 words in length, including abstract, key words, highlights, references, etc. Each table or figure will be consider equivalent to 200 words. And before we can accept a manuscript, B&M requires Open Researcher and Contributor ID (ORCID) information for every author on the paper.

### 3.5. MANUSCRIPT ADMISIÓN

All manuscripts received will be evaluated through a double-blind system. Suggestions will be sent to the authors to make the necessary modifications. Only original manuscripts that have not previously been published in other journals will be accepted.

### 3.6. TITLE

The title should be concise, informative, meaningful to the whole readership of the journal and will be written in English and Spanish. The name and surname of the author(s) and the company, university or research center, as well as the e-mail address, will be indicated below.

### 3.7. ABSTRACT

The articles will include a summary in English and Spanish (between 200 and 300 words) that clearly state the objectives, the approach and conclusions of the research.

### 3.8. KEYWORDS AND HIGHLIGHTS

Between 4 and 6 keywords in Spanish and English will be included, as well as 3 to 5 headlines (phrases that define the most important issues of the article, with no more than 85 characters each, spaces included).

### 3.9. PRODUCTION AND SUBMISSION

Writing clear, concise sentences. Proposals will be sent to the e-mail address [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es) in electronic format. The text will be sent in a file in .doc format, including the images in the desired place. Articles will be accepted in English and Spanish. When the text is written in English, Sending either the title or the abstract in Spanish will not be necessary.

### 3.3. PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Para ayudar a los autores en la preparación de sus manuscritos existe una plantilla que se puede [http://polired.upm.es/public/journals/22/Author\\_template\\_B M.docx](http://polired.upm.es/public/journals/22/Author_template_B M.docx)

### 3.4. ENVÍO Y ACEPTACIÓN

Los trabajos para publicar estarán relacionados con los objetivos de la revista y tendrán que ceñirse a las normas contenidas en los siguientes apartados, debiendo enviar los trabajos a la dirección de correo electrónico [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Los trabajos se redactarán en español o en inglés, con una extensión entre 6000 y 8000 palabras, incluyendo resumen, palabras clave, titulares, referencias, etc., así como tablas y figuras con una equivalencia de 200 palabras por cada una. Todos los autores deben aportar su identificador digital ORCID.

### 3.5. ADMISIÓN DE ORIGINALES

Todos los originales recibidos serán evaluados mediante el sistema de doble ciego cuyas sugerencias se enviarán a los autores para que realicen las modificaciones pertinentes. Sólo se aceptarán trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente en otras revistas.

### 3.6. TÍTULO

El título de los trabajos será conciso e informativo y expresará su contenido, en inglés y en español. Seguidamente se indicará nombre y apellido del autor o autores, organismo o centro de trabajo y dirección de correo electrónico.

### 3.7. RESUMEN

Los artículos deberán ir acompañados de un resumen en inglés y en español (entre 200 y 300 palabras) que con toda claridad señale los objetivos, el planteamiento y conclusiones del trabajo.

### 3.8. PALABRAS CLAVE Y TITULARES

Se incluirán entre 4 y 6 palabras clave en inglés y en español, así como 3 a 5 titulares (frases que definen lo más importante del trabajo, con no más de 85 caracteres incluyendo espacios cada una).

### 3.9. REDACCIÓN DEL TEXTO Y PRESENTACIÓN

La redacción será clara y concisa. Los trabajos se enviarán a la dirección de correo electrónico [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es) en formato electrónico. El texto se enviará en un archivo en formato Word, incluidas las imágenes en el lugar deseado. Los trabajos se admitirán en inglés y en español. Cuando el texto esté redactado en inglés, no será necesario mandar ni el título ni el resumen en español.

### 3.10. REFERENCES

References must be limited to those indispensable that are directly related to the article's content. Citations in the text and references will meet the IEEE standard format. There should be no less than 25 references and at least 30% of them from the last 4 years.

The DOI (Digital Object Identifier) should be incorporated into every reference for which it is available.

#### ◆ Books

[1] A. Rezi and M. Allam, "Techniques in array processing by means of transformations," in *Control and Dynamic Systems*, Vol. 69, Multidimensional Systems, C. T. Leondes, Ed. San Diego: Academic Press, <http://dx.doi.org/>, 1995, pp. 133-180.

#### ◆ Journal articles

[2] G. Liu, K. Y. Lee, and H. F. Jordan, "TDM and TWDM de Bruijn networks and sufflenets for optical communications," *IEEE Transactions on Computers*, vol. 46, pp. 695-701, <http://dx.doi.org/>, June 1997.

#### ◆ Technical report

[3] K. E. Elliot and C. M. Greene, "A local adaptive protocol", Argonne National Laboratory, Argonne, France, Tech. Rep. 916-1010-BB, <http://dx.doi.org/>, 1997

#### ◆ Master End Project or PhD thesis

[4] J.-C. Wu. "Rate-distortion analysis and digital transmission of nonstationary images". Ph.D. dissertation, Rutgers, the State University of New Jersey, Piscataway, NJ, USA, <http://dx.doi.org/>, 1998.

#### ◆ Internet

[5] J. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Last date reviewed.

### 3.11. TABLES, FIGURES AND GRAPHICS

The number of tables and figures should be limited by sending only those that are really useful, clear and representative. They will be numbered correlatively according to the quotation in the text and each one will have its caption. They will be placed in the right place of the text.

Tables and figures should be designed in Word or Excel, so that they are visible when conforming to the format of 8.8 cm (width of 2 columns) presenting a good contrast so that they do not lose quality with the reduction. If necessary, once the article has been accepted, the journal may ask the corresponding author separately for tables and figures with better resolution. Sources must be included, when necessary, for tables, figures.

The resolution of pictures should not be less than 300 dpi (dots per inch). If the size of the final file is too large (more than 10 MB), then the manuscript should contain the figures with minimized resolution, and the original figures must be

### 3.10. REFERENCIAS

Las referencias deberán reducirse a las indispensables que tengan relación directa con el trabajo enviado. Las citas en el texto y las referencias consignadas seguirán el formato IEEE. Se propone un número de citas no inferior a 25, con el 30% de las mismas publicadas en los últimos cuatro años.

Siempre que la publicación citada disponga de DOI, será necesaria su incorporación en la referencia bibliográfica.

#### ◆ Libros

[1] A. Rezi and M. Allam, "Techniques in array processing by means of transformations," in *Control and Dynamic Systems*, Vol. 69, Multidimensional Systems, C. T. Leondes, Ed. San Diego: Academic Press, <http://dx.doi.org/>, 1995, pp. 133-180.

#### ◆ Artículos de revistas científicas

[2] G. Liu, K. Y. Lee, and H. F. Jordan, "TDM and TWDM de Bruijn networks and sufflenets for optical communications," *IEEE Transactions on Computers*, vol. 46, pp. 695-701, <http://dx.doi.org/>, June 1997.

#### ◆ Informes técnicos

[3] K. E. Elliot and C. M. Greene, "A local adaptive protocol", Argonne National Laboratory, Argonne, France, Tech. Rep. 916-1010-BB, <http://dx.doi.org/>, 1997

#### ◆ Trabajo fin de máster o tesis doctoral

[4] J.-C. Wu. "Rate-distortion analysis and digital transmission of nonstationary images". Ph.D. dissertation, Rutgers, the State University of New Jersey, Piscataway, NJ, USA, <http://dx.doi.org/>, 1998.

#### ◆ Internet

[5] J. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Last date reviewed.

### 3.11. TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

El número de tablas y figuras deberá limitarse en lo posible enviando solo las que sean realmente útiles, claras y representativas. Estarán numeradas correlativamente según la cita en el texto y cada una tendrá su pie explicativo. Se colocarán en el lugar adecuado del texto.

Las tablas y figuras deben ser diseñadas en Word o Excel, de forma que sean visibles al ajustarse al formato de 8,8 cm (ancho de 2 columnas) presentando un buen contraste de forma que no pierdan calidad con la reducción. En caso de ser necesario, una vez aceptado el artículo, la revista podrá volver a solicitar tablas y figuras por separado y con mejor resolución. En las tablas, figuras e imágenes que no sean del autor se deberán citar las fuentes.

La resolución de las imágenes no será inferior a 300 puntos por pulgada. Si el tamaño del archivo final es demasiado grande (superando los 10 MB), si el artículo es aceptado, se enviará el manuscrito conteniendo en su posición las figuras



provided in separate files, if the article is accepted.

### 3.12. FORMULAS AND EQUATIONS

Formulas should be inserted and not embedded as an image in the Word document at all. They will be numbered in parentheses in correlative order, following the text citation order, done using the same notation.

### 3.13. LAYOUT

Authors will receive a layout PDF proof that should be reviewed within a maximum period of three days. Modifications of the original text will not be accepted during the proofreading.

### 3.14. CHECKLIST BEFORE SUBMITTING

As part of the submission process, authors are required to indicate that their submission complies with all of the following elements, and to accept that submissions that do not comply with these guidelines may be returned to the author.

1. The submission has not been previously published nor been reviewed simultaneously by another journal (Or an explanation has been provided in "Comments to the editor").
2. The file sent is in Word format.
3. The template available on the journal's website has been used and the rules set out have been followed.
4. The authorship declaration is being signed by the author and all the coauthors and attached with the manuscript file in the submitting e-mail to the Editor to [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)
5. The text meets the bibliographic and style requirements indicated in the template available on the journal's website.
6. Description of the last check that must be made before sending the article, in order to avoid the most common errors:
  - ♦ There is a list of the names of all the authors using superscript numeric identifiers to link an author with an address and institution where necessary.
  - ♦ It can be find the institution followed by the full postal addresses (including e-mail) of every author.
  - ♦ Title, abstract, highlights and Keywords are included in English and Spanish.
  - ♦ The main text has 6000 to 8000 words, including abstract, keywords, etc., and also figures and graphics with an equivalence of 200 words for each.
  - ♦ The abstract has 200 to 300 words.
  - ♦ It has 4 to 6 Keywords and It has been selected 3-5 highlights with the main information of the manuscript, each

con una resolución inferior y se aportarán las figuras con máxima resolución en archivos independientes.

### 3.12. FÓRMULAS Y/O EXPRESIONES MATEMÁTICAS

Deberán insertarse en el propio documento Word y en ningún caso incrustado como imagen. Se numerarán entre paréntesis por orden correlativo, siguiendo el orden de la citación en el texto, que utilizará las misma nomenclatura.

### 3.13. PRUEBAS

Se enviará a los autores la prueba de maquetación en PDF que deberá ser revisada en un plazo máximo de tres días. En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones del texto original.

### 3.14. LISTA DE COMPROBACIÓN DE PREPARACIÓN DE ENVÍOS

Como parte del proceso de envío, se les requiere a los autores que indiquen que su envío cumpla con todos los siguientes elementos, y que acepten que envíos que no cumplan con estas indicaciones pueden ser devueltos al autor.

1. El envío no ha sido publicado previamente ni está dentro del proceso de revisión de otra revista (o se ha proporcionado una explicación en "Comentarios al editor").
2. El fichero enviado está en formato Word.
3. Para la redacción del manuscrito se ha utilizado la plantilla disponible en la web de la revista y se han seguido las normas expuestas.
4. Se ajunta, junto al artículo, el formulario de declaración de autoría disponible en la página web de la revista debidamente relleno y firmado a la dirección de email [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)
5. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo indicados en las Normas para autoras/es, que se pueden encontrar en Acerca de la revista.
6. Descripción de la última comprobación que debe realizarse antes de enviar el artículo, con el fin de evitar los errores más comunes:
  - ♦ Aparecen los autores con nombres y apellidos o declaración de autor institucional, utilizando el identificador numérico para cada autor.
  - ♦ Aparece la entidad a la que está adscrito el autor o los autores y sus datos de contacto (incluido e-mail).
  - ♦ Se ha expresado el título, el resumen, las palabras claves y los titulares, en español y en inglés.
  - ♦ El número de palabras es de entre 6000 y 8000 palabras, incluyendo resumen, palabras clave, etc., así como tablas y figuras con una equivalencia de 200 palabras por cada una.
  - ♦ La extensión del resumen se adecua a las normas de

- ♦ Tables, diagrams and figures are entered in a borderless text box, including inside the figure caption in the lower part the table foot and are placed and cited in the text in consecutive numerical order
- ♦ The list of references are made according to the reference requirements of the Journal, and at least the 30% of them are dated in the last four years.
- ♦ Authors' short biography with 50 to 75 words is included.
- ♦ The author has the permission to use the material with rights of another author, even if it is in the Web.

Any inquiry regarding the submission of the article can be resolved in the first instance on the website of the magazine. For other inquiries, the magazine contact email is available: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)

#### 4. COPYRIGHT

The originals of Building & Management magazine are property of the Universidad Politécnica de Madrid, being necessary to cite the origin of any partial or total reproduction.

All the original articles published in Building & Management are subject to discussion and comments from our readers. Opinions should be sent to the journal's email address, within a period of three months, starting from the date of publication.

Authors retain the copyright of the papers and ensure B&M the right to have a Creative Commons license, Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0), that allow others to share the article within an author recognition and non commercial use.

Authors can also establish independently additional agreements for the not exclusive distribution of the article published versión in the e-journal (as, for example, to place it in an institutional repository or to publish it in a book).

Unless otherwise indicated, all contents of the electronic edition of Building & Management are distributed under a Creative Commons license and distribution.

#### 5. PRIVACY STATEMENT

The personal data provided to in this journal will be used exclusively for the purposes stated by Building & Management and will not be available for any other purpose or another person.



- ♦ El número de palabras clave son entre 4 y 6, y los highlights entre 3 y 5 con 85 caracteres incluidos espacios.
- ♦ Todas las tablas y figuras están insertadas en cuadros de texto, con su correspondiente leyenda, en la parte inferior de las mismas.
- ♦ Todas las referencias citadas en el texto, están referenciadas al final del artículo y viceversa. Y se nombran en orden de aparición.
- ♦ Todas las referencias están en el formato adecuado y el 30% de las mismas están fechadas en los últimos 4 años.
- ♦ Incluye el perfil académico y profesional del autor/es (entre 50 y 75 palabras)
- ♦ El autor dispone del permiso para usar el material con derechos de otro autor, incluso si está en la Web.

Cualquier consulta relativa a la presentación del artículo, puede resolverse en primera instancia en la página web de la revista. Para otras consultas, se dispone del correo de contacto de la revista: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)

#### 4. NOTA DE COPYRIGHT

Los originales de la revista Building & Management, son propiedad de la Universidad Politécnica de Madrid, siendo necesario citar la procedencia de cualquier reproducción parcial o total.

Todos los artículos originales que se publican en Building & Management quedan sometidos a discusión y al comentario de nuestros lectores. Las opiniones deben enviarse a la dirección de correo electrónico de la revista, dentro del plazo de tres meses, contados a partir de la fecha de su publicación.

Los autores conservan los derechos de autor y garantizan a la revista el derecho de una licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0), que permite a otros compartir el trabajo con un reconocimiento de la autoría y uso no comercial.

Los autores pueden establecer por separado acuerdos adicionales para la distribución no exclusiva de la versión de la obra publicada en la revista (por ejemplo, situarlo en un repositorio institucional o publicarlo en un libro).

Salvo indicación contraria, todos los contenidos de la edición electrónica Building & Management se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución Creative Commons.

#### 5. DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y direcciones de correo-e introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

## TOPICS COVERED BY B&M

Case studies  
Due diligence  
Licence management  
Risk assessment management  
Documentation procurement  
Communication and information management: ICT, Big data, Construction 4.0  
Management of bill of quantities, estimation, analysis and costs control  
Project monitoring  
Deadline management  
Economic, financial, equipment and human and material resources management  
Technical planning management  
Management of strategic planning  
Design management  
Management and control of changes and coordination of activities  
Management of production planning and programming  
Contracts and construction management  
Advanced techniques of construction management  
Process management in building, control and process improvement techniques  
Management of occupational risk prevention and health & safety  
Regulatory management and quality control  
Environmental management  
Management of waste and polluted soils  
Water management  
Materials management  
Energy management  
Other resources management  
Building heritage management  
Management of conservation, maintenance and exploitation  
Facilities management  
Building Management systems  
Sensing, monitoring and control  
Audit of management systems  
Energy Audit  
Assessment of environmental impact plans, programs and projects  
Energy and environmental certification  
Implementation of environmental management systems  
Management of hygrothermal comfort  
Management of acoustic comfort  
Indoor air quality management  
Accessibility Management  
Diagnosis and methodology  
Intervention criteria  
Reuse  
Territory management  
Urban planning  
Management of environmental resources  
Air quality  
Training for management  
Research in construction  
Integrated project management  
Real estate assessments  
Judicial appraisal  
Management of social matters

## LÍNEAS DE PUBLICACIÓN DE B&M

Casos de estudio  
Due diligence  
Gestión de las licencias  
Gestión del análisis de riesgos  
Gestión de la documentación  
Gestión de la comunicación y de la información: TIC, Big data, Construcción 4.0  
Gestión de las mediciones, estimación, análisis y control de los costes  
Monitorización de proyectos  
Gestión de plazos  
Gestión económica, financiera, de equipos y de los recursos humanos y materiales  
Gestión de la planificación técnica  
Gestión de la planificación estratégica  
Gestión del diseño  
Gestión y control de cambios y coordinación de las actividades  
Gestión de la planificación de la producción y programación  
Gestión de la contratación y de las obras  
Técnicas avanzadas de gestión de la construcción  
Gestión del proceso en edificación, técnicas de control y mejora de procesos  
Gestión de la prevención de riesgos laborales y seguridad e higiene  
Gestión de normativa y control de la calidad  
Gestión medioambiental  
Gestión de residuos y de suelos contaminados  
Gestión del agua  
Gestión de los materiales  
Gestión de la energía  
Gestión de otros recursos  
Gestión del patrimonio edificado  
Gestión de la conservación, el mantenimiento y explotación  
Gestión de las instalaciones  
Los sistemas de gestión en el edificio  
Sensorización, monitorización y control  
Auditoría de sistemas de gestión  
Auditoría energética  
Evaluación del impacto ambiental de planes, programas y proyectos  
Certificación energética y medioambiental  
Implantación de sistemas de gestión ambiental  
Gestión del confort higrotérmico  
Gestión del confort acústico  
Gestión de la calidad del aire interior  
Gestión de la accesibilidad  
Diagnóstico y metodología  
Criterios de intervención  
Reutilización  
Gestión del territorio  
Planificación urbanística  
Gestión de recursos del entorno  
Calidad del aire  
Formación para la gestión  
Investigación en edificación  
La gestión integrada de proyectos  
Valoraciones inmobiliarias  
Pericia judicial  
Gestión de los aspectos sociales



