



**V CONGRESO  
EDIFICIOS INTELIGENTES**  
Madrid, 14 mayo 2019

**LIBRO DE COMUNICACIONES Y PROYECTOS**

**V Congreso Edificios Inteligentes  
14 Mayo 2019**

Organizado por:



**GRUPOTECMARED**

Co-Organizado por:

**COAM**

COLEGIO  
OFICIAL  
ARQUITECTOS  
DE MADRID

Editado por:

Grupo Tecma Red S.L.  
C/ Jorge Juan 31, 1º izqda.  
28001 Madrid, España  
Tel: (+34) 91 577 98 88

Email: [info@grupotecmared.es](mailto:info@grupotecmared.es)  
Web: [www.grupotecmared.es](http://www.grupotecmared.es)

ISBN: 9781091156715

Copyright: © 2019 Grupo Tecma Red S.L.

Todos los derechos reservados por Grupo Tecma Red S.L. Queda prohibida la reproducción total o parcial de todos los contenidos de este libro bajo cualquier método incluidos el tratamiento digital sin la previa y expresa autorización por escrito de Grupo Tecma Red S.L.

## INTRODUCCIÓN – GRUPO TECMA RED

Celebramos ya el quinto Congreso Edificios Inteligentes, el foro de referencia sobre la actualidad y futuro de los Edificios Inteligentes en España. El Congreso continúa abordando el concepto del Edificio Inteligente desde un punto de vista transversal, integral y multidisciplinar, estando dirigido a todos los profesionales relacionados con la edificación, desde el diseño, construcción y promoción del edificio, hasta la gestión y mantenimiento del mismo, además de todos sus servicios relacionados. Este enfoque permite a los congresistas una visión global de la situación actual y la proyección futura de la implementación de la tecnología en el sector inmobiliario, además de generar un valioso networking y el intercambio de conocimiento con los actores más relevantes del sector.

El Congreso cuenta con un Comité Técnico formado por más de 40 miembros, expertos en diferentes áreas relacionadas con los Edificios Inteligentes, y es el encargado de definir las temáticas del llamamiento de comunicaciones, de valorar todas las comunicaciones, de seleccionar aquellas que son presentadas en el Congreso de forma oral y las publicadas en este libro de comunicaciones. Además, propone las Mesas Redondas y participa activamente en el Congreso.

El llamamiento de comunicaciones para el V Congreso Edificios Inteligentes se lanzó en diciembre 2018 y se han recibido más de 30 comunicaciones finales que han sido valoradas por el Comité Técnico que ha seleccionado 12 para ponencia oral y 29 comunicaciones finales para ser publicadas en este libro. Las áreas temáticas para el llamamiento de comunicaciones han sido: Innovación en Diseño, Arquitectura e Ingeniería de los Edificios Inteligentes: BIM, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Gemelos Digitales, SRI, etc; Tecnologías, Soluciones y Sistemas para la Inteligencia en los Edificios: Domótica, BIM, IoT, ciberseguridad, vehículo eléctrico, Inteligencia Artificial, Big Data, Robótica, Cloud, etc; Uso, Gestión y Mantenimiento en los Edificios Inteligentes: IoT, BIM, BMS, ciclo de vida, Blockchain, Teletrabajo, Coworking, etc: El ser humano y su diversidad en el edificio inteligente: accesibilidad, envejecimiento, telemedicina, confort, seguridad, ergonomía, sostenibilidad, etc. y Proyectos de Edificios Inteligentes / Integración de Sistemas.

El programa del Congreso incluye como novedad una presentación de una Experiencia Internacional sobre “KNX Integration in Dubai International Airport” por parte de Taj Kollara, Managing Director de Total Automation (Dubai). Habrá también dos mesas redondas, una sobre “Oportunidades y Nuevos Modelos de Negocio en torno a los Edificios Inteligentes” y otra sobre “Tecnologías habilitadoras en Edificios Inteligentes: Inteligencia Artificial, Big Data, IoT, 5G, Blockchain y Realidad Aumentada”, que ambas contarán con expertos destacados que aportarán conocimiento único en cada uno de los temas. Aparte habrá una inauguración con destacados representantes institucionales, 12 ponencias orales basadas en el llamamiento de comunicaciones y tres ponencias sobre Experiencias de Mercado, por parte de las empresas patrocinadoras.

El V Congreso Edificios Inteligentes está organizado por Grupo Tecma Red con el apoyo institucional del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid; Ayuntamiento Madrid, Ministerio Fomento y CEAPAT (Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas) del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Cuenta además con la colaboración de más de 50 organizaciones y el patrocinio de compañías de referencia en el sector de los Edificios Inteligentes cuya participación hace posible un alto nivel y calidad, siendo Patrocinadores Plata: Carlo Gavazzi, Elecgy, Johnson Controls, y ROBOTBAS; y Patrocinador Bronce: la asociación KNX España.

Mi profundo agradecimiento a todas las personas y entidades que han hecho posible este V Congreso Edificios Inteligentes, colaborando en la organización y promoción del mismo. Gracias también a todos los profesionales que han querido compartir sus interesantes experiencias en las comunicaciones presentadas y a todos los congresistas que demuestran con su presencia la necesidad de este foro de referencia para los profesionales del sector de los Edificios Inteligentes.

Madrid, Mayo 2019

**Stefan Junestrand**

Director V Congreso Edificios Inteligentes

Director General Grupo Tecma Red

## MIEMBROS COMITÉ TÉCNICO

- **Rafael Úrculo**, Junta Directiva, AEDICI (Asociación Española de Ingenierías e Ingenieros Consultores de Instalaciones)
- **Paloma Velasco**, Directora Ejecutiva, AES (Asociación de Empresas de Seguridad)
- **Cecilia Salamanca**, Responsable Departamento Técnico, AFEC (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización)
- **José Tomás Romero**, Jefe de Innovación, AMETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales)
- **Fernando Moliner**, Presidente Comisión Técnica, ASPRIMA (Asociación de Promotores Inmobiliarios de Madrid)
- **Miguel Ángel Llopis**, Presidente, ATECYR (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración)
- **Gonzalo Fernández Martínez**, AVS (Asociación Española de Gestores Públicos de Vivienda y Suelo)
- **Pilar Pereda**, Asesora Concejalía Desarrollo Sostenible, Ayuntamiento de Madrid
- **José María Redondo Martín**, Representante, BIG-EU (BACnet Interest Group Europe)
- **José González**, Vocal Junta Directiva, Building Smart Spanish Chapter
- **Representante**, CAF MADRID (Colegio Profesional de Administradores de Fincas de Madrid)
- **César Valmaseda**, Director de Gestión – División de Energía, Centro Tecnológico CARTIF
- **Fernando Suárez**, Vicepresidente, CCII (Consejo General de Colegios de Ingeniería en Informática)
- **Rosa Regatos**, Arquitecto Técnico, CEAPAT / IMSERSO (Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas) – Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social
- **Sergio Rojas**, Secretario General, CEDIA (Custom Electronic Design & Installation Association)
- **Guillermo del Campo**, Auditoría Energética de Edificios, CEDINT-UPM (Centro de Domótica Integral de la Universidad Politécnica de Madrid)
- **Representante**, CEDOM (Asociación Española de Domótica e Inmótica)
- **Alejandro Payán de Tejada**, Gabinete Técnico, CGATE (Consejo General de la Arquitectura Técnica de España)
- **Juan Layda**, CGCOII (Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales)
- **Blanca Gómez**, Directora, CNI (Confederación Nacional de Instaladores y Mantenedores)
- **Carlos Lahoz**, Vicedecano, COAM (Colegio Oficial Arquitectos Madrid)
- **Elena Sarabia**, Secretario Junta de Gobierno, COAM (Colegio Oficial Arquitectos Madrid)
- **Luis F. Alés**, COIIM (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid)
- **José Carlos Báez**, Vocal Junta Gobierno, COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación)
- **Alicia Huerga**, Departamento Técnico, CONAIF (Confederación Nacional de Asociaciones de Instaladores y Fluidos)
- **Gloria Gómez**, Arquitecta. Responsable Área Técnica, CSCAE (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España)
- **Adrià Martínez**, DOMOTYS (Asociación Española para el Impulso y la Innovación en la Domótica, la Inmótica y las Ciudades Inteligentes)
- **Jesús Román**, Secretario General, FENIE (Federación Nacional de Empresarios de Instalaciones de España)
- **Miguel Ángel García Argüelles**, Director Gerente, FENITEL (Federación de Instaladores de Telecomunicaciones)
- **Jesús Hernández Galán**, Director de Accesibilidad Universal, Fundación ONCE
- **Francisco García Ahumada**, Presidente, IFMA España (Asociación Internacional de Facility Management)
- **Carlos Domínguez**, Responsable Nuevas Tecnologías y Operaciones Hoteleras, ITH (Instituto Tecnológico Hotelero)
- **Alvaro Mallol**, Presidente, KNX España
- **César Martínez**, Director Técnico, LONMARK España
- **José Antonio Juncá**, Jefe del Área de Calidad de la Edificación, Ministerio de Fomento
- **Ana Espinel**, Representante del Consejo Rector, SEA (Sociedad Española de Acústica)
- **Rafael David Rodríguez Cantalejo**, Ingeniero responsable Área Automatización y Eficiencia del Servicio de Infraestructuras, Universidad de Córdoba – UCO
- **Inés Leal**, Directora Editorial y Desarrollo, Grupo Tecma Red
- **Stefan Junstrand**, Director del V Congreso Edificios Inteligentes y Director General Grupo Tecma Red



# ÍNDICE

## INNOVACIÓN EN DISEÑO, ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES: BIM, REALIDAD VIRTUAL, REALIDAD AUMENTADA, GEMELOS DIGITALES, SRI, ETC.

<b>#BIM #DISEÑOINTELIGENTE #NEWTECH @EDIFICIOINTELIGENTE</b>	<b>1</b>
<i>Luis Javier López Carracedo</i> AECOM	
<b>BIMSERVER.CENTER: PLATAFORMA COLABORATIVA DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<i>Ane Ferreiro Sistiaga, Adrián Ferrándiz Candalija, Pablo Gilabert Boronat y Benjamín González Cantó</i> CYPE	
<b>BIMSERVER.CENTER: REALIDAD AUMENTADA Y GEMELOS DIGITALES</b>	<b>13</b>
<i>Ane Ferreiro Sistiaga, Adrián Ferrándiz Candalija, Pablo Gilabert Boronat y Benjamín González Cantó</i> CYPE	

## TECNOLOGÍAS, SOLUCIONES Y SISTEMAS PARA LA INTELIGENCIA EN LOS EDIFICIOS: DOMÓTICA, BIM, IOT, CIBERSEGURIDAD, VEHÍCULO ELÉCTRICO, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BIG DATA, ROBÓTICA, CLOUD, ETC.

<b>DIN2BIM: INTELIGENCIA DE DATOS PARA HOSPITALES</b>	<b>18</b>
<i>Abraham Jiménez</i> PINEARQ	
<b>LA MEJOR ILUMINACIÓN ES LA QUE NO SE VE - LUZ NATURAL 4.0</b>	<b>23</b>
<i>Albert López Crespo</i> Somfy	
<b>SISTEMAS HÍBRIDOS E INTEGRADOS DE IOT+BMS PARA EDIFICIOS: MÁS FIABILIDAD, FLEXIBILIDAD A MEJOR COSTE DE IMPLANTACIÓN</b>	<b>28</b>
<i>Jofre Ayala Mayorga</i> WiseUp Building Analytics	
<b>LOS EDIFICIOS CIBERFÍSICOS, UNA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA PARA UNA REALIDAD AUMENTADA MÁS ALLÁ DEL IOT</b>	<b>34</b>
<i>Gonzalo Suárez Martín, Nicolás Antequera Rodríguez, Miguel Piernas Burgos y César Igual</i> Sanrob Telecomunicaciones	
<b>EL SMART POINT O PUNTO ÚNICO INTELIGENTE COMO SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES DE PAQUETERÍA Y SERVICIOS DEL EDIFICIO</b>	<b>39</b>
<i>Tomás Selva, Sergi Padullés, Joan Pinós y Jiao Liu</i> Smart Points y CASS University	
<b>USO DE 3D Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA GESTIÓN DE EDIFICIOS INTELIGENTES BASADO EN LA PLATAFORMA CITISIM</b>	<b>45</b>
<i>Ismael Torres, Dr. Félix Jesús Villanueva, Javier Sánchez y Carlos Jiménez</i> Prodevelop, Universidad de Castilla-La Mancha, ANSWARETECH y Abalia Consulting	
<b>ENERGY BUTTON CONVIERTE A LOS CONTADORES EN INTELIGENTES PARA CONTROLAR REMOTAMENTE EL CONSUMO DE LOS EDIFICIOS</b>	<b>51</b>
<i>Tomás García Riquez</i> Cliensol Energy	
<b>INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES EN UN SMART HOTEL EN LA VEGA SUR DE GRANADA</b>	<b>55</b>
<i>Olivia Florencias-Oliveros y Aldo Esteban Florencias Puerto</i> Universidad de Cádiz y DF-Duro Felguera	
<b>ALFRED BUILDING: SOLUCIÓN PARA CONVERTIR UN EDIFICIO CONVENCIONAL EN UNO INTELIGENTE SIN EFECTUAR UNA OBRA</b>	<b>61</b>
<i>Daniel Batlle</i> Alfred Smart Systems	

## USO, GESTIÓN Y MANTENIMIENTO EN LOS EDIFICIOS INTELIGENTES: IOT, BIM, BMS, CICLO DE VIDA, BLOCKCHAIN, TELETRABAJO, COWORKING, ETC.

<b>CONECTIVIDAD PROFESIONAL Y ESTANDARIZADA AL IOT CON KNX: UNA EXCELENTE OPORTUNIDAD PARA INTEGRADORES</b>	<b>65</b>
<i>Michael Sartor</i> Asociación KNX España	
<b>APLICACIÓN DEL INTERNET OF THINGS EN EL SERVICIO DE FACILITY MANAGEMENT EN BBVA</b>	<b>71</b>
<i>Iván Gómez Muñoz</i> CBRE GWS para BBVA	
<b>PROYECTO SMART CAMPUS EN LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS: IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM Y TECNOLOGÍAS IOT PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LOS ACTIVOS INMOBILIARIOS</b>	<b>77</b>
<i>Javier Orellana Sanz, José Miguel Luna López y María del Prado Díaz de Mera</i> Universidad Rey Juan Carlos, Grupo Enerdex y URJC	

<b>TECNOLOGÍAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RESPUESTA A LA DEMANDA EN EDIFICIOS INTELIGENTES: DESDE EL CONTROL HASTA EL BLOCKCHAIN</b>	<b>83</b>
<i>Juan Manuel Espeche, Iván Aranda, Tatiana Loureiro y Raymond Sterling</i>	
R2M Solution Spain	
<b>IOT Y BIG DATA VS. “LADRONES” DEL AGUA EN COMUNIDADES DE PROPIETARIOS</b>	<b>88</b>
<i>Antonio Martínez</i>	
WiWater	
<b>MODELOS MATEMÁTICOS MULTIVARIABLES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN FÁBRICAS Y EN EDIFICIOS</b>	<b>94</b>
<i>Vicente Rodilla Sala, Francisco de la Asunción Castelló, Miriam Signes Salvà y Víctor Rodenas Gallego</i>	
CYSNERGY y AENOR	
<b>MANTENIMIENTO AVANZADO DE EDIFICIOS INTELIGENTES CON METASYS 10 Y CONEXIÓN A CRA</b>	<b>98</b>
<i>Alberto Vales Alonso y Abigail Rocasolano Lláser</i>	
Building Technologies & Solutions Johnson Controls	
<b>LA IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y SUS MÚLTIPLES BENEFICIOS: AHORRO DE COSTES, EFICACIA Y EFICIENCIA</b>	<b>104</b>
<i>Pepe Gutiérrez Esquerdo, Juan Carlos Álvarez Rodríguez, Francisco Gil Rojas, José Bonet Más y Francisco Martínez Núñez</i>	
Administrâpolis	
<b>GESTIÓN INTEGRAL DE INMUEBLES Y SERVICIOS ASOCIADOS (GIDISA)</b>	<b>110</b>
<i>Grupo Corporación Radiotelevisión Española</i>	
Radio Televisión Española	
<b>EL SER HUMANO Y SU DIVERSIDAD EN EL EDIFICIO INTELIGENTE: ACCESIBILIDAD, ENVEJECIMIENTO, TELEMEDICINA, CONFORT, SEGURIDAD, ERGONOMÍA, SOSTENIBILIDAD, ETC.</b>	
<b>DESARROLLOS INMOBILIARIOS - PREVISIÓN EN ACCESIBILIDAD MOTRIZ</b>	<b>116</b>
<i>Juan Valsechi</i>	
Asesor Independiente	
<b>INTEGRACIÓN DIGITAL APLICADA AL SERVICIO ASISTENCIAL EN EDIFICIOS SOCIOSANITARIOS</b>	<b>122</b>
<i>Antonio Atarés Huerta</i>	
Integración Digital Ingeniería	
<b>PROYECTOS DE EDIFICIOS INTELIGENTES / INTEGRACIÓN DE SISTEMAS</b>	
<b>CADIELSA SMARTBUILDING: INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS</b>	<b>128</b>
Promotor: Grupo Cadielsa	
<b>TORRE CATALINAS</b>	<b>136</b>
Promotor: Consultatio Real Estate	
<b>SISTEMA DE GESTIÓN TÉCNICA HOTEL ROYAL HIDEAWAY CORALES SUITES: ACCESOS, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT (INTEGRACIÓN SISTEMA LONWORK)</b>	<b>144</b>
Promotor: Flanders 10 Invest	
<b>PROYECTO DE ALTA SEGURIDAD DE CONTROL DE ACCESOS CON BIOMETRÍA, PROXIMIDAD RFID E INTEGRACIÓN INMÓTICA EN EDIFICIO SEDE CORPORATIVA</b>	<b>151</b>
Promotor: Confidencial	
<b>RESIDENCIAL BETANIA 01</b>	<b>158</b>
Promotor: Sociedad Cooperativa Madrileña Betania	
<b>RESIDENCIAL TORREVERAL</b>	<b>166</b>
Promotor: Sociedad Cooperativa Madrileña Residencial Torreveral	



# V CONGRESO EDIFICIOS INTELIGENTES

Madrid, 14 mayo 2019

PATROCINIO PLATA:



PATROCINIO BRONCE:



ORGANIZA:



COMUNICA:



APOYO INSTITUCIONAL:



COLABORA:





# GRUPOTECMARED

## Grupo Tecma Red es líder en información y generación de conocimiento sobre Energía, Sostenibilidad y Nuevas Tecnologías en la Edificación y la Ciudad.

### PORTALES:

**CASADOMO**  
Todo sobre Edificios Inteligentes

[www.casadomo.com](http://www.casadomo.com)

**CONSTRUIBLE**  
Todo Sobre Construcción Sostenible

[www.construible.es](http://www.construible.es)

**ESEficiencia**  
Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos

[www.eseficiencia.es](http://www.eseficiencia.es)

**eSMARTCITY**  
Todo sobre Ciudades Inteligentes

[www.esmartcity.es](http://www.esmartcity.es)

**SMARTGRIDSINFO**  
Todo sobre Redes Eléctricas Inteligentes

[www.smartgridsinfo.es](http://www.smartgridsinfo.es)

### CONGRESOS:

**V CONGRESO EDIFICIOS INTELIGENTES**  
Madrid, 14 mayo 2019

**V CONGRESO CIUDADES INTELIGENTES**  
Madrid, 26 junio 2019

**VI Congreso EECN Edificios Energía Casi Nula**  
Madrid, 23 Octubre 2019

**VI CONGRESO SMART GRIDS**  
Madrid, 12 Diciembre 2019



# #BIM #DISEÑOINTELIGENTE #NEWTECH @EDIFICIOINTELIGENTE

Luis Javier López Carracedo, Arquitecto especialista BIM, AECOM

**Resumen:** Por el título podríais pensar que esto es una colección de hashtags sobre el tema. Pero la intención es muy diferente, partiendo de las palabras más repetidas cuando buscas “Edificio Inteligente” se pretende mostrar nuestra visión global del proceso de Génesis de un edificio inteligente. Desde nuestro punto de vista, un edificio solo puede denominarse ‘inteligente’ si es el producto de aplicar un diseño específicamente orientado a conseguir esta inteligencia, este requisito pese a ser fundamental, no basta para conseguir nuestro propósito, también necesitamos los medios necesarios para que esta inteligencia pueda plasmarse de forma física tras la construcción.

**Palabras clave:** BIM, Diseño Inteligente, Nuevas Tecnologías, Edificio Inteligente, Programación, Redes Neuronales, Grafos

## INTRODUCCIÓN

Para producir un edificio inteligente no basta con instalar un montón de dispositivos con el apellido Smart en cualquier edificación y esperar que todo trabaje en conjunto de forma correcta, incluso si somos capaces de instalar un sistema completo e integrado, si el edificio no está diseñado teniendo en cuenta esta finalidad, no podremos obtener el máximo beneficio y rendimiento.

Debemos tener en cuenta que llegar a conseguir un edificio realmente inteligente, es una meta que aún está muy lejos de ser alcanzada, por este motivo si queremos llegar a ella debemos tenerla en cuenta desde el primer momento en la concepción de nuestro edificio. Es aquí donde el diseño inteligente (que no tiene nada que ver con la teoría pseudocientífica que lleva el mismo nombre) entra en juego.

En primer lugar, debemos definir qué es un edificio inteligente. Puesto que todos sabemos lo que es un edificio, nos centramos en clarificar el adjetivo inteligente. Esto hace referencia a que el edificio se adapte a las condiciones del entorno, incluyendo especialmente a sus usuarios, en otras palabras, el edificio debe conseguir ser más habitable por sus usuarios y al mismo tiempo más eficiente en su diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Seguidamente nos centraremos en identificar claramente los tres factores o elementos que indefectiblemente necesitamos para poder diseñar, construir y operar edificios inteligentes:

- El diseño inteligente: no es nada más y nada menos que, durante el proceso de diseño arquitectónico tener en cuenta todos los factores que harán y facilitarán que el edificio sea inteligente.
- Las nuevas tecnologías: son la segunda parte de esta ecuación, estas nos permiten disponer de herramientas adecuadas para diseñar, construir y operar de forma inteligente nuestros edificios. Entre otras muchas de las que hemos utilizado, en esta ocasión nos centraremos en una serie de tecnologías, no todas, de última generación, pero sí utilizadas de forma innovadora en nuestro sector.
- La metodología y forma de trabajo: como no podía ser de otra forma esta es la metodología BIM, es la única que nos permite poder llevar a cabo el diseño inteligente y aplicar nuevas tecnologías de forma viable.

Después de identificar los factores necesarios, nos centraremos en resolver una serie de preguntas u objetivos desde de la experiencia que hemos adquirido en AECOM. Las preguntas son:

- ¿Qué aportar a nuestro diseño para ayudar a que sea inteligente?
- Las nuevas tecnologías que estamos utilizando o pensamos utilizar en nuestros proyectos
- ¿Qué aporta la metodología BIM al proceso de diseño inteligente?

Finalmente se presenta una serie de conceptos clave que respondiendo a las preguntas mencionadas antes ejemplifican de forma más definida cómo se puede llevar a cabo la práctica del diseño inteligente mediante la aplicación de nuevas tecnologías como redes neuronales o bases de datos de grafos con ayuda de las bases que proporciona la metodología BIM.

## CASOS PRÁCTICOS EN LA FASE DE DISEÑO

### Colaboración entre los agentes: Gestión de RFIs

Puede parecer que el simple hecho de mejorar la comunicación entre los agentes de un proyecto no tiene un impacto el que el edificio como producto final sea más o menos inteligente, pero si tenemos en cuenta nuestra definición de edificio inteligente (Ver Introducción), la eficiencia se tiene en cuenta en todo el ciclo de vida del edificio, por lo que si conseguimos que el diseño y la construcción del edificio sea más eficiente, estamos consiguiendo aportar un plus de inteligencia al proceso.

En AECOM hemos conseguido mejorar significativamente la eficiencia del proceso de diseño aplicando nuevas tecnologías en el proceso de comunicación entre los agentes del proceso.

La solución permite gestionar de forma eficiente y unívoca el ciclo de vida completo de cada RFI del proyecto. De esta manera evitamos las pérdidas de tiempo y recursos generadas por la mala gestión de todos los puntos críticos del proyecto.

Se utilizan tecnologías bien implantadas en el mercado: Base de Datos SQL e Interfaz de usuario sobre Windows.

Los usuarios se dividen en dos grupos dentro de nuestra empresa según su rol: Los Gestores de la RFI, y los encargados de implementarla en los modelos de diseño.

La aplicación permite a los gestores asignar cada RFI a una persona del segundo grupo, también permite añadir comentarios sobre las acciones necesarias, así como añadir parámetros de prioridad e importancia.

En el caso del encargado de implementación, la aplicación le permite revisar sus RFIs asignadas, le permite revisar las acciones necesarias, así como asignar un estatus a cada acción e incluso añadir información sobre los modelos que han sido modificados por esta RFI.

Finalmente permite al encargado del proyecto, obtener informes sobre el estado de todas las RFIs para informar al cliente.

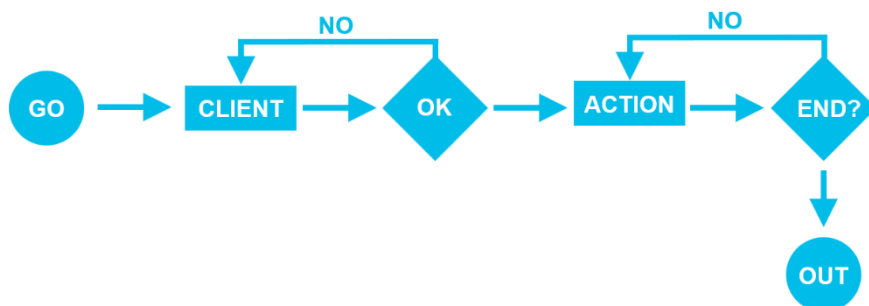


Figura 1. Ciclo de vida de una RFI.

### Información en el diseño - Control de información IoT

Este punto es quizás el más importante y el que más impacto tendrá en la inteligencia del edificio durante y después de su construcción.

En AECOM ponemos especial atención en varios aspectos fundamentales que deben establecerse en la fase de diseño para maximizar la eficiencia en fases posteriores:

- La información necesaria para la fase de construcción: en este aspecto desde el diseño se puede añadir información para que la fase de construcción pueda ser lo más eficiente posible, en concreto añadimos información para las simulaciones 4D que mejoraran notablemente la eficiencia y planificación de la construcción.
- Información necesaria para la fase de operación y mantenimiento: en este aspecto se añade toda la información relevante para esta fase, pero también se prevén los medios necesarios para que durante la fase de construcción se pueda recopilar e incorporar toda la información de obra necesaria.



- Información necesaria para la creación de un modelo conocido como gemelo digital: este aspecto es el que más cerca está de lo que todos entendemos como edificio inteligente. El gemelo digital permite la monitorización de todos los sistemas del edificio de forma digital, en tiempo real y sobre una réplica tridimensional del edificio. Desde la fase de diseño podemos preparar todos los datos para que sean fácilmente accesibles en el momento de la constitución de este gemelo digital, incluso podemos preparar una plataforma para la conexión de todos los sensores mediante tecnologías IoT.



Figura 2. Esquema de ejemplo de la información en Azure Digital Twins.

En AECOM pensamos que al fin y al cabo estos sistemas inteligentes de control están enfocados al usuario y deberían estar también diseñados para él, al igual que el resto del edificio. Por lo que son también parte del producto arquitectónico final y tanto la interfaz gráfica como el propio sistema deberían estar expresamente diseñados para el usuario final.

Estamos desarrollando nuestra propia plataforma basada en infraestructura como servicios (IaaS) que ofrece Microsoft en Azure. Esto nos permite diseñar la propia plataforma que utilizará el usuario final, con lo que la experiencia de uso del usuario pasa a formar parte integrante de nuestro diseño inteligente.

### Calidad en el diseño - Control de calidad en Modelos

Siguiendo la misma lógica que en el caso anterior, el control de calidad durante el diseño nos permite asegurar que el edificio está siendo diseñado de forma correcta, y desde el punto de vista BIM nos permite asegurar y controlar que tanto la geometría como la información está siendo añadida de forma correcta, esto permite que más tarde durante la construcción, operación y mantenimiento los errores estén minimizados desde la fase de diseño, por lo que también conseguimos un impacto en la eficiencia de estos procesos.

En AECOM hemos implantado un proceso de control de calidad sobre los modelos totalmente automatizado, esto nos permite inspeccionar cada uno de los modelos en muy poco tiempo y con el mínimo esfuerzo por parte de nuestro personal, a la vez que aumenta significativamente la fiabilidad del propio proceso de calidad.

Nuestro control de calidad actualmente se divide en tres niveles:

Desde el nivel de modelo como unidad contenedora de información, hasta el nivel más particular de cada elemento constructivo como unidad indivisible.

Cabe destacar que este control tiene dos aspectos, uno desvinculado del software de producción y otro estrictamente ligado a este software.

El proceso de control de calidad está estrictamente vinculado a los estándares definidos para el proyecto en el documento del BEP, por lo que esta herramienta está específicamente desarrollada en conjunto con este documento.

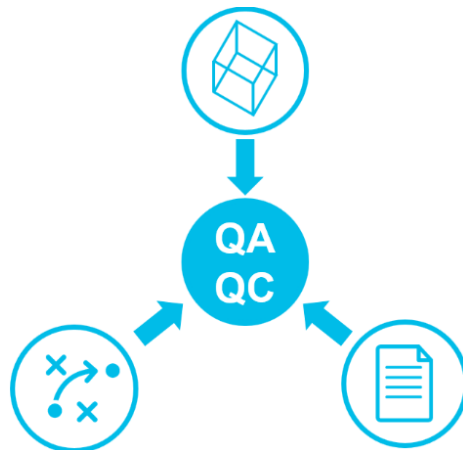


Figura 3. Esquema funcional del control de calidad.

Actualmente estamos desarrollando la segunda iteración de este control de calidad con varias mejoras, enfocadas en aumentar la adaptabilidad, accesibilidad y eficiencia de este sistema. Estas mejoras incluyen:

Migración a una plataforma descentralizada en la nube, esto permite mejorar la accesibilidad a los datos de calidad por parte de todos los agentes implicados.

Separación de los aspectos propios de la plataforma de producción de los aspectos generales del modelo, esto permite mejorar la adaptabilidad del sistema a cualquier software de producción.

Implementación de bases de datos de grafos, esto permite mejorar la adaptabilidad del sistema a cualquier proyecto sin tener que reprogramar sus partes de acuerdo a los estándares específicos del proyecto.

Implementación de algoritmos basados en redes neuronales, esto permitirá en un futuro poder analizar aspectos inherentes al propio diseño tales como las soluciones constructivas empleadas, así como la propia geometría del diseño.

## El futuro del diseño - Inteligencia artificial

Por último, me gustaría compartir nuestra visión acerca del futuro que está por venir, a muchos os puede parecer que estamos hablando de una película de ciencia ficción, pero la realidad es que la inteligencia artificial está cada vez más presente en nuestro día a día y en un futuro no muy lejano será una parte fundamental en el diseño de edificios inteligentes.

## METODOLOGÍA

Nuestra metodología está siempre enfocada desde el punto de vista BIM, siempre si implanta desde el inicio del proyecto, intentando llegar a todos los ámbitos de este, desde el diseño hasta la propia gestión del proyecto.

Cabe destacar que no solo nos centramos en los aspectos BIM más conocidos, como la gestión de la información y la geometría desde modelos 3D, la coordinación espacial mediante detección de colisiones en los modelos. También nos centramos en mejorar la eficiencia en los procesos de diseño con aplicaciones desarrolladas en la propia empresa. Pero de forma muy especial estamos constantemente realizando tareas de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para aplicarlas al diseño, gestión, entrega y calidad del proyecto. Estos aspectos son los que más relevancia tienen en esta comunicación.



## RESULTADOS

### Gestión de RFIs

Según nuestra experiencia en varios proyectos esta aplicación permite mejorar la eficiencia del proyecto en términos de ahorro económico derivado del ahorro de dedicación de los trabajadores. En estos cálculos no se tienen en cuenta el tiempo de implementación de la propia RFI, solo el tiempo empleado en su correcta gestión.

Eficiencia derivada de la mejora de la gestión de RFIs				
Tamaño del proyecto	Número de usuarios	Gasto sin mejora por usuario (40h/semana)	Gasto con mejora por usuario (40h/semana)	Ahorro estimado
Pequeño < 5.000 m <sup>2</sup>	2	20	12	40%
Medio < 50.000 m <sup>2</sup>	5	18	10	44%
Grande > 50.000 m <sup>2</sup>	15	17	8	52%
Enorme > 500.000 m <sup>2</sup>	50	16	7	56%

Tabla I. Eficiencia derivada de la mejora de la gestión de RFIs.

### Información en el diseño

Debido a que este aspecto está aún en fase de desarrollo, no podemos ofrecer datos reales derivados del uso de este sistema, pero resulta fácil extrapolar las ventajas que puede ofrecer. También hay varias publicaciones sobre las ventajas que esta tecnología ofrece, un ejemplo es la publicación de Deloitte que muestra datos obtenidos por ingenieros que afirman haber conseguido reducir la carga de los trabajos de montaje entorno al 15 – 20% durante la fase de mantenimiento.

Desde la experiencia de Aecom se ha comprobado que la introducción temprana de los parámetros de las fases de construcción, operación y mantenimiento favorece la calidad y el control de la información durante el proceso de diseño, lo que da lugar a resultados óptimos.

### Calidad en el diseño

En este punto es donde se observan unos resultados más diferenciados respecto a las soluciones tradicionales. Es necesario discriminar según el tamaño y los requisitos del proyecto. En este caso los resultados de los que disponemos corresponden a un tamaño de proyecto grande con unos requisitos estrictos (LOD 400), puesto que se pretendía utilizar los modelos BIM para las fases posteriores, convirtiéndolos en modelos BAM y posteriormente BOM. El resto de los datos han sido extrapolados.

En la siguiente tabla se muestra la probabilidad de errores en el control de calidad comprando métodos manuales frente a métodos automatizados. Según la metodología THERP se ha tenido en cuenta la Tabla 8 Ítem 2 de la norma NTP 621 en condiciones de estrés bajo y en disposiciones naturales, para la realización de la siguiente tabla.

Probabilidad de error Humano en el control de calidad no automatizado (LOD 400)				
Tamaño del proyecto por edificio	Numero de modelos	Cantidad de parámetros por elemento constructivo	Cantidad total de parámetros a comprobar (4 elem/m <sup>2</sup> )	Probabilidad de error Humano (PHE 0.001 y FE 3)
Pequeño < 5.000 m <sup>2</sup>	9	50	9,630,000	28,890
Medio < 50.000 m <sup>2</sup>	30	50	321,000,000	963,000
Grande > 50.000 m <sup>2</sup>	90	59	3,409,020,000	10,227,060
Enorme > 500.000 m <sup>2</sup>	300	59	53,029,200,000	159,087,600

Tabla II. Probabilidad de error humano en el control de calidad no automatizado.

Se deduce claramente que debido a la inmensa cantidad de información es prácticamente imposible realizar su control de calidad de forma manual, pero aún teniendo la capacidad de comprobar toda la información manualmente, este método se torna inviable debido a la cantidad de posibles errores que podría producir de forma manual.

## CONCLUSIONES

Mediante los tres puntos anteriores hemos visto ejemplos de cómo desde la fase de diseño, podemos incluir y aplicar soluciones que harán que nuestro edificio sea más inteligente no solo en su fase de operación y mantenimiento, si no también es las primeras etapas como la de diseño.

Ha quedado suficientemente demostrado que aplicando diferentes tecnologías podemos conseguir una mejora significativa en la calidad y eficiencia de nuestros diseños, lo que en etapas posteriores evitará problemas y posibilitará la inteligencia de nuestros edificios.

También se pretende enfatizar el hecho de que las nuevas tecnologías bien empleadas nos ofrecen posibilidades que antes no teníamos, lo que nos permite avanzar hacia el complejo objetivo de conseguir un edificio completamente inteligente.

El momento en el que podamos entrar a un edificio, y este esté gestionado por una inteligencia artificial integrada en el mismo, está cada vez más cerca.

## REFERENCIAS

- [1] Faig Sureda, Josep, 2003, NTP 621: Fiabilidad humana: evaluación simplificada del error humano (III), Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. España.
- [2] <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html> (28 febrero 2019)

# BIMSERVER.CENTER: PLATAFORMA COLABORATIVA DE LA CONSTRUCCIÓN

**Ane Ferreiro Sistiaga**, International Project Manager, CYPE  
**Adrián Ferrándiz Candalija**, Product Manager BIMserver.center, CYPE  
**Pablo Gilabert Boronat**, Director de Innovación, CYPE  
**Benjamín González Cantó**, Director de Desarrollo Corporativo, CYPE

**Resumen:** El gran reto de la tecnología BIM es el establecimiento de un flujo de trabajo colaborativo entre todos los agentes de la construcción. En la actualidad existen plataformas de intercambio de ficheros BIM (Autodesk 360, BIMPLUS) pero todas ellas se basan en el intercambio de ficheros propietarios de software. CYPE se plantea en 2017 la creación de una plataforma abierta y en la nube: bimservier.center basada en la tecnología Open BIM, en la cual los proyectos se desarrollan de manera colaborativa y a través del intercambio de información mediante ficheros estándar abiertos y públicos. En la actualidad bimservier.center cuenta con 22.475 usuarios, lo que la convierte en una de las principales plataformas trabajando en formatos abiertos a nivel mundial.

**Palabras clave:** BIM, Open BIM, Flujo de Trabajo, Plataforma Web, Nube, Ficheros Estándar, Desarrollo Colaborativo

## INTRODUCCIÓN

La tecnología BIM es ya de sobra conocida por todos nosotros, la promesa de reducir tiempo y costes al sector AEC a través de una gestión integral de todo el proceso de construcción la hace muy interesante y tentadora. Entre las posibilidades de la tecnología BIM destacan las siguientes:

1. La posibilidad de tener toda la información del edificio asociada a un modelo 3D accesible desde cualquier lugar y en cualquier momento.
2. La posibilidad de permitir el trabajo colaborativo y simultáneo de todos los agentes de la construcción implicados en el desarrollo del edificio.
3. La posibilidad de gestionar todo el proceso de una manera unificada.
4. La posibilidad de detectar posibles problemas e incongruencias con anticipación gracias al control de colisiones.
5. La posibilidad de hacer un seguimiento del edificio durante todo su ciclo de vida, desde el diseño al mantenimiento del mismo.



Figura 1. ¿Qué es BIM?

Suena tan bien que uno se pregunta: si esta tecnología tiene tantas ventajas, ¿por qué no se está adoptando de manera más rápida y masiva? ¿Por qué su introducción en el sector de la construcción está siendo tan lenta y progresiva? La realidad como siempre es más complicada, y lo que muchas veces se nos presenta como un producto acabado es en realidad una tecnología en construcción. Se podría decir que todas estas posibilidades que nos ofrece el BIM son en realidad sus objetivos y que la madurez de algunas de sus características es todavía cuestionable.

## DEL BIM AL OPEN BIM

Uno de los grandes retos que se plantea la tecnología BIM es la creación de un flujo de trabajo colaborativo realmente eficiente y práctico y que integre de manera eficaz toda la información generada desde las diferentes disciplinas. Es aquí donde aparecen conceptos nuevos como el de Open BIM que pretenden superar algunas de las barreras existentes en el BIM.

El Open BIM se fundamenta en un proceso de intercambio de información mediante ficheros abiertos y públicos gestionados en tiempo real por una plataforma web. Gracias al empleo de ficheros estándar y mediante un servicio de actualización en la nube la información fluye de manera constante entre las diferentes aplicaciones y miembros del equipo de trabajo.



Figura 2. BIM vs Open BIM.

## Formatos de intercambio estándar

La característica principal del Open BIM es que la información viaja mediante el uso de formatos de intercambio estándar, abiertos y públicos. La ventaja de no trabajar con formatos nativos, es decir, vinculados específicamente a un desarrollador de software, es la garantía de la perdurabilidad del trabajo, más allá de la aplicación con la que hayas realizado el proyecto.

El Open BIM contempla el uso de una gran cantidad de formatos estándar presentes en el mercado desde hace tiempo: xml, gltf, pdf, bc3, bcf, jso, etc. aunque el formato por excelencia del BIM es el IFC (Industry Foundation Classes) que fue creado por la asociación buildingSMART con el objetivo de facilitar el intercambio de información (o interoperabilidad) entre las diferentes aplicaciones de software del mundo de la construcción. El formato estándar IFC permite una comunicación real y eficiente entre los usuarios ya que actualmente es el formato al que exportan la mayoría de aplicaciones que trabajan en BIM.

## Información integrada

En la actualidad las principales aplicaciones BIM se decantan por un planteamiento del proyecto basado entorno al uso de una única aplicación que concentra toda la información bajo un único fichero nativo. En los últimos años de desarrollo de la tecnología BIM ha quedado demostrada la incapacidad de que un solo programa de abarcar las muy amplias y diferentes disciplinas que abarca el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, desde el arquitecto al obrero, desde la concepción del proyecto a la gestión de materiales, desde el cumplimiento normativo al cálculo de estructuras o instalaciones.

La tecnología Open BIM relega los programas empleados para el desarrollo del proyecto a un segundo plano, radicando la verdadera importancia del modelo BIM en los datos que lo componen y no en los programas utilizados para introducir estos datos.

La tecnología Open BIM permite incrementar el número de aplicaciones empleadas en el desarrollo del proyecto, dividiendo el trabajo por disciplinas y sobreponiéndose a una de las principales barreras que existe en el mundo del BIM, la gran complejidad de los programas que hace de su uso algo arduo, costoso y difícil de implantar de una manera generalizada.

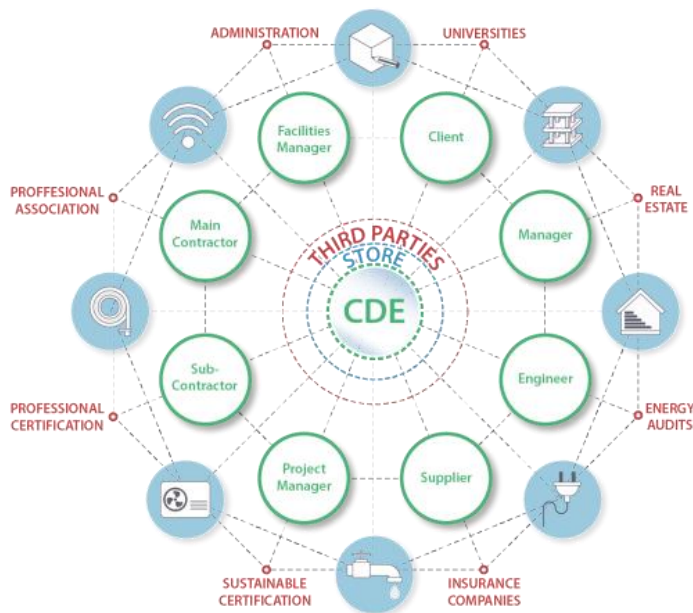


Figura 3. Common Data Environment in Open BIM.

## Flujo de trabajo

### Inicio del proyecto

El desarrollo de un proyecto integrado en el flujo de trabajo Open BIM comienza con la creación de un directorio en el cual se almacenará toda la información referente al proyecto. Este directorio debe estar vinculado con una plataforma web (Common Data Environment) y debe facilitar la comunicación entre profesionales, fabricantes de software, industriales, organismos de control público y privado y en general un número ilimitado de usuarios relacionados con este sector.

Las aplicaciones integradas en el flujo de trabajo propuesto deben incluir una conexión directa y automatizada con dicha plataforma web (a través de una API o Web Service) Este vínculo agiliza la transferencia de la información del proyecto entre los usuarios ya que éstos no tienen que gestionar continuamente todos los datos del proyecto, sino que son las aplicaciones especializadas las que realizan de forma automática dicha tarea.

Para que una aplicación pueda integrarse en el flujo de trabajo propuesto solo debe leer y grabar ficheros en formato estándar IFC. Esta integración es muy sencilla ya que no requiere del rediseño de las aplicaciones sino de una simple conexión a la plataforma web.

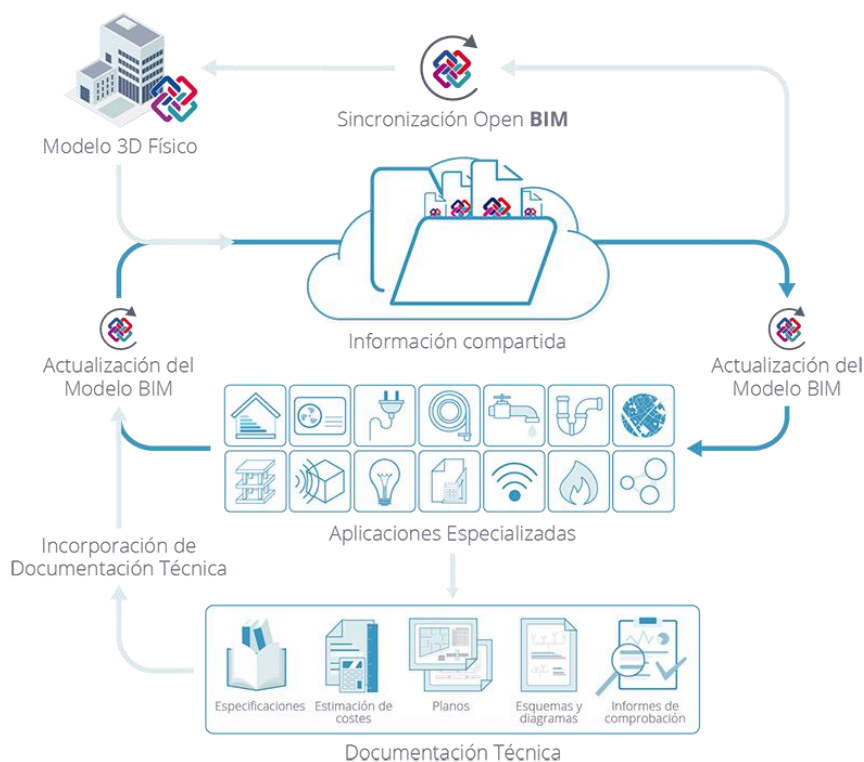


Figura 4. Flujo de trabajo Open BIM.

De esta manera, cada técnico especialista trabaja de forma libre y autónoma sobre la parte del modelo que le haya sido asignada. Cuando decida que su solución queda correctamente establecida, exportará desde la aplicación que haya empleado un fichero en formato estándar con la información que define ese elemento del proyecto, la cual se incorporará de forma automática al modelo virtual del proyecto.

### Aplicaciones especializadas

A través de las aplicaciones especializadas, cada uno de los usuarios del proyecto puede cargar el modelo BIM y trabajar sobre él. Del mismo modo que se visualiza el modelo arquitectónico, cada una de las aplicaciones desarrolla e integra las soluciones de cada especialista: incendios, HVAC, térmica, acústica, etc. De esta forma, cada usuario define su especialidad con precisión, al tiempo que se evitan posibles interferencias entre disciplinas.

Por tanto, el modelo BIM se va construyendo de forma colaborativa conforme se van definiendo y compartiendo las diferentes soluciones referentes a cada disciplina del proyecto. Con lo que cada vez que un miembro añada o modifique algún aspecto de su modelo, éste es automáticamente incorporado al modelo BIM y compartido con el resto de usuarios.

De esta forma, se evitan problemas de versiones modificadas y posibles incoherencias entre los modelos, ya que cada especialista aporta las soluciones referentes a su disciplina de forma independiente, considerando en todo momento el trabajo realizado por el resto de compañeros a la hora de su toma de decisiones.

El proyecto va tomando forma conforme los integrantes del equipo de trabajo realizan sus contribuciones desde las distintas aplicaciones integradas de forma progresiva, incrementándose su complejidad a medida que se incrementa el nivel de detalle del proyecto. El modelo digital del proyecto puede ser visualizado en todo momento por todos los miembros del equipo desde cada una de las aplicaciones especializadas y desde la plataforma web, para así poder resolver su parte del proyecto en función de las condiciones de dicho modelo.

#### ***Actualización continua del modelo BIM***

Todas las aplicaciones integradas permiten una actualización continua de la información, ya que durante la importación inicial de los ficheros en formato estándar se establece una conexión entre el modelo BIM y los elementos que gestiona cada aplicación.

Este proceso de actualización garantiza que, si se producen cambios en el modelo BIM, no se pierda la información introducida por los miembros del equipo, y sólo el trabajo que queda obsoleto frente a dichos cambios puede ser descartado por los usuarios.

Una de las principales ventajas teóricas de los flujos de trabajo Open BIM es la posibilidad de interacción entre las distintas disciplinas que intervienen en el proyecto. Estas interacciones pueden darse no sólo a nivel de propiedades físicas de los elementos, sino también a nivel de resultados. Es decir, pueden llegar a un nivel muy específico, difícilmente abordable por una aplicación BIM genérica.

#### ***Exportación de ficheros en formato estándar***

Las aplicaciones que forman parte del flujo de trabajo propuesto, pueden exportar un fichero en formato estándar IFC con los elementos del proyecto generados por cada una de ellas e integrarlos en el modelo BIM.

Una de las principales ventajas del formato estándar IFC es que permite adjuntar en ese archivo otros formatos: xml, pdf, gltf, json, bc3, lo cual le otorga una gran versatilidad a la hora de extraer resultados. En el archivo IFC contará con la geometría y propiedades del modelo, en pdf el listado con los resultados de cálculo, en el bc3 el presupuesto de la obra, etc. De este modo, toda esa información se va incorporando al modelo BIM, con lo que éste se enriquece y completa.

#### ***Consolidación del modelo BIM***

A medida que el proyecto va avanzando, la información que constituye el modelo BIM va siendo ampliada mediante los ficheros en formato estándar generados por todas las aplicaciones especializadas.

El modelo BIM ya no consiste en un único fichero, sino que se convierte en un conjunto de ficheros, compuesto por el fichero del modelo físico más todos aquellos generados por los diferentes usuarios, a través de las aplicaciones especializadas, y que, juntos forman el proyecto BIM en su integridad.

Es decir, el modelo BIM sobre el que trabajan los usuarios incluye toda la información que se va produciendo conforme el desarrollo del proyecto avanza. Esta forma de trabajar garantiza la estabilidad, tanto de los modelos de cálculo como del modelo de diseño. Además, todos ellos se encuentran en continua revisión por parte del miembro del equipo responsable y en consecuencia se establece una delimitación clara de responsabilidades.

Este proceso de consolidación establece que la información en formato estándar es la que da forma al proyecto y por tanto las herramientas y programas concretos empleados para llevarlo a cabo quedan como elementos auxiliares que pueden cambiarse o eliminarse a lo largo de la vida del mismo.

## Plataformas colaborativas: el caso de BIMServer.center

A nivel teórico parecen claras las diferencias entre ambos sistemas, BIM y Open BIM, pero ¿cómo se traduce esto a nivel práctico?, ¿en qué plataformas se materializa? ¿qué posibilidades nos ofrece en la actualidad el mercado?

Existen múltiples plataformas BIM en el mercado aunque son tres las más conocidas que corresponden a los principales desarrolladores de software en BIM: AUTODESK 360 (AUTODESK), BIMPLUS (ALLPLAN) y BIMCLOUD2 (GRAPHISOFT). Todas ellas son herramientas muy potentes pero arrastran muchos de los problemas de la tecnología BIM anteriormente mencionados: son ecosistemas cerrados, basados en ficheros propietarios; tienen suscripciones caras que no son asequibles para muchos usuarios, no existe una estratificación de los datos poniendo de relevancia problemas de Propiedad Intelectual y seguridad de los modelos. Por último, las plataformas no están abiertas a terceros desarrolladores de software, lo que restringe las posibilidades del BIM a lo que pueda programar un único desarrollador.

BIMserver.center aparece como alternativa a estos ecosistemas cerrados. Esta plataforma colaborativa trabaja en OpenBIM permitiendo un mayor grado de posibilidades tanto para desarrolladores como para usuarios. Esta plataforma es accesible tanto desde el ordenador como desde la tablet y el teléfono permitiendo tener toda la información siempre disponible

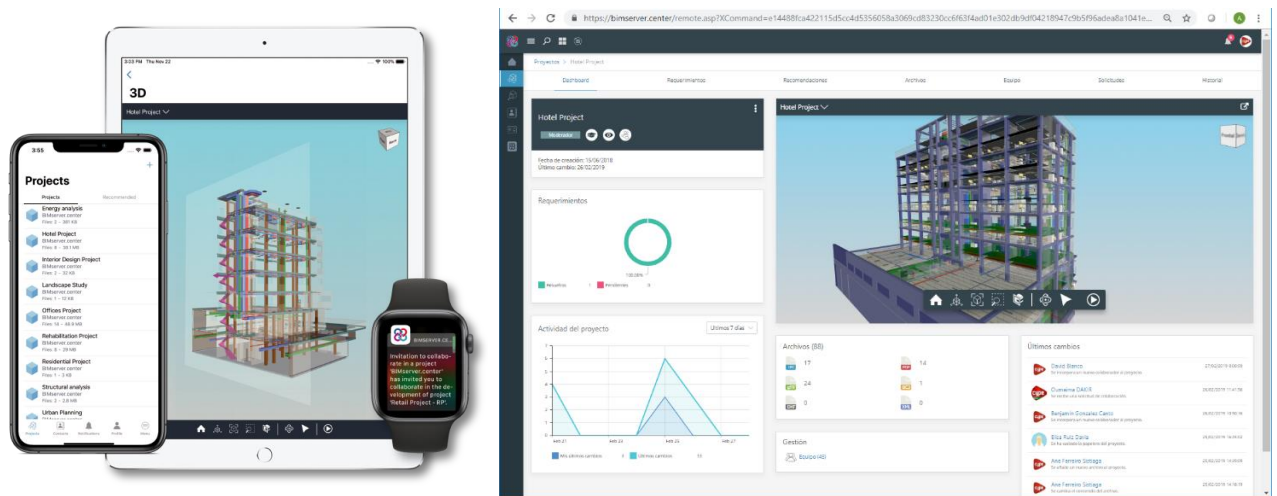


Figura 5. Plataforma BIMServer.center.

La plataforma colaborativa BIMserver.center auna tres características principales de otras plataformas:

1. *Espacio de almacenamiento para proyectos de la construcción:* En esta plataforma podrás almacenar todos los archivos de tu proyecto y tener a tu equipo de trabajo centralizado. Además, la interfaz de la plataforma te permite visualizar los modelos y acceder a diferentes datos gráficos sobre el desarrollo de tu proyecto, cambios en el historial, errores y requerimientos entre aplicaciones, etc.
2. *Comunidad social orientada al sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción:* otra característica de la plataforma es la posibilidad de conocer y colaborar con otros profesionales del mundo de la construcción. Además, permite buscar proyectos abiertos a la colaboración para desarrollar diferentes disciplinas.
3. *Store de aplicaciones relacionadas con el mundo de la construcción:* la plataforma se concibe también como un store donde aplicaciones de todos los desarrolladores de software relacionados con el BIM pueden no solo conectarse a la plataforma sino también vender su producto a través de la misma.



Figura 6. Desarrollos específicos de la plataforma bimserver.center.

## CDE único con soluciones personalizadas

Si durante toda la comunicación hemos hablado de que la tecnología Open BIM se caracteriza por su gran flexibilidad a la hora la nube que soporta toda esta tecnología tiene que tener la misma versatilidad. BIMserver.center cuenta con soluciones personalizadas para usuarios específicos de la plataforma.

- **Bussines**: las empresas industriales tienen un apartado para gestionar y añadir sus soluciones constructivas a la plataforma.
- **Developers**: proporciona un entorno diseñado para integrar fácilmente sus aplicaciones en un flujo de trabajo abierto, a la vez que una plataforma comercial para promover, distribuir y comercializar sus aplicaciones.
- **Educational**: proporciona un entorno diseñado para que maestros y estudiantes puedan desarrollar clases y un aprendizaje del uso de las tecnologías BIM. Permite crear cursos y asignar clases
- **Administrations**: las administraciones públicas son un agente clave en el desarrollo de la tecnología BIM ya que todos los modelos acaban pasando por sus manos tarde o temprano. Este módulo de la plataforma permite a las administraciones públicas llevar un control de los modelos que está construyendo y licitando.
- **Forum**: es un lugar donde puedes resolver todas tus dudas tanto de la plataforma bimserver.center como de cuestiones generales sobre BIM o los programas disponibles en la plataforma.

## CONCLUSIONES

Los entornos de trabajo BIM actuales se basan en el desarrollo de proyectos a través de una única gran aplicación conectada a una plataforma trabajando en formatos nativos, lo cual impide a los usuarios el empleo de las herramientas especializadas con las que esté habituado a trabajar y, además, condiciona al resto de miembros del grupo de trabajo a emplear esa misma herramienta.

En el flujo de trabajo Open BIM se emplean en todo momento formatos estándar lo cual supone que cualquier herramienta de cualquier desarrollador puede formar parte del flujo de forma sencilla y por tanto no obliga a los usuarios a tener que modificar su hábito actual de trabajo, ya que son las distintas aplicaciones empleadas en cada disciplina las encargadas de unificar e integrar todas las soluciones propuestas por los integrantes del equipo en el modelo BIM.



# BIMSERVER.CENTER: REALIDAD AUMENTADA Y GEMELOS DIGITALES

**Ane Ferreiro Sistiaga**, International Project Manager, CYPE  
**Adrián Ferrándiz Candalija**, Product Manager BIMserver.center, CYPE  
**Pablo Gilabert Boronat**, Director de Innovación, CYPE  
**Benjamín González Cantó**, Director de Desarrollo Corporativo, CYPE

**Resumen:** La visualización en AR del gemelo digital genera una serie de beneficios para el profesional al mejorar su productividad, ya que puede comprobar todas las disciplinas del proyecto (estructuras, instalaciones, climatización, etc.) en el mundo real, a la escala adecuada, interactuar con ella, visitar cualquier espacio interior o exterior, comprobar si los cálculos de los materiales son los correctos, escudriñar cada detalle de las estructuras y las instalaciones sin haber sido construidas todavía, comprobando si hay colisiones, y reducir el margen de error en sus proyectos. BIMserver.center es una plataforma pionera gracias a que cualquier profesional de la construcción y propietario final puede ver su proyecto en Realidad Aumentada (AR).

**Palabras clave:** Realidad Aumentada, Gemelos Digitales, BIM, Plataforma Web, Aplicaciones Móviles, Open BIM Systems, BIM Objects

## INTRODUCCIÓN

La digitalización del sector de la construcción, un sector estratégico para la economía de cualquier país, es no solo clave sino necesaria a la hora de optimizar procesos, reducir costes y acortar plazos. El BIM (Building Information Modelling) ha supuesto una segunda revolución tecnológica en este sector (la primera fue el dibujo en CAD), permitiendo a todos los agentes de la construcción tener acceso a un modelo digital del edificio, con toda la información asociada, desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Quizás el mayor logro del BIM es haber aunado de una manera muy sencilla dos tecnologías, el dibujo en tres dimensiones, el cual estaba ya muy extendido con programas como Rhinoceros, Sketchup, Solid Works, AutoCAD 3D, etc., y los datos de tablas de Excel, probablemente uno de los programas más usados a nivel mundial dentro de todos los sectores de la economía. Dicho así suena casi simplista, pero la unión entre geometría y datos, que ya había sido probada y consolidada anteriormente en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es lo que realmente ha creado avance hacia una digitalización integral del sector de la construcción.

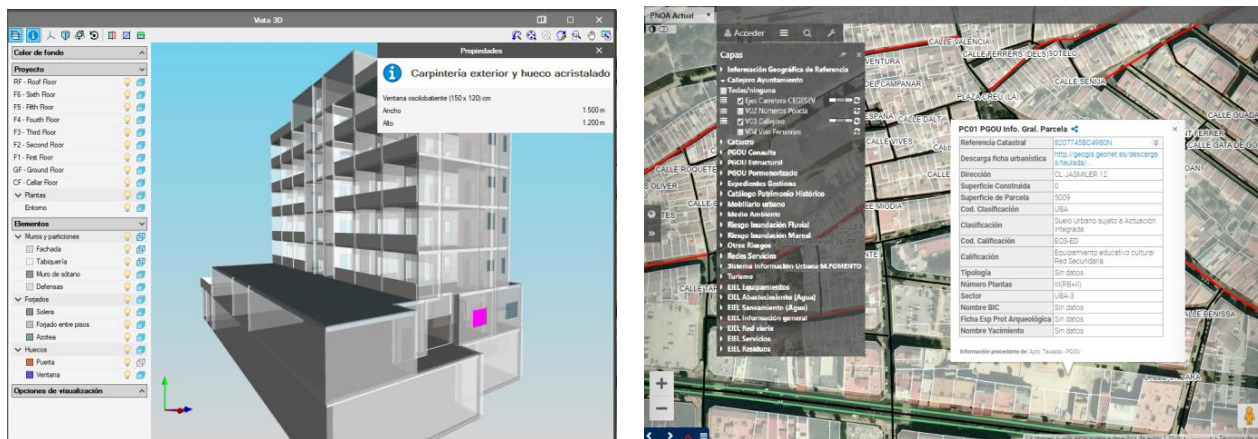


Figura 1. Notables semejanzas entre las tecnologías GIS y BIM. En la dos imágenes podemos observar a la izquierda un desplegable con capas del modelo y a la derecha una etiqueta identificativa de uno de los elementos del Modelo.

Sería muy inocente afirmar que la tecnología BIM ha alcanzado su máximo apogeo, y más correcto decir que esta tecnología se encuentra en pleno desarrollo donde la innovación por parte de las empresas de software es un factor muy importante para alcanzar los objetivos anteriormente mencionados. Hace relativamente poco tiempo cuando pensábamos en innovación y BIM, en nuestro vocabulario aparecían palabras como Interoperabilidad, BEM, LOD, etc. En la actualidad, la innovación en BIM viene ligada a de una serie de términos como Gemelos Digitales o Realidad

Aumentada, pero ¿habéis probado a preguntar a cinco personas diferentes sobre estos dos términos? ¿Sabemos realmente qué significan o implican en lo relativo a la construcción?

## CONCEPTO DEL GEMELO DIGITAL

El modelo BIM aspira a ser una representación virtual y realista del edificio. Uno de los factores más importantes para que estos modelos sean útiles a nivel práctico es que nos permita consultar y comprobar información sobre los elementos del edificio: estructura, instalaciones, incendios, accesibilidad, urbanismo, térmica, acústica, etc. Por ello es tremendamente necesario que esta representación sea lo más fiel posible a la realidad y es aquí donde entra en juego el concepto del “Gemelo Digital”.

Quizás la forma más fácil de explicarlo es a través de un ejemplo: yo puedo disponer en mi modelo BIM de un sistema de HVAC genérico, puedo hacer los cálculos, puedo dimensionar los conductos, etc., pero al final todos esos datos que obtengo están hechos sobre un modelo ficticio. Mi máquina de HVAC no se corresponde con ninguna máquina de HVAC del mercado; no tengo su tamaño real, con lo cual el control de colisiones que nos permite realizar la tecnología BIM sería erróneo; tampoco los datos de potencia o las curvas, por lo que los cálculos que haga no serán realistas y el aparato podrá comportarse de una manera muy diferente en la simulación y en la realidad.

Para que el modelo BIM sea realmente un gemelo digital del edificio, y por lo tanto realmente útil, todos los elementos que vayan a ser instalados en el edificio tienen que tener su correspondiente gemelo 3D cuya aproximación a la realidad sea lo más exacta posible.

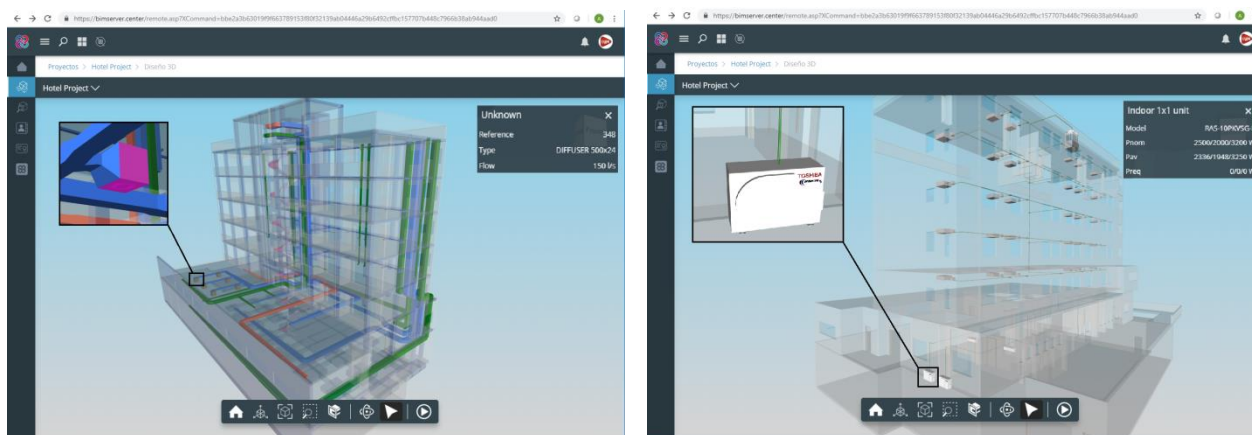


Figura 2. Ilustración diferencia entre un sistema de HVAC genérico (a la izquierda) y un “Gemelo Digital” de un sistema del fabricante Toshiba (a la derecha) ambos visualizados desde la plataforma [www.bimserver.center.com](http://www.bimserver.center.com).

Es importante señalar que cuando se habla de que “la aproximación a la realidad tiene que ser lo más exacta posible”, no hay que mezclar los conceptos LOD (Levels Of Development) y Gemelo Digital. El LOD define la cantidad de detalle que tiene la geometría del modelo BIM, aunque un objeto tenga un LOD muy alto, es decir, aunque esté definido con mucho detalle, si no es el “gemelo digital” de un producto que existe en la realidad, este nivel lo hará bonito pero inútil. Un LOD muy alto tampoco tiene por qué conllevar una descripción de las propiedades del objeto igualmente extensas por lo que podríamos tener un objeto muy bien definido geoméricamente, pero con poca o ninguna información asociada, la cual es totalmente necesaria si se quiere realizar algún tipo de cálculo.

Si hay algo de revolucionario en este concepto es que necesariamente implica a los fabricantes de piezas y materiales de la construcción dentro del flujo de trabajo BIM añadiendo realismo y versatilidad al sistema.

## Casos prácticos de gemelos digitales: BIMObjects y Open BIM Systems

Probablemente la primera aproximación a la idea de Gemelo Digital en el mundo del BIM se realiza a través de los BIMObjects. Esta tecnología se originó ligada al concepto de familias de Revit antes incluso que el concepto de Gemelo Digital empezase a extenderse de manera masiva. Trata de implantar la tecnología BIM a una escala menor, la del objeto en sí mismo. De forma mas práctica se podría decir que los BIMObjects son catálogos o bibliotecas de elementos de la construcción, modelos geoméricos más atributos.

En la actualidad existen gran cantidad de repositorios de objetos en la nube, el más conocido [www.bimobjects.com](http://www.bimobjects.com) (de Autodesk) cuenta con 58.806 familias de objetos que se traducen en 370.084 objetos paramétricos, 1.335 empresas fabricantes aportando sus productos y un tráfico de 311.992.291 millones de visitas desde su creación. Estos datos impresionan y han convertido a [www.bimobjects.com](http://www.bimobjects.com) en el principal escaparate a nivel mundial para los fabricantes.

Los BIMObjects han generado su propio mercado, tanto para distribución de los objetos como para la creación de los objetos en sí mismos, donde las empresas industriales se han visto empujadas a contratar empresas de diseño 3D para replicar sus productos virtualmente y crear su correspondiente “gemelo digital”, invirtiendo importantes sumas de dinero en digitalizar su catálogo.

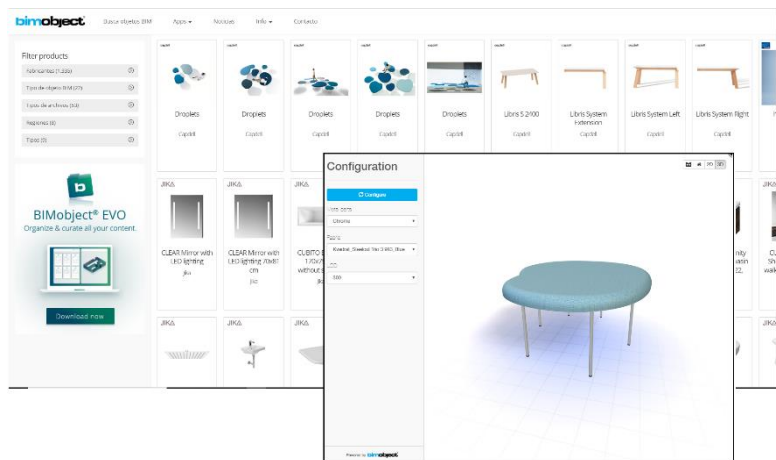


Figura 3. Plataforma web [www.bimobjects.com](http://www.bimobjects.com) y un objeto disponible en la plataforma.

Entonces, si parece que la tecnología de los BIMObjects lleva ya bastante tiempo instaurada, ¿por qué es que, desde hace relativamente poco tiempo, ha empezado a extenderse con fuerza el concepto de gemelo digital? A nuestro parecer, la razón reside en que, aunque los Objetos BIM sean un buen escaparate para dar a conocer el producto para las empresas, muchas veces los objetos carecen de una definición suficiente de sus atributos para ser prácticos. Hasta el momento el sentimiento general (a falta de algún dato empírico) es que las empresas industriales han usado la plataforma BIMObjects como una estrategia publicitaria, más que como una herramienta que pueda ofrecer a sus clientes un valor añadido. Esto puede ser debido a que cuanto mayor es la definición

de un objeto BIM, tanto en precisión geométrica como en cantidad de atributos, mayor es el precio de la digitalización del objeto. Con lo que ha llevado a las empresas a tener que elegir entre su amplio catálogo de productos cuáles digitalizaban y con qué precisión. Con la consecuencia de volver otra vez al “bonito pero inútil”, quedándose la tecnología de los BIM Objects en algo más *figurativo* que *performativo*.

Si el BIM aspira verdaderamente a generar una tecnología que reduzca costes y acorte plazos, la defición de los objetos tiene que ser algo más que estética publicitaria, los objetos deberían tener la información suficientemente y necesaria como para poder simular su comportamiento en los edificios.

Por poner un ejemplo: soy un fabricante de ventanas, he invertido bastante dinero en mejorar mi producto y crear unos perfiles con una sección que reduce los puentes térmicos un 20% respecto a mi modelo anterior. Me gustaría que toda esa inversión la pudiese ver mi cliente reflejada de una manera práctica, es decir, que la instalación de mi ventana refleje un comportamiento térmico positivo en su edificio y que así ponga en valor mi producto, parte del éxito de cualquier empresa es ofrecer un producto diferenciado. La única manera que ahora mismo tengo de demostrar este efecto positivo es a través de un programa de simulación energética, que hay que dar por hecho que trabajará en BIM. Por ello es necesario que el “Gemelo Digital” de mis ventanas esté lo suficientemente bien definido como para transmitir la información suficiente y necesaria al programa de simulación para realizar los cálculos (cabría destacar que cuanto más fiel sea el gemelo y mas información le demos al programa de simulación, más fiel será ésta a la realidad).

Es aquí cuando nace la idea de los Open BIM Systems (CYPE), de la necesidad de generar una aproximación más fiel al “Gemelo Digital” y que pueda ser realmente útil para los programas de simulación. La tecnología de los Open BIM Systems trata los productos no como objetos individuales sino como un sistema complejo con sus relaciones permitiendo una conexión correcta con los programas de simulación.

Los Open BIM Systems ofrecen una solución personalizada para cada fabricante. Generando una aplicación única para su producto, que se puede ser descargada por sus clientes gratuitamente desde la store de la plataforma BIM en la nube [www.BIMserver.center.com](http://www.BIMserver.center.com).

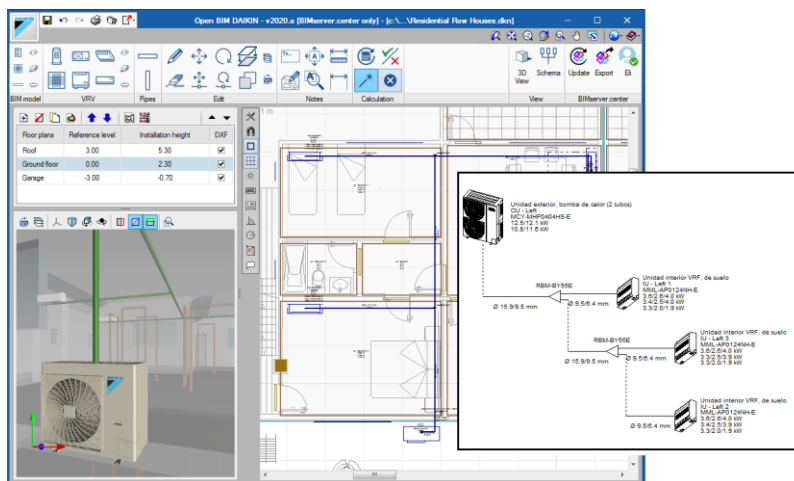


Figura 4. El programa Open BIM Daikin: Un sistema para instalar el aire acondicionado de Daikin en tu modelo BIM, realizar los cálculos y sacar esquemas de distribución.

Con la comparación de estas dos tecnologías BIMObjects y Open BIM Systems no quiero dar a entender que la una es evolución natural de la otra. Son dos formas diferentes de afrontar la idea de “Gemelo Digital” y cada una aporta sus ventajas.

## ¿Y DÓNDE ENCAJA EN TODO ESTO LA REALIDAD AUMENTADA?

La realidad aumentada va muy ligada al concepto de “Gemelo Digital”, ya que es la tecnología que nos permite comparar ambos gemelos, el virtual y el real. Siendo esto cierto, también lo es que la Realidad Aumentada puede ofrecer un sinfín de posibilidades para el mundo de la construcción (fuera del concepto de Gemelo Digital) las cuales han quedado ya demostradas en la aplicación y gran madurez de esta tecnología principalmente en el mundo de los videojuegos.

La Realidad Aumentada nos permite juntar el mundo virtual del modelo BIM, con los contratiempos y problemas del día a día del edificio, lo que le puede llegar a generar beneficios a nivel práctico dentro del sector de la construcción. Son múltiples las aplicaciones que ya existen, y por ello a continuación haremos una breve descripción de algunas de ellas para ilustrar todas las posibilidades de esta tecnología.

## Ejemplos de aplicaciones de Realidad Aumentada con utilidad práctica para el sector de la construcción

Tened en cuenta que en las siguientes líneas se pretende dar una pincelada del amplio mundo de aplicaciones de Realidad Aumentada que existen. En estas líneas se nombran algunos ejemplos que vienen al caso para ilustrar las aplicaciones de esta tecnología al sector de la construcción.

### Aplicaciones para medir

Su principal virtud reside en su capacidad de medir distancias a través de la cámara de nuestro móvil. La tecnología que usan reconstruye las ecuaciones de la óptica de la lente de nuestra cámara (reconstrucción fotogramétrica). Estas aplicaciones nos permiten tomar medidas de una manera rápida y visual para recuperarlas más tarde a la hora de generar los planos del proyecto. Todavía hoy en día se sigue avanzando en aumentar la precisión de estas herramientas. Algunas de las aplicaciones más interesantes disponibles son TapMeasure o ARuler.

### Aplicaciones para amueblar

Otro sector que ha sabido que sacar partido a la Realidad Aumentada es el de los muebles y más concretamente cuando en 2017 IKEA lanzaba una app de Realidad Aumentada *IKEA Place* que permite probar los muebles de catálogo de IKEA directamente en tu salón. El concepto de la aplicación es sencillo aunque innovador y sienta base para poner de manifiesto la utilidad que podrían tener los “Gemelos Digitales”.

### Aplicaciones para gestión de proyecto

Se podría pensar que era difícil que la Realidad Aumentada entrase en el campo de la gestión de proyectos, pero hoy en día existen aplicaciones como *Chalck* que a través de una vídeo llamada te permite dar explicaciones a otra persona ilustrando de manera gráfica y en tiempo real las situaciones, como por ejemplo, mostrar cómo se monta un objeto. En estas aplicaciones de Realidad Aumentada entra en juego otro concepto muy interesante el tiempo. Dar instrucciones a distancia, o poder dejar anotaciones y señalar errores para el día siguiente son solo algunas de las posibilidades que se abren con este tipo de aplicaciones.

### Aplicaciones para el control de colisiones

La promesa del *control de colisiones* de la tecnología BIM, donde entra en juego el concepto desarrollado anteriormente de “Gemelo Digital”, quizás sea uno de los desarrollos más esperados por el sector de la construcción ya que crea una comunicación directa entre Digital y Real. BIMserver.center Augmented Reality te permite situar el modelo BIM de tu edificio en cualquier superficie, verlo, escalarlo, rotarlo, consultar información de sus elementos, hacer secciones, andar por ellos, etc. Algunos podrían calificar esta tecnología de Realidad Mixta, un nuevo concepto en el que el mundo digital y real interactúan de una manera clara.

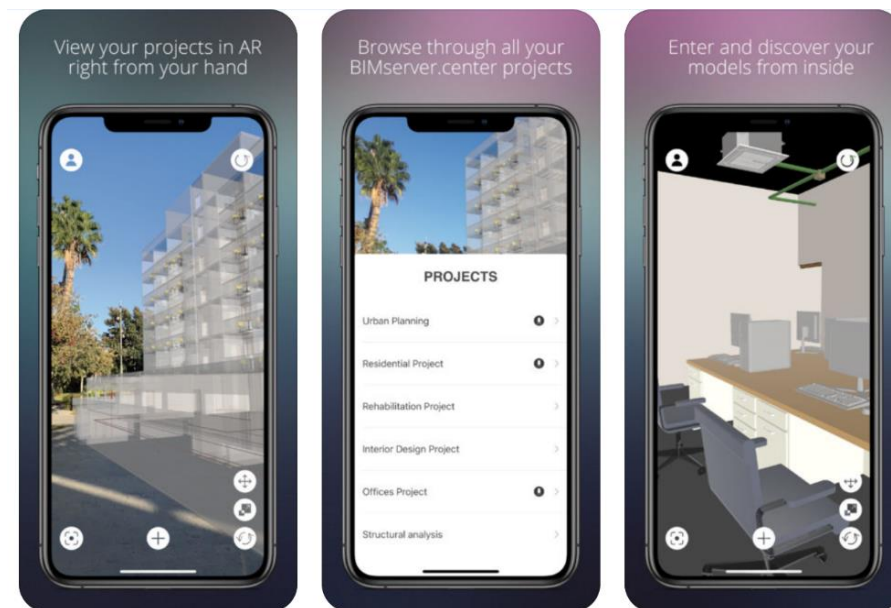


Figura 5. Aplicación de BIMserver Augmented reality donde podemos observar de izquierda a derecha, un edificio situado en una parcela, las diferentes capas del modelo BIM y un interior a escala 1/1.

## CONCLUSIÓN

Las tecnologías y los conceptos se encuentran en redefinición constante a través de la innovación. En lo relativo al BIM, los Gemelos Digitales (Digital Twin) y la Realidad Aumentada (Augmented Reality) estos conceptos nos están llevando al desarrollo de múltiples nuevos Instrumentos Digitales que puedan facilitar (o no) nuestro día a día. Es curioso cómo estos términos innovadores son por lo general poco claros, lo cual no implica algo necesariamente negativo. Al no existir una definición clara de lo que significan entra en juego la imaginación de los desarrolladores para ofrecer herramientas realmente prácticas y que ayuden en el día a día de los profesionales del mundo de la construcción. Las bases de estas dos tecnologías ya están sentadas, las posibilidades de desarrollo se abren infinitas.



## DIN2BIM: INTELIGENCIA DE DATOS PARA HOSPITALES

Abraham Jiménez, Responsable Innovación en Servicios, PINEARQ

**Resumen:** DIN2BIM es una plataforma que aumenta la eficiencia en la gestión hospitalaria mediante la integración de modelos de información de edificios (BIM) con datos de IoT para administrar las infraestructuras sanitarias y los servicios ofrecidos en estas. La plataforma es el resultado de un proyecto de I + D liderado por PINEARQ que vincula la información de los componentes del edificio, las instalaciones y los equipos hospitalarios con las condiciones de uso real del hospital. DIN2BIM ofrece visualización dinámica en 3D y análisis de datos a través de una aplicación web personalizable y un almacén de datos dedicado. El prototipo del producto, desarrollado por Pinearq SLP en colaboración con el Hospital del Mar en Barcelona, integra múltiples dispositivos IoT para brindar una nueva perspectiva sobre las operaciones y el rendimiento del hospital.

**Palabras clave:** BIM, IoT, Gestión Hospitalaria

### INTEGRACIÓN DE DATOS EN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

Mientras BIM se consolida entre arquitectos, ingenieros y constructores, la necesidad de una mayor efectividad en la administración de edificios está aumentando. Según un informe de 2002 del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los EE. UU., los costes incurridos debido a la inadecuada interoperabilidad de los datos en la industria de Gestión de Instalaciones ascendieron a US \$ 15,8 mil millones. El informe menciona que más del 65% de este costo es asumido por los propietarios de las instalaciones. Curiosamente, casi el 85% de este gasto, es decir, alrededor de US \$ 9 mil millones, se realizará durante las fases de mantenimiento y conservación del ciclo de vida de la instalación.



Figura 1. Sobrecostos por desconexión de información.

Por otra parte, el gasto en salud en Europa alcanza el 10,5% del PIB en 2020, existe una gran presión para encontrar soluciones de impacto para la gestión de instalaciones de salud (agente gubernamental público o inversores privados) y en los administradores de las instalaciones de salud. En el día a día, el segundo costo principal después del costo de

mano de obra (~ 50%) en el servicio de atención médica está relacionado con el funcionamiento de las instalaciones de atención médica (~ 30%), de los cuales el 26,6% está dedicado a servicios públicos, 24,4% para gastos de mantenimiento y 47,0% para servicios medioambientales; estos costes de mantenimiento aumentan conforme los edificios van envejeciendo.

Teniendo en cuenta estas tendencias, es razonable preguntarnos sobre los beneficios de incorporar la información contenida en BIM al proceso de administración y mantenimiento de los edificios. La creación de modelos de información en BIM tiene el potencial de generar un cambio radical en la forma en que se administran los edificios y sus instalaciones. Para los administradores de infraestructuras sanitarias, el potencial de BIM consiste en proporcionar un almacén central de información para sus tareas operativas que puede, en gran medida, acelerar su proceso de resolución de problemas.

A medida que el modelo de información para edificios continúa desarrollándose y se investiga su integración en los procesos de administración de infraestructura, surgen nuevas posibilidades para interactuar con tecnologías enfocadas en la captura de datos sobre la operación y el rendimiento de los edificios.

Con la llegada de la tecnología de edificios inteligentes, un número creciente de edificios están siendo equipados con sistemas de automatización: se están utilizando varios tipos de sensores para obtener grandes cantidades de datos como una ayuda para evaluar el rendimiento del edificio. Sin embargo, la mayoría de las soluciones BEM, BMS o BAS se enfocan a un campo en particular (eficiencia energética, seguridad, localización de pacientes, gestión de consumibles, etc.), fraccionando la gestión de datos en capas desconectadas entre sí. Esta es otra desconexión que afecta a la gestión y que DIN2BIM propone resolver mediante la integración de múltiples protocolos de forma que pueda admitir gran variedad de dispositivos y sobre todo tipo de parámetros, ya sea mecánicos, ambientales o logísticos. Esta interoperabilidad entre sistemas IoT permitirá respaldar, con datos relevantes, cualquier decisión que se tome sobre el funcionamiento de las instalaciones, el mantenimiento del equipo o la gestión de los servicios al paciente.

## Hospital del Mar: innovación en integración de datos BIM – IoT

Pinearq es una empresa especializada en desarrollar y coordinar proyectos BIM para edificios de alta complejidad técnica para el sector sanitario. Sin embargo, si bien BIM es ahora una exigencia de la normativa europea, la mayoría de los proyectos solo aprovechan una parte del potencial de los datos contenidos en el modelo e ignoran su utilidad para la gestión de instalaciones y servicios.



*Figura 2. Vestíbulo del Edificio B – Hospital del Mar.*

La causa principal de esta desconexión entre BIM e IoT es la ausencia de herramientas que conecten ambos entornos. Pinearq ve esta brecha como una oportunidad para explorar la integración de datos BIM estáticos con datos dinámicos proporcionados por sensores. Esta combinación de fuentes y tipos de datos nos permitirá proporcionar un ciclo de proceso completo (diseño / construcción / gestión) utilizando BIM como conector de todas las fases.

Para explorar estas alternativas y otorgar a los modelos BIM la capacidad de comunicarse con los sistemas de gestión, Pinearq está llevando a cabo un proyecto I+D con el apoyo del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y la colaboración del Hospital del Mar para desarrollar un sistema de monitoreo y gestión aplicado a edificios hospitalarios. El proyecto se titula DIN2BIM y consiste en desarrollar una solución flexible y escalable con la capacidad de integrar múltiples dispositivos IoT para permitir diferentes opciones de monitoreo y visualización de datos, incluidas las de instalaciones técnicas, equipos, pacientes y el entorno. A través de un almacén de datos dedicado, DIN2BIM puede realizar diferentes correlaciones de datos y almacenar información para futuros análisis más profundos para detectar parámetros y tendencias a partir de los datos acumulados.

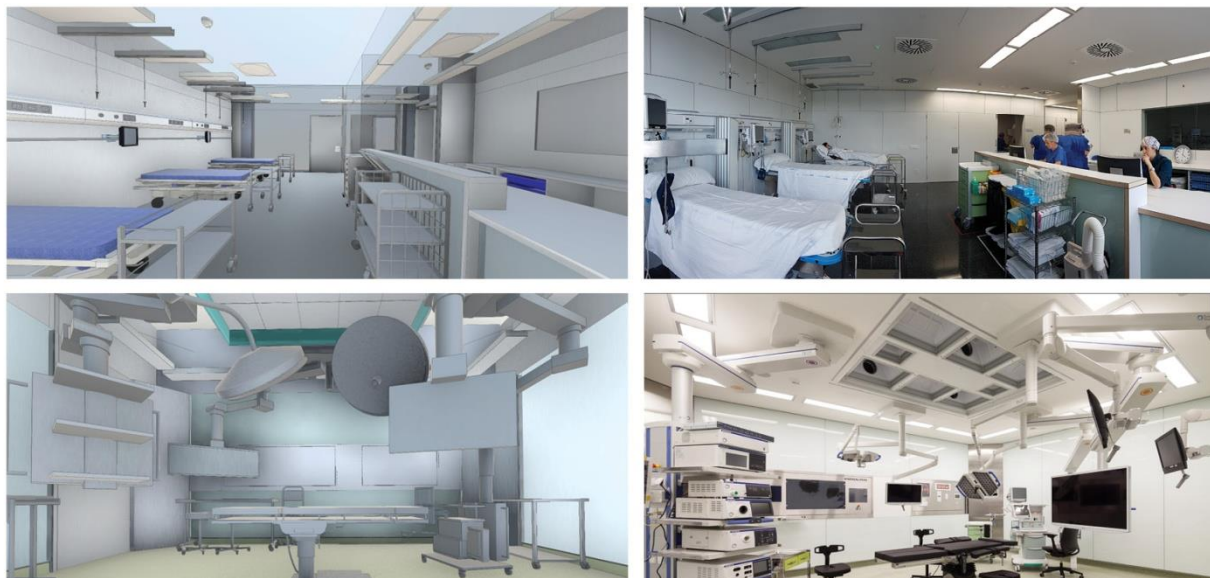


Figura 3. Dos vistas del modelo BIM – Hospital del Mar.

El objetivo general del proyecto es integrar datos estáticos (BIM) y dinámicos (IoT) de sensores en una herramienta de análisis y visualización de datos. Esta herramienta para gestión de edificios hospitalarios ofrece varios beneficios: sistemas de monitoreo, control y mejora de los procesos de atención, monitoreo de pacientes durante su estancia en el hospital o control de la eficiencia energética, entre muchos otros. Los usuarios podrán configurar estas aplicaciones de acuerdo con las prioridades y necesidades del hospital.

Hospital del Mar proporcionó su nuevo edificio como campo de pruebas, un bloque de 5 niveles que agrega 16.000 metros cuadrados al centro e involucró una inversión de 76 millones de euros. Pinearq estuvo a cargo de diseñar el proyecto y supervisar los trabajos de construcción. Cabe destacar que el proyecto utiliza un modelo BIM que se enriqueció en su base de datos según el estándar COBie y con un nivel de desarrollo es LOD 350.

El proyecto se inició en junio de 2017 y consta de tres componentes principales:

1. **Red IoT** compuesta por sensores inalámbricos, gateways inteligentes y servidores virtuales.
2. **Modelo BIM** para suministrar la información sobre los componentes físicos del edificio.
3. **Aplicación web** con visualización de modelos y análisis de datos.

La naturaleza innovadora del proyecto exige la confluencia de varias tecnologías y conocimientos, que incluyen: modelado BIM y gestión de proyectos; una red de sensores inalámbricos; hardware y software para la construcción de redes de automatización en entornos hospitalarios; computación en la nube para la gestión y procesamiento de datos; y programación API para entorno web. Para manejar esta diversidad de conocimiento y tecnología, el proyecto cuenta con el apoyo de diferentes socios tecnológicos que proporcionan conocimiento especializado en cada una de estas áreas. DIN2BIM está siendo desarrollado por un equipo de profesionales de la arquitectura de la salud (Pinearq), gestión BIM (BIM6D), integración IoT (Nearbysensor) y tecnología de biosensores (SensSolutions), encabezado por Pinearq con el apoyo del Centro para el Desarrollo de Tecnología Industrial (CDTI)



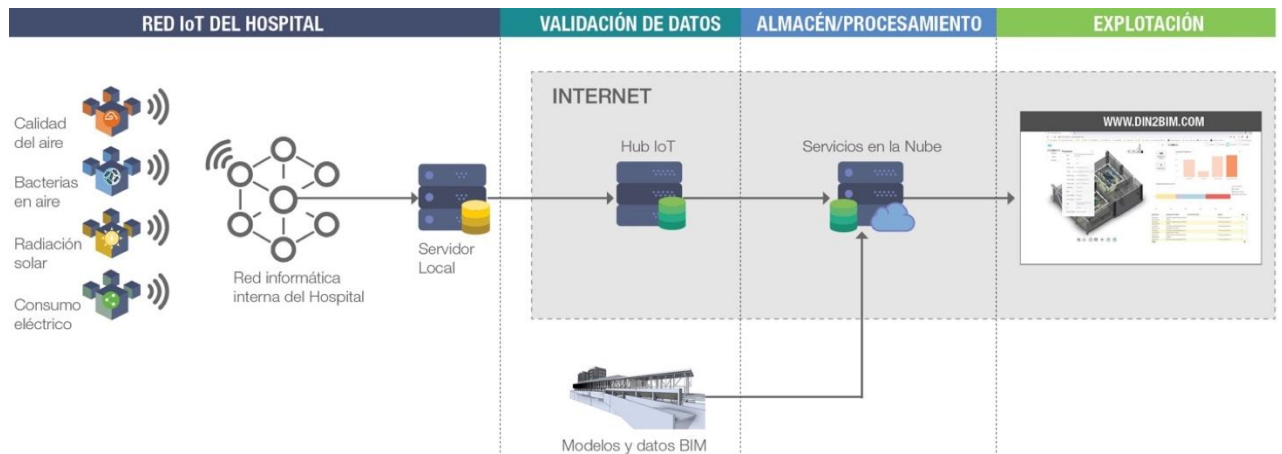


Figura 4. Arquitectura de la solución DIN2BIM.

### Construyendo un sistema de monitoreo de salud ambiental para el Hospital del Mar

Tras un proceso de conversaciones con la Dirección de Servicios Generales del Hospital del Mar llevó a un acuerdo para explorar tres líneas de monitoreo, que se resumen a continuación:

- Monitoreo del rendimiento energético: para visualizar, en gráficos y un modelo virtual, los datos de temperatura, humedad y radiación solar en los espacios interiores del hospital y el consumo de energía del sistema de control de clima. La información estará disponible tanto en tiempo histórico como en tiempo real, lo que permitirá analizar la correlación entre ambiente y consumo a lo largo del año.
- Medición de la calidad del aire interior: se monitorizarán los niveles de CO2, partículas y compuestos orgánicos volátiles en las partes del edificio donde se espera una alta ocupación: salas de espera del Hospital de pacientes ambulatorios y servicios de emergencia. Los datos de calidad del aire se pueden combinar con otros, como el consumo de energía del aire acondicionado, la calidad del aire exterior o las condiciones climáticas para identificar tendencias en su correlación.
- Monitoreo de bacterias en el aire: la presencia de bacterias se visualizará en tiempo real en zonas hospitalarias para pacientes con sistemas inmunitarios debilitados (área de espera de consultas ambulatorias y de hospital de día) y salas de operaciones de Ginecología-Obstetricia. Esta información se puede complementar con información ambiental (temperatura, humedad, radiación solar, etc.) e información sobre el edificio (materiales de acabado) para que el hospital pueda detectar en tiempo real cualquier concentración crítica de bacterias y las condiciones que favorecen su crecimiento.

La información recopilada por esta red de sensores se transferirá a un modelo virtual para incorporar datos sobre el funcionamiento, los servicios y las condiciones ambientales a través de los cuales visualizar y analizar diferentes capas de información en tiempo real, así como visualizar la posición exacta dentro del edificio por medio de un modelo 3D interactivo.



Figura 5. Dispositivos IoT instalados en Hospital del Mar.

Los resultados primarios del prototipo DIN2BIM han demostrado beneficios claros al incorporar múltiples fuentes de datos (dispositivos BIM & IoT) en el proceso de administración y mantenimiento de las instalaciones hospitalarias. Los datos del modelo BIM y los múltiples dispositivos IoT que se muestran en una sola aplicación web ofrecen visualización dinámica en 3D y visualización / navegación de datos para proporcionar una nueva perspectiva sobre las operaciones y el rendimiento del hospital.

### **Beneficios de la gestión integrada en edificaciones hospitalarias**

DIN2BIM y su interoperabilidad forma parte de la futura generación de plataformas IoT de gestión integrada para el hospital, desde el diseño del edificio hasta su gestión continua. DIN2BIM interrelaciona el Building Information Modeling (BIM) con los sistemas de IoT más avanzados para incorporar datos de múltiples sistemas (sistemas mecánicos / eléctricos, monitoreo ambiental, gestión de activos, eficiencia energética, etc.) que permitirá administrar los activos, el mantenimiento eficiente de las instalaciones y la seguridad del paciente en una sola plataforma.

Por otra parte, la desconexión entre las fases de diseño, construcción y administración de edificios derivadas del uso de diferentes soluciones, información fragmentada, inconsistencias y duplicidades entre las fases de construcción y explotación de edificios agregan un estimado del 15% del costo adicional.

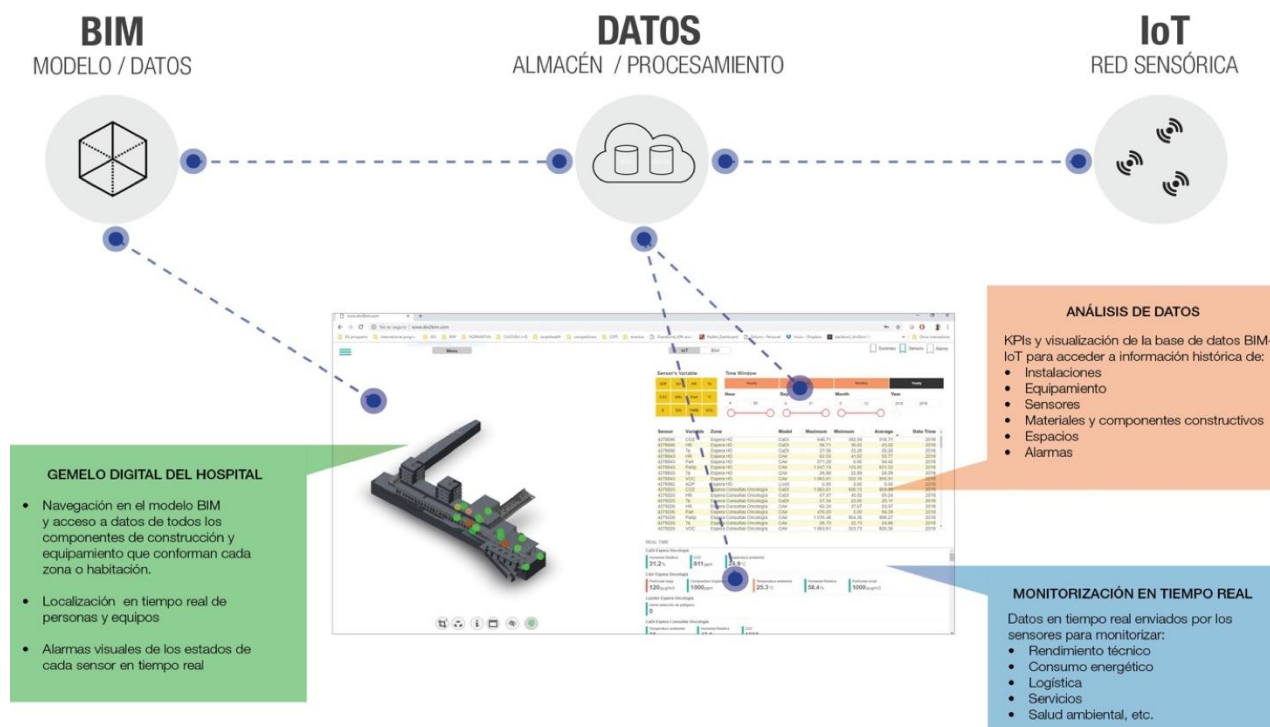


Figura 6. Componentes de la aplicación web DIN2BIM.

A través de este proyecto, Pinearq propone impulsar de manera decisiva la integración de datos para la gestión de infraestructuras sanitarias, de forma que se puedan optimizar los recursos dedicados a mantener las instalaciones y proporcionar servicios. Al mismo tiempo, la integración de los datos estáticos del edificio dentro de los procesos de gestión del Hospital del Mar aumentará significativamente la administración de recursos y el cumplimiento de las políticas de atención, pero también informará del diseño de futuros proyectos de infraestructura de salud.

## REFERENCIAS

- Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, NIST GCR 04-867., 2002.
- Operations and Maintenance BENCHMARKS for Health Care Facilities Report, IFMA, 2010.
- Facility management value to patient care demonstrated through benchmarking, Healthcare Facilities Today, 2014.

# LA MEJOR ILUMINACIÓN ES LA QUE NO SE VE - LUZ NATURAL 4.0

Albert López Crespo, Arquitecto, Somfy

**Resumen:** La luz juega un papel vital en nuestra vida. Ilumina nuestro entorno, levanta nuestro ánimo, aporta energía adicional e incluso equilibra nuestro organismo biológico. La luz natural es fundamental en nuestro hogar y lugar de trabajo. La tendencia en el diseño de edificios es crear espacios sostenibles que aportan calidad de vida con la optimización de los recursos. Las personas prefieren trabajar en espacios iluminados con luz natural con vistas al exterior para mantenerse en contacto con el entorno. La luz natural es una fuente de iluminación totalmente gratuita, pero también tiene sus desventajas debido a que la radiación solar aumenta la temperatura interior reduciendo los niveles de confort, además de producir los reflejos no deseados en las pantallas de ordenador e incrementar el deslumbramiento por excesiva radiación. La innovación de la fachada dinámica es recuperar la luz natural dentro de los edificios con un sistema sencillo de control solar automático. Fachada dinámica que permita en función de las necesidades internas del edificio y las condiciones meteorológicas conseguir la óptima luz natural y temperatura interior. La óptima luz natural en todos los espacios es el “mejor antibiótico” que podemos administrar a un paciente. Luz Natural 4.0. (Figura 1).

**Palabras clave:** Luz Natural, Fachada Dinámica, Control, Solar, Automático, Salud, Sostenibilidad

## BENEFICIOS

En verano, el edificio está inundado de luz y de calor generados por la incidencia excesiva de la radiación solar en el interior del edificio. La consecuencia es el notable aumento de la temperatura interior entre 6 y 9°C respecto de una estancia en sombra con control solar automático. No sólo durante los meses de verano hay un aumento de las temperaturas, también empieza ya en primavera y se alarga durante parte del otoño. Para mantener el edificio en unas condiciones óptimas de luz natural y temperatura, pero evitando la radiación necesitamos un control solar automático mediante protecciones solares (laminas, persianas, toldos, cortinas, etc.) que actúen como un filtro dinámico para conseguir la luz natural óptima y reducir la radiación solar para bajar la temperatura interior. Controlando y gestionando las lamas o toldos verticales se controla la radiación solar dejando sólo pasar la luz natural que necesitamos. La iluminación artificial sólo será necesaria cuando la luz natural ya no sea suficiente. También el sistema de climatización se regulará manteniendo los niveles óptimos de temperatura entre 21°C y 26°C.



Figura 1. Clínica Diagonal - Barcelona.

Las Fachadas Dinámicas aprovechan la luz natural tanto como sea posible además de incrementar las vistas al exterior, pero preservando la intimidad de los espacios interiores. Esta relación exterior-interior ha de ser flexible en función de las necesidades del usuario. Las condiciones fuera del edificio son completamente variables ya que dependen del tiempo meteorológico con diferentes niveles de luz y temperatura exterior, época del año y el ángulo de incidencia del sol. Por ese motivo la Fachada Dinámica se comunica continuamente con el exterior mediante sensores y controles para dar una respuesta inmediata que mejoran el confort visual y térmico de los usuarios, de esta forma también se mejora notablemente el ahorro energético del edificio reduciendo las emisiones de CO2 respetando el medioambiente.

La solución de la fachada dinámica es una innovación en la fachada tradicional incorporando un control solar automático que mejora (Figura 2):

- Control Lumínico. Optimizar la luz natural minimizando el uso de luz artificial
- Control Térmico. Mantener la temperatura entre 21°C (invierno) y 26°C (verano)
- Ventilación Natural. Permitir la eliminación de olores molestos



Figura 2. Control Térmico – Lumínico – Ventilación.

El sistema de gestión Control solar automático tiene un valor añadido en:

- Potenciar y optimizar la luz natural, reduciendo el consumo de luz artificial y aumentando la vida útil de las lámparas
- Reducción del consumo de Climatización (Aire Acondicionado y Calefacción)
- Mejorar el confort térmico- visual del usuario
- Evitar los deslumbramientos y fatigas visuales por contrastes de intensidad lumínica
- Reducción de la emisión de CO2 y respetuoso con el medioambiente
- Integrar el sistema Control solar automático de la fachada dentro del sistema de control del edificio donde también estarán la iluminación y la climatización
- Control individual por cada ventana o en zona
- Aumentar la productividad en los espacios interiores como oficinas, escuelas, hospitales, etc.

## QUEJAS Y 3 SOLUCIONES

### Temperatura interior muy elevada debida a una alta radiación solar

**Incidencia:** A través del vidrio de fachada la radiación solar entra produciendo el efecto invernadero. En el interior del edificio se eleva la temperatura por encima de los 30°C sin un control solar exterior automático en el vidrio de fachada. Este efecto provoca un consumo alto de climatización (especialmente aire acondicionado o refrigeración) con picos de

consumo energético durante las 5 o 6 horas del día que la fachada está expuesta a la radiación solar. Los edificios deberían mantenerse con una temperatura constante de entre 21 y 26°C que coincide con el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

**Solución:** El control solar automático mediante un toldo vertical enrollable o una lama horizontal orientable y plegable evita la entrada de radiación solar en el interior del edificio. El calor queda fuera del edificio evitando el calentamiento interior de las salas. Un edificio cuesta 3 veces más energéticamente enfriarlo que calentarlo. Además, el sistema es flexible y permite tener un control global (desde la sala de mantenimiento) o también local a través del personal sanitario que puede decidir puntualmente cuando la protección solar está bajada y subida por unas condiciones especiales (Figura 3).

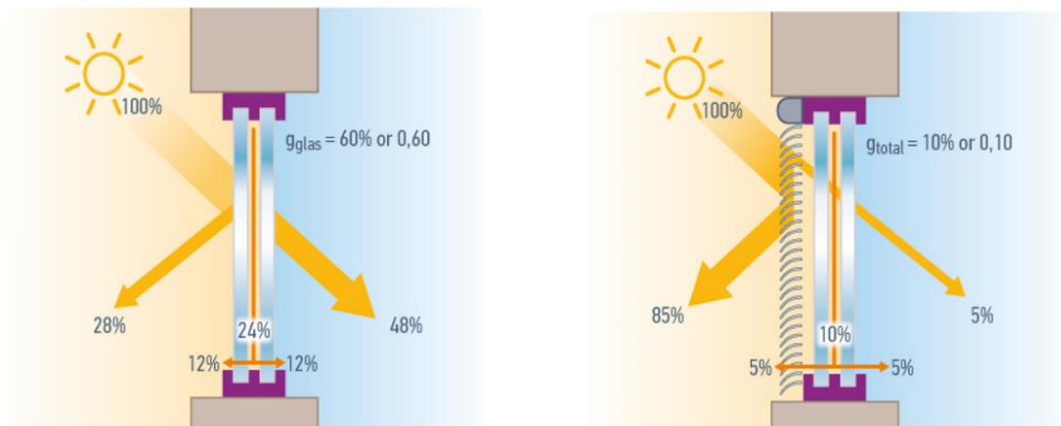


Figura 3. Control solar automático reduce la radiación solar y optimiza la luz natural.

## Deslumbramiento debido a la alta incidencia de radiación solar en las pantallas y zonas de trabajo

**Incidencia:** La fuerte incidencia de radiación solar no permite el trabajo cómodo con los ordenadores y equipos edificioarios, además de ser incómodo para los usuarios por los contrastes de iluminación en el interior de las salas y habitaciones. Los ojos del observador no perciben la luz que incide sobre una superficie sino la luz que está reflejada en su dirección, cuya medida es conocida con el nombre de luminancia. El nivel de iluminación no es suficiente para asegurar el confort visual de una tarea. Es preciso además mantener un equilibrio entre la luminancia del objeto y las correspondientes a las diferentes superficies incluidas dentro del campo visual. Debería evitarse por:

- Las luminancias demasiadas elevadas producen deslumbramientos
- Los contrastes de luminancia demasiado altos causarán fatiga debido a la readaptación constante de los ojos

**Solución:** Es tan importante tener luz natural como evitar la incidencia de radiación solar si no es necesaria en el interior del edificio. Para poder evaluar este factor es importante conocer la regla de distribución confort visual 1-3-10 recogida en la UNE-EN 12462 (figura 4). Es la proporción de luz que hay que tener en las 3 partes fundamentales del interior:

- |                               |                |                     |
|-------------------------------|----------------|---------------------|
| - Mesa de trabajo             | Proporción 1.  | Ejemplo 500 luxes   |
| - Zona de trabajo (Ambiental) | Proporción 3.  | Ejemplo 1.500 luxes |
| - Plano de Ventana (Fachada)  | Proporción 10. | Ejemplo 5.000 luxes |



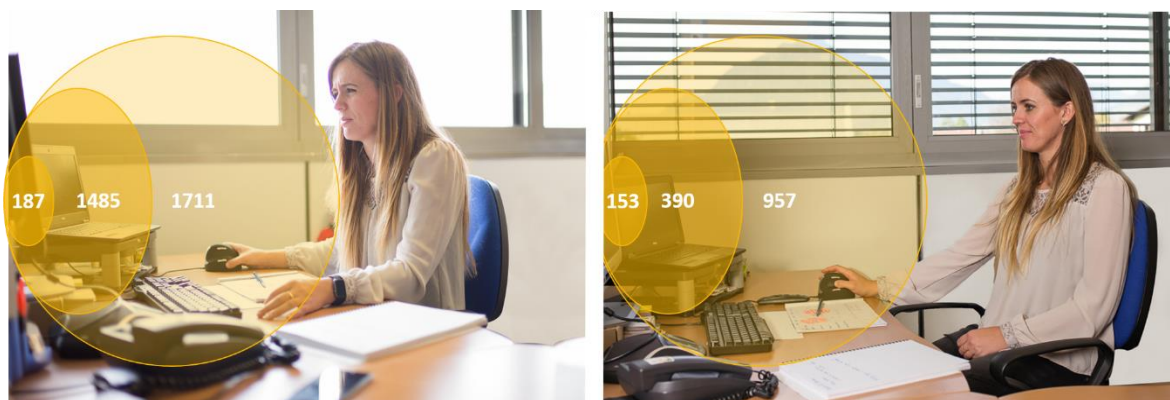


Figura 4. Proporción de iluminación 1:3:10 evita los deslumbramientos y fatiga visual.

## Efecto cueva: se bajan las persianas debido a la alta radiación solar, entonces hay que encender la luz artificial, aunque sea de día

**Incidencia:** Si hay una fuerte incidencia de radiación solar con una persiana enrollable puede evitar la entrada de radiación solar, pero produce con el efecto cueva. Es decir, aunque sean las 16h, 17h o 18h, y aún es de día en el exterior dentro deberemos encender la iluminación artificial debido a la ausencia de luz natural. Las persianas tradicionales impiden tanto la entrada de radiación solar como de luz natural.

**Solución:** Control solar automático mediante un toldo vertical enrollable con guía lateral permite la visión a través del tejido técnico microperforado. Además, también evita la entrada de radiación solar en un 95-90% el interior del edificio. Por lo tanto, conseguimos las ventajas de la luz natural y vistas evitando la radiación solar.

## OBJETIVOS

El sistema Control solar automático es capaz de controlar individualmente cada una de las protecciones

- **El lugar de trabajo equilibrado:** Equilibrio de Luz también tiene un efecto positivo en cómo la gente siente en su edificio debido a la luz natural que es tan importante para la calidad del espacio y la salud. La luz natural ayuda a los ritmos naturales del organismo y aumenta la sensación general de bienestar. Y cuando se sienten mejor, trabajan mejor. Maximización de la luz natural, con sus cambiantes patrones sutiles de la luz, mantiene a la gente en sintonía con el mundo fuera de las paredes del edificio.
- **La creación de espacios sugerentes:** Equilibrio de luz natural y artificial también puede mejorar su imagen corporativa. Crear y contribuir con la iluminación a mejorar el ambiente de oficina contribuirá a mejorar la opinión interna y externa de su empresa. Actualmente ya hay un ranking de edificios o empresas donde la gente le gusta trabajar y atención al cliente por la calidad del espacio interior en los edificios en el futuro.
- **Conviértete en un edificio más verde:** La luz natural ayuda a cumplir con los objetivos de la legislación y de sostenibilidad, no sólo en términos de consumo de energía y las emisiones, sino también porque el confort lumínico y térmico es una parte explícita de los programas de certificación como LEED y BREEAM. La fachada dinámica contribuye en 19 de los 80 puntos de la certificación LEED. Calificación energética con el objetivo de la letra A. Desde 2014 para los edificios terciarios u oficinas ya hay un mínimo obligatorio de letra B.
- **Reducir su huella de carbono:** La reducción de la cantidad de energía que utiliza su edificio tiene también otras ventajas. También puede conseguir que las facturas de energía sean más pequeñas, menores emisiones de CO2 y una huella de carbono más verde. La luz natural hace más verde su construcción utilizando una energía mucho más eficiente. La fachada dinámica reduce sus emisiones de carbono y respeta el medio ambiente como valor añadido del edificio entre usuarios, personal sanitario y gerencia.
- Los sistemas de control solar automático comparados con los sistemas manuales pueden conseguir mucho más ahorro en electricidad y climatización. Los sistemas manuales raramente son accionados por las personas, menos de dos veces por semana según un estudio de la ESTIA STUDY 2014. Los sistemas manuales pierden potencial de

ahorro y confort, algo que un sistema automático puede gestionar, automatizar y controlar de forma sencilla e intuitiva.

- **Espacios confortables:** Conseguir espacios con una temperatura de confort constante e iluminación sin contrastes. Espacios con una privacidad e intimidad necesaria (Figura 5).



Figura 5. Espacios luminosos, confortables y con ambiente positivo.

- **Sinergias e integración** del control solar automático con otros sistemas como la gestión de la iluminación y climatización para conseguir un coste óptimo en las soluciones de ahorro energético con propuesta conjunta para el edificio. El control solar automático puede ser una parte vital de un edificio sostenible debido a que es una solución innovadora para dar respuesta a las necesidades en el diseño de los nuevos edificios.
- **La vista hacia el exterior y la luz natural** en un edificio son importantes y positivos factores de satisfacción, como son la productividad, mejorar la visión y concentración, reducir el absentismo laboral, aumentar la productividad de un 4,5 a 15%. Reducir el absentismo y errores en 1%.

## CONCLUSIONES

Las soluciones innovadoras que implantemos en un Edificio han de dar respuesta a una serie de necesidades mejorando las prestaciones de los Edificios. La fachada es el primer control energético del edificio que mejora el confort lumínico y térmico de los usuarios al incrementar la iluminación natural reduciendo el consumo de luz artificial y climatización. Con el control solar reducimos el consumo de energía en el edificio y respeto por el medio ambiente contribuyendo a la reducción de las emisiones de CO2 para conseguir edificios de Consumo Casi Nulo. Las 2 instalaciones que consumen más energía son la climatización y la iluminación. Ambas instalaciones representan el 75% del consumo total de energía de un edificio. Los edificios a fecha de hoy tienen un consumo de energía de 300 kWh/m<sup>2</sup> y la Unión Europea nos ha marcado como objetivo en 2020 de 50kWh/m<sup>2</sup>. El control solar exterior dinámico también respeta la arquitectura de la fachada ya que es invisible cuando no es necesaria y además de ser flexible a los posibles cambios de uso del edificio en el futuro.

La solución innovadora como el control solar exterior dinámico aporta un valor añadido a los edificios cuando forman parte del día a día en su trabajo, facilitando su labor y mejorando la atención a los usuarios.

# SISTEMAS HÍBRIDOS E INTEGRADOS DE IOT+BMS PARA EDIFICIOS: MÁS FIABILIDAD, FLEXIBILIDAD A MEJOR COSTE DE IMPLANTACIÓN

Jofre Ayala Mayorga, Director Ejecutivo, WiseUp Building Analytics

**Resumen:** La mayor parte de los usuarios de edificios no conocen las tecnologías que soportan sus instalaciones. Pero, cada vez más las empresas necesitan controlar los costes energéticos y de operación. Los sistemas de BMS han tenido la función de proveer los datos necesarios para gestionar la operación de las instalaciones, pero estos sistemas fueron concebidos para automatizar y controlar sistemas electromecánicos. Su estructura de captación de datos y su lógica de programación no tienen la agilidad necesaria para convertirse en herramientas de gestión. Utilizando plataformas IoT integradas al BMS, se extraen sólo los datos necesarios y a la vez se recogen datos de otros sistemas satélite al edificio, ofreciendo un interfaz de gestión tal como necesita el usuario.

**Palabras clave:** Ventajas de Utilizar Tecnología IoT en Edificios

## PROCEDENCIA Y CONCURRENCIA DE LA TECNOLOGÍA INTERNET DE LAS COSAS IOT Y LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE EDIFICIOS (BMS)

Si empezamos por la tecnología más madura deberíamos de remontarnos a la invención de la automatización que para edificios se remonta a finales del siglo XIX y principios del XX, el Sr. Albert Butz inventa un regulador para hornos de carbón controlado por un termostato eléctrico, o posteriormente el Sr. Mark Honeywell incorpora un reloj que ajusta automáticamente la temperatura para la mañana siguiente, inventando el termostato programable.

Desde aquellos inicios la tecnología de automatizar las maniobras electromecánicas y el control de la temperatura demandada han evolucionado gracias a la inversión en I+D de los fabricantes de automatización y control en conjunción con los fabricantes de máquinas y finalmente la evolución de la informática les ofreció un entorno mucho más favorable para el control centralizado de las instalaciones mediante el BMS (Building Management System) o software de gestión que centralizada las señales de la automatización y control del edificio.

Pero para contextualizar en el tiempo, ya en el 2009, Kevin Ashton, profesor del MIT, definió el término de **internet de las cosas (IoT)** en su artículo en el **RFID journal**. Y la industria, en general, se ha apresurado a competir en esta batalla con la mayor aceleración posible. ¿Y en qué consiste esa batalla? Pues es sencilla y el propio nombre lo dice, **comunicarse a las cosas directamente**, sin necesidad de tarjetas electrónicas extras (hard) en el sitio donde están las cosas, recoger los datos de los equipos y enviarlos por internet a servidores desde donde se puede gestionar la información (la nube).

Y digo industria en general porque se dan diferentes maneras de afrontar este fenómeno y me atrevo a decir que las diferentes estrategias de cada fabricante son transversales respecto al tipo de equipos que producen e independiente de los mercados verticales donde se encuentran. En general hay dos estrategias diferentes, una un poco más humilde que sería desarrollar la capacidad de comunicar con sus equipos mediante internet normalmente mediante protocolos estándares, pero sin planificar la intercomunicación con terceros, esta estrategia se denomina, **device management**. Y otra estrategia mucho más holística que planea otro tipo de pretensiones como utilizar múltiples estrategias de comunicación mediante diferentes protocolos estandarizados y abiertos con la pretensión de conectarse a cualquier cosa de la manera más sencilla y segura. En esta segunda carrera, desde el 2010 llevan compitiendo en desarrollos e invirtiendo una serie de plataformas IoT como **Amazon Web Service, Ayla Networks, Cisco- Jaeper, Exosite, GE, IBM, LogMenIn, Microsoft, PTC, SAP** y más recientemente **Oracle**. Para tener una referencia **IBM** invirtió 3 Billones de \$ en 2015 para crear su plataforma.

Se diferencian claramente dos ligas, la de la auto protección que lleva al aislamiento porque no habilita conexión con otros protocolos estándar, aunque mejoren las estructuras de comunicación utilizando equipos webserver conectados a la nube. Y otra liga que tiene la visión de un mundo donde la industria está conectada a las necesidades de demanda y donde la conectividad de los datos sirve para mejorar los servicios, prever fallos y ahorrar en desperdicios, en definitiva, **crear ciudades inteligentes**.



## En qué invierten las nuevas plataformas IOT

Creo que es importante acotar tecnológicamente las pretensiones de estas nuevas mencionadas plataformas IoT. Sabiendo en qué invierten sabremos qué resultados finales buscan. Sus prioridades son:

1. **Conectar: crear y manejar la unión directa entre el equipo e internet.** Redes inalámbricas locales conectadas directamente a IoT, tecnologías de radio como Zig-Bee o Z-Wave, áreas de comunicación inalámbrica con más rango de conexión, fiables, de coste bajo y poco consumo de batería, y compatible con la red WI-FI y Bluetooth. Y conectarse a protocolos especializados, como M-Bus para contadores u otros como XMPP, CoAP o MQTT más eficientes que HTTP.
2. **Proteger: Proteger los dispositivos, los datos y la identidad de IoT de la intrusión.** Los profesionales de seguridad se apresuran a citar numerosas amenazas a sus negocios debido a la mayor superficie de ataque que crea IoT. Los dispositivos IoT generan información confidencial sobre las operaciones y los clientes de la empresa y transmiten esos datos mediante protocolos especializados a puertas de enlace locales y, a continuación, a través de Internet. Además, los dispositivos conectados en sí son vulnerables a los ataques que pueden filtrar información, dañar el equipo o incluso causar lesiones personales. Las plataformas de software de IoT incorporan componentes de seguridad para garantizar la atestación de dispositivos, conectividad de red, actualizaciones de software, autenticación, administración de identidades y accesos y prevención de pérdida de datos. Estas capacidades están integradas en sistemas de detección de intrusiones y características de administración de acceso, como listas de control de acceso (ACL) y una entidad emisora de certificados.
3. **Administrar: controlar el aprovisionamiento, el mantenimiento y el funcionamiento de los dispositivos IoT.** Los escenarios de IoT a menudo implican miles o decenas de miles de dispositivos conectados para medir la información de estado como presión, temperatura o vibración. Las plataformas de software de IoT permiten al personal de administración de tecnología simplificar el proceso de configuración, aprovisionamiento e inicio de operaciones de activos y productos conectados. Una vez en producción, las plataformas de IoT ofrecen una amplia gama de capacidades para admitir la monitorización, las pruebas, la actualización de software y la solución de problemas de dispositivos conectados. Los registros operativos y los informes que documentan el estado de las actualizaciones también se incluyen en algunas soluciones de plataforma.
4. **Analizar: transformar los datos en información y acción oportunas y relevantes.** Muchos sensores capturan y generan datos de series de tiempo por minuto o en tiempo real, mientras que los sensores de audio y vídeo ofrecen información de medios enriquecidos. La mayoría de los analistas empresariales carecen de las herramientas para evaluar datos de sensores capturados para obtener información útil. Las funciones de análisis de IoT son una categoría emergente de funcionalidades, incluidos el filtrado de datos y el análisis de streaming para monitorizar datos en tiempo real y análisis avanzados para extraer los patrones ocultos y las perspectivas de la información capturada. Algunas plataformas, como IBM Watson IoT Platform y SAP HCP IoT Services, también ofrecen análisis predictivos, que pueden analizar datos de vibración de maquinaria rotativa y predecir fallas pendientes con suficiente precisión para permitir el mantenimiento preventivo.
5. **Compilar: crear aplicaciones e integrarlas con sistemas empresariales.** La diversa variedad de casos de uso de IoT requiere integración de software y API para admitir procesos y aplicaciones empresariales convencionales. Las plataformas de IoT permiten a los desarrolladores crear fácilmente código, reglas de negocio y capacidades de administración de datos integradas con funcionalidades específicas de conectividad, seguridad y capacidad de gestión de IoT. Herramientas de desarrollo, herramientas de scripting, enlaces de API y herramientas de administración de API con aplicaciones empresariales, incluidas las de IBM, Microsoft, Oracle y SAP. Las plataformas de IoT también ayudan a transformar los datos y modelos de datos específicos de la industria o la tecnología en un formato utilizable al proporcionar a los desarrolladores una gama de API, kits de desarrollo de software (SDK) y herramientas de desarrollo.

## Tecnologías choque o complementarias

Habiendo resumido de donde proceden y la pretensión de ambas tecnologías, podemos sacar mejores conclusiones.

En primer lugar, estamos comparando cómo ambas tecnologías recogen los datos de los equipos del edificio, para ser analizados remotamente y mejorar la operación y gestión de las instalaciones. Pero ambas tecnologías tienen por separado otras responsabilidades, por lo que estamos analizando donde podrían ser alternativas sus funciones. Pero en ningún caso son tecnologías substitutivas. Sería arriesgado querer realizar la automatización y el control de las instalaciones directamente desde una plataforma IoT. Estas plataformas no tienen la pretensión de actuar sobre los

equipos y sistemas del edificio y no mantienen la lógica de programación que hace que los sistemas funcionen de manera relacionada. Por otro lado, sería un trabajo arduo y poco productivo querer recoger datos de sistema fuera de las instalaciones electromecánicas del edificio a través del bus de control y del sistema de gestión del edificio (BMS).

Muchos fabricantes de equipamiento para edificios y algunos de automatización y control, aunque sigan una estrategia de **Device Management** donde sólo invierten en conectarse a sus equipos con la mejor tecnología, con sistemas webserver y software en la nube, sin pretender implementar las facilidades para comunicar con otros lenguajes a todos los niveles, tal como explicaba en el punto **“Conectar : crear y manejar la unión directa entre el equipo y internet”**, tienen claro su cota de contribución generando la facilidad y atractividad para proveer los datos necesarios a entornos de gestión y análisis de datos (Big Data).

La ventaja competitiva en rapidez, flexibilidad y seguridad de las plataformas IoT mejora ostensiblemente la captación de datos de equipos que no forman parte de los equipos conectados al sistema de automatización y control, normalmente que controlan la calefacción, el aire acondicionado y la ventilación del edificio y las maniobras eléctricas. Hoy en día la conexión a un contador de compañía eléctrica o de gas incluso de suministro de agua no requiere de hard intermedio entre la nube y el medidor. Los sensores y la telemetría inteligentes actuales pueden enviar datos de temperatura, humedad, calidad de aire, nivel de depósitos de suministros a la nube de manera segura y a un coste no comparable con sistemas que necesitas hard.

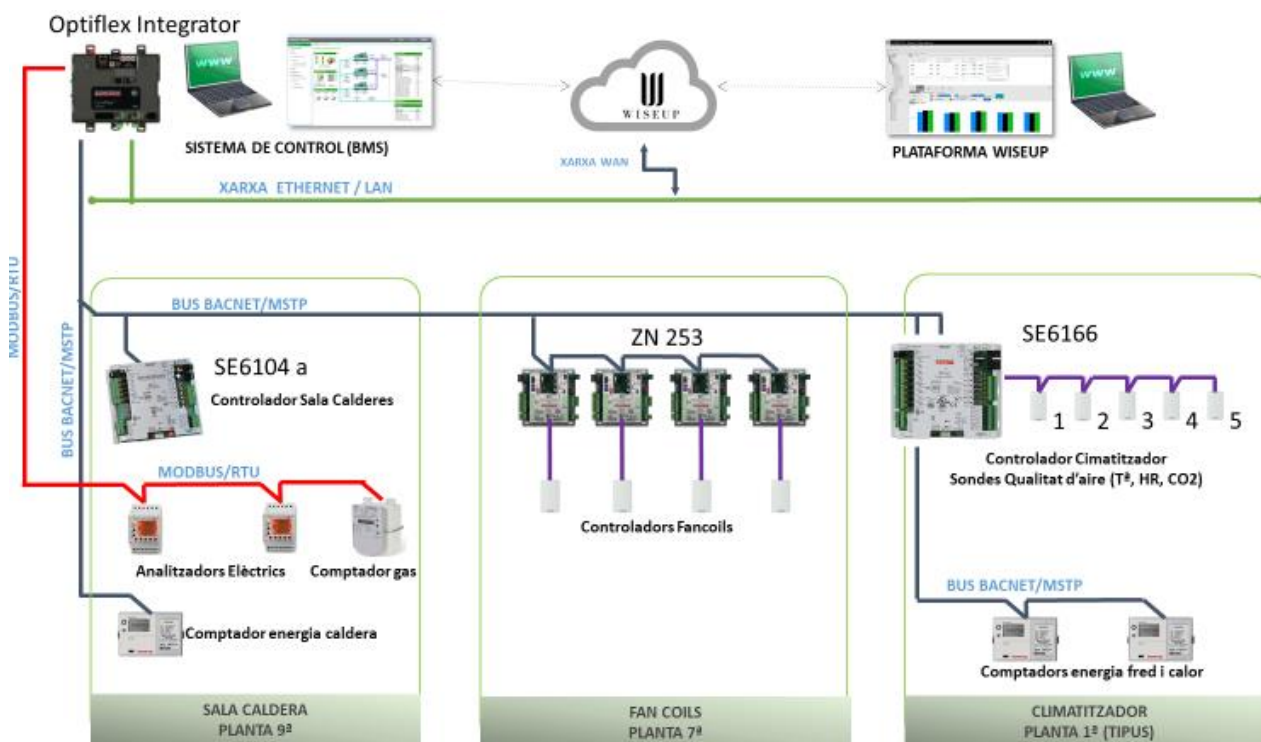


Figura 1. Estructura de lot+BMS de una pequeña instalación de calefacción y edificio de 3 plantas.

Como conclusión, vemos claramente que la **actuación sobre equipos** debe quedar en manos de **sistemas de Automatización y Control** y cuanto más cercanos a los equipos mejor. Controles distribuidos con CPUs que mantienen la lógica de funcionamiento entre equipos en las salas técnicas. Pero si queremos tener datos de nuestros activos y poder relacionarlos con datos externos con pretensión de gestionar el edificio de manera global debemos contar con plataformas IoT.

## LA MEJOR SOLUCIÓN ES UTILIZAR SISTEMAS HÍBRIDOS QUE INTEGRAN IOT Y BMS

En WiseUp Building Analytics, hemos apostado por las ventajas que ofrecen ambas tecnologías y utilizamos las dos sobre la misma red internet del edificio y compartan los equipos de comunicación y datos, lo que hemos llamado

sistemas híbridos. Estos sistemas mantienen unos controladores de campo que actúan sobre los equipos y que disponen de un software de control de las instalaciones, BMS. Pero a la vez WiseUp utiliza la tecnología de una plataforma IoT que gestiona los datos del BMS y otros externos. Ofrece cuadros de mando para gestión de los activos, reportes de costes de operación, transformación y uso de la energía, impacto ambiental de las operaciones, información de los suministros, datos críticos de riesgo para la seguridad como el confort de los espacios, la calidad del aire o el control de la legionela.

El usuario dispone de un primer cuadro de mandos donde a simple vista monitoriza a aquellas variables clave para su actividad, este primer nivel lo denominamos “**Asset Advisor**” (Asesor del activo).

Nuestros clientes nos suelen solicitar:

- **Monitorización de confort:** temperatura, humedad y calidad de aire.
- **Monitorización de cumplimientos básicos:** niveles de depósitos, caudales de suministros.
- **Supervisión de consumos** de electricidad, agua, gas o gasóleo.
- **Monitorización** y estado de parámetros en **sistemas de HVAC:** temperatura agua aire acondicionado, temperatura aire climatizadores, temperatura de cuadros eléctricos para poner algunos ejemplos.

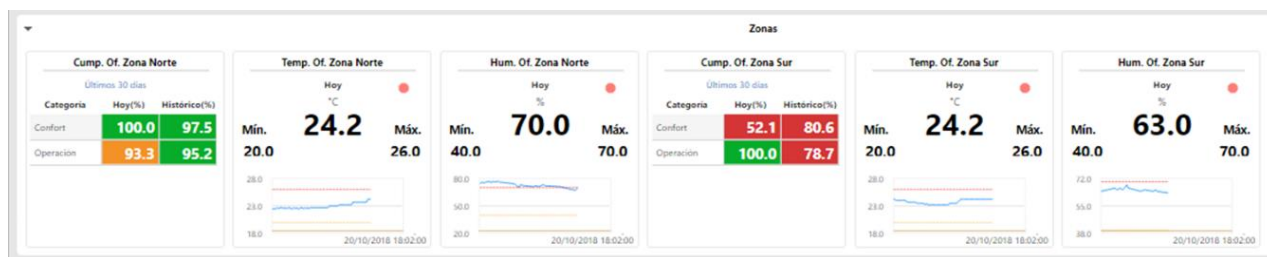


Figura 2. Cuadro principal de mando de un grupo de oficinas: Calidad de confort.

Asset Advisor puede ser muy útil para clientes que gestionan múltiples sitios, porque muchas veces los parámetros a monitorizar de cada lugar son pocos, y se requiere de un cuadro de mando multi puesto.

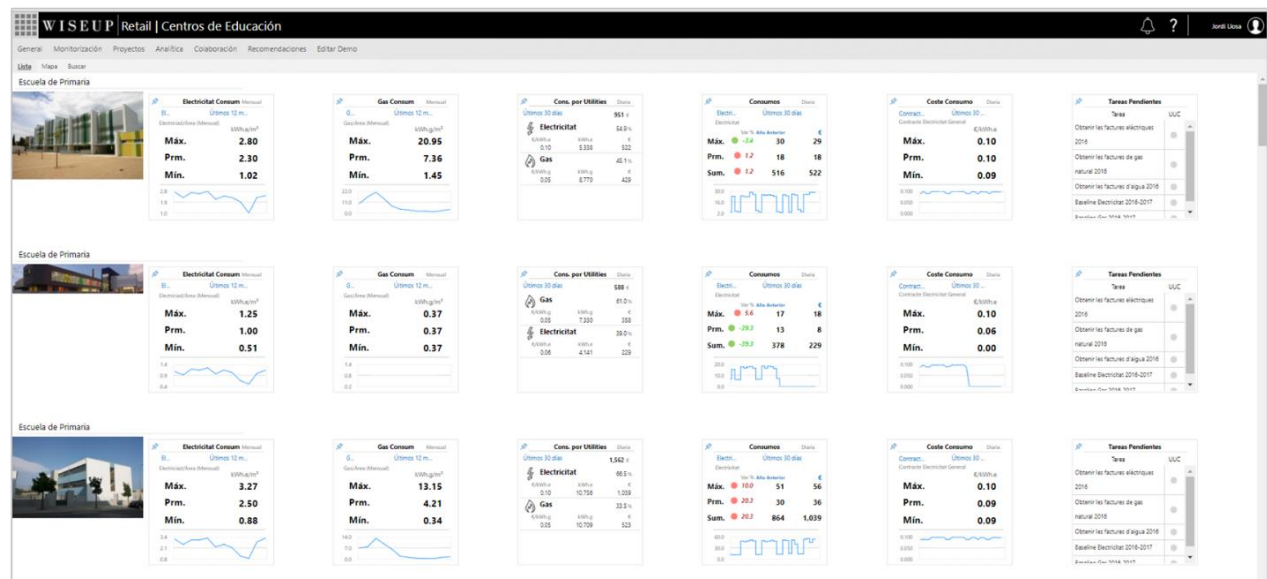


Figura 3. Ejemplo de multi puesto sobre escuelas de primaria.

Para clientes aventajados que destinan recursos continuados en mejorar y conseguir ahorro de las operaciones de sus edificios les ofrecemos un cuadro de mando superior, que llamamos “**Operation advisor**” (Asesor de operaciones) donde ascendemos un nivel de gestión y podemos:

- Monitorizar parámetros de funcionamiento nominal de máquinas
- Monitorizar parámetros de funcionamiento de rango de sistemas, según proyecto instalaciones
- Monitorizar consumos sobre cálculos de baselines
- Seguimiento de proyectos de ahorro o mejora ambiental

De manera simultánea o posteriormente también podemos interrelacionarnos con sistemas externos y relacionar datos. De manera sencilla **relacionar ocupación y carga térmica** o valores que a priori no aparentan relación directa y resulta que el cliente descubre que sí la tienen como **tendencias de consumo en función de condiciones ambientales**. Este tercer módulo lo llamamos **“Maintenance & supply advisor** (Asesor de mantenimiento y suministros), lo más habitual ha sido:

- Monitorizar que las condiciones de suministro de energía térmica sean correctas en un contrato de Servicios energéticos
- Monitorizar los correctos tratamientos contra legionela
- Monitorizar el correcto cumplimiento de tareas de mantenimiento o suministros
- Detección predictiva mediante algoritmos programados que un valor tiende hacia condiciones fuera de rango y posible fallo

Estos tres niveles de gestión se ofrecen con un soporte de alarmas automáticas vía email y en la propia plataforma, y con dos niveles de acompañamiento un primer nivel obligatorio que es el servicio de seguimiento de datos, detección de fallos en comunicaciones, sensores o anomalías de funcionamiento. Y otro segundo nivel opcional donde al cliente lo acompañan ingenieros expertos en conducción de instalaciones para realizar proyectos de mejora, colaboraciones con terceros con el objetivo de aumentar el valor del activo y bajar el coste operativo.

Se automatiza también unas plantillas de reporte que el cliente pueda utilizar internamente para comunicar el estado de sus instalaciones, sus consumos y todo lo comentado. Estos reportes son dinámicos y son adaptables al periodo del tiempo que el cliente seleccione.



Figura 4. Ejemplo de gráfico de control de un climatizador desde el BMS -WebCTRL de Automated Logic.

## ¿Y la actuación si hay un problema en la instalación?

Tal como he comentado anteriormente, una vez detectamos vía la monitorización una anomalía y queremos actuar, cambiar un set point (valor de control), un horario, parar o poner en marcha un equipo o anular una parte de la instalación, debemos, únicamente poderlo hacer desde el propio sistema BMS. La solución híbrida mantiene en el

mismo interfaz los dos entornos de trabajo, y ofrecer la garantía de datos correctos por un lado y la garantía de actuaciones seguras por otro.

Y finalmente nos podemos preguntar, existe mejora económica en la utilización de IoT+BMS respecto otros sistemas de comunicación o realizando todo a través del BMS. En general cada edificio es un mundo diferente que tiene una evolución y vida independiente al de sus vecinos por lo que deben realizarse estudios personalizados, si bien como pista y por comparación el hecho de la disminución en la necesidad de hard de campo utilizando sensores o telemetría inteligente para recoger los datos hacia internet, **puede representar un ahorro del 30% de la instalación completa**. Si bien debemos comprender que existe un coste nuevo, el de mantenimiento de datos, es un coste ínfimamente inferior al de inversión, pero es el que nos garantiza la continuidad del servicio y el éxito de la operación.

## REFERENCIAS

- PTC- White Paper: Cloud Security: Prioritizing data protection
- The Forrester Wave™: IoT Software Platforms, Q4 2016. The 11 Providers That Matter Most And How They Stack Up
- Smart Cities World- Infrastructure intelligence in one place- IoT platforms power smart city success- PTC

# LOS EDIFICIOS CIBERFÍSICOS, UNA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA PARA UNA REALIDAD AUMENTADA MÁS ALLÁ DEL IOT

**Gonzalo Suárez Martín**, Director Ejecutivo, Sanrob Technology  
**Nicolás Antequera Rodríguez**, CTO, Sanrob Technology  
**Miguel Piernas Burgos**, CEO, Grupo Sanrob  
**César Igual Igual**, CTO, Sanrob Telecomunicaciones

**Resumen:** En la actualidad ya es posible gestionar edificios de manera más eficaz y eficiente a partir de sistemas basados en sensorizaciones, capacidad computacional y comunicaciones, pero el reto consiste en conseguir edificios más inteligentes gracias a una migración desde un enfoque basado en la convencional acumulación de operaciones punto a punto, más o menos dispersas, que van desde una única fuente a un solo receptor, y que impiden una gestión realmente integral y holística del nuevo perímetro de interés, a una arquitectura ciberfísica que permite la multidifusión de datos para procesos simultáneos, seguros y múltiples, en diversas redes y destinos, para obtener diferentes respuestas (actuadores) simultáneas, automatizadas y/o humanas en tiempo real, incluso sin los riesgos de un internet intrínsecamente inseguro (IoT). Una realidad aumentada que resulta de la combinación tecnológica inteligente de los espacios (interiores, exteriores, remotos), los objetos (fijos, móviles, próximos, remotos), y las personas (individuales, en grupo, próximas, remotas, diversas) para una nueva realidad conversacional en la que todo habla con todo.

**Palabras clave:** Ciberfísico, Multidifusión, M2M, Seguridad, Cifrado, Internet, Comunicaciones

## INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de soluciones “smart” (teléfonos, altavoces, televisiones, edificios, salud, teleasistencia, vehículos, contratos, etc.) en todos los casos se refiere a dos procesos esenciales: ubicación y movilidad, o dicho de otra manera, la detección localizada de una fuente de datos y la capacidad de movilizar procesos más o menos remotos relacionados con ese hallazgo. En el caso de los edificios, ya existe la posibilidad técnica para que se “conecten” espacios-objetos-personas en una red compleja que trascienda los límites físicos y digitales convencionales, porque ya se ha desdibujado la distinción entre procesos online y offline. Una posibilidad real de asociar de manera combinada espacios (interiores, exteriores y remotos), objetos (fijos y móviles), y las personas allá donde se encuentren y con la amplia diversidad de posibles relaciones entre sí, gracias a la gran capacidad actual de captura de datos dispersos y poder reaccionar a todos ellos de manera segura, combinada y simultánea en tiempo real, sin necesidad de comunicaciones dispersas que puedan cometer fallos en la interpretación de la situación, y, sobre todo, evitando un engorroso sistema que exige múltiples actores (máquinas o personas) que detecten dato a dato para reacciones unívocas o secuenciales, de manera dispersa mediante distintas instrucciones a diferentes destinatarios, y siempre que las comunicaciones no fallen.

Por tanto, el reto que se planteó fue el de conseguir la capacidad real de gestionar el nuevo mapa de situaciones conectadas que pueden darse en un edificio entendido como un elemento central de esas múltiples realidades, porque este ha dejado de ser un contenedor de eventos o ubicaciones para convertirse en un núcleo provocador e integrador de situaciones, incluso remotas, como la movilización de una ambulancia, la geolocalización de un objeto valioso robado o el alquiler online de una habitación. El edificio ha adquirido una realidad más compleja, porque es el ámbito donde se desarrolla una comunidad de situaciones y procesos en red que “conversan” entre sí gracias a las nuevas capacidades tecnológicas. Una red de puntos (de personas, objetos y espacios) que demanda soluciones línea a línea, pero sobre todo la interrelación de varias líneas para aumentar las capacidades de manera exponencial, evitando el limitado modelo de gestión convencional que está basado en una acumulación de soluciones más o menos sofisticadas, al desplegar una poderosa e innovadora interrelación tecnológica entre todos los elementos que ya forman parte inevitable de la realidad de su espacio, tiempo y acción. Se trata, a fin de cuentas, de combinar asuntos tan distintos como la experiencia de usuario, logística, relaciones comerciales, gestión, eficiencia o la seguridad, entre otros, en una lógica de inteligencia distribuida que hoy ya es posible. Un desafío que no se puede afrontar con un despliegue disgregado de operaciones, sino que es necesaria una respuesta adecuada para esa nueva realidad tecnológicamente aumentada, multiplicada, más compleja, exponencial, en la que un solo dato provoca múltiples efectos predefinidos o aleatorios, que exige dotarse de una capacidad operacional que permita predecir, detectar y reaccionar.



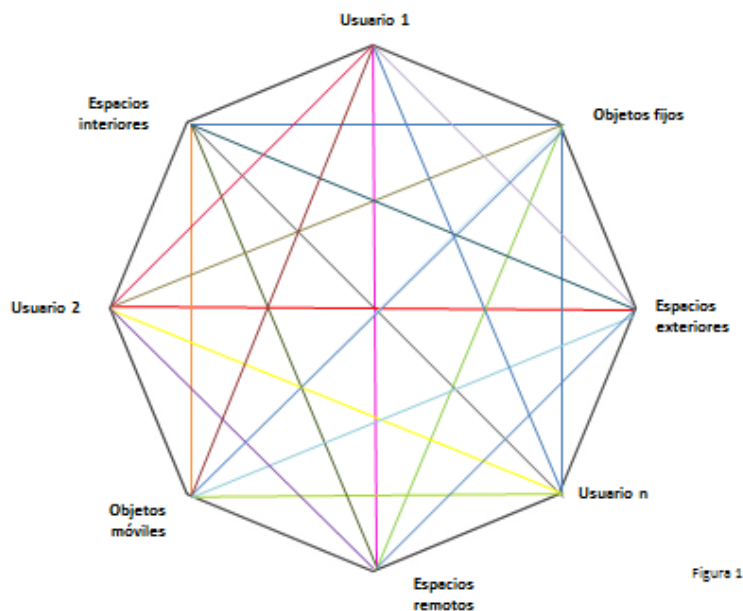


Figura 1. Mapa de relaciones espacios-objetos-personas.

El desafío que se pretendía resolver consistía en desarrollar un sistema tecnológico que permitiera ese “todo conectado”, esa capacidad material de captar datos de fuentes próximas y remotas, y responder a estos de manera automatizada, segura, personalizada, múltiple, simultánea y en tiempo real, en distintos soportes de telecomunicaciones. Una tecnología que permitiese trascender los convencionales procesos unidireccionales punto a punto (unicast), o generales sin una personalización de respuesta acorde con una realidad concreta (broadcast), gracias a un sistema de multidifusión inteligente de datos y respuestas (multicast).

Sistemas de conectividad referidos a una sola comunicación, comunicaciones generales y comunicaciones múltiples según situaciones predefinidas para respuestas personalizadas

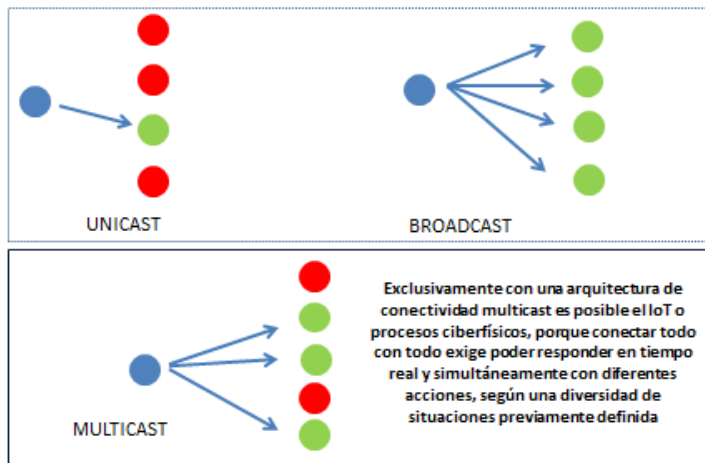


Figura 2

Figura 2. Sistemas alternativos de comunicaciones.

Cuando se habla de edificios es frecuente observar enfoques basados en una relación tecnológica débil, porque están muy enfocados a solucionar problemas muy concretos que eluden toda esa realidad compleja, interrelacionada, rica y diversa, que la tecnología ya ha provocado desdibujando los límites físicos y digitales. Algo evitable gracias a soluciones ciberfísicas diseñadas como una red de elementos que interactúan entre sí, con entradas y salidas físicas

en vez de procesos de dispositivos aislados, a partir de una red de sensores controlados y supervisados por mecanismos de inteligencia que amplifican la capacidad y efectos de la relación entre elementos computacionales y físicos, permitiendo una mayor flexibilidad y adaptabilidad de respuesta ante las diversas situaciones que puedan darse, con una mayor autonomía derivada de la automatización, y especialmente una mejora sustancial en términos de eficacia, funcionalidad, seguridad, fiabilidad y usabilidad.

## **Resultados obtenidos - Una solución ciberfísica aplicada a un edificio para una nueva “inteligencia” tecnológica**

El proyecto consistía en aplicar un enfoque ciberfísico a un edificio, desde una perspectiva innovadora que permitiese gestionar una poderosa integración tecnológica de diferentes procesos, que al combinarse desde una perspectiva holística posibilitara resolver situaciones tanto próximas como remotas, teniendo en cuenta la multiplicidad de situaciones y actores. Un sistema que amplificara, mejorara y en su caso corrigiera el efecto de limitadas soluciones provenientes de compartimentaciones verticales de responsabilidades o competencias, gracias a una novedosa gestión contextual de datos para la nueva y compleja red de situaciones relacionados con los edificios, su diseño y funcionalidad, que trascienden los límites físicos y digitales convencionales. Una intrusión, un robo de un objeto, una verificación de identidad, un consumo energético, un nivel de humedad, la aglomeración de personas en un evento, la seguridad de un vehículo, la ubicación de una maleta, un aviso a un médico, una avería, una app para controlar una alarma, forman parte de las infinitas realidades que conviven en un mismo edificio, que ya son posibles de gestionar de una manera combinada, centralizada y eficiente.

Un reto que exigía resolver varios factores técnicos esenciales, que tenían que resolverse como un conjunto de soluciones complementarias e interdependientes:

### **Sensorización**

Para un mapa suficiente y eficaz de respuestas múltiples es necesario dotarse de la capacidad de sensorizar un conjunto amplio de situaciones, tener la capacidad real de captar y procesar muchos datos diversos, porque a mayor riqueza de combinación de situaciones aumenta exponencialmente la eficacia de respuesta. Pero una sensorica que tiene que ser de bajo coste, bajo consumo, pero con capacidad de generación de información de calidad, para detectar datos tan diversos como los de visión, biométricos, ultrasónicos, infrarrojos, de caudal, climáticos, de posicionamiento, presión y fuerza, magnéticos o de emparejamiento.

### **Conectividad**

Uno de los grandes problemas de sistemas como el IoT es el elevado riesgo asociado a conectar todo con todo, porque el problema de un solo factor puede contaminar el conjunto. Por eso este enfoque requiere un sistema de conectividad que garantice la invulnerabilidad o máxima seguridad posible del sistema, mediante cifrado en el envío, procesamiento y almacenamiento de datos, y para los procesos de respuestas múltiples automatizadas. Un sistema que pudiera permitir una capacidad de cifrado e intercambio de claves en dispositivos de muy bajos recursos computacionales, con un intercambio de claves de cifrado multidifusión (un solo mensaje, múltiples dispositivos), un cifrado simétrico AES o IDEA con renovación de claves en tiempo real, y con cifrado de radiofrecuencia, de información por cable, para gran ancho de banda (vídeo, etc.), y en tiempo real sobre protocolos existentes (GSM, etc.).

### **Comunicaciones**

Junto con las comunicaciones habituales vía GSM, también se pueden desplegar otras redes gracias a tecnologías como Sigfox, LoRaWAN, Bluetooth, radiofrecuencia, vídeo, etc., que permiten no sólo una reducción de costes en el envío de datos, sino una mayor seguridad alejando o evitando las potenciales amenazas de intrusos, típicas de comunicaciones basadas en internet y por tanto también de arquitecturas de IoT, pudiendo optarse por la mejor solución según el caso que se trate, teniendo muy en cuenta la robustez de la transmisión de datos, su seguridad y eficiencia de costes.

### **Proceso**

Por razones de eficiencia en costes y eficacia en resultados, un edificio requiere soluciones que no dependan de un despliegue tecnológico complejo y costoso de instalar, mantener y gestionar, y eso exige la capacidad de administrar todo el sistema desde un único dispositivo fácilmente instalable y económicamente accesible, que permita un proceso tecnológico inteligente que integre la sensorización que se estime necesaria, la conectividad segura, la eficacia y eficiencia en las comunicaciones, y la garantía de respuesta inteligente de actuadores múltiples automatizados

máquina-máquina (M2M), gracias a un algoritmo que permita un enfoque multicast para la mejor respuesta posible a la diversidad de situaciones que puedan darse.

### Actuadores

Una de las claves para un edificio ciberfísico es dotarse de una capacidad de respuesta múltiple, automatizada, simultánea y en tiempo real, desde la captura de un dato, próximo o remoto, para un intercambio de información y órdenes de actuación entre dos máquinas remotas, mediante procesos M2M. Actuadores que pueden ser, entre otros, motores, alarmas locales o remotas, accionamientos directos, aperturas y cierres, información de acciones a procesos automáticos por multidifusión, comunicación digital con personas responsables de procesos, activación y control de automatismos, llamadas de voz automáticas a personas, envíos de imágenes o textos, actuaciones personalizadas, etc.

## La solución de Sanrob para edificios ciberfísicos

En los últimos años se ha conseguido desarrollar una solución integrada para todos estos factores, donde la pieza clave es un dispositivo que permita la gestión de ese edificio inteligente basado en una conectividad total de todo con todo, en esa realidad compleja compuesta de todos los espacios (interiores, exteriores y remotos), de todos los objetos (fijos, móviles, próximos/remotos), y personas (próximas, remotas, solas o en grupo, estáticas o en movimiento). Frente a las soluciones habituales de mercado, normalmente enfocadas para sistemas unicast o broadcast, Sanrob ya ofrece la posibilidad de operaciones multicast para respuestas simultáneas y personalizadas en tiempo real a diferentes destinatarios y actores, máquinas y/o humanos, según las diversas situaciones que puedan darse.



Figura 3. Sanrob Intelligent Microcontroller (SIMI).

Gracias al **Sanrob Intelligent Microcontroller (SIMI)**, que embebe algoritmos y arquitectura de sistema propios, con cifrado de comunicaciones y soluciones seguras para entornos persona-máquina y máquina-máquina, como geolocalización o sistemas inteligentes de seguridad, compatibles con todas las tecnologías de telecomunicaciones disponibles en el mercado, adaptable y compatible con cualquier arquitectura o plataforma de terceros, brindando las soluciones de seguridad de las comunicaciones y de la conectividad imprescindibles en el entorno digital, incluso con oferta de soluciones fuera de internet para evitar la agresión de intrusos.

Una solución cuya potencia permite procesos propios realmente innovadores y diversos como la conectividad garantizada en cualquier espacio incluso sin cobertura de comunicaciones, posibilidad de interacción oral persona-vivienda sin necesidad de altavoces inteligentes, un sistema único de cámaras inalámbricas con envío cifrado de imágenes y vídeo, activación de mensajes y procesos automáticos M2M desde sensores durmientes por señal de alerta o variación de situación, sistema multisensorial (con comunicaciones por sistema de radiofrecuencia robusta y segura entre central y sensores, con actuadores que pueden ser activados local o remotamente, un sistema integral de comunicaciones seguras con control local y/o remoto sin dependencia de internet y por tanto inhackeable, microcontroladores de diseño propio para gobierno seguro desde entornos remotos o locales, dispositivos con mecanismos antiapertura a prueba de perforaciones e incluso con detección de movimientos y bloqueo de equipos, geolocalización cifrada inhackeable con autonomía de meses sin recarga de energía o de carga indefinida según necesidad, integración y gestión de imágenes captadas por satélite, control local y remoto de situación, actividad y desplazamiento de personas y objetos, control local y remoto de accesos, permanencias y posicionamiento en el interior del edificio, identificación, verificación de identidad y permisos seguros desde entornos remotos, actuaciones automáticas, máquina a máquina y máquina a humano en caso de emergencia, señalética inteligente reactiva, sistema automatizado de reconocimiento de objetos y personas, sistema de trazabilidad y reporte de situaciones en tiempo real para big data y/o soluciones de inteligencia artificial, sensorización y adecuación de espacios para procesos de interacción con personas (voz, imagen, sonido, tacto) junto con respuesta automatizada, entre otros.

## Ejemplo de aplicación real del sistema ciberfísico Sanrob para edificios inteligentes

Una solución tecnológica que ya se está instalando en edificios, para sistemas cuyos únicos límites son la imaginación y creatividad de sus gestores. A título de ejemplo real, se cita el caso de un edificio ubicado en la calle López de Hoyos de Madrid de la empresa Glueconcept, que está especializado en coworking y alquiler de oficinas, en el que, además de la gestión automatizada de procesos como la seguridad o eficiencia energética, se fijó como objetivo que los diferentes edificios de esta empresa, que tiene ubicados en diferentes ciudades tanto en España

como en el extranjero, pudieran “hablar” entre ellos, para ofrecer una experiencia usuario a sus clientes que les facilitara no sólo una gestión remota de servicios asociados a estos espacios físicos (reserva de salas de reuniones, convocatoria de eventos, alquiler de oficinas, etc.), sino incluso una actividad de Networking para los clientes que trabajan en todos sus edificios, basada en esa idea del espacio físico como núcleo de actividad de una comunidad de interés que se relaciona en red.



Figura 4. Edificio de Glueconcept en Madrid.

## CONCLUSIÓN

Alguien escribió en el siglo pasado que no tenemos emociones completas sobre el presente, tan solo sobre el pasado, reflejando perfectamente lo que era el mundo antes de la actual revolución tecnológica. Los nuevos conocimientos han reformulado la sensación de instante, de evento, porque el ser humano ha empezado a delegar en las máquinas y sus comunicaciones la construcción de un presente constante en una realidad más compleja, que ahora es más poderoso y completo gracias a la disponibilidad permanente y ubicua de mapas de datos y procesos más o menos remotos, que vigorosamente nos recuerdan la importancia del mundo físico relacionado con el universo digital, ese hecho de ladrillos, acero, cristal y operaciones computacionales cada vez más sofisticadas, que materializan hoy la vida de las personas, en una red inédita y sobrevenida de situaciones en las que ya conversan en todo lugar y momento los espacios, los objetos y las personas. Una realidad diferente a la que los edificios han de dar respuestas tan creativas como suficientes, mediante soluciones tecnológicas acordes con las capacidades y conocimientos actuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Antequera and J.A. Lopez-Ramos. “Remarks and countermeasures on a cryptanalysis of a secure multicast protocol”. Proceedings of 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices, Salamanca 2011, Salamanca (Spain) 201--205 (2011).
- [2] N. Antequera and J.A. Lopez-Ramos. “Pairings and secure multicast”. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference in Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering Alicante 2011, Alicante (Spain) 114--119. (2011).
- [3] N. Antequera and J.A. Lopez-Ramos. “A secure multicast protocol based on pairings on elliptic curves”. Sometido para su publicación.
- [4] [4] N. Antequera and J.A. Lopez-Ramos. “Hierarchical Approaches for multicast based on the Euclid's algorithm”. <http://hdl.handle.net/10835/355> y sometido para su publicación.
- [5] (NAClr) J.A.M. Naranjo, N. Antequera, L.G. Casado and J.A. Lopez-Ramos. “A suite of algorithms for key distribution and authentication in centralized secure multicast environments”. To appear in J. Comp. Appl. Math., DOI: 10.1016/j.cam.2011.02.015.
- [6] “Esquemas de Distribución de Claves basados en Teoría de Números con Aplicaciones al e-comercio y al e-accounting”. Tesis doctoral Universidad de Almería, Departamento de Análisis Matemático y Álgebra.

# EL SMART POINT O PUNTO ÚNICO INTELIGENTE COMO SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES DE PAQUETERÍA Y SERVICIOS DEL EDIFICIO

**Tomás Selva**, Ingeniero Industrial y LEED AP, Smart Points  
**Sergi Padullés**, Ingeniero Industrial y Digitalización, Smart Points  
**Joan Pinós**, Ingeniero de Software y Digitalización, Smart Points  
**Jiao Liu**, Ingeniero e Investigador, CASS University

**Resumen:** En los últimos siete años se ha triplicado el número de compras online en España. El resultado es un incremento en el número de vehículos de mensajería en las grandes ciudades, un descenso de la competitividad de pequeños comercios, y un coste importante en la gestión de paquetes para oficinas medianas y grandes. Un Smart Point se instala en el edificio permitiendo la entrega automatizada de una compra, directamente desde la tienda, pedido online o a través de cualquier empresa repartidora. El resultado es una red de puntos inteligentes que (i) permiten a las tiendas del barrio entregar en un edificio vecino cualquier servicio o artículo, sin la necesidad de transporte urbano; (ii) eliminan los fallos de entrega de las empresas repartidoras, y (iii) gestionan automáticamente todos los paquetes y servicios desde un punto único sin añadir costes de gestión a la propiedad. El estudio en 32 edificios de grandes oficinas corporativas de Madrid y Barcelona dotadas con un Smart Point ha demostrado con éxito la gestión íntegra de paquetes personales, una reducción de las incidencias asociadas, y una reducción en el absentismo laboral de 2,7 días ahorrados al año por empleado gracias a la prestación de servicios de conciliación.

**Palabras clave:** Punto Único Inteligente, Tecnología Smart Locker, Paquetería Personal, Absentismo Laboral

## PUNTO ÚNICO INTELIGENTE DE SERVICIOS PARA EDIFICIOS

### Introducción

La investigación comienza a finales del año 2015 por la empresa Mayordomo con el Proyecto SMART-POINT. El objetivo final del Proyecto es la demostración en prototipo de los beneficios de una Taquilla Inteligente (TI) conectada a una Red Logística Inteligente (RLI) permitiendo a cualquier proveedor de servicio o repartidor hacer una entrega o recogida de un paquete o servicio al consumidor a través de una TI.

Entre 2015 y 2017 abordamos una investigación de los procedimientos, nuevas tecnologías y normativas de entrega de servicios para el desarrollo integral de un producto de Taquilla Inteligente (Smart Locker Hardware) y Red Inteligente de puntos de entrega y recogida (Locker Network System Architecture), desarrollando así un estándar universal que ofrece una solución logística de uso general abierto (open source) a cualquier proveedor, repartidor, y usuario final.

La necesidad del Proyecto surge debido a que: (i) el comercio electrónico experimenta elevadas tasas de crecimiento porcentual constante, con el bien conocido problema de “la última milla”, que tiene un coste real y cuantificado de naturaleza logística y medioambiental debido a los fallos de entrega y recepción, donde los afectados son empresas implicadas en la cadena logística, los edificios destinatarios, y los ciudadanos; (ii) las grandes oficinas buscan nuevos servicios añadidos de conciliación para sus empleados, y los consumidores buscan soluciones sencillas, útiles e innovadoras para realizar sus tareas cotidianas con mayor facilidad; y (iii) las pequeñas tiendas de artículos y servicios, con poca visibilidad ante el consumidor hoy en día dado el crecimiento del e-commerce (liderado por grandes marcas), requieren soluciones como las que ofrece el proyecto SMART-POINT como escaparate y mejora de su competitividad.

Hasta ahora, empresas como Correos y Amazon han desarrollado la taquilla para gestionar sus paquetes y bajar sus costes de entrega, pero no han intentado cubrir todos los retos de hoy. Mayordomo postula el Smart Point como intermediario, para conectar cualquier proveedor con el consumidor. Diseñando la primera tecnología de taquillas inteligentes de uso general abierto (open source).

### *Necesidades Emergentes*

Según el informe “Análisis del sector postal y del sector de mensajería y paquetería”, publicado en 2017 por la Comisión Nacional de Mercados de Competencia (CNMC), las transacciones de ecommerce no han parado de crecer, llegando a duplicarse en 2017 desde el año 2013 – alcanzando la cifra más alta con 117,5 millones de transacciones en el último trimestre de 2016. Además, en torno al 75-90% de las compras realizadas en Internet suponen la recepción de un

paquete, según datos del mismo estudio, entre el primer semestre de 2016 y el primer semestre de 2017: prácticamente el 89% de personas que realizaron compras online reciben un paquete físicamente.

Y, según el estudio de Tips-Redyser 2017 (figura 1), en los próximos 7 años se triplicará el número de paquetes entregados a un edificio. La recuperación del consumo, la escalada frenética del comercio electrónico y la campaña de Navidad y de BlackFriday han multiplicado el volumen usual de mercancía que manejan las compañías repartidoras, desafiando su capacidad para gestionar en tiempo y forma miles de paquetes al día.



Figura 1. Aumento del volumen de paquetes en España.

Por lo tanto, la tendencia en aumento del comercio electrónico y la consecuente entrega de paquetes en oficinas hace necesario un nuevo sistema de gestión logística para los edificios.

A esta necesidad, añadimos el deseo de los empleados de equilibrar vida personal y laboral. Analizando también el tiempo dedicado por los españoles a tareas fuera del horario laboral (figura 2).

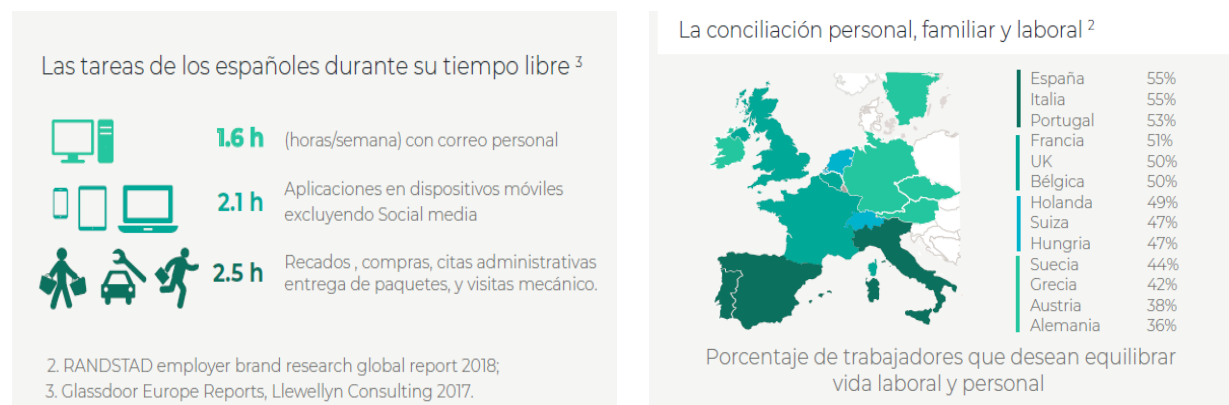


Figura 2. Necesidades en la conciliación familiar/laboral de los españoles.

## El proyecto Mayordomo

En 2016 nos proponemos desarrollar un conjunto de espacios dentro de una taquilla inteligente que pueda admitir los productos más demandados por los usuarios de edificios de oficinas (enfocado a sus empleados) y de viviendas (para sus residentes) que no requiera llaves o tarjetas físicas para la entrega o recogida, disponibles a cualquier hora del día y la noche, sin plazo de recogida y con un control telemático centralizado en una única sede. Sin coste para el usuario ni para el proveedor del producto.

Desarrollamos un Smart Point o conjunto agradable estéticamente, acoplable en cualquier recinto de entrada al edificio, de material resistente a vandalismo, y con pantalla táctil de fácil manejo para cada usuario, sea éste el receptor o el proveedor del producto o del servicio. El software es de exclusivo diseño de nuestros programadores, y nos



permite monitorear online el uso del Smart Point. Lo cual nos proporciona las estadísticas para mejorar continuamente sus prestaciones.

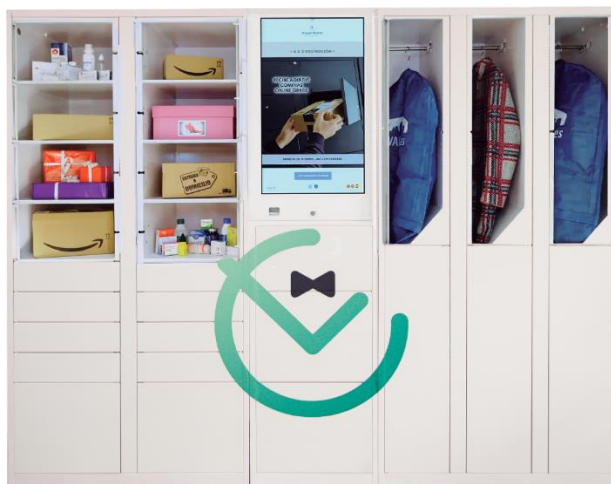


Figura 3. Diseño del Smart Point, pudiendo albergar paquetes, artículos y prendas.

### La experiencia del Smart Point

En la conferencia internacional de Smart Cities de Barcelona de Octubre 2017, Mayordomo dio a conocer el reto y el potencial de una red (RTI) abierta para recibir 100% de los paquetes en una manera segura, discreta y fácil. La presentación tuvo una gran recepción, resultando en conversaciones con 42 proveedores interesados en el potencial de un RTI capaz de ofrecer una mejor solución de entrega y servicios.

En 2016, Mayordomo acuerda un año piloto con dos de las principales oficinas de España: Bayer y Endesa. Diseñando un sistema con capacidad para recibir pedidos de cualquier empresa repartidora y gestionar servicios de cualquier proveedor, para todos sus empleados.

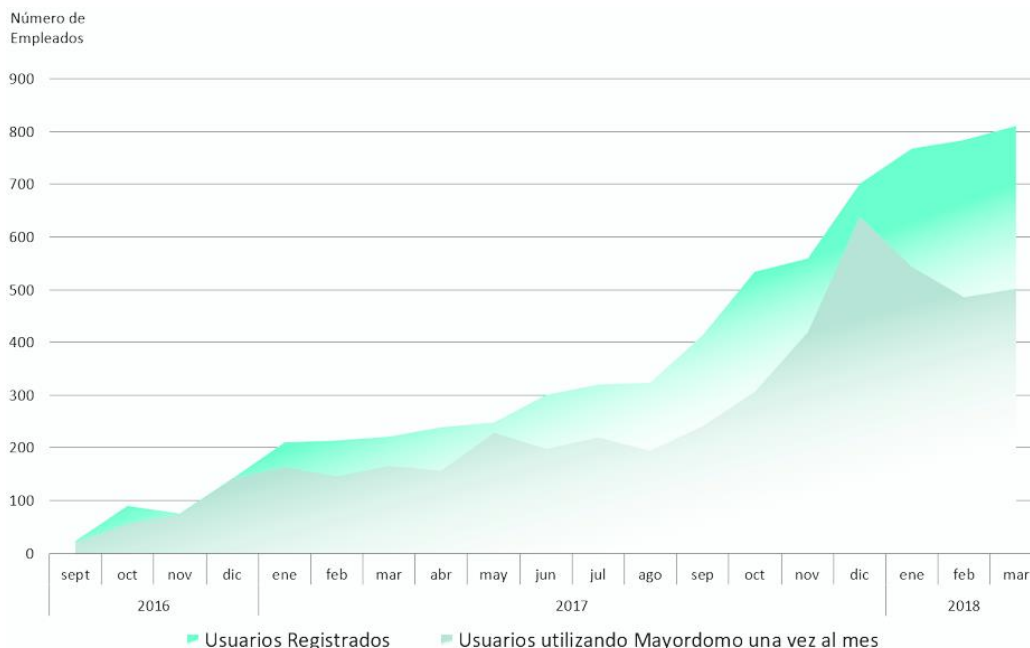


Figura 4. Caso de éxito de Bayer HQ.

Durante el periodo de Noviembre 2016 a Noviembre 2017, el Smart Point gestionó 3.640 paquetes en las oficinas de Bayer. Registrando 812 empleados en el piloto (71% de empleados de la oficina). Un total de 630 empleados completaron un pedido con éxito al menos una vez al mes durante el periodo. Durante el periodo de Enero 2017 a Noviembre 2017, el Smart Point gestionó 1.486 servicios de Tintorería, Lavandería, Arreglos de ropa, Farmacia, y Lentillas en las mismas oficinas.

## Extensión del estudio

Tras comprobar el éxito del año piloto, la empresa extiende una red de 32 Smart Points en las principales oficinas de Barcelona, ofreciendo servicios de paquetería, entregas de comercios online, y de tiendas del barrio, replicando el caso de éxito de Bayer y Endesa en otras oficinas de un número de usuarios superior a 100.

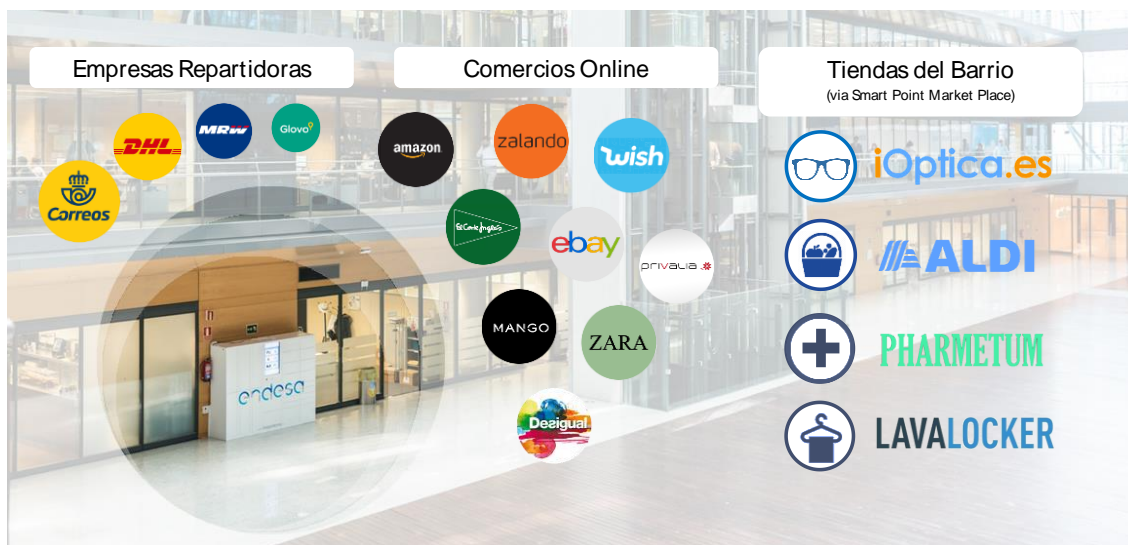


Figura 5. Proveedores y empresas colaboradoras en la extensión.

## RESULTADOS

Tras 1 año de uso en las 32 oficinas, se obtiene una media de registros equivalente al 70% de los empleados de cada empresa. Los beneficios se resumen en las figuras 6 y 7.

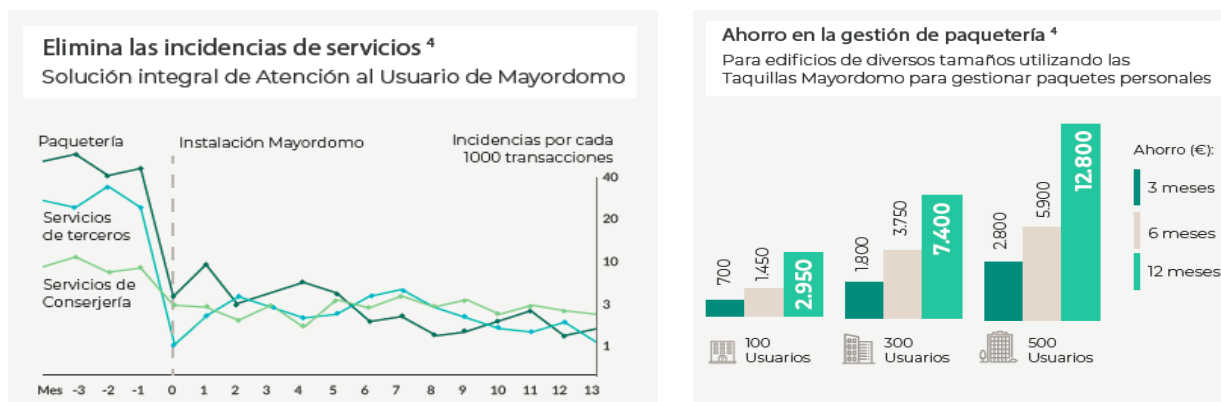


Figura 6. Smart Point elimina incidencias como la pérdida de paquetes y ahorra en la gestión.

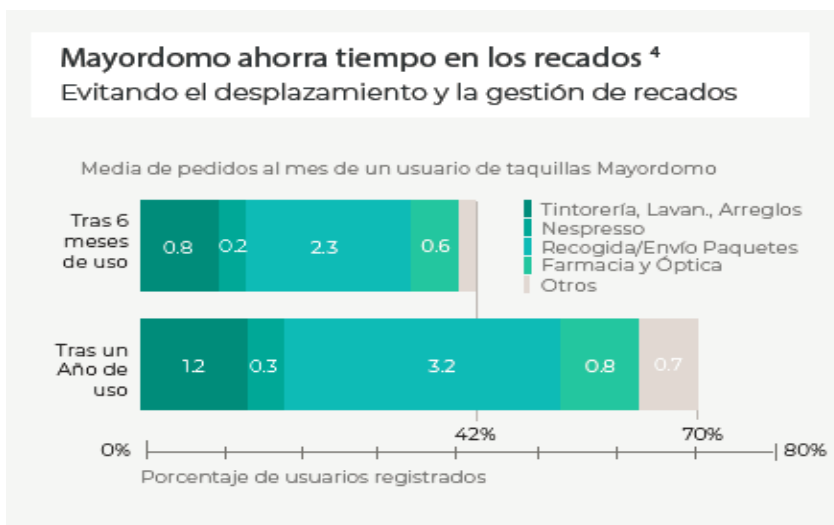


Figura 7. Ahorro de tiempo para empleados, reduciendo el absentismo laboral.

En la encuesta a 182 usuarios de las 32 oficinas, se identificó una media de 45 minutos ahorrados por servicio contratado a través del Smart Point. Evitando el desplazamiento, gestión, y pago de las tareas más comunes, gracias al sistema de entrega y recepción automatizada, además del seguimiento y pago de cada servicio a través del móvil (con SMS o con la APP).

La media de uso de servicios fue de 2.4 veces al mes por empleado. Resultando en 108 minutos ahorrados al mes, y un total de 21.6 horas al año. Equivalente a 3 días laborales ahorrados por empleado en el primer año, para los 182 usuarios de la muestra.

## CONCLUSIONES

El interés por parte de proveedores tiene base en el cambio de aptitud por parte de los consumidores españoles, ahora con acceso a mejores condiciones de entrega de productos y servicios. En el proyecto Smart Point, las ventas han incrementado un 132% mensual, y la preferencia por servicios con entrega en 24 horas ha subido un 160% en el periodo de un año. De manera similar, los consumidores en tiendas on-line, han preferido comprar artículos que ofrecen entrega al día siguiente o en 1-3 días. La prontitud de entrega y la comodidad de recogida tienen un valor cada vez más alto para el usuario.

Tomamos en consideración que el 43% de los españoles se decide a comprar *online* siempre y cuando las opciones de entrega se adecuen con sus preferencias (La realidad de los consumidores online, 2017 KPMG). La venta online con entrega rápida se ha disparado en España (crecimiento del 35% anual) impulsada por una nueva generación de consumidores que buscan mayor comodidad, valor y opciones. Los comercios del barrio pierden consumidores, al perder una ventaja competitiva vital – asegurar la venta en el plazo más corto posible sin desplazamiento.

SMART-POINT se presenta como la primera tecnología de recogida de servicios y compras online, abierto a cualquier proveedor, para empleados en edificios corporativos (donde un cliente final pasa gran parte de su tiempo semanal) o para inquilinos de edificios residenciales de cualquier paquete o servicio ofrecido desde la red de proveedores.

Los tres años de desarrollo de Smart Points en Madrid y Barcelona han demostrado los beneficios del proyecto para cinco tipos de escenarios:

<b>Ciudadanos de Smart Cities</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Menos contaminación del aire</li> <li>✓ Menos tráfico y ruido</li> <li>✓ Tecnología que mejora la calidad de vida</li> </ul>
<b>Empresas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Buscan servicios de valor añadido para sus empleados</li> <li>✓ Disminuye el coste de gestionar paquetes personales</li> <li>✓ Solución personalizada que aumenta valor a su marca ante los empleados</li> <li>✓ Mejora la conciliación laboral y familiar</li> </ul>
<b>Consumidores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flexibilidad en la recogida de pedidos online</li> <li>✓ Máxima comodidad en hacer sus tareas cotidianas sin gasto extra</li> </ul>
<b>Repartidores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Disminuye drásticamente el problema de la “última milla”</li> <li>✓ Disminuye el un coste producido por fallos de entrega</li> <li>✓ Minimiza el tiempo total de entrega.</li> </ul>
<b>Proveedores de Servicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Escaparate para sus servicios dentro de edificios</li> <li>✓ Abre mercado a los pequeños proveedores de servicios</li> <li>✓ Incrementa sus ventas utilizando el servicio del Smart Point</li> </ul>

*Tabla I. Desglose de los beneficiarios del Proyecto SMART-POINT.*

## REFERENCIAS

- La realidad de los consumidores online, 2017 KPMG
- Análisis del sector postal y del sector de mensajería y paquetería 2017, Comisión Nacional de Mercados de Competencia (CNMC)
- El comercio online triplica la actividad de las empresas de paquetería, 2017, Tipsa-Redyser
- Glassdoor Europe Reports for life/work balance, 2017, Llewellyn Consulting

# USO DE 3D Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA GESTIÓN DE EDIFICIOS INTELIGENTES BASADO EN LA PLATAFORMA CITISIM

**Ismael Torres**, Ingeniero I+D, Prodevelop  
**Dr. Félix Jesús Villanueva**, Profesor Contratado Doctor, Universidad de Castilla-La Mancha  
**Javier Sánchez**, Ingeniero I+D, ANSWARETECH  
**Carlos Jiménez**, Project Manager I+D, Abalia Consulting

**Resumen:** El proyecto CitiSim (<http://citisim.org/>) proporciona una plataforma inteligente y abierta para la ciudad y sus edificios, que da soporte para la digitalización tanto de servicios tradicionales (iluminación, gestión de residuos, agua, etc.) como de nuevos servicios basados en TIC y datos IoT en tiempo real. Con esta visión, CitiSim proporciona un entorno para el desarrollo y despliegue de servicios de valor añadido. En el presente artículo, se detalla cómo la visualización 3D y la realidad aumentada tienen un papel clave dentro de CitiSim, a la hora de monitorizar y gestionar edificios inteligentes integrados en el marco de una ciudad de una manera revolucionaria e intuitiva, tanto para los usuarios como para los gestores de las instalaciones

**Palabras clave:** CITISIM, 3D, Realidad Aumentada, IoT, I+D+i, Edificio Inteligente, Ciudad Inteligente

## INTRODUCCIÓN

El plan nacional de territorios inteligentes [1] define 5 áreas de intervención prioritarias, siendo los objetos internos de ciudad una de ellas. Se entiende como objeto interno a los edificios, puertos, aeropuertos y estaciones. En relación con los edificios, se ha definido una norma nacional de edificio inteligente (UNE 178108). Esta iniciativa abre un nuevo mercado en la industria, que contará con un modelo que define la relación de los edificios con la ciudad, e identifica los datos que deben intercambiarse para poder interactuar y ofrecer mejores servicios a los ciudadanos y a los usuarios de las ciudades. Los edificios pueden ser definidos como elementos que impactan en los servicios públicos sin ser parte de estos, en cierto modo los edificios pueden verse como Nodos IoT.

La información básica que pueden proporcionar los edificios es: Información general, información sobre consumos, mediciones de sustentabilidad y servicios para la gestión de eventos y crisis.

El presente trabajo se enmarca en un contexto de evolución hacia la era digital, donde se han creado numerosas herramientas y mejoras tecnológicas que dirigen a la sociedad hacia un ecosistema inteligente, monitorizado y controlado. De hecho, hoy en día se han desarrollado numerosas plataformas orientadas a la solución de los problemas existentes en las ciudades (tráfico, contaminación, movilidad, energía...); sin embargo, la gran heterogeneidad entre los servicios, tecnologías y protocolos dificulta la sinergia de todos ellos. Y ahí es donde CitiSim plantea una solución basada en la innovación y la colaboración.

## PLATAFORMA CITISIM

### ¿Qué es CitiSim?

CitiSim surge de un proyecto de I+D+i formado por un consorcio internacional. Bajo el sello de ITEA3, incluye a seis socios industriales y a 3 universidades, todos ellos con experiencia relevante en las diferentes disciplinas requeridas.

CitiSim es una plataforma de servicios inteligentes que ofrece información de valor sobre multitud de variables de carácter urbano, y cuyo conocimiento impacta directamente en un amplio espectro de usuarios con diferentes intereses.

En ese sentido, CitiSim aparece ante la necesidad de una plataforma global que pone a disposición de los desarrolladores mediante interfaces abiertas y bien conocidas servicios específicos que toda ciudad debe poner a disposición de los ciudadanos y de las empresas para un mayor desarrollo territorial inteligente. Por tanto, la gestión de edificios inteligentes resulta en una clara aplicación dentro del ecosistema CitiSim, donde la plataforma se orienta a crear una e-infraestructura para la gestión de esos edificios inteligentes. Se crea así un entorno para el desarrollo y despliegue de servicios con herramientas estándares y comunes y, del mismo modo, se establecen los conceptos de realidad aumentada y 3D para la interpretación de la información recogida.

Las principales aportaciones técnicas de CitiSim son:

- Integración de múltiples fuentes de datos para una monitorización continua en una plataforma única.
- Una plataforma definida por sus servicios, protocolos y herramientas para apoyar el desarrollo avanzado de servicios inteligentes.
- Una herramienta de visualización 3D para monitoreo y control de edificios inteligentes.
- Un marco de simulación a gran escala para apoyar el proceso de decisión estratégica y táctica.
- La homogeneización de un marco de referencia para la definición y desarrollo de servicios de valor añadido.
- Una creciente comunidad abierta en torno a CitiSim para la diseminación y explotación de resultados.

## Arquitectura

La arquitectura de CitiSim da soporte a la integración de cualquier tipo de servicio desarrollado por el edificio/ciudad proporcionando acceso a la información en tiempo real del edificio. Se trata de una arquitectura totalmente distribuida, escalable y orientada a facilitar el desarrollo de servicios avanzados sobre ella (multilenguaje, multiplataforma, de fácil despliegue y administración, etc.).

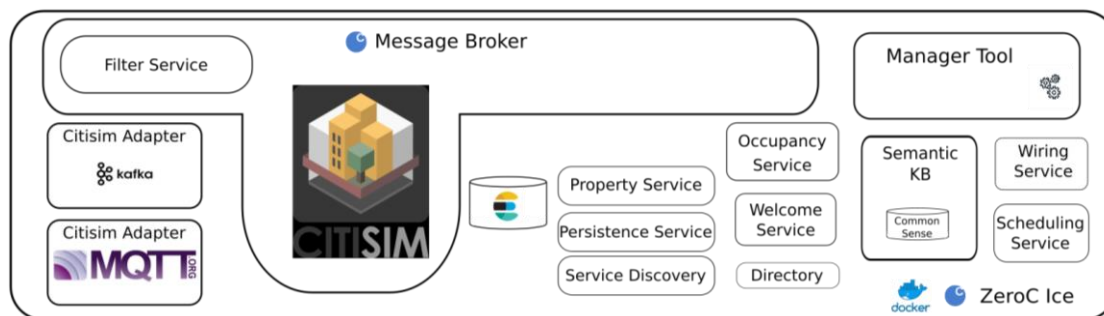


Figura 1. Núcleo de la arquitectura CitiSim.

Existen tres capas bien diferenciadas en la arquitectura:

1. La primera de ellas es lo que denominamos núcleo de la arquitectura (ver Figura ), y que representa el conjunto mínimo de servicios que se deben desplegar de cara a obtener una instancia útil de CitiSim. Está formado por:
  - Un servicio de gestión de eventos distribuidos: Permite publicar y obtener eventos de acuerdo con el modelo de datos definido para CitiSim; este modelo incluye información IoT y eventos generados por parte de servicios a partir de la información básica. La información se clasifica en canales de eventos, habiéndose definido un conjunto de eventos atendiendo a la funcionalidad de la información (energía, temperatura, ocupación de espacios, calidad del aire, accesos, etc.). Este servicio se implementa de forma federada (eficiencia) y con réplicas (fiabilidad).
  - Servicio de persistencia: Está directamente asociado a un servicio de gestión de eventos distribuidos y se ocupa de almacenar automáticamente toda la información volcada en dichos canales a una base de datos. Esta base de datos permite llevar un registro histórico de lo que ha pasado en el edificio y generar informes analíticos, así como reproducir eventos para simular información y probar nuevos servicios.
  - Servidor de propiedades: Alberga información de la infraestructura TIC del edificio relativa a los sensores/actuadores desplegados, p. ej. posición en el caso de los sensores estáticos, precisión, modelo, marca, etc.
  - Servicio de localización: Almacena la estructura física del edificio y sus coordenadas indoor/outdoor relativas y absolutas.
  - Servicio de configuración y descubrimiento de servicios: Permite a los nuevos nodos desplegados integrarse en la plataforma con una filosofía Place & Play obteniendo referencias a los principales puntos de acceso al servicio de la instancia de CitiSim donde se integran.
2. Por encima de la capa núcleo o core, tenemos capa de conocimiento que permite modelar el edificio usando técnicas de inteligencia artificial “common sense”. Este módulo tiene una componente de investigación importante con dos objetivos principales. El primero es la composición automática de servicios de cara a implementar edificios auto adaptativos, p. ej. debe ser capaz de inferir que, ante el fallo de un sensor de



presencia, una cámara de seguridad y un algoritmo de detección de movimiento proporcionan la misma interfaz. El segundo es la contención de daños y evacuación de personas en situaciones de emergencia, pudiendo modelizar la estructura física y la infraestructura TIC, así como sus interacciones.

3. La tercera capa es la de Adquisición/interconexión de CitiSim con dominios de referencia en el ámbito de los edificios inteligentes. El adaptador MQTT nos permite tener acceso a multitud de sensores que utilizan este protocolo e integrarlos fácilmente. El adaptador Apache Kafka, nos permite utilizar su ecosistema de procesamiento *Big Data* y visualización para facilitar el desarrollo de servicios de análisis de cantidades masivas de datos en tiempo real.

La implementación actual arquitectura de CitiSim toma como punto de partida el middleware Internet Communication Engine (ICE) de la empresa ZeroC. Este middleware, con licencia dual, es probablemente uno de los middlewares RPC más eficientes y con más flexibilidad del mercado.

## Servicios de Valor Añadido

CitiSim se presenta como una plataforma global de servicios inteligentes, convirtiéndose en el marco de referencia para infinidad de servicios de valor añadido, ya sea a nivel de ciudad inteligente o, en este caso concreto, enfocados a la gestión de edificios inteligentes. En cualquier caso, el resultado supone un beneficio directo a nivel de experiencia real del ciudadano y a la hora de desarrollar nuevas formas de negocio de soluciones y servicios profesionales para empresas. De igual forma, CitiSim se convierte en una plataforma óptima para gerentes de edificios, haciendo que sus inmuebles se revaloricen y se posicionen en un lugar privilegiado en el mercado gracias a la innovación aportada por CitiSim.

Desde servicios ligados a ahorro de costes, enfocados a la eficiencia energética, así como la detección de fugas de agua o la gestión óptima de residuos, iluminación y otras infraestructuras comunes, CitiSim es también la puerta de entrada a servicios de seguridad y salud, tales como controles de acceso, detección de incendios, escapes de gas y fallos eléctricos e incluso de prevención y ayuda a la evacuación en caso de emergencia. Asimismo, CitiSim permite aprovechar la inteligencia colectiva de los usuarios del edificio, por ejemplo, para reportar averías o situaciones de riesgo, pudiendo ser registradas por una plataforma común interconectada que automáticamente escala la incidencia al servicio correspondiente, minimizando tiempos de respuesta y, llegado el caso, evitando problemas mayores.

CitiSim se convierte, por tanto, en un ecosistema totalmente modular en el cual se pueden crear y convivir fácilmente plataformas y servicios inteligentes de terceros de forma colaborativa.

## Tecnología 3D

El modelado de información de edificios (BIM), es el proceso de generación y gestión de representaciones digitales de las características físicas y funcionales de los lugares o edificios utilizando software dinámico de modelado de edificios en 3D y en tiempo real, para optimizar la gestión de los mismos durante su ciclo de vida (diseño, construcción y operación). El concepto BIM abarca la geometría del edificio y las infraestructuras físicas, tales como agua, basura, electricidad, gas, servicios de comunicaciones, carreteras, ferrocarriles, puentes, puertos y túneles. Pero el concepto de BIM ha ido evolucionando y ahora también incluye infraestructuras digitales y datos provenientes de sensores y dispositivos instalados en el edificio (IoT) y de servicios externos (Smart cities). La interacción de los edificios con su ciudad y viceversa es un punto clave a la hora de tener más información y gestionar mejor los edificios, prueba de ello es el nuevo plan nacional de territorios inteligentes.

CitiSim usa la tecnología 3D para representar información de infraestructuras (edificios, calles, aceras, áreas verdes y mobiliario urbano) junto con información en tiempo real proveniente de dispositivos instalados en edificios, plataformas de ciudades inteligentes, servicios de valor añadido y servicios externos como por ejemplo un servicio meteorológico y un servicio sismológico. Una de las ventajas de CitiSim es que nos abstrae del origen y tipología de las fuentes de datos, y nos permite integrar fácilmente diversas fuentes de datos, es decir, podemos integrar datos provenientes de diferentes fabricantes y que usen diferentes protocolos de comunicación.

Para la renderización de gráficos en 3D dentro de un visor web usamos WebGL que es una especificación estándar que define una API implementada en JavaScript. Por otro lado, los modelos de los edificios son definidos por medio de IndoorGML. En la *Figura 2*. Edificio ITSI - Modelado 3D con sensores se muestra un ejemplo en 3D de un edificio con algunos de los sensores disponibles. El usuario puede interactuar con los mismos para ver la última lectura de un sensor y unas gráficas con las lecturas de las últimas horas.

Algunas de las ventajas de los modelos 3D es que se pueden girar para observar diferentes perspectivas y recoger vistas adicionales. También se puede jugar con la opacidad de las diferentes capas de información para ver de un solo vistazo lo que está ocurriendo detrás de las paredes. Además, permite sobreponer informaciones de diferentes tipos: geometría edificios, infraestructuras, sensores. Se pueden definir modelos y visualizaciones por cada uno de los servicios disponibles en un edificio, por ejemplo, si el edificio dispone de un servicio de gestión de incidencias. Estas se pueden visualizar en 3D para que sea más fácil llevar su gestión por parte de los empleados de mantenimiento del edificio.



Figura 2. Edificio ITSI - Modelado 3D con sensores.

Otro uso interesante del modelado 3D es su uso para la gestión de crisis, como por ejemplo en caso de terremotos o incendios, ya que nos ayuda a monitorizar el área afectada y evaluar las situaciones de peligro sin tener que entrar en el edificio.

## REALIDAD AUMENTADA

Cuando nuevas tecnologías surgen, todas las áreas de negocios buscan la manera de integrarlas en sus productos y servicios con el fin de actualizarse y comprobar cómo estas nuevas capacidades se adaptan a su contexto. La realidad aumentada no es una excepción de esa manera de proceder y aunque muchos campos intentan aplicarla sin aún obtener resultados positivos, es en el campo de la industria, la construcción y la gestión de espacios donde esta tecnología tiene su mayor potencial. Siendo más específicos, en el sector de los edificios inteligentes ofrece grandes ventajas y comodidades en la actualidad, que afectan tanto a los residentes en el edificio como a los profesionales de mantenimiento y construcción de este.

Como principales aliados para el desarrollo de soluciones enfocadas a Edificios Inteligentes encontramos: realidad aumentada, inmótica, IoT y Big Data. Estas tecnologías juntas son capaces de ofrecer un control e interfaz sin igual frente a problemas y situaciones diarias gracias al análisis de datos, la automatización y las nuevas interfaces de usuario.

A continuación, se exponen las ventajas del uso de la Realidad Aumentada en edificios inteligentes diferenciados por usuarios objetivo:

- Usuario residencial. Obtendrían un gran control sobre los dispositivos de su hogar, siendo capaces de realizar tareas tan diversas como encenderlos y apagarlos, así como controlarlos usando una interfaz común usando sistemas de voz, manos libres o gestuales. Además, ser capaces de monitorizar datos del hogar como la temperatura, el gasto energético del hogar, ser capaces de vincular notas e instrucciones a objetos del entorno, etc.

- Usuarios profesionales. Estos usuarios se beneficiarán al utilizar todas las funcionalidades de los usuarios residenciales más la posibilidad de visualizar en tiempo real las instalaciones internas del edificio, para saber la posición del cableado, las tuberías, etc. Por si fuera poco, un acceso a material multimedia de formación desde los dispositivos les permitiría conocer cuál es el método de proceder más adecuado a la hora de construir, montar, reparar y retirar un dispositivo.
- Profesionales de las emergencias. Poseer una versión digitalizada del edificio y tener la realidad monitorizada permite a las fuerzas de seguridad y acción civil, una mejor preparación ante una situación de rescate o peligro, así como la visualización de rutas de escape o seguimiento optimizadas según el estado actual del edificio y sus accesos.

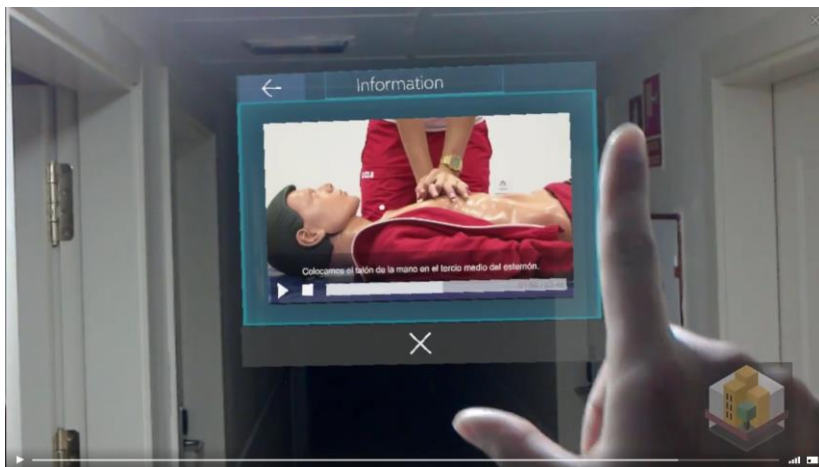


Figura 3. Captura aplicación HoloLens donde se reproduce un vídeo sobre práctica de primeros auxilios.

En CitiSim estamos desarrollando, usando el motor Unity, una solución de Realidad Aumentada para HoloLens en la cual se van a añadir funcionalidad tanto para profesional de mantenimiento como profesionales de emergencias, por lo que incluirá también funcionalidades para usuarios residenciales, aunque no completas ni optimizadas.

## CASO PRÁCTICO: GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Para demostrar la utilidad de CitiSim se ha definido un caso práctico para la gestión de una emergencia provocada por un terremoto, que implica la evacuación de las personas ubicadas en el edificio ITSI usado como piloto y que se encuentra dentro del campus de la Universidad de Castilla-La Mancha. Tanto en el edificio, como en sus alrededores se han instalado una serie de dispositivos (paneles de información digitales, señales inteligentes, sensores, actuadores, etc.).



Figura 4. Captura aplicación HoloLens donde se ve un menú y una ruta de escape marcada con puntos verdes.

Se han definido varias rutas de escape para que los usuarios vayan al punto de encuentro en caso de un incidente grave. Las rutas de escape se recalculan en tiempo real dependiendo de la información obtenida de los dispositivos y otros servicios de valor añadido de CitiSim, cómo son el motor de reglas complejas y el servicio de reporting. Las rutas de escape son mostradas a los usuarios a través de los paneles de información y los visores 3D y realidad aumentada. También se hace uso del servicio de megafonía inteligente para dar indicaciones. En la *Figura* se muestra la ruta de escape usando realidad aumentada, aunque del mismo modo define una ruta para los servicios de emergencia para que localicen a las personas atrapadas en el edificio, que previamente se han identificado por medio de dispositivos Kinect.

## CONCLUSIONES

CitiSim pretende situarse a la cabeza de la innovación en el campo de edificios/ciudades inteligentes fusionando los conceptos de análisis, monitorización, visualización e inmersividad en un único entorno tecnológico.

Se ha presentado la plataforma open source de ciudad inteligente CitiSim, que dispone de una serie de funcionalidades de integración y de visualización sobre las cuales se facilita la construcción de servicios inteligentes de valor añadido. En el presente artículo se han descrito dos de los servicios disponibles en la plataforma, como son el uso del 3D y de la realidad aumentada para facilitar la gestión y monitorización de los edificios en tiempo real. Además, se ha descrito un interesante caso práctico que permite ver la utilidad de la plataforma ante situaciones de emergencia.

CitiSim es un proyecto de I+D Europeo, con sello ITEA3, financiado por el MINETUR, Subprograma: Acción Estratégica Economía y Sociedad Digital (AEESD) y por el CDTi mediante ayuda INNOGLOBAL.

## REFERENCIAS

- [1] Plan nacional de territorios inteligentes, diciembre de 2017. <http://www.agendadigital.gob.es/agenda-digital/noticias/Documents/PNTI/plan-nacional-territorios-inteligentes.pdf>

# ENERGY BUTTON CONVIERTE A LOS CONTADORES EN INTELIGENTES PARA CONTROLAR REMOTAMENTE EL CONSUMO DE LOS EDIFICIOS

**Tomás García Riquez**, Director Comercial, Cliensol Energy

**Resumen:** Cliensol Energy, con más de 10 años ofreciendo soluciones de monitorización en el mercado eléctrico español, hemos creado el dispositivo Energy Button. El monitor Energy Button es una novedad en el mercado global que permite analizar el consumo energético a través de su app de móvil y conseguir el ahorro del gasto energético de las familias y empresas. Un dato interesante del nacimiento del proyecto: Más del 60% de las viviendas en España, tiene una potencia contratada sin optimizar. Con este objetivo nace el proyecto Energy Button.

**Palabras clave:** Ahorro Energético, Monitorización Energética, Smart Meter, Analizador Energía, Descarga Datos Contador Compañía

## PRESENTACIÓN

Los retos y soluciones que se resuelven con Energy Button:

- Ayuda a conocer la potencia máxima real demandada y poder ajustarla a la potencia contratada.
- Ayuda a valorar la conveniencia de un hipotético cambio de tarifa y controlar al detalle los consumos en los periodos con precio elevado.
- Permite visualizar los consumos en tiempo real y hacer análisis gráfico detallado del consumo energético.
- Permite conocer los consumos de los diferentes equipamientos, evitar la simultaneidad de cargas para reducir la potencia máxima, detectar consumos fantasmas nocturnos y excesos de consumos evitables.
- Consigue simular la producción fotovoltaica y calcular el exceso de producción y el porcentaje de autoconsumo real por diferentes potencias de generación.



Figura 1. Instalación Energy Button.

Lo más sorprendente del dispositivo Energy Button es que es autoinstalable para cualquier usuario, no requiere espacio en el cuadro de control, ni manipulación de cableado, ni alimentación eléctrica, ni acceso internet, ni configuración WIFI y es compatible con todos los contadores electrónicos. Todas las familias y empresas pueden conocer y reducir sus facturas de electricidad.

## Energy Button, el primer Smart Energy Button monitoring del Mercado

En Cliensol Energy creemos que otro mundo es posible y vivir cómodamente, no significa que tengamos que utilizar la energía como si fuese un bien que nos pertenece. Apostamos por las energías renovables y sobre todo apostamos a que seamos entre todos más eficientes cuando consumimos energía. En Cliensol Energy llevamos más de 10 años creando soluciones de equipos y software de gestión energética con el objetivo de la reducción de los consumos de energía. Actualmente contamos con más de 3.000 clientes profesionales y hemos ofrecido más de 60.000 dispositivos al mercado nacional en diferentes proyectos energéticos. Nuestras soluciones están diseñadas y fabricadas en Europa, esto nos permite ofrecer un servicio 100% satisfactorio en cuanto a calidad y suministro de productos. Hemos desarrollado conjuntamente con nuestros partners la mejor calidad de productos, software y servicios energéticos para que nuestros clientes puedan estar tranquilos de que su proyecto de eficiencia energética tenga el éxito

garantizado 100%. El proyecto Energy Button ha sido creado por Oscar Sánchez, Ingeniero Electrónico e Informático y Máster en Energías renovables y Tomás García, CEO en Cliensol Energy, ambos profesionales en el sector de la eficiencia energética y las energías renovables con amplia trayectoria profesional.



Figura 2. Ejemplo instalación Energy Button.

Los dispositivos Energy Button acaban de salir al mercado y están disponibles a través de la página web [www.cliensol.es](http://www.cliensol.es). Está pensado para ayudar a las comercializadoras y profesionales en el ámbito de la eficiencia energética.

Está previsto para comienzo del 2019, salir al mercado con Energy Button a nivel internacional. Actualmente está siendo probado por varias empresas energéticas en Italia, donde obtiene un gran potencial de uso, pues el parque de contadores inteligentes está 100% desplegado.

El Energy Button es un monitor de energía con data logger bluetooth que registra los pulsos ópticos del contador electrónico de la compañía eléctrica y permite descubrir fácilmente cómo y cuándo se consume energía eléctrica. Un analizador eléctrico en la palma de la mano para optimizar la potencia a contratar, definir la tarifa que más se ajusta a cada consumo, compatible con cualquier contador electrónico de electricidad.



Figura 3. App Energy Button.



## Detalles de la información obtenida en la APP

Energy Button es el primer dispositivo del mercado que te dice exactamente qué potencia óptima se debe contratar en tu vivienda y empresa, mediante un exclusivo algoritmo “sensor button” basado en datos reales de consumo y desarrollado exclusivamente para el Energy Button, conseguimos conocer la curva de corte del contador e indicamos de forma precisa la potencia óptima para contratar con tu compañía comercializadora.

El Energy Button muestra el consumo en tiempo real y permite el análisis gráfico de los consumos históricos con un gran nivel de detalle en el dispositivo móvil. Toda esta información se obtiene del indicador de pulsos disponible en todos los contadores electrónicos. El Energy Button utiliza la tecnología Bluetooth 4.0 de bajo consumo para comunicarse directamente con un dispositivo móvil.

El Energy Button utiliza tecnología de bajo consumo que permite una autonomía que puede superar un año únicamente con la energía que proporciona una pila de botón, lo que ha permitido reducir significativamente sus dimensiones, eliminando cables y aparatos voluminosos presentes en otros equipos del mercado. Éste es un aspecto clave para facilitar la instalación del dispositivo en armarios y espacios limitados donde se encuentran los contadores y posibilitando la instalación por parte de cualquier consumidor sin necesidad de manipular cables eléctricos, tornillos o cajas de conexión.



Figura 4. Energy Button para todos los contadores de compañía.

Otro aspecto innovador es la comunicación directa con el dispositivo móvil del usuario lo que evita la necesidad de disponer de una red WIFI o conexiones por red de telefonía móvil. Esta comunicación directa con el móvil evita la necesidad de un servidor corporativo para almacenar los datos de los consumos energéticos, manteniendo en todo momento la privacidad de los datos en manos del usuario. Todo el procesado de la información energética se realiza en el propio dispositivo móvil, incluyendo un potente entorno gráfico para la análisis y visualización de los consumos. La utilización de los pulsos de los nuevos contadores eléctricos como fuente de información energética facilita la compatibilidad con la práctica totalidad de los contadores del mercado, además de obtener una precisión en la medida equivalente a la del propio contador certificado por la compañía.

Incorpora un algoritmo Sensor Button de tratamiento diferencial de las muestras de manera que el número de muestras es proporcional a la potencia consumida consiguiendo mayor precisión en la medida de la energía y optimizando la memoria disponible. Además la periodicidad de las muestras es totalmente configurable por el usuario pudiendo llegar a tomar varias muestras por segundo, lo que lo convierte también en una herramienta de análisis de las punta de consumo que pueden producir en el arranque los motores y otros dispositivos. La aplicación del móvil incorpora un algoritmo de cálculo de la potencia a contratar en base a los consumos históricos reales simulando el comportamiento del dispositivo de control de potencia que integran los contadores o los ICP. La aplicación móvil ideal para autoconsumo, pues la APP Energy Button también incorpora un algoritmo de cálculo que simula el aprovechamiento de la energía proveniente de una instalación fotovoltaica para autoconsumo. Nos

indica para la potencia fotovoltaica que configuremos qué parte de la energía autoconsumiríamos y qué parte cederemos o venderíamos a la red. Esta funcionalidad permite también simular diferentes potencias de generación fotovoltaica y analizar el resultado obtenido por el desplazamiento de los consumos a las horas de producción solar para maximizar el porcentaje de energía auto consumida. El diseño del hardware del dispositivo, el firmware y la app para el sistema Android han sido diseñados específicamente y exclusivamente para el producto Energy Button.

## Vídeo de instalación y uso

En el siguiente enlace mostramos el funcionamiento de la solución Energy Button: <https://youtu.be/j0kxcwAhdQ>



Figura 5. Captura de imagen del Vídeo de instalación y uso.

Esperamos que nuestra nueva solución Energy Button, aporte valor al sector energético y consiga que la monitorización de energía sea accesible a todas las familias y empresas. “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar” (Lord Kelvin).

# INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES EN UN SMART HOTEL EN LA VEGA SUR DE GRANADA

**Olivia Florencias-Oliveros**, Máster – Investigadora, Dpto. Ingeniería Automática, Electrónica y Arquitectura de Computadores, Universidad de Cádiz

**Aldo Esteban Florencias Puerto**, Ingeniero Eléctrico, DF-Duro Felguera

**Resumen:** La propuesta se centra en el desarrollo de un proyecto de monitorización y Nodo IoT de un nuevo hotel inteligente en la ciudad de Granada. A partir de este proyecto se propone un análisis de algunas de las principales líneas de investigación relacionadas con la monitorización de edificios inteligentes, concretamente en los hoteles. El proyecto integra diferentes sistemas IoT basados en la tecnología Libelium, con los cuales se plantean estrategias de monitorización tanto a nivel urbano como en el interior de la edificación. Además, el proyecto de monitorización para la nueva edificación inteligente incluye los requisitos para su consideración como nodo IoT según la Norma UNE 178104. Esta iniciativa de Smart Hotel se enmarca dentro de las necesidades de los destinos turísticos inteligentes y los retos que deberán asumir las ciudades futuras, Smart Cities.

**Palabras clave:** Smart City, Smart Buildings, Smart Hotel, IoT, Sensors, Building Information Modeling (BIM), Monitorización, Redes de Sensores, Ciclo de Vida de la Edificación (LCM), Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED)

## LA MONITORIZACIÓN EN LA SMART CITY

La ciudad inteligente (Smart City) demanda cada día más el uso de nuevas tecnologías basado en sistemas de monitorización que permitan evaluar variables sensibles, contrastar esta información con los sistemas a nivel de ciudad o distrito, y extraer la información que tanto gobierno, ciudadanía, clientes, empresas, demandan en el cada vez más complejo ecosistema digital [1].

El paradigma de Smart building basado en la “inteligencia” entendida como la capacidad de integrar nuevas tecnologías de monitorización en la edificación, permite expandir el concepto del edificio como un organismo vivo [1], adaptable al entorno de la Smart City, siendo capaz de comunicarse con la red, extraer información, llevando a cabo operaciones de control y de predicción. Se estima que para 2020, habrá más de veinticinco millones de dispositivos que se conectarán a través de comunicaciones inalámbricas [2]. Los sensores y actuadores contribuyen a garantizar un funcionamiento eficiente de los sistemas en la edificación reduciendo los costes operativos. La integración y procesado de la información de las edificaciones, ubicación, tipologías, número de ocupantes, entre mucha más información extraída de la monitorización mediante sensores optimizará la gestión de la Smart City fundamentada en el aprendizaje y un entorno cada vez más predictivo [3]. Sin embargo, la gestión de esta gran cantidad de datos provenientes de las redes de sensores, permitiendo hacer trazable la información e integrando diferentes tecnologías, sigue siendo el gran reto de investigadores y empresas [4].

Los investigadores se han centrado en proponer nuevas tecnologías relacionadas con la infraestructura de medición avanzada y medidores inteligentes que ayudan a resolver la inteligencia en los edificios y sus enlaces de comunicación con la empresa de servicios públicos. La reciente normativa, UNE 178104 [1], establece las bases sobre las cuales la edificación se erige como unidad funcional y de servicios dentro del contexto de la Smart Grid, en este caso se evalúan las prestaciones de los edificios inteligentes como Nodo IoT.

La monitorización inteligente es una estrategia tanto para el ahorro de energía como para el control automatizado del funcionamiento de los edificios y de muchos más parámetros que garanticen la eficiencia y eficacia durante todo el ciclo de vida de la edificación (LCM). En este sentido, el Building Information Modeling (BIM) ayuda a integrar la información del diseño inicial en el modelo del futuro edificio, ayuda en el mantenimiento y la toma de decisiones a partir de la información que proviene desde la fase de diseño. Algunos investigadores están proponiendo nuevos métodos para integrar BIM y la información proveniente de las redes de sensores para lograr diseños constructivos mucho más sostenibles y eficientes [5][6]. La introducción de información en tiempo real proveniente de los dispositivos de monitoreo es de gran utilidad para comparar con las variables más comunes generadas por el software en la fase de diseño: parámetros meteorológicos, información de contexto, número de usuarios y demás parámetros de interés.

Garantizar la trazabilidad de la información previamente concebida en el modelo BIM concretándose en soluciones que permitan realizar los diferentes proyectos de monitorización e integración de los dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) desde la fase de diseño, sigue siendo aún un reto en la Smart Grid [5].

Los bajos precios alcanzados por los componentes electrónicos en la última década han reducido el costo de los dispositivos de monitoreo. La continua evolución de las nuevas tecnologías, como los dispositivos electrónicos inteligentes (IED), los medidores inteligentes, el software y las telecomunicaciones, facilita cada vez más el acceso a los datos. Sin embargo, se debe seguir utilizando la instrumentación convencional, como los sistemas SCADA, los relés y los analizadores de calidad de energía añadiendo nuevos medidores inteligentes y desplegando nuevas funcionalidades en los edificios [7].

Existen diferentes soluciones de medición y monitoreo de bajo costo que ayudan a reducir el costo-beneficio de la medición inteligente en más y más edificios inteligentes. Es posible observar que cada vez es más frecuente el uso de redes inalámbricas *ad hoc* como Zig Bee o Wifi. Este tipo de red permite la adhesión de nuevos dispositivos, solo por estar en el rango de un nodo que ya pertenece a la red establecida. Este es un tema importante cuando tenemos que elegir el equipo de monitorización y la tecnología que se usará dentro de las funcionalidades de los edificios inteligentes. Algunos de los problemas más comunes para seleccionar la tecnología a emplear en los proyectos de edificios inteligentes pueden ser:

- Precisión de los sensores
- Selección de parámetros de medición (intervalos de tiempo especificados)
- Transferencia y almacenamiento de datos
- Consumo de los dispositivos
- Protocolos de comunicación
- Formatos de datos

Además, es de vital importancia la localización de los sensores [2], la calibración in situ de los sensores para operaciones de monitorización en tiempo real, evitando efectos tales como la redundancia de los sensores, determinando la calidad mínima de los sensores a emplear de acuerdo al número de ocupantes, equipos, tipo de local a monitorizar y demás cuestiones [3].

En el caso del proyecto de monitorización propuesto se abordan las soluciones de comunicación a través de la tecnología wifi y una plataforma de integración de la tecnología Libelium, dada la flexibilidad de dicha tecnología para integrarse en la edificación, solucionando muchas de las cuestiones que plantea la normativa para su concepción como Nodo IoT [1]: Conectividad y comunicaciones, almacenamiento, procesamiento de datos, sandboxes, dando la posibilidad de despliegue de aplicaciones de ciudad, seguridad del nodo tanto software como hardware, gestión y provisión de SW.

Los hoteles son infraestructuras que pueden estar potencialmente integradas en el contexto de la Smart City. En el caso de la propuesta, se plantea como un Nodo IoT inicialmente no conectado al sistema de la Smart City pero que en un futuro podrá integrarse a ésta, dado que ha sido concebido así desde la etapa de diseño. Además, en el caso de los hoteles que ofrecen servicios estos podrían conectarse con otras edificaciones de la misma empresa o tipología funcional.

## El Proyecto: Monitorización Hotel Carmen de la Vega

El solar se encuentra en la Calle Camino Real de los Neveros S/N, límite de la ciudad de Granada con la Vega Sur y la localidad de Huétor Vega. Nombre del Proyecto: El Carmen de la Vega.

El proyecto, constituye una oportunidad para intervenir en el deteriorado borde urbano de la Vega Sur de Granada. El emplazamiento del hotel redefine el skyline hacia la vega y el territorio metropolitano, dotando al conjunto de soluciones innovadoras tanto a nivel constructivo como tecnológico.

La propuesta surge de los condicionantes previos que responden a dotar a este espacio urbano de un equipamiento a nivel de ciudad, y las oportunidades de los elementos que componen el paisaje, así como el reto que supone en el programa un hotel inteligente que incorpore la integración de diferentes sistemas IoT basados en la tecnología Libelium. La estrategia de monitorización inteligente tiene un impacto significativo en todas las fases del ciclo de vida de la edificación, desde la optimización del diseño en la fase de proyecto, las operaciones de gestión y posteriormente,

en la fase de explotación, permite extraer información valiosa relativa a la experiencia de los ocupantes, que posteriormente servirá para generar nuevas soluciones y productos turísticos.

El hotel funciona como un edificio autosuficiente que se inserta en el solar mediante diferentes bloques funcionales resueltos con cubiertas verdes, con el objetivo de recuperar en lo posible la ladera y rescatar soluciones de la arquitectura tradicional granadina, la ciudad en ladera, a modo de un Carmen. Los espacios se adecúan a las necesidades de un hotel de categoría 4 estrellas, resuelto en 4 plantas. Se ponen en contraste los planos verdes de las cubiertas, a modo de cubiertas verdes ajardinadas, y el ritmo de las fachadas, con las diferentes torres que hacen las veces de espacios públicos, conectores de circulación vertical.

En las soluciones previstas para las diferentes zonas de la edificación, tanto estructuralmente, como materialmente, se ha optado por un sistema eficiente a efectos de reducir costes, tiempos de ejecución y almacenamiento. Refrescar de modo sostenible, sirviéndonos de la tierra como elemento fundamental del solar y los elementos constructivos. Se han utilizado elementos prefabricados y sistemas industriales para su montaje, evitando de este modo acabados innecesarios y resaltando la plasticidad de los materiales, terminaciones pétreas, en contraposición con el carácter flexible del conjunto. Es así como se minimizan los residuos y se reduce la afectación de las obras en el entorno.

El proyecto analiza las distintas soluciones de monitorización implementadas en el Smart Hotel, haciendo especial énfasis en el cumplimiento del proyecto de la nueva edificación inteligente para su consideración como un futuro nodo IoT según la Norma UNE 178104. Las soluciones a nivel del Proyecto comprenden toda la instalación de diferentes subsistemas de monitorización de acuerdo a variables que se quieren monitorizar tanto en el exterior como hacia el interior de la edificación.

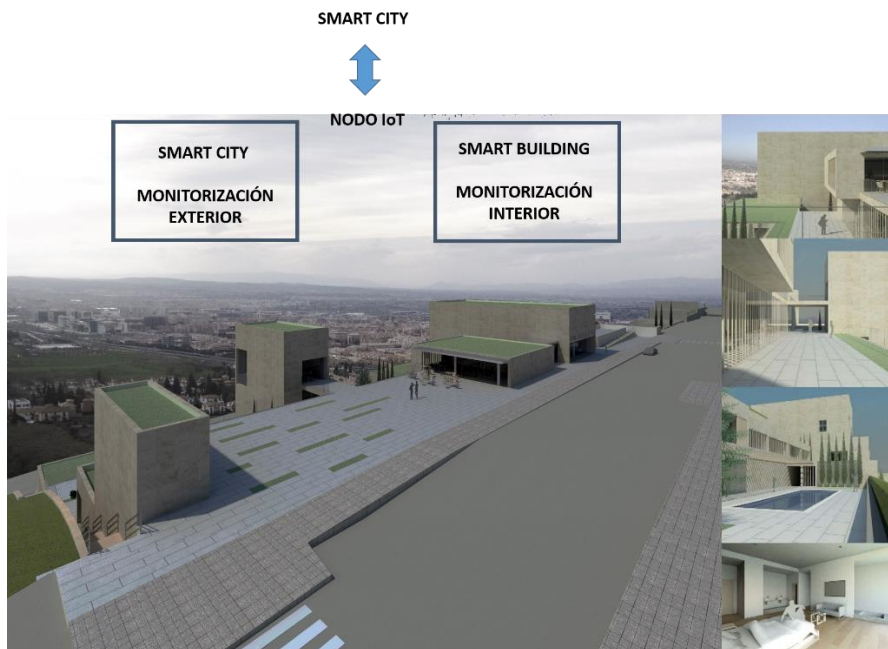


Figura 1. Diferentes escenas del Hotel Carmen de la Vega. Posible escenario futuro como nodo IoT según la Norma UNE 178104.

## Materiales y Métodos

La instalación constará de diversas plataformas de sensores Wasmote Plug & Sense! Conectadas al Meshlium IoT Gateway que estará ubicado en la zona del edificio central, bloque administrativo, en la zona de IoT en el interior del edificio (Figura 2).

Se monitorizan diversos parámetros tanto exteriores como interiores como pueden ser: sensores para monitorizar los niveles de ruido y controlar la contaminación acústica en el entorno. Además, se miden los niveles de contaminación con sensores de O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> y material particulado con sensores de medición polvo. A modo general, se controlan condiciones climáticas como la temperatura, la humedad o la presión.

Para el control de los espacios interiores se incorporan diversas soluciones como son: control de ambiente con sensores de luminosidad, Smart Parking para detectar las plazas disponibles u ocupadas en el parking, sistemas eficientes de calefacción, HVAC, demanda de energía, entre otros.

A continuación, se presenta la configuración de los equipos incluidos en el proyecto para la monitorización de las variables definidas en la fase de diseño.

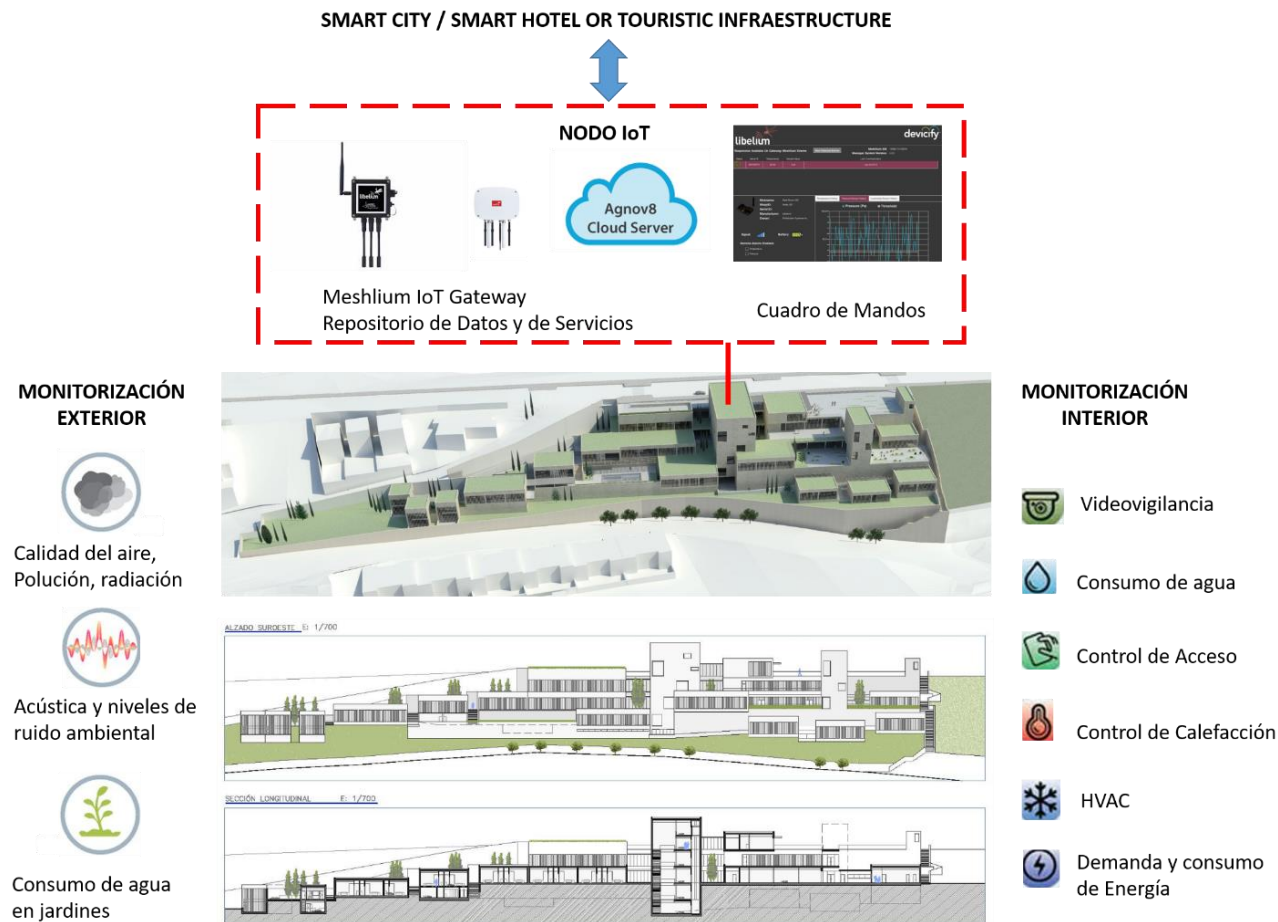


Figura 2. Distintas variables de monitorización.

La configuración de las soluciones Waspnote Plug and Sense incluyen: Smart cities, Smart Parking, Monitoreo de gases, calidad del agua Plug and Sense, cada una incluye sus sensores. La comunicación será a través de tecnologías de radio: 802.15.4 y WiFi, 4G. Además, se incluye la posibilidad de establecer una red futura con LoRaWAN. Los protocolos industriales empleados podrán ser: RS-485, 4-20 mA, Modbus, CAN Bus, Receptor GPS. La alimentación de los módulos localizados en el exterior será a través de energía solar, con paneles externos. Se empleará SDK de código abierto y API, Programación por aire (OTAP). Incluye una interfaz de programación gráfica e intuitiva: Programación Cloud Service, así como toma de SIM externa para modelos 4G.

En el caso del Meshlium, este incluye un multiprotocolo IoT gateway. Usa hasta 4 radios al mismo tiempo, con conectividad: Ethernet, WiFi, 4G, 802.15.4, RF 868/900, 8 GB de almacenamiento interno, Base de datos MySQL en marcha y funcionando, una Interfaz de administrador web. Los protocolos de seguridad (WPA-PSK / HTTPS). Además, la toma de SIM externa, receptor GPS.



## RESULTADOS

El objetivo final es proponer una solución integral que combine las soluciones de intervención de la arquitectura tradicional tanto a nivel urbanístico como a nivel de la edificación con otro tipo de soluciones de tipo tecnológicas, en la incorporación de una red de sensores que permita pronosticar, predecir y optimizar las distintas operaciones del hotel inteligente en la ciudad de Granada (Figura 3).

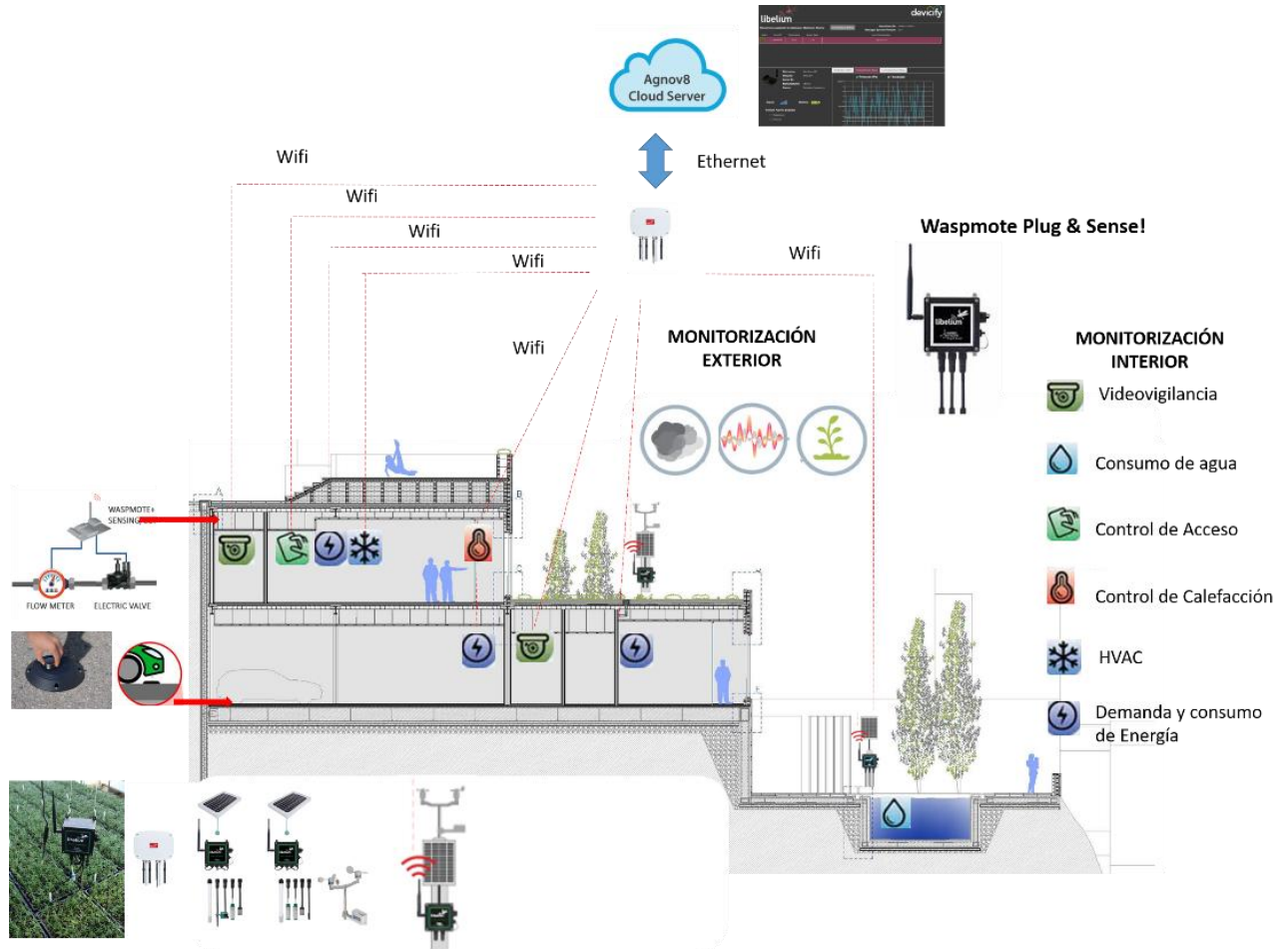


Figura 3. Arquitectura e Integración de distintos variables de monitorización en el Smart Hotel, basado en tecnología Libelium.

En concreto la red propuesta en el Smart Hotel incluye características que permitirán que el sistema sea:

- Capaz de interactuar con todos los elementos monitorizados en el interior del edificio: sensores, actuadores estableciendo medidas para los servicios básicos de control de variables, alarmas técnicas, sensores de infraestructura, etc.
- Capaz de interactuar con los sistemas y redes privadas del edificio.
- Capacidad para interactuar con el resto de los elementos de la ciudad, siempre que la empresa así lo acuerde con la administración correspondiente, ofreciendo servicios de monitorización de datos ambientales, así como de comportamientos de ocupación y demás variables relevantes en el sector turístico.

En general se destaca de la propuesta su capacidad de:

- Interoperabilidad, soportando distintas tecnologías, dispositivos y mecanismos de captura de información, así como estándares de comunicación, internos y externos.
- El sistema será capaz de operar a la misma vez múltiples dispositivos y servicios.

- El sistema es escalable, en cuanto que empleando la tecnología Libelium se podrán introducir nuevas soluciones modulares capaces de interactuar con la red sin tener que modificar la arquitectura del sistema.
- La tecnología empleada garantiza la seguridad y resiliencia del sistema de monitorización.
- En la fase de integración como Nodo IoT en la Smart City, se prevee que con esta tecnología el sistema será flexible pudiendo acometer acciones de recuperación ante los fallos que puedan afectar su disponibilidad. Además, integrado a la Smart City el nodo será extensible y dará soporte a nuevas necesidades.
- Se emplean protocolos abiertos y estandarizados que facilitan las comunicaciones y garantizan una fácil gestión y operaciones de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

La propuesta plantea el desarrollo del proyecto de monitorización del hotel inteligente, Hotel Carmen de la Vega. Se realiza un análisis de las cuestiones más relevantes y las posibles soluciones que debe acometer dicho proyecto para garantizar los requisitos de un Smart Building dentro de la Smart City. Los requisitos de nodo IoT según la Norma UNE 178104 se acometen mediante el uso de la tecnología Libelium y el planteamiento de una arquitectura de red que dé solución a diferentes subsistemas funcionales y de servicios como parte de la monitorización.

En el contexto de la Smart Grid se hace necesario gestionar cada vez más los datos provenientes de los sensores desde las etapas de diseño con mayor precisión mediante proyectos de monitorización, así como preveer la integración de éstos desde la fase de modelos BIM. Integrar la información que proviene de Internet of Things (IoT), sensores, con herramientas de modelado computacional tipo CAD son herramientas imprescindibles para lograr una mejor gestión del ciclo de vida (LCM) de los edificios en las redes de servicios públicos inteligentes.

## REFERENCIAS

- [1] Ciudades Inteligentes: Requisitos de los edificios inteligentes para su consideración como nodo IoT según la norma UNE 178108," 2017.
- [2] K. S. Cetin and Z. O'Neill, "Smart Meters and Smart Devices in Buildings: a Review of Recent Progress and Influence on Electricity Use and Peak Demand," *Curr. Sustain. Energy Reports*, 2017.
- [3] M. W. Ahmad, M. Mourshed, D. Mundow, M. Sisinni, and Y. Rezgui, "Building energy metering and environmental monitoring - A state-of-the-art review and directions for future research," *Energy and Buildings*. 2016.
- [4] D. X. Cheng, W. Golab, and P. A. S. Ward, "Efficient incremental smart grid data analytics," in *CEUR Workshop Proceedings*, 2016.
- [5] S. Habibi, "The promise of BIM for improving building performance," *Energy Build.*, 2017.
- [6] T. Gerrish, K. Ruikar, M. Cook, M. Johnson, M. Phillip, and C. Lowry, "BIM application to building energy performance visualisation and management Challenges and potential," *Energy Build.*, 2017.
- [7] P. Sieverts, X. Liu, and P. Sieverts Nielsen, "Streamlining Smart Meter Data Analytics," *APA*, 2018.
- [8] Libelium. <https://www.the-iot-marketplace.com/libelium-sparkster-smart-building-solution-kit> (última consulta 28 de febrero de 2019).

# ALFRED BUILDING: SOLUCIÓN PARA CONVERTIR UN EDIFICIO CONVENCIONAL EN UNO INTELIGENTE SIN EFECTUAR UNA OBRA

Daniel Batlle, Director de Marketing, Alfred Smart Systems

**Resumen:** Los edificios inteligentes aportan un gran retorno a la sociedad consiguiendo reducir el impacto medioambiental y, al mismo tiempo, mejorar el día a día de los usuarios. El parque inmobiliario español se compone en su gran mayoría de edificios convencionales, la transformación de estos edificios en inteligentes es uno de los grandes retos que encontramos. En esta Comunicación se demuestra, mediante dos casos reales, los beneficios y oportunidades que nos aporta el internet de las cosas para transformar un edificio convencional en un edificio inteligente. La optimización energética, el control de accesos combinado con la medición de los consumos o la monitorización de los espacios comunes y la actividad del edificio junto con la interconexión con servicios de terceros ayudan a minimizar el impacto en el medioambiente y en la mejora de la rentabilidad por m2 del edificio.

**Palabras clave:** IoT, Edificio Inteligente, Edificación, Domótica

## INTRODUCCIÓN

Según el Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC) los edificios representan un promedio del 41% del uso de energía del mundo. En España actualmente, según algunos estudios, existen 8.623.875 edificios solo contando los destinados a viviendas. Es por ello, que los edificios tienen un impacto muy significativo en el medio ambiente y esperar a la nueva construcción de edificios para reducir este impacto, significaría un cambio muy lento. Alfred consciente de ello ha diseñado una solución gracias al IoT que permite de una forma viable transformar un edificio convencional en uno inteligente.

A continuación, se describe un proyecto que está directamente relacionado con la transformación de una gestión inteligente mediante IoT y las ventajas que puede aportar a la edificación y a la vida cotidiana de las personas.

## ALFRED SMART TRANSFORMA UN EDIFICIO DEL AÑO 1950 EN INTELIGENTE

Los dos grandes objetivos por parte de la propiedad son claros, dar más valor al cliente final y rentabilizar mejor el m2 del edificio a la vez que mejoramos la eficiencia energética del edificio para tener el menor impacto medioambiental y bajar los costes operacionales del mismo.

Gracias a la conectividad y a la gestión en el Cloud del edificio Alfred Smart se da respuesta a estos dos objetivos: gestionando las zonas comunes con control de la iluminación y accesos por un lado, y además dar el control de todas las viviendas del edificio tanto para el inquilino como para el propietario del edificio.

El tercer reto planteado por la propiedad es que el edificio acababa de ser remodelado para dar un aspecto nuevo y con acabados de primera calidad, y por tanto todas las instalaciones se han saneado, pero como instalaciones convencionales, y con cuadros eléctricos en diferentes ubicaciones del edificio. No quieren realizar ninguna obra adicional.

Gracias a la tecnología IoT de Alfred Building esto no fue un problema ya que ubicamos un Gateway por cuadro eléctrico para su control eficiente en el *Cloud* de una forma centralizada. De esta forma no tuvimos que añadir instalaciones a las ya existentes y podemos tener la gestión lógica del edificio como un único elemento mientras los cuadros eléctricos físicamente se encuentran descentralizados.

En las zonas comunes del edificio fueron instalados diferentes Alfred Gateway Community que controlaban las líneas de iluminación, la climatización, la seguridad y los accesos a las zonas comunes del edificio. Por un lado, el edificio gracias a la sensorística implicada y actuación puede detectar las diferentes casuísticas y decidir si es necesario el encendido de la iluminación o el clima, según unas políticas de ahorro y unos horarios establecidos de la propiedad. La sensorística puede detectar el grado de lumens en las zonas comunes y la presencia de algún inquilino y proporcionar luz artificial o clima, según estos unos parámetros preestablecidos.

Gracias a la gestión de los accesos en las zonas comunes y al portal del edificio, los inquilinos pueden contratar servicios extras como acceso al *roof top* (Fig. 2) del edificio donde se encuentra una zona *chillout* con unas vistas impresionantes de la ciudad de Barcelona, por supuesto pagando un extra cada mes, lo que mejora la rentabilidad del edificio, por ejemplo a la vez que un registro de seguridad de quién accede y cuándo, ya que para la buena convivencia de la comunidad se establecen unos horarios, y gracias a los sensores de ruidos se pueden establecer unas alertas y notificaciones en caso de exceder los umbrales prestablecidos de contaminación acústica. El edificio además dispone de servicios de conserjería con taquillas y zona de aparcamiento para bicicletas que de la misma manera que el *roof top* son contratadas por el inquilino, y estas aparecen en la App de cada inquilino o no.

En cada una de las viviendas se incluyeron tecnología Smart Home de forma que la vivienda es controlada por el usuario final desde su *Smartphone* o simplemente utilizando la voz con los diferentes asistentes de voz, aunque en este caso concreto todas las viviendas fueron equipadas con el asistente de voz de Google, lo cual mejoraba la experiencia del usuario y aportaba más valor a los inquilinos, pudiendo disponer de una vivienda totalmente inteligente que optimizaba los consumos de energía cuando el inquilino no se encontraba en la vivienda.



Figura 1. Página web de promoción del edificio GM214.

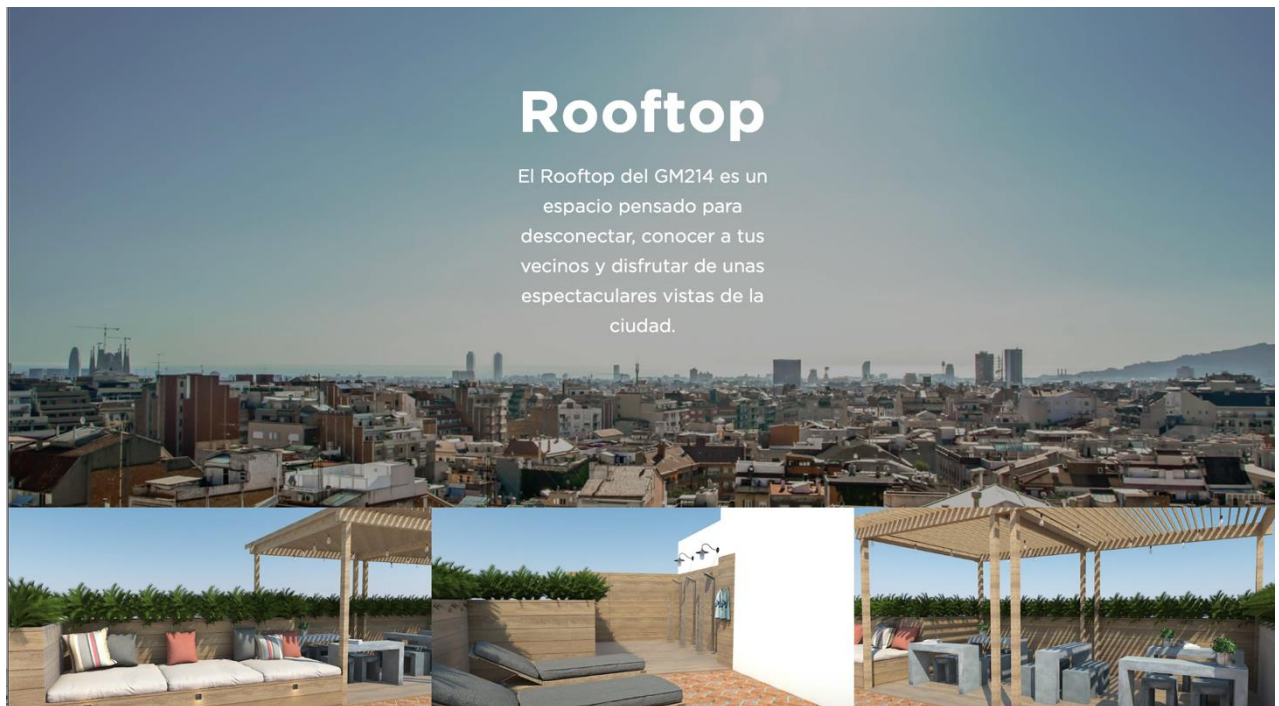
Cada vivienda consta de la gestión de iluminación regulable, climatización, sombreados, accesos y alarmas técnicas. Esto proporciona un valor adicional al inquilino que dispone de la posibilidad de controlar la vivienda de forma remota pero además a la propiedad en cuanto no dispone de un inquilino y se encuentra vacía. Pueden controlar los suministros desde el panel de control, asegurándose de estar apagados cuando no hay nadie en la vivienda y además mejorar la operativa de sus equipos de mantenimiento y comercialización. El equipo de mantenimiento puede acceder a las viviendas que lo necesiten en un momento determinado, sabiendo que no hay nadie en la vivienda respectiva y no molestan y puede tener un control en tiempo real de las incidencias, ya que, las alarmas técnicas de cada vivienda también les reporta a ellos no solo al inquilino. El equipo de comercialización en cambio puede acceder a cada vivienda sin tener que tener las llaves de cada puerta, lo que facilita la operativa diaria del equipo de comerciales. Además, gracias a la sensorística instalada la propiedad puede estar tranquila, que actúa a su vez como equipo de seguridad y reporta de cualquier intrusión no permitida a la vivienda.

Por último, se está estudiando de añadir la integración de los electrodomésticos dispuestos en las viviendas conectados a través de IP a cada Alfred Gateway. Esta integración permitiría tener un control del uso de estos electrodomésticos como un mantenimiento preventivo.

Por último, se incorporaron controladores de consumo energético en tiempo real por vivienda y por cada zona común para medir si la gestión inteligente por parte del sistema era la correcta y aplicar mejoras evolutivas a través de la experiencia y de las mediciones.

## PLAZOS DEL PROYECTO

La implantación de la tecnología Alfred Building se completó en menos de un mes de trabajo, lo que implicó la instalación de toda la sensorística y actuadores en cada una de las 29 viviendas y en 4 zonas comunes del edificio. En menos de un mes el edificio se transformó en un edificio inteligente con un control en remoto con un Panel de Control en Cloud que puede ser gestionado por diferentes perfiles de usuarios con diferentes permisos.



*Figura 2. Zonas Comunes del edificio como el Rooftop.*

## RESULTADOS

Los resultados que hemos visto al momento son que por un lado el mercado inmobiliario ha percibido la tecnología como un valor del cual se puede sacar una mayor rentabilidad del espacio m<sup>2</sup>. Aún no se han podido comparar los datos de consumo energético ya que no se ha cumplido un año entero con las diferencias de consumo estacionales, pero al menos viendo el interés suscitado y los aumentos en los precios del alquiler, el retorno de la inversión de la transformación en un edificio inteligente se dará en menos de un año, sin tener en cuenta aún los beneficios en los ahorros de costes directos de suministros e indirectos en la mejora de la operabilidad de los profesionales que actúan en el edificio para mantenerlo.

Gracias a la gestión inteligente del edificio la propiedad ha conseguido doblar la rentabilidad media de la vivienda en la zona según precio/m<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

Una de las conclusiones que nos planteamos al diseñar Alfred Building es que significa que un edificio sea inteligente. Para el equipo de Alfred Smart definimos que un edificio inteligente es aquel que mejora la rentabilidad del espacio al máximo en cualquier condición o situación de las siguientes maneras:

- Soluciones de valor con servicios adicionales
- Mejora de la experiencia de usuario aporta una mejor rentabilidad por la percepción del usuario
- La gestión ágil y eficaz de las posibles incidencias previenen de males mayores con costes altos asociados
- Mejoras evolutivas de la gestión del edificio a partir de las mediciones generadas por los controles de consumo

Cualquier edificio podría mejorar su rentabilidad y su impacto en el medioambiente en menos de un mes de tiempo en cuanto a implantación del sistema y sin necesidad de realizar una obra, lo cual hace el sistema mucho más atractivo para el mercado inmobiliario gracias a la tecnología IoT y retorno de la inversión a nivel económico en el mismo año.

## REFERENCIAS

- <https://www.arkiplus.com/impacto-ambiental-de-la-construccion-de-edificios/> (15 febrero 2019)
- <https://gm214.com> (15 febrero 2019)



## CONECTIVIDAD PROFESIONAL Y ESTANDARIZADA AL IOT CON KNX: UNA EXCELENTE OPORTUNIDAD PARA INTEGRADORES

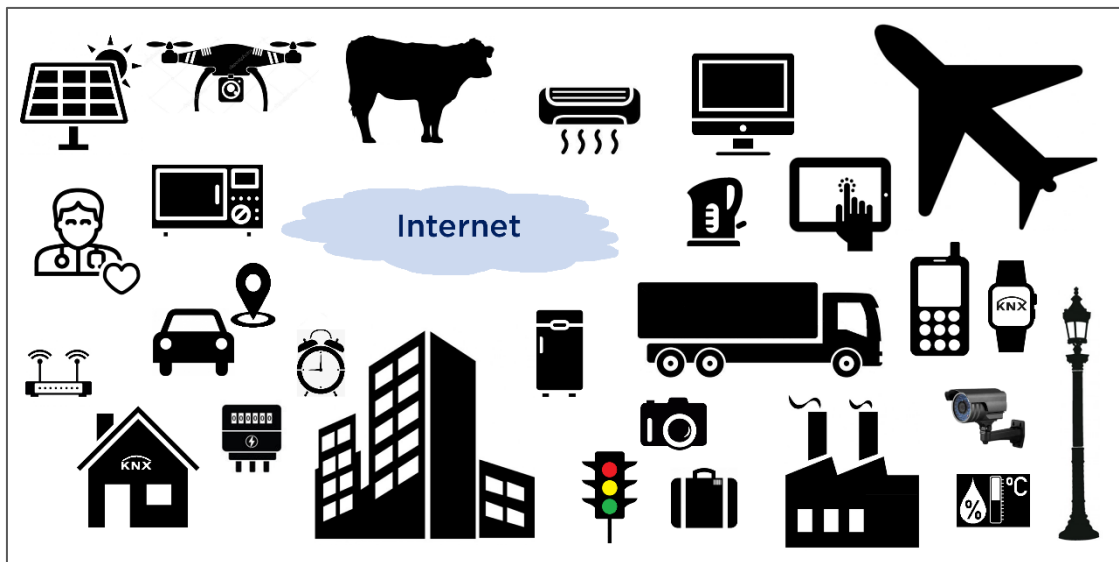
**Michael Sartor**, Ingeniero Industrial, Secretario Técnico, Asociación KNX España

**Resumen:** El Internet of Things (IoT) está omnipresente en nuestra vida cotidiana en múltiples facetas. Casi sin darnos cuenta, millones de “cosas” ya están conectadas a internet, y en muchísimos campos de aplicación (p.ej. salud, logística, vigilancia, movilidad, etc.). Los Smart Home y Smart Building no son, por supuesto, una excepción. Tener acceso a los diferentes dispositivos dentro de una vivienda o edificio abre un enorme abanico de nuevas oportunidades. Muchos sistemas de control y automatización ofrecen, en mayor o menor medida, soluciones para conectar una instalación domótica o inmótica a internet. Además, hay una gran cantidad de soluciones IoT que cubren aplicaciones aisladas. Pero cada sistema usa su propio protocolo de comunicación: una pesadilla tanto para los integradores de sistemas domóticos o inmóticos, pero también para los expertos IT que manejan la información en la nube y los que, por regla general, no conocen (y no tienen por qué conocer) esos protocolos. KNX ofrece desde hace más de una década soluciones para la conexión a internet. Pero la tecnología avanza, y KNX adapta constantemente su estándar mundial a esas nuevas y crecientes exigencias, con el fin de ofrecer al mercado soluciones profesionales y estandarizadas para una conectividad eficaz y segura de viviendas y edificios. Esta comunicación enumera los pasos que KNX ha dado y está dando para conseguir ese objetivo. También se muestran proyectos reales de instalaciones KNX con conectividad al IoT.

**Palabras clave:** KNX, Smart Home, Smart Building, IoT, Estándar, Conectividad, Semántica, Interoperabilidad, HBES

### INTRODUCCIÓN

El IoT es un hecho incuestionable. Millones de “cosas” ya están conectadas a internet, y en innumerables campos de aplicación, como p.ej. salud (atención a distancia de personas que requieren asistencia especial), logística (seguimiento de una flota de furgonetas de reparto), vigilancia (drones que avisan de incendios forestales e indican a los bomberos el mejor camino para extinguirlos), movilidad (los GPS de nuestros coches), y un larguísimo etcétera, sin olvidarnos de los smartphones, tablets, smart TVs, etc.



*Figura 1. Millones de “cosas” ya están conectadas a internet.*

Las viviendas y edificios no pueden (ni deben) quedarse al margen de esta evolución, ni como concepto global (p.ej. un edificio en su totalidad), ni los diferentes equipamientos individuales dentro de un inmueble. Dos ejemplos simples:

- Para conseguir la deseada “Smart City” con la máxima eficiencia energética posible, es imprescindible saber en cada momento tanto el consumo energético de cada uno de los edificios, así como la energía que está generando cada uno de ellos (sistemas fotovoltaicos, fachadas térmicas, etc.). De esa forma es posible “transferir” energía

sobranante de una zona de la ciudad hacia otra donde hay una mayor demanda, sin la necesidad de inyectar más energía a la red. Ello solo es posible si los edificios están interconectados entre sí. En este ejemplo interesa saber el consumo como “concepto global” del edificio.

- Para optimizar el consumo energético dentro de un complejo turístico es imprescindible saber qué consumidores (luces, calefacción, aire acondicionado, televisión, etc.) están conectados en cada uno de los apartamentos o habitaciones. Además, es importante saber, mediante los detectores de presencia, si hay personas o no. De esta forma se puede actuar a distancia sobre cada uno de los consumidores. En este ejemplo sería necesario tener acceso individualizado a varios (o quizás todos los) dispositivos que componen el sistema de control, independientemente si se trata de actuadores o sensores.

Para garantizar una alta confiabilidad y total interoperabilidad de los múltiples sistemas conectados a internet es importante disponer de una conectividad estandarizada, con un lenguaje que sea entendible para todos los actores que intervienen en el mundo del IoT.

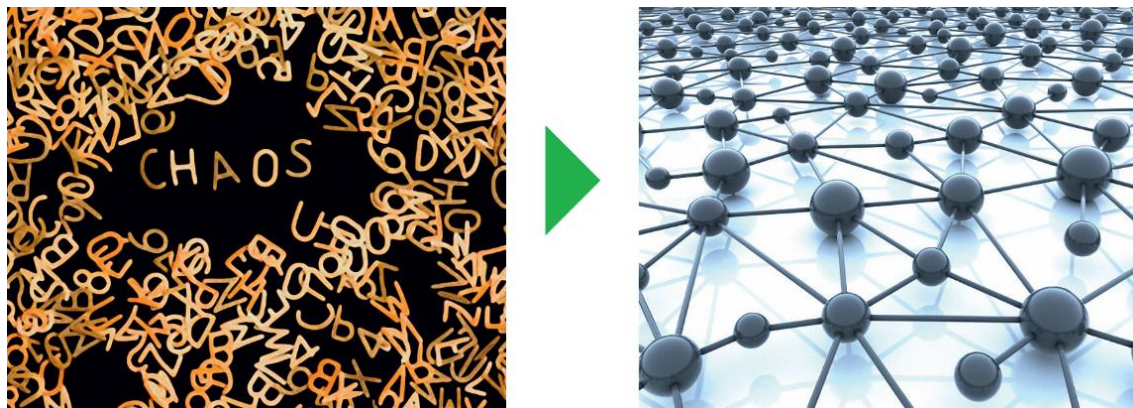


Figura 2. El caos de sistemas no interoperables frente a soluciones estandarizadas.

## ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE LOS SMART HOMES & BUILDINGS

### Las funcionalidades IoT van en aumento

Mientras más cala el concepto del IoT en los usuarios, más altos son los requisitos en concepto de automatización. El número de “cosas” que pueden estar conectadas a internet crece vertiginosamente. Este enorme flujo de datos será gestionado por el llamado ‘big data’. Dispositivos reaccionan en base a esa información, o esa información es usada para ofrecer nuevas funcionalidades. De esta manera, sirven a los usuarios de múltiples formas.

No obstante, para la conectividad de una vivienda (domótica) o edificio (inmótica) a internet hay varios aspectos a tener en cuenta:

- Las soluciones para aplicaciones únicas y específicas generan un escenario tecnológico complicado (p.ej. control mediante voz, persianas controladas por una App, etc.). La gran mayoría de esas soluciones no son interoperables entre sí.
- Hay un riesgo que la integración de servicios hechos a medida ya no funciona después de una actualización del software. Para la automatización de edificios es imperante garantizar una alta confiabilidad durante un período prolongado, pero ello no se puede garantizar con sistemas interoperables entre sí.
- La integración depende en ciertos casos de los servicios en la nube y es administrada por terceros, y por lo tanto fuera de control del usuario final, y adaptado a un modelo comercial particular.

### KNX significa interoperabilidad certificada, también para el IoT

Con casi 30 años de historia, KNX ha brindado soporte a largo plazo para soluciones de automatización en múltiples tipos de edificios: una trayectoria de éxito única. Basado en el estándar KNX, la automatización de edificios se puede implementar de manera confiable, interoperable y extensiva: los dispositivos de más de 480 fabricantes trabajan

juntos en un entorno distribuido y muy estable sin un solo punto de falla. El ecosistema KNX es físicamente fácil de instalar y lógicamente configurable con una sola herramienta, ETS.

Los fabricantes KNX ofrecen numerosas buenas soluciones para conectar KNX con sistemas de IoT. Sin embargo, la conexión a internet de estos productos, hoy por hoy, no está estandarizada, o está hecha a medida para cubrir casos de uso específicos. Por ello, KNX Association lanzó en 2016 la especificación de servicios web de KNX como un primer paso hacia la estandarización de la conexión a internet de gateways KNX IoT, para alinearla con los protocolos de servicios web existentes oBIX, OPC/UA y BACnet.

Como segundo paso en el proyecto KNX IoT, la KNX Association garantizará que los beneficios clave de KNX, es decir la interoperabilidad, la confiabilidad y la extensibilidad, estén disponibles también a nivel IoT. Adicionalmente, se aseguran con este paso también dos factores clave:

- Los integradores domóticos/inmóticos KNX seguirán usando la aprobada herramienta ETS para el control y la automatización de viviendas y edificios, estén éstos conectados a internet o no, sea de forma global o de forma individual por dispositivos.
- Los expertos IT podrán manejar la información generada en las viviendas y edificios sin la necesidad de conocer el protocolo KNX.

## LA CONTRIBUCIÓN DE KNX AL IOT

Para poder combinar y gestionar información de varias “cosas” con el fin de generar nuevas funcionalidades y soluciones coherentes, los siguientes elementos son puntos clave de la arquitectura del sistema KNX IoT:

### Semántica

Es crucial que:

- Los dispositivos se entiendan entre sí.
- Las personas entiendan qué servicios ofrece un dispositivo.

Comprender el significado de datos (= semántica) es indispensable para poder combinar funcionalidades, extraer información de esas funcionalidades, para crear así nuevas funcionalidades y servicios.

El sistema KNX actual lo permite al crear un proyecto mediante la herramienta ETS, basado en tipos de datos KNX estandarizados, para combinar diversos productos o funcionalidades. Para IoT es importante compartir esta información semántica con el mundo exterior al ecosistema KNX.

Semántica permite a dispositivos y servicios intercambiar información en diferentes niveles. Por ejemplo, un interruptor de pared puede actuar de forma directa sobre una luminaria, mientras que una App en un dispositivo móvil puede poner toda una vivienda en modo “Ausente”, actuando de forma indirecta sobre la misma luminaria. Es obvio que ambos, el interruptor de pared y la App, deben saber exactamente de qué luminaria se trata.

Semántica permite también abstraer detalles técnicos y así poder añadir valor añadido. Un ejemplo sería la orden “apaga la calefacción en todas las habitaciones donde está abierta la ventana”. Otro ejemplo sería “Oscurecer salón”, siendo en este caso los componentes dentro del sistema distribuido que deciden si reducen la luminosidad o bajan parcialmente las persianas.

“Linked data” es un método ya estandarizado y reconocido para compartir conocimiento semántico. Linked data es la tecnología de la web semántica, la llamada “web de las cosas”. KNX usa este estándar y ha creado, en base a esta tecnología, la ontología KNX IoT. Esta capa permite intercambiar información e interpretarla de forma unificada.

### Red troncal del IoT

El nuevo estándar “KNX IoT” permitirá realizar una red troncal (backbone) KNX sobre el cual se intercambia la información, y ofrecerá también servicios en la nube pre-parametrizados y listos para su uso.

Dado que la solución es estandarizada, será posible realizarla con diferentes componentes, en función de los requerimientos. Por ejemplo, usando un servidor en la nube diferente, una nube propia, hardware del internet público o una red propia, dispositivos locales, servidor propio del edificio, etc.

Esta libertad es importante para poder realizar casos de aplicación avanzados, beneficiándose de la ventaja de una alta disponibilidad y tolerancia de errores de la plataforma.

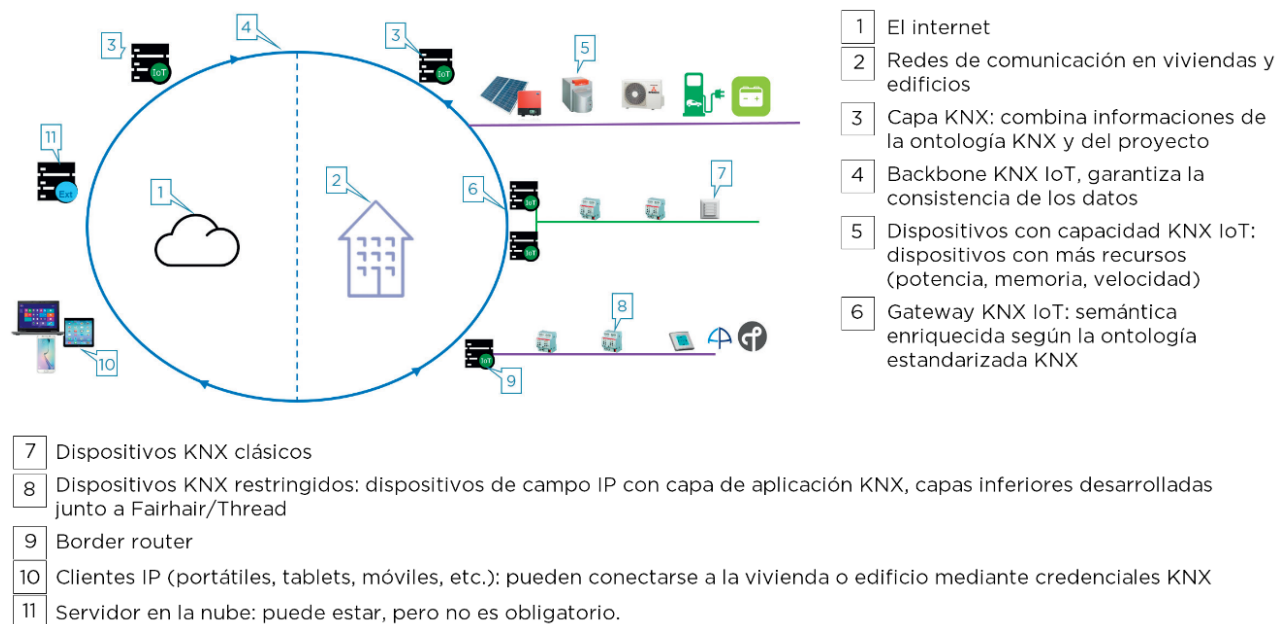


Figura 3. Red troncal IoT.

## Cooperación internacional

Para definir las especificaciones KNX IoT, KNX Association trabaja conjuntamente con el consorcio industrial Thread Group. El objetivo de esta cooperación es la definición de un marco común, único y seguro para la automatización de edificios, que pueda cubrir los requisitos de múltiples soluciones en el campo de la automatización de edificios.



Figura 4. KNX Association colabora con Thread Group para definir una conexión a IoT segura.

La tecnología del Grupo THREAD puede ampliar instalaciones KNX clásicas con un bus de campo IPv6, permitiendo a los dispositivos restringidos intercambiar datos KNX estandarizados en la red inalámbrica Thread, detrás del border router Thread, haciendo así la conexión con el mundo KNX clásico.

## EJEMPLOS DE PROYECTOS REALES

### Oficinas de la empresa +Espacio

Mediante KNX y la conectividad a IoT se han implementado las siguientes funciones: Control por voz de estores, luces, sistema de sonido, climatización, llamada a escenas, grupos de luces o estores, etc. Timbre de llamada de puerta, sirena alarma de intrusión, humo o inundación, sonidos de notificación a través de los altavoces del sistema de sonido multiroom. Activación de radios y listas de reproducción mediante voz. Envío de eventos en tiempo real de temperaturas, apertura de puertas, estado de sensores, etc. Si se detecta que ha entrado en la zona de la oficina mediante la ubicación del móvil se enciende la luz RGB a un determinado color y activa el sistema de climatización. Fuente: [www.masespacio.eu](http://www.masespacio.eu).



Figura 5. Control IoT en las oficinas de +Spacio.

## Promoción de 22 viviendas conectadas a IoT

En este proyecto de 22 viviendas para la promotora Inbisa se usa el control por voz, a través de los servicios de Google Home gracias a la certificación IoT concedida por Google a Ingenium para todas sus líneas de producto, entre las que se incluye la gama BES KNX. Se ha realizado la integración de todo el sistema de control BES KNX, incluido un videoportero Smile de Fermax. Todo esto permite al usuario realizar un control tanto local como remoto de su vivienda, así como la gestión y creación de escenas de usuario, permitiendo incluso realizar temporizaciones de esas escenas, facilitando a los clientes ejecutar escenas siguiendo un calendario creado por ellos mismos. Todo ello editable desde las APPs móviles. Fuente: [www.besknx.com](http://www.besknx.com).



Figura 6. Google Home para el control de la vivienda.

## Nuevas oficinas Domingo Alonso Group, Canarias

Las oficinas ya contaban con una instalación de automatización total mediante KNX, como p.ej. el control de los estores motorizados mediante sensores de presencia y luminosidad, abriéndolos para aprovechamiento de luz natural y cerrándolos evitando molestias a ciertas horas del día con umbrales de luminosidad. También incluye una medición de los consumos eléctricos, así como el control de clima total en despachos y zonas comunes. Estas instalaciones se ampliaron con la integración de un control de voz con Alexa, mediante la pasarela de ProKNX, en la que cualquier orden se le da mediante voz sin tener que interactuar el usuario con ningún elemento físico, y sin tener que desplazarse, más que “pedirlo”. Funciones de control de luces, de control de clima, y de control de los elementos ubicados en los enchufes. Fuente: [www.serconint.com](http://www.serconint.com).



Figura 7. Integración del control por voz.

## CONCLUSIÓN

La conectividad de las instalaciones KNX a internet son una realidad desde hace más de una década. Numerosos proyectos realizados así lo demuestran. Con la solución “KNX IoT” se traslada la interoperabilidad estandarizada también al mundo IoT, y se aseguran varios aspectos importantes, entre los que se pueden destacar:

- Para realizar proyectos de control y automatización en viviendas y edificios, los integradores KNX seguirán usando la herramienta ETS con todas sus múltiples ventajas y virtudes.
- La conectividad al IoT se realizará desde el propio ETS, de forma fácil y estandarizada, facilitando así que integradores que no sean expertos IT puedan realizar estos proyectos.
- Se reducirán barreras para acceder a una instalación KNX como parte del Internet de las Cosas, poniendo así el ecosistema KNX actual a disposición de los expertos en IT, sin que tengan que conocer los detalles del protocolo KNX.

La solución KNX IoT se define en colaboración con fabricantes KNX líderes e iniciativas de normalización internacionales (como Thread Group). KNX también está trabajando en un estudio de factibilidad para validar las soluciones.

El uso riguroso de estándares asegura que el valor de los dispositivos KNX se incremente y que se pueda garantizar el soporte a largo plazo en un mundo de IoT en constante cambio. KNX tiene la ventaja de tener una amplia y establecida base, que permite aprovechar su reconocida competencia y dilatada experiencia e integrar KNX con éxito en Internet of Things. Con esta solución se abren muchas oportunidades de nuevos (o mejorados) servicios, tanto para los integradores domóticos / inmóticos, así como los expertos IT que manejan la información en la nube.



# APLICACIÓN DEL INTERNET OF THINGS EN EL SERVICIO DE FACILITY MANAGEMENT EN BBVA

Iván Gómez Muñoz, Energy Operations Leader, CBRE GWS para BBVA

**Resumen:** El portfolio de instalaciones de BBVA es complejo en si mismo tanto por su tamaño como por las diferentes características de sus inmuebles. Por ello, para llevar a éxito el servicio de Facility Management en dicho portfolio, es necesario una transformación de los procesos de gestión de las instalaciones. Esto ha sido posible a través de la aplicación de las técnicas analíticas asociadas al Big Data, integrando la actividad de las unidades de Mantenimiento, Operación y Gestión Energética. Esta transformación conlleva el uso de nuevas herramientas de analítica edificatoria que gracias al Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT) nos permiten estar cada vez más cerca del Condition Based Maintenance (CBM) o mantenimiento a demanda. En la comunicación se mostrará la aplicación de las herramientas FDD&V (Fault Detection, Diagnosis and Valuation) como respuesta al reto del Big Data en la monitorización de las instalaciones.

**Palabras clave:** IoT, Big Data, Facility Management, Analítica Edificatoria, Monitorización, Gestión Energética, Mantenimiento, FDD&V, Condition Based Maintenance

## INTRODUCCIÓN

Cuando se encara un proyecto de facility management para un cliente como BBVA, se encuentra un reto digno de tener en cuenta. En primer lugar, por el volumen de las instalaciones a gestionar: un parque de aproximadamente 3.000 oficinas bancarias y más de 50 edificios a lo que hay que sumar el hándicap de la dispersión geográfica por todo el territorio nacional. Esto implica una deslocalización en el servicio que dificulta las posibilidades de concentrar esfuerzos, a no ser que se cuente con la conectividad de la red. Por supuesto, todo ello debe realizarse con un objetivo claro de mejora continua y ahorro económico en la actividad. Además, la preocupación creciente por el impacto de nuestra actividad en el medioambiente obliga a la inclusión de la gestión energética como uno de los ejes cada vez más importantes en la gestión de las instalaciones.

Tampoco se puede ser ajeno a la transformación continua existente en las organizaciones con la llegada del mundo digital y la sensorización de las cosas. Esto aplica a todo tipo de actividad, desde realizar deporte con dispositivos que nos muestran recorridos, velocidades, pulsaciones, etc., hasta obtener recomendaciones para visitar galerías de arte según el gusto demostrado por cada uno en visitas anteriores.

En este escenario, la gestión técnica de las instalaciones no se podía quedar fuera de la cuarta revolución industrial del internet de las cosas y los edificios, equipos y espacios, cuentan cada vez con más sensores interconectados con la red que nos “deberían ayudar” a manejarlos más eficientemente.

## EL RETO

### Planteamiento

Una vez reconocido el reto, se trata de plantear una solución que sirva para cumplir los objetivos marcados contractualmente y resuelva la problemática de gestionar entornos cada vez más complejos. Para tener una idea más exacta del problema, se indica a continuación como experiencia, el caso de la sede de BBVA situada en el barrio madrileño de Las Tablas. Esta verdadera Ciudad BBVA se extiende más de 114.000 m<sup>2</sup> organizados alrededor de una gran plaza en donde se sitúa una torre vertical conocida como “La Vela” y siete edificios horizontales correspondientes a los siete continentes: Oceanía, Asia, África, Europa, América del Norte y América del Sur. Alberga varios Restaurantes, Auditorio, Sala de prensa, CPDs, Business Center, etc. y aloja en su interior a más de 6.000 empleados. Además, la sede cuenta con un Centro Deportivo, un Centro Médico enfocado a la fisioterapia y rehabilitación y una Escuela Infantil.

El equipo de operación del complejo maneja del orden de 150.000 señales que monitorizan en tiempo real el estado de todos los equipos, así como las condiciones ambientales interiores y las de la meteorología exterior. Una auténtica definición de Big Data en cuanto al volumen de datos a gestionar, la variedad de los mismos y la velocidad a la que se reciben (tiempo real).

El personal de mantenimiento a su vez, recibe del orden de 35.000 órdenes de trabajo al año. Esto supone una media de más de 100 órdenes diarias para atender distintas necesidades de forma que se garantice la continuidad en el negocio y el confort de los usuarios.

Con todo ello, el complejo presenta un consumo energético de 30 GWh anuales o lo que es lo mismo, el equivalente a un barrio de 3.000 viviendas. Este consumo se encuentra monitorizado a través de un esquema de submedida de analizadores eléctricos y térmicos de más de 500 unidades.

Evidentemente para la gestión de tal cantidad de datos y necesidades es necesario contar con herramientas que nos ayuden a manejar la situación. De esta forma, el equipo de operación cuenta con un BMS (Building Management System) que proporciona el control de los equipos e instalaciones de manera centralizada. El equipo de mantenimiento cuenta con un GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador) para poder recibir, atender y realizar seguimiento de todas las órdenes recibidas. Y el equipo de energía, cuenta con un EMS (Energy Management System) que permite asignar consumos, identificar tendencias y detectar valores de energía fuera de rango con la información proporcionada por los contadores instalados.

No obstante, aunque la actividad de estas tres unidades está íntimamente relacionada según el triángulo de la figura 1, habitualmente trabajan de forma independiente. Esto es debido a que muchas veces, los objetivos de las unidades no se alinean de forma precisa y cada equipo tiende a enfocar únicamente las situaciones desde su punto de vista.

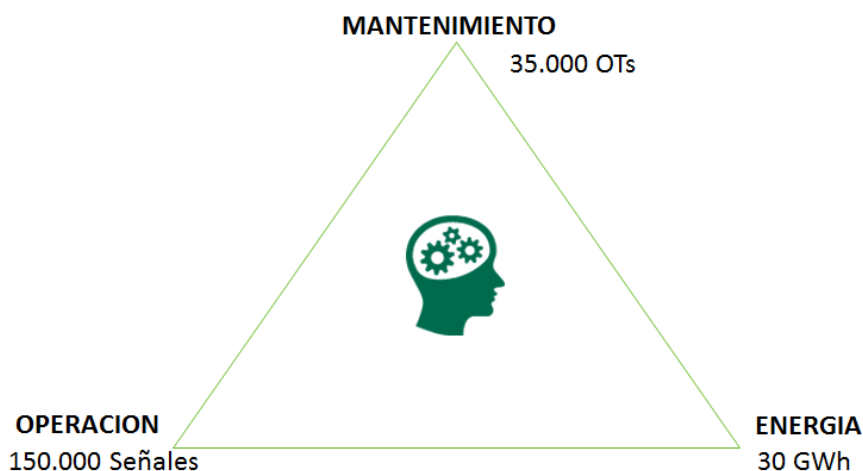


Figura 1. Situación inicial del reto.

## Solución

Pero las tres unidades realmente están más íntimamente relacionadas de lo que parece. Esto es fácil de entender cuando lo vemos en un caso concreto. Por ejemplo, en una instalación de climatización mediante fancoils. Un mantenimiento eficiente de los equipos de distribución de agua con un equilibrado hidráulico correcto de la instalación y una vigilancia de las válvulas y ventiladores, permite que los equipos trabajen de una forma más holgada en su punto óptimo, lo que se traduce siempre en un menor consumo energético. De la misma manera, una acción de contención desde el punto de vista energético en el uso de los termostatos que controlan dichos fancoils, limitando las temperaturas de consigna de los mismos, evitará que arranquen y paren constantemente en función de los cambios de la misma. Esto permite incrementar su vida útil y por tanto reducir las necesidades de mantenimiento correctivo. Por último, este funcionamiento más suave de la instalación evitará que el ambiente sufra variaciones bruscas de corrientes de aire frías o calientes según las circunstancias de arranques y paradas, lo que minimizará las quejas de confort y por tanto la actividad de equipo de operación de las instalaciones.

Por ello, en vez de entender el escenario como un triángulo con los 3 equipos relacionados entre sí, pero en las esquinas del mismo, la solución pasa por integrar las actividades unificándolas con un objetivo común. Esto añade una nueva dimensión al escenario que debe ser cubierta con un cambio en la cultura operacional de las instalaciones. En esta dimensión aparece el concepto de Condition Based Maintenance (CBM) o mantenimiento basado en la evidencia.

Este concepto consiste en descargar a las unidades de mantenimiento de toda actividad que no esté justificada desde un punto de vista objetivo, es decir, realizar el mantenimiento necesario según los equipos lo requieren. Pero para ello es necesario contar con las herramientas que nos permitan conocer en todo momento, no sólo la situación de nuestros equipos, sino su interacción con el resto de elementos de la instalación.

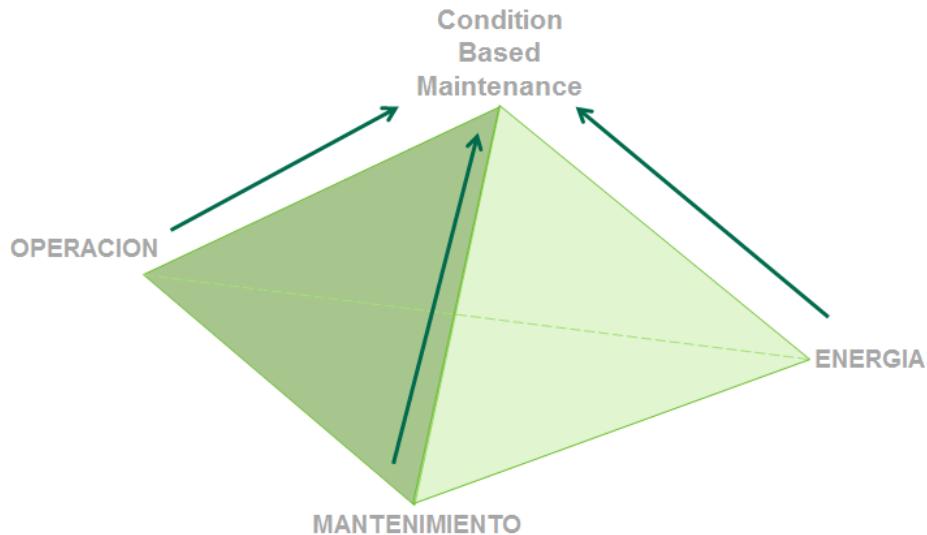


Figura 2. Integración de equipos en el CBM.

En este punto, es donde el internet de las cosas (IoT) ha sido fundamental para cubrir esta necesidad. Las posibilidades de sensorizar los equipos y condiciones, así como la conectividad de los mismos, nos permiten disponer de toda la información necesaria para conocer el estado de los mismos y su influencia en el resto.

## EL IOT INTEGRADO EN EL FM

Como se ha comentado anteriormente, la única manera de poder afrontar la gestión de este tipo de instalaciones es mediante herramientas. Imprescindibles y ampliamente extendidas se encuentran tanto los BMS como los GMAO como instrumentos para el día a día de la gestión de los edificios. A estas se unen los EMS como ayuda para la gestión energética de las instalaciones.

Sin embargo, lo que ha permitido la transformación del servicio, unificando las tres actividades de operación/control, mantenimiento y gestión energética es la aparición de las herramientas de analítica edificatoria: Fault Detection, Diagnosis and Valuation (FDD&V). Estas herramientas, surgen gracias al IoT y aprovechan el Big Data existente en los edificios mencionados anteriormente. Se trata de softwares que aprovechan gran parte de la información contenida en los BMS de forma que son capaces, mediante reglas lógicas y algoritmos, de detectar comportamientos anómalos en las instalaciones. Sus siglas corresponden a la Detección, Diagnóstico y Evaluación de Incidencias.

La sensorización y monitorización de los equipos proporcionan ingentes cantidades de señales: estados de funcionamiento, velocidades, % aperturas, temperaturas, consignas, etc. La programación de los controladores de los equipos, permite hacer que funcionen de forma “lógica” según los valores que adoptan estas señales. Los supervisores añaden a esto la correcta interacción entre los equipos que conforman una instalación, y de esta forma se constituye un BMS. Pero en el tiempo real de la operación de las instalaciones, perdemos la posibilidad de realizar ciertos tipos de análisis que incluyen la variable temporal para determinar comportamientos repetitivos del estilo: si este evento se produce tres veces en 15 minutos, cuando además el estado de este elemento es uno específico, entonces es que está sucediendo algo no deseado. Es este potencial el que incluye el FDD&V.

El FDD&V se nutre de la base de datos que historiza los valores de los sensores y señales existentes en la instalación.

Lo que tratan las reglas de los FDD&V es precisamente analizar de forma automática el comportamiento de los equipos en su horizonte temporal y su interacción con otros de manera que se puedan detectar desviaciones o incidencias. Las

reglas se aplican a diferentes niveles de la instalación lo que ayuda a integrar a las tres unidades implicadas en la gestión de las instalaciones. Se pueden agrupar en cuatro grandes categorías:

## Consumos

Existe un grupo de reglas orientadas a realizar un seguimiento de consumos de forma similar a los EMS mencionados en las que, de una forma automática, se buscan anomalías. Por ejemplo:

- Errores en la jerarquía de mediciones comparando consumos en agrupaciones de diferentes espacios o instalaciones con los equipos que los constituyen
- Errores de instalación de contadores que proporcionan valores incoherentes
- Consumos anormalmente bajos según su histórico
- Consumos anormalmente altos puntualmente
- Consumos anormalmente altos en base temporal (semanal, diario, mensual)
- Consumos anómalos según benchmarking existente
- Consumos fuera de la línea base de consumo ajustada a las condiciones del momento
- Etc.

## Equipos

En cuanto empezamos a programar algoritmos en equipos, empieza a incrementarse el potencial de la herramienta ya que nos permite detectar situaciones que desde el BMS es más complejo de conseguir. Algunos ejemplos acerca de las reglas asignadas a equipos son los siguientes:

- Salto térmico bajo en producción de frío o calor
- Temperaturas de impulsión superiores a retorno en enfriadoras
- Temperaturas de retorno demasiado altas en enfriadoras
- Ineficiencias entre circuitos primarios y secundarios
- Deficiencias en el uso de los recuperadores
- Baja eficiencia en ventiladores de climatizadores
- Etc.

## Instalaciones

En este apartado es donde se maximiza el potencial de la herramienta ya que somos capaces de relacionar comportamientos entre equipos y detectar interacciones no deseadas. Esto resulta en reglas aparentemente sencillas en su concepto, pero extremadamente valiosas en su análisis, ya que permiten diagnosticar los problemas de forma objetiva y así poder plantear las soluciones más adecuadas. Ejemplos de este tipo de reglas son:

- No se alcanza la consigna tras un determinado periodo de tiempo
- Existencia de consignas opuestas (calor-frío-calor)
- Temperaturas fuera del rango de confort establecido
- Inadecuación de consignas según condiciones exteriores
- Descoordinación alumbrado-climatización
- Estados compresor vs ventilador
- Etc.

## Calidad

Este tipo de reglas, aunque no parecen de aplicación directa como las anteriores en la mejora de la gestión, son las que permiten establecer la base de calidad necesaria para que la interpretación de los valores sea la correcta. En este grupo existen reglas del tipo:

- Lectura errónea de sensor
- Delta entre valores fuera de rango
- Valor de señal congelada
- Fallo en registro histórico
- Sensor oscilante

Todas estas reglas están en continua aplicación en las instalaciones de forma que, en el momento que se cumple alguna de ellas, la herramienta detecta la incidencia, también llamada “spark”. En los casos en los que tenemos un spark activo, se nos muestra la información relacionada con él con lo que además de detectar la situación anómala, nos permite diagnosticar el problema. Con una correcta asignación de costes operativos/energéticos de los elementos afectados, podremos evaluar el coste que está provocando dicha situación.

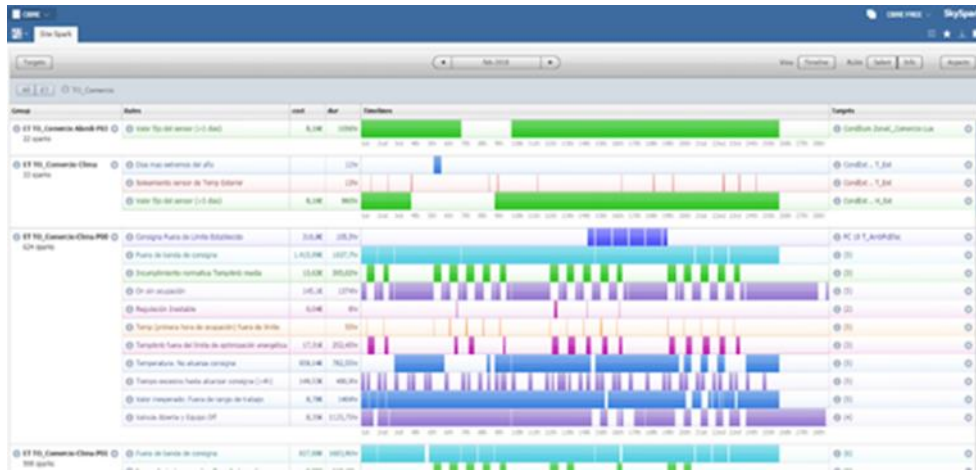


Figura 3. Ejemplo de visualización de sparks en un edificio.

Pero detectar, diagnosticar y evaluar ineficiencias no es el objetivo final. Es la herramienta que permite tomar las decisiones adecuadas para conseguir el óptimo en la operación de las instalaciones desde los tres puntos comentados: operación/control, mantenimiento y gestión energética. De ahí la importancia de la integración de estos equipos y del uso de estas herramientas como nexo de unión de los mismos.

De esta manera, una regla que nos esté indicando que las temperaturas ambientes están fuera de rango en ciertos periodos, en los que además no existe actividad ya que no figura ocupación, nos detecta y diagnostica una situación ineficiente. Además, nos podrá valorar cuánto nos está costando dicha situación cada vez que se produce. Pero lo más importante es que nos da toda la información para poder evaluar la conveniencia de modificar la programación del sistema de climatización para que la instalación trabaje por demanda térmica, en vez de por horarios, de forma que se ajuste el funcionamiento a la necesidad real.

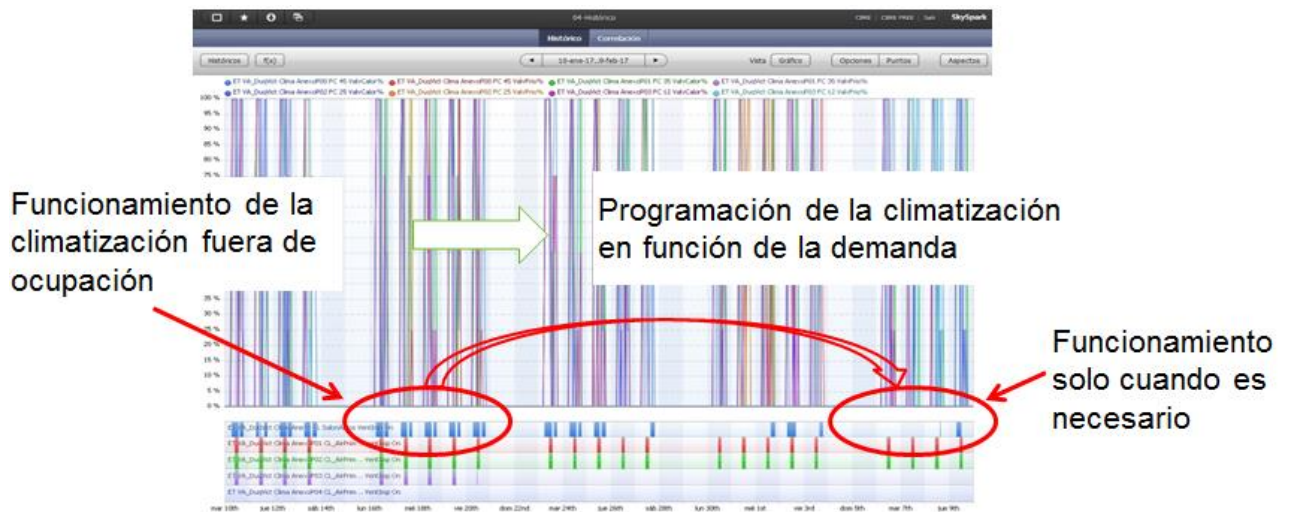


Figura 4. Resultado de analítica edificatoria mediante el empleo de herramientas FDD&V.

La gran ventaja de programar las reglas es que una vez definidas para determinados equipos o instalaciones, existe la posibilidad de aplicarlas a cualquier otro edificio con solo conectarlo a la herramienta. De esta forma, lo aprendido o descubierto en un sitio, es totalmente extrapolable a cualquier otro que esté conectado. Las reglas además de servir para identificar potenciales ahorros energéticos y económicos, nos permiten tener vigilado el edificio para mantener el desempeño óptimo de sus instalaciones.

Este tipo de reglas se diferencian de las alarmas que podemos configurar en los sistemas BMS y EMS tradicionales, en que tratan de adelantarse en el tiempo a las circunstancias que provocan la alarma. En el momento en el que se produce una alarma nos vemos obligados a actuar inmediatamente, es decir, la aparición de una alarma provoca una reacción inmediata para contrarrestar una situación. El fundamento de la analítica edificatoria es que en ese momento ya llegamos tarde. El verdadero óptimo se encuentra en adelantarnos a la situación que produce la alarma. Este adelantamiento en el tiempo nos proporcionará varios beneficios:

1. Ahorro energético/económico al identificar la desviación de un funcionamiento respecto al óptimo.
2. Ahorro económico al identificar una situación previa al fallo. De esta forma se tendrá margen para acometer la corrección cuando “queramos” y no cuando obligue la aparición de la alarma. Así se podrá planificar y asignar los recursos de manera más eficiente.
3. Ahorro operacional al disminuir el número de incidencias. No se permite llegar a situaciones no deseadas.
4. Mejora de servicio al cliente al asegurar un funcionamiento óptimo. Se disminuye el consumo energético, se aumenta la vida útil de los equipos, se mejora el confort de los usuarios y se objetivan las situaciones para la toma de decisiones adecuada.

## CONCLUSIONES

La lección aprendida tras la experiencia comentada se puede resumir de la siguiente manera:

- El Facility Management no es ajeno a la cuarta revolución industrial del IoT y debe sumarse al proceso de digitalización.
- La gestión energética no es un añadido sino parte fundamental del desempeño en la gestión de instalaciones.
- La base del éxito es la integración de equipos: operación-mantenimiento-eficiencia energética.
- La transparencia en el servicio es una máxima que beneficia a todos. Los datos permiten objetivar las situaciones y tomar las decisiones adecuadas.
- El Condition Based Maintenance es la manera más adecuada para eficientar los procesos de mantenimiento.
- Las herramientas FDD&V son el aglutinador de todos los puntos anteriores.

## AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación no habría sido posible sin el trabajo conjunto de los profesionales que integran el equipo de Energy Management de CBRE GWS en BBVA, Esther Sabater, Ramon Sevillano y Eva Colinas, las aportaciones siempre oportunas de Iván Navarro, la sabiduría y la excelencia en la analítica edificatoria de Jose González, Juan Conejos y María Veiga de Sistol, la estrecha colaboración de Arturo Paniagua y su equipo responsable del mantenimiento de CBRE GWS en BBVA y el apoyo y confianza de Tomás Galiano como Global Account Leader de CBRE GWS para BBVA, así como del resto de compañeros integrantes en el equipo de Facility Management que desarrolla CBRE GWS para BBVA.

También agradecer especialmente al equipo de inmuebles de BBVA por ser pioneros en permitir integrar, dentro de su actividad, la innovación que supone este tipo de herramientas.



# PROYECTO SMART CAMPUS EN LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS: IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM Y TECNOLOGÍAS IOT PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LOS ACTIVOS INMOBILIARIOS

Javier Orellana Sanz, Director Técnico UNEFE, Universidad Rey Juan Carlos

José Miguel Luna López, Responsable de Desarrollo, Grupo Enerdex

María del Prado Díaz de Mera, Doctor Ingeniero Industrial, Profesor Colaborador, URJC

**Resumen:** Este proyecto, alineado con el enfoque de otras universidades europeas, pretende ser pionero en España. Llevado a cabo internamente, con la participación de diferentes grados de ciencias e ingeniería y bajo la coordinación de la Unidad de Eficiencia Energética de esta Universidad, desarrolla, a través de 9 proyectos de aplicación, los 5 pilares básicos en los que se fundamenta este Smart Campus: 1 - Digitalización de los edificios existentes con metodología BIM orientado a la explotación de los activos; 2 - Desarrollo e implantación de dispositivos IoT para la modelización de los edificios; 3 - Tratamiento de los datos recogidos con técnicas de Big Data; 4 - Visualización avanzada e interacción con las instalaciones a través de la RA - IA y; 5 - Soporte con las normas ya implantadas, ISO 50001, y en proceso de implantación, ISO 55001.

**Palabras clave:** Smart Campus, BIM, IoT, Modelo Digital, Gestión Activos, ISO 55000

## INTRODUCCIÓN

La URJC cuenta con aproximadamente 50 edificios e instalaciones, con una superficie total construida de más de 315.000 m<sup>2</sup> que prestan servicio diariamente a más de 50.000 personas.

La implantación y certificación en el año 2014 de la ISO 50001:2011 (*Sistemas de Gestión de la Energía*) y sus posteriores auditorías, han puesto de manifiesto deficiencias significativas relacionadas con la información gráfica y documental de los activos físicos que podrían afectar a la toma de decisiones críticas sobre su explotación y gestión eficiente. La principal, es su dispersión y falta de homogeneidad, que provoca que no esté siempre actualizada, en la mayoría de los casos no sea intercambiable, esté en múltiples formatos o incluso no exista.

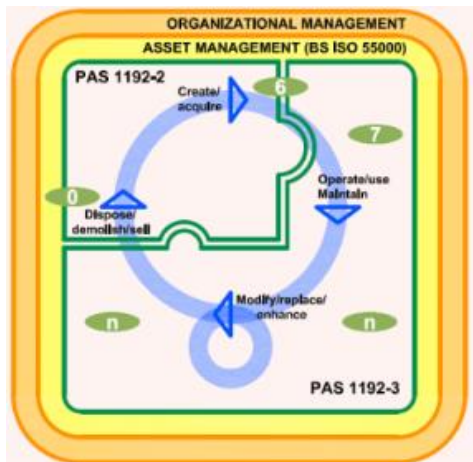


Figura 1. Relación entre la norma ISO55000 y la PAS 1192-2/3.

Esto llevó a reflexionar sobre la oportunidad de implantar un nuevo sistema certificable y reconocido internacionalmente que permitiera, por una parte, ayudar en la gestión de la ISO 50001 y de otra, realizar una administración más eficiente del conjunto de los activos físicos actuales y futuros de la Universidad. La decisión adoptada fue fundamentarse en un modelo basado en la norma UNE-ISO 55001:2015 *Gestión de activos – Requisitos*, y las normas británicas PAS 1192 (Figura 1 – procedente de la PAS 1192) [1], por su estrecha relación con la propia ISO 55000 y su convergencia con las futuras normas UNE-ISO 19650 [2], en lo relativo a la utilización de la metodología BIM.

Se busca con todo ello, integrar en modelos digitales toda esa información para conseguir que sea única, fiable, que esté siempre disponible y actualizada y en un formato abierto e intercambiable con el resto de los sistemas de la organización.

Además de la propia gestión gráfica y documental de los activos, es absolutamente necesario considerar el comportamiento de los ocupantes y su influencia en el funcionamiento de los edificios, y en especial en el sistema de climatización. Uno de los mayores problemas en la gestión de edificios es la falta de información coherente con el parámetro que se desea controlar y en la cantidad suficiente que permita aplicar técnicas de análisis consistentes. Cabe señalar que, en el diseño de un nuevo edificio o instalación, la simulación es una herramienta válida y necesaria, pero en un activo existente, la medición real es el único camino para la gestión eficiente.

Existen varios problemas que impiden explotar eficientemente los edificios en la Universidad. De una parte, la falta de registro histórico de las variables principales que afectan al confort (temperatura operativa, humedad, calidad de aire,

etc.) y de otra, la medida de otros parámetros de gran influencia como son la presencia o el aforo entre otros. La incorporación de nuevos elementos de medición y control necesarios para suplir estas carencias a menudo es difícil técnicamente o exigen una elevada inversión derivada de su instalación.

La posibilidad actual de desarrollar sensores y actuadores autónomos de bajo coste, capaces de comunicarse de forma inalámbrica e interactuar entre ellos dentro del ámbito del IoT y la aplicación de tecnologías de la información como BIM, Realidad Aumentada (RA), Inteligencia Artificial (IA) o Blockchain, entre otras, están creando una nueva forma de concebir la gestión y explotación de edificios y la mejora del rendimiento de sus instalaciones.

Desde el punto de vista de la Universidad, estas experiencias están aportando, además de la evidente mejora en el uso de los recursos públicos, una importante actividad docente y formativa, acorde a las necesidades más actuales del mercado, y una transferencia de conocimiento a la sociedad en general.

## PROYECTO PILOTO

Por todo lo expuesto en el punto anterior, en el año 2018 se inicia un proyecto muy ambicioso orientado a conseguir un verdadero Smart Campus, impulsado por la Unidad de Eficiencia Energética (UNEFE) de la Universidad Rey Juan Carlos y por la inminente aprobación de la Cátedra Smart-E<sup>2</sup>. Este proyecto piloto se dividió en dos grandes fases:

- Fase I: Consistía en realizar un modelo digital de un edificio administrativo utilizando la metodología BIM, incorporando en él la información más importante existente en las bases de datos de activos de la Universidad.
- Fase II: En esta segunda fase se modelaría digitalmente otro edificio, este dedicado a docencia, y se incorporarían dispositivos inalámbricos IoT, diseñados exprofeso, para registrar simultáneamente diversos parámetros vinculados con la calidad ambiental y el comportamiento del usuario. Los datos resultantes se utilizarían para realizar un análisis sobre futuras estrategias de gestión de las instalaciones. En esta fase también se desarrollarían interfaces gráficos específicos para mostrar la información en función del tipo de usuario final de los datos.

### Fase I

Este proyecto comenzó a mediados del año 2018 y centró su aplicación en el edificio de Gestión del campus de Móstoles, edificio que por su tamaño y uso lo hacía muy adecuado para su implementación.

El edificio de Gestión es un edificio de tres plantas, sótano, baja y primera con una superficie construida de 1.967 m<sup>2</sup>. Está destinado a servicios administrativos del campus con una zona de atención al público en planta baja y con despachos y salas de reuniones en planta baja y primera.

La información de partida en ese momento consistía en una serie de planos en CAD separados por disciplinas: arquitectura, estructura e instalaciones. A esto habría que añadir el libro del edificio actualizado a fecha de octubre de 2017 y la documentación correspondiente a la certificación energética.

Como vemos es una información habitual, o incluso bastante completa a priori, y apta como punto de partida para su aplicación a un sistema de gestión de activos. A pesar de todo esto, se decidió, como parte de la metodología de trabajo, verificar el contenido de la información, sobre todo la gráfica, para comprobar su exactitud y si el edificio había sufrido variaciones desde el año 2006, fecha de su última actualización. Lo mismo se hizo con la información contenida en el libro del edificio, programa de mantenimiento GMAO, etc.

El resultado de este análisis reflejó que la realidad del edificio, a fecha actual, no se correspondía con la información gráfica de los planos ni con la información disponible de los activos (espacios, instalaciones, mobiliario, etc.), ya que se habían producido diversas modificaciones de implantación que no estaban reflejadas en ellos. Todo ello condujo a relativizar la información gráfica disponible y realizar un trabajo de campo específico para obtener un modelo BIM del edificio.

### Fase II

En esta segunda fase, iniciada a comienzos de este año 2019, se pretende analizar la capacidad de un edificio para proporcionar el confort térmico requerido normativamente y vincular este resultado a su desempeño energético para, en función de su resultado, estudiar posibles estrategias de optimización. Con este fin se eligió el Aulario I de Fuenlabrada. Un edificio de 7.414 m<sup>2</sup> construidos con 16 aulas y 21 laboratorios audiovisuales totalmente equipados.

Esta fase se ha subdividido en dos partes. La primera, el modelado digital del edificio como en el caso del edificio de Móstoles y la segunda en el diseño e implementación de una sensorización específica para el edificio. Dado que la intención es analizar el bienestar térmico, sobre todo de las zonas con mayor ocupación habitual, aulas fundamentalmente, se hizo necesario en primer lugar contar con equipos de captación de datos adecuados al tipo de medición requerida. Dos son los parámetros necesarios para poder modelizar el funcionamiento cotidiano de estos recintos. Por una parte, los parámetros ambientales: Temperatura operativa, humedad relativa y nivel de CO<sub>2</sub> definidos por el RITE en sus IT 1.1.4.1, IT 1.1.4.2 y UNE-EN ISO 7730:2006; y por otra, la ocupación real de dichos espacios tanto en número de personas como en tiempo.

Estos dispositivos debían cumplir, además, con una serie de características tanto técnicas como operativas y ser además de bajo coste.

## METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología y finalidad de la digitalización de los dos edificios, el objeto último de este proyecto es llegar a un AIM (*Asset Information Model*) de acuerdo al flujo de información propuesto por la PAS 1192:3, que guarda estrecha relación con la actual ISO 19650:1, con el fin de servir como elemento integrante del sistema de gestión de activos.

En la Figura 2 (procedente de la PAS 1192) se observa el vínculo entre el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) de la ISO 55001, el OIR (*Organizational Information Requirements*), y el AIR (*Asset Information Requirements*) que constituyen entradas al AIM y que definirán a la postre el contenido de la estructura del mismo.

Es decir, el modelado BIM en la gestión de activos requiere de una importante labor previa en la definición de requisitos y conocimiento de la organización a la que vaya a estar destinada, que deberá estar previamente definida antes de iniciar el trabajo. En este sentido fueron múltiples las reuniones mantenidas con todos los responsables de la cartera de activos que iban a estar incluidos dentro del alcance del sistema.

Respecto a la parte operativa del modelado indicar que se hizo mediante un sistema mixto: escaneado laser por nube de puntos y trabajo manual de campo para el levantamiento de planos de arquitectura. Respecto a las instalaciones (climatización, electricidad, datos, y PCI), todo el trabajo fue manual al estar una parte importante encima de un falso techo practicable. De este trabajo surgieron seis modelos por disciplinas: arquitectura, climatización, electricidad, fontanería, informática y mobiliario con más de 2.500 objetos representados.

En lo que respecta a la sensorización, partiendo de los requisitos establecidos por la normativa mencionada se hizo una prospección de mercado buscando algún dispositivo que se ajustara a los requerimientos previstos:

- Sensor de temperatura seca del aire. Rango: -40º C a 80º C; Precisión: ±0,5º C
- Sensor de humedad relativa. Rango: 0%-100%; Precisión: ±2-5%
- Sensor de temperatura media radiante. Rango temperatura: 0º C a 50º C; Precisión: ±0,5º C
- Sensor CO<sub>2</sub>. Rango: 0 ~ 1000 ppm; Precisión: ± (50 ppm + 3% de lectura)
- Presión atmosférica. Rango: 300 ~ 1100 hPa Precisión ± 1,5hPa

Junto a estas especificaciones se establecieron una serie de requisitos ligados a la operatividad como:

- Sistema con alimentación autónoma de alta duración. (>1,5 años)
- Posibilidad de instalación tanto en paramentos verticales como horizontales
- Garantizar un flujo estable de los datos enviados
- Posibilidad de reseteo remoto en caso de bloqueo del controlador

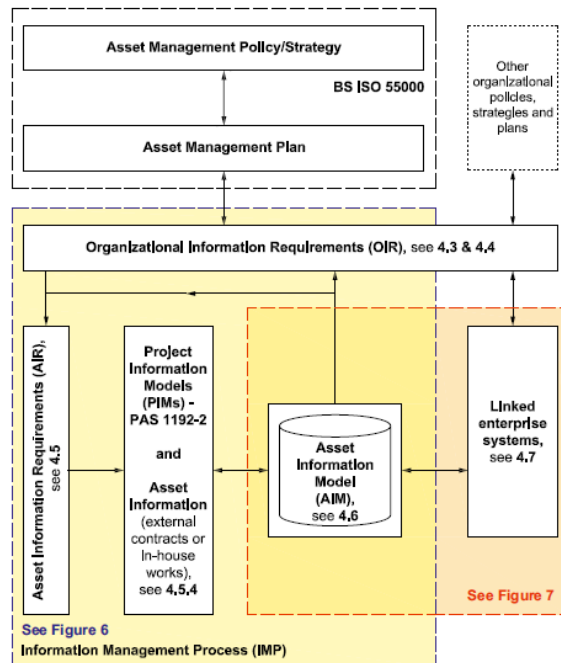


Figura 2. Mapa del proceso de información de activos de alto nivel.

Al no encontrar ningún dispositivo que se ajustara plenamente a estos requisitos, se decidió por un desarrollo interno. El diseño correspondió a la Unidad de Eficiencia Energética de la Universidad (UNEFE) y su realización material al Dpto. de Teoría de la señal de la E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación.

Para la selección de componentes y materiales se utilizó una matriz de restricciones con objeto de determinar el grado en el que los requerimientos establecidos podrían penalizar el desarrollo del prototipo para establecer una clasificación de mayor a menor, con relación a éstos. El requisito de autonomía, ligado fundamentalmente al consumo inherente de los componentes, resultó ser el crítico y sobre el que había que centrar la atención. Fijado un periodo de autonomía mínimo, se determinó el consumo medio máximo diario del dispositivo en su conjunto. A partir de ahí, se particularizó para cada uno de los componentes, teniendo en cuenta las restricciones propias relativas a las condiciones de funcionamiento. De todo ello se determinó un patrón de funcionamiento basado en la frecuencia y tiempo de muestreo máximo del dispositivo.

Una vez realizado el prototipo, actualmente se está iniciando la fase de pruebas. Los valores registrados en una base de datos junto con los datos de ocupación servirán para realizar un análisis del comportamiento del edificio y permitirá actuar sobre el sistema de control para optimizar su funcionamiento.

Respecto a los parámetros de ocupación y aforo, se está utilizando la red wifi y las conexiones de los usuarios para determinar con una precisión adecuada el aforo de las salas y de esa manera vincularla con los otros parámetros ambientales del espacio a monitorizar.

## RESULTADOS

### Metodología BIM aplicada a la Gestión de Activos

El modelo BIM del Edificio de Gestión del campus de Móstoles, resultante de la metodología anterior, es el que se muestra en la Figura 3 y en formato video, en el enlace siguiente: <https://www.urjc.es/todas-las-noticias-de-actualidad/3817-la-urjc-ya-cuenta-con-su-primer-edificio-bim>.

Como se ha comentado, el resultado final de este trabajo es conseguir un AIM como parte integrante de la estructura del sistema de gestión de activos. Este es en realidad un repositorio de información dentro del cual está incluido no sólo el modelo BIM 3D generado, sino toda la información que se ha podido reunir relacionada con los activos como pueden ser el libro del edificio, las especificaciones de fabricante, garantías, etc.



Figura 3. Modelo BIM del Edificio Gestión de Móstoles.

Finalmente quedaría establecer el vínculo con los programas operativos que actualmente están en uso dentro de la Universidad.

En la actualidad, existen ocho sistemas que están relacionados con el núcleo de la información del AIM: OCU para inventariado general; System Center para el sistema de microinformática; LAPA para el sistema de infraestructura de red; GIM para Gestión de Mantenimiento; un programa específico de reserva de espacios; y un EMS para monitorización energética y, otro, BMS para el control de instalaciones.

Todos ellos constituyen el ecosistema del sistema empresarial de la organización (Figura 4).

Para permitir crear un AIM de explotación, se ha diseñado una base de datos relacional, que constituye la base de este AIM, en el que, por una parte, se ha establecido una conexión con el modelo BIM y por otra, se han establecido vínculos con la información no permanente de cada uno de los sistemas citados.

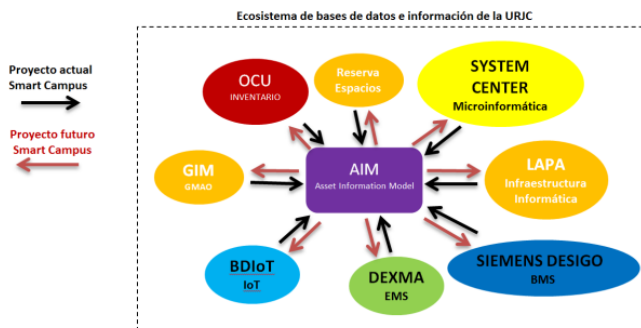


Figura 4. Ecosistema bases de datos e información de la URJC.

Con esta configuración, y a través de una aplicación cliente-servidor como el ejemplo de la Figura 5, es posible disponer de:

- El modelo tridimensional y la ubicación física de todos los activos considerados dentro del Plan Estratégico de Gestión de Activos
- Información de los parámetros generales de los activos
- Información técnico legal, manuales de operación y mantenimiento
- Información relativa al uso y desempeño de los activos incluidos en el GMAO



Figura 5. Interface de usuario para gestión de modelos y activos.

Se está procediendo igualmente a integrar la información referente a los dispositivos IoT para su visualización dentro del modelo 3D. Estas interfaces están siendo desarrolladas a través de proyectos formativos en colaboración con el grado de informática de esta Universidad.

## Tecnología IoT desarrollada

El resultado final ha sido un prototipo (Figura 6) que actualmente está siendo validado operativamente. Se ha instalado uno en fase de pruebas en un local para evaluar el efecto de la ubicación en el resultado de las medidas, habida cuenta que la temperatura operativa se ve claramente influenciada por aspectos como la velocidad del aire o la proximidad de fuentes de calor.

En cuanto a sus características básicas cabe citar:

- Fuente de alimentación: Baterías Li-ion 3,7V de 9800mAh.
- Sensores de temperatura ambiental y humedad relativa: Sensor de circuito integrado CMOS con convertidor analógico-digital, procesador de señal e interfaz de comunicación basado en el protocolo I2C.
- Sensor CO<sub>2</sub>: Sensor con tecnología NDIR (infrarrojo no dispersivo) de bajo consumo con microprocesador e interfaz de comunicación UART.
- Sensor temperatura operativa: Para este caso se tomó como punto de partida el paper *"The globe thermometer in comfort and environmental studies in buildings"* [3] en el que se hace una justificación teórico-técnica del desarrollo de un dispositivo para la medición de la temperatura media radiante (TMR) con un dispositivo de bajo coste.
- Sensor presión atmosférica: Sensor con tecnología piezo-resistiva de alta precisión y protocolo I2C.
- Electrónica de transmisión: El sistema se basa en una electrónica de desarrollo interno con conectividad Wifi 802.11 b/g/n 2.4GHz.



Figura 6. Prototipo dispositivo IoT.

Todos los datos captados por la sonda son enviados a una base de datos donde se almacenan para luego su posterior procesado. Esta fase está todavía en desarrollo para la cual se está implementando un sistema que permita el análisis mediante computación cognitiva para poder crear un modelo de comportamiento real de la instalación y del edificio. En próximas etapas se estudiará la integración de esta información como bucle de control del BMS.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El primer resultado de esta experiencia es que este sistema ha permitido crear canales para compartir información entre departamentos de forma transparente para los usuarios, por lo que no ha obligado a modificar sustancialmente procedimientos internos, aspecto que siempre es complicado de llevar a cabo en especial en la administración pública. Lógicamente, el tener ya implantada la ISO 50001 supuso una ayuda importante al involucrar a la organización en aspectos como el liderazgo, concienciación, política y roles, aspectos que son compartidos con la ISO 55001. De igual manera la figura de un BIM Manager integrado en el equipo ISO 50001 e ISO 55001 es fundamental ya que no solo se

ha demostrado necesario a la hora de encargarse de controlar los flujos de información y validación, sino también de apoyar a todas las partes interesadas en su relación con el mantenimiento y mejora del sistema.

Este proyecto está mostrando un hecho importante. A pesar de los inconvenientes de tratar con edificios existentes, de más de 20 años de antigüedad, con carencias documentales y limitación de recursos, cuando el foco se pone en el usuario final y sus necesidades, entendiéndolo que el sistema debe estar al servicio del usuario y no al revés, los resultados que se obtienen, aún a pequeña escala, son francamente alentadores.

Por otra parte, la sensorización propuesta en este proyecto, y los próximos desarrollos en los que se están trabajando: aplicaciones para geo-localizar activos dentro de los edificios mediante BLE, y sistemas BFWS (Battery-Free Wireless Sensors), el uso de gafas de realidad aumentada para apoyo a las tareas de mantenimiento, etc. están abriendo un interesante campo de líneas de investigación y desarrollo que pronto se espera obtengan resultados.

En definitiva, los beneficios han sido múltiples y para todos los servicios de la Universidad:

- **Gestión y Mantenimiento de Instalaciones:** Disponer de toda la información de los edificios en modelos digitales permite agilizar los procesos, optimizar los recursos y mejorar el confort de los usuarios.
- **Gestión de Activos:** Los modelos digitales incorporan los activos de la universidad. Desde mobiliario hasta equipos informáticos, pasando por equipos de climatización, iluminación, incendios, etc.
- **Eficiencia Energética:** Modelización de los edificios a partir de datos reales y simulación de medidas de mejora energética.
- **Docencia:** Formar a alumnos en nuevas tecnologías que les permitan salir al mundo laboral con una formación acorde con las demandas del mercado. Aporta múltiples posibilidades de TFGs y TFMs. La sala de realidad virtual (Sala CAVE) permite a los alumnos interactuar con los modelos. Ver vídeo en link <https://www.youtube.com/watch?v=1jBk8UGgBKY>
- **Gestión de Espacios:** Los responsables podrán optimizar los espacios disponibles a través del modelo digital, los cuales estarán categorizados según sus características.
- **Certificaciones:** Esta metodología está muy relacionada con Normas Internacionales como la ISO 50001 – Sistema de Gestión de la Energía, y la ISO 55001 – Gestión de Activos.

## REFERENCIAS

- [1] BSI, 2014, PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. BSI Standards Limited 2014.
- [2] ISO, 2018, ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling -- Part 1: Concepts and principles. <https://www.iso.org/> 2019.
- [3] Aparicio, Pablo et. al, 2015, The globe thermometer in comfort and environmental studies in buildings. Revista de la Construcción [online]. 2016, vol.15, n.3, pp.57-66.



# TECNOLOGÍAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RESPUESTA A LA DEMANDA EN EDIFICIOS INTELIGENTES: DESDE EL CONTROL HASTA EL BLOCKCHAIN

**Juan Manuel Espeche**, Gerente de Innovación, R2M Solution Spain

**Iván Aranda**, Gerente de Proyectos, R2M Solution Spain

**Tatiana Loureiro**, Gerente, R2M Solution Spain

**Raymond Sterling**, Director, R2M Solution Spain

**Resumen:** Apoyando la implementación de la visión de un "internet de energía", el proyecto europeo DRiVE, financiado por la Unión Europea con GA 774431, trae al sector de la edificación los desarrollos de última tecnología basados en sistemas multi-agente, control predictivo, blockchain y ciber-seguridad para destapar el potencial que albergan los edificios para implementar servicios de respuesta a la demanda en las redes de distribución eléctrica. DRiVE desarrolla una plataforma para optimizar el uso de la flexibilidad habilitada por los edificios para maximizar la penetración y el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y ayudar al balance de la red eléctrica.

**Palabras clave:** Respuesta a la Demanda, Gestión del Autoconsumo, Gestión de la Flexibilidad, Sistemas Multi-agente

## INTRODUCCIÓN

Es ampliamente reconocido que incrementar la flexibilidad en la red eléctrica es clave para poder operar, de forma óptima y segura, los sistemas integrados de generación, transmisión y distribución en presencia de altas cuotas de generación renovable variable (VRES por siglas en inglés). La flexibilidad es la capacidad del sistema eléctrico de mantener la continuidad del servicio ante cambios repentinos en la generación y la demanda. En el sistema tradicional, la flexibilidad recae principalmente sobre la generación, pero en sistemas con gran penetración de renovables no controlables (solar, eólica, etc.), mayores niveles de flexibilidad son necesarios para mantener la robustez del sistema ya que las variaciones entre la generación y la demanda crecen a niveles mucho más elevados de lo que se ven en sistemas tradicionales de generación. El incremento en la penetración de renovables no controlables reduce la capacidad del sistema de generación de proveer flexibilidad dada la naturaleza estocástica de dicha generación renovable. Esta situación conlleva a la aparición de la llamada "brecha de flexibilidad" que deberá ser cubierta con nuevas formas de flexibilidad. La Figura 1 muestra una ilustración de cómo la brecha de flexibilidad va aumentando en relación al aumento de las energías renovables no controlables y cómo dicha brecha ha de ser cubierta por diversos tipos de flexibilidad en el lado del consumo de energía (la demanda).



Figura 1. Brecha en la flexibilidad en el Sistema eléctrico Europeo con diferentes penetraciones de renovables no gestionables (EUROELECTRIC, 2014).

La fuente más significativa de flexibilidad en un futuro escenario con alta penetración de energías renovables no controlables es Respuesta a la Demanda (o Demand Response – DR, en inglés). DR crea oportunidades para que los consumidores de energía jueguen un papel importante en la operación de la red eléctrica reduciendo o ajustando sus patrones de consumo en respuesta a tarifas horarias u otros tipos de incentivos económicos. Los programas de

respuesta a la demanda están siendo usados hoy en día por operadores y planificadores del sistema eléctrico basados en la flexibilidad que pueden proveer grandes consumidores industriales conectados a la red de media o alta tensión. El reto ahora es el de desbloquear y valorizar el potencial de respuesta a la demanda que se encuentra latente en la red de distribución donde las mayores fuentes de flexibilidad son los edificios residenciales y terciarios que representan un 70% del total del potencial de DR como se muestra en la Figura 2.

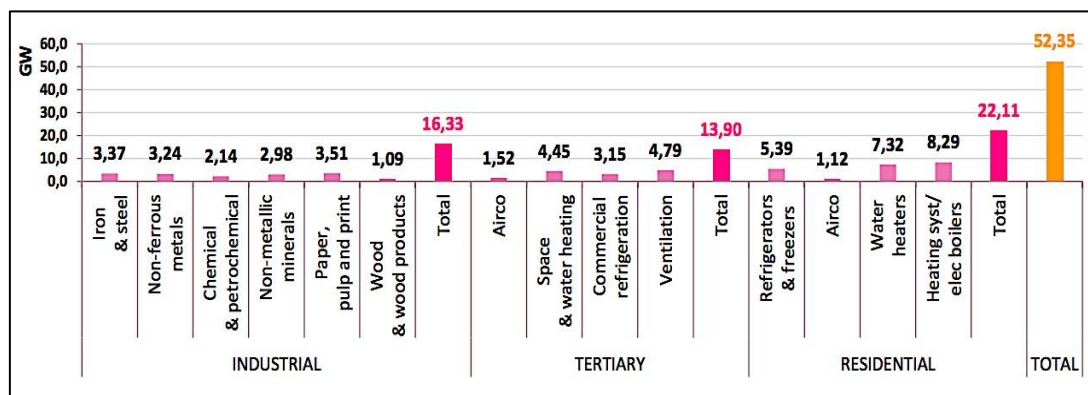


Figura 2. Total DR potential in Europe (Vanderveken, 2014).

Valorizar el potencial de respuesta a la demanda de los edificios residenciales y terciarios resultará en un rol más activo del distribuidor de energía eléctrica en el ecosistema de la red eléctrica abriendo nuevos servicios y modelos de negocio a nivel local. Para realizar este objetivo, varias barreras deben sortearse:

- Desarrollo de la infraestructura informática que habilite los servicios de respuesta a la demanda permitiendo la comunicación bidireccional a través de soluciones interoperables para la monitorización y el control de los activos energéticos.
- Introducir soluciones innovadoras para la optimización y el control efectivo de un portafolio de activos energéticos distribuidos.
- Lograr el compromiso de los usuarios finales ya que son ellos los que deben participar activamente y ser estimulados para ser parte de programas de respuesta a la demanda.
- Garantizar la gestión segura de los datos sensibles que son transmitidos por los diversos actores involucrados en la gestión de la red eléctrica para proteger de ataques cibernéticos.
- Desarrollar nuevos modelos de negocios donde se potencien los servicios que se prestan a los diferentes actores de la red eléctrica para estimular su participación.
- Crear un marco reglamentario acorde con los nuevos modelos de negocio ya que actualmente no hay reglas claras de cómo implementar programas de respuesta a la demanda donde se especifiquen los esquemas de pago, los procedimientos estándar, etc.

DRiVe desbloqueará el potencial que tienen los edificios residenciales y terciarios de contribuir en programas de respuesta a la demanda a través de una plataforma completa que valorizará e integrará la cadena de valor desde la planificación y diseño de los activos energéticos hasta su operación optimizada en la futura generación de redes inteligentes. Todo esto allanando el camino para un mercado donde los programas de respuesta a la demanda estén completamente implementados en las redes de distribución.

## EL PROYECTO

El paradigma actual de Smart Grid para respuesta a la demanda se basa en la gestión centralizada de un número limitado de activos controlables individualmente a través de estrategias de control simples y eficientes. Esta forma de implementar respuesta a la demanda previene la explotación completa del potencial y los servicios posibles por diferentes maneras de gestión de la red eléctrica previniendo la interacción directa entre los productores de energía y los usuarios finales que además hoy en día tienen un apetito por participar de forma activa en la transición energética hacia sistemas con energías limpias. Faltan en el mercado soluciones confiables y económicas que lideren el camino hacia la nueva generación de Smart Grids. Para romper el existente estatus-quo, DRiVe está desarrollando, demostrando y validando una infraestructura informática completa e integrada compuesta de soluciones de gestión

energética que habilitan la participación de edificios terciarios y residenciales en los programas de respuesta a la demanda integrado en una plataforma para la gestión segura y efectiva de la flexibilidad a nivel de la red de distribución.

### Objetivos

Desbloquear el potencial para la implementación de programas de respuesta a la demanda en edificios residenciales y terciarios a través de soluciones económicas y 100% interoperables que integran algoritmos avanzados de optimización y predicción de demanda.



Figura 3. DRiVe integración de herramientas de gestión energética.

Optimización de la flexibilidad en la red de distribución a través de una plataforma informática integrada para sistemas de respuesta a la demanda basada en sistemas multi-agente y orientada para su uso por agregadores. La plataforma integra los últimos avances en control distribuido en tiempo real, inteligencia artificial y comunicaciones.

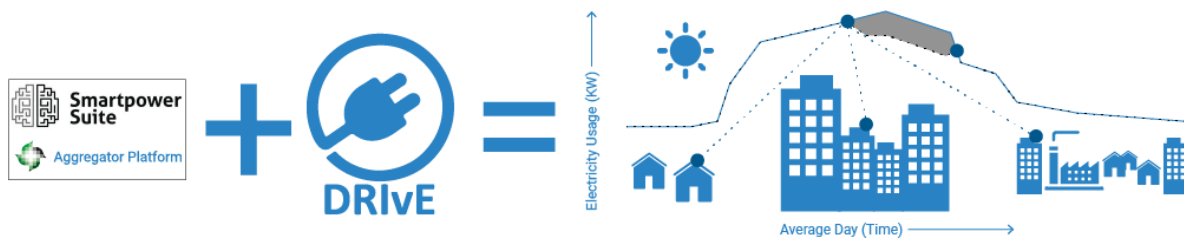


Figura 4. DRiVe flexibilidad en la red de distribución.

Demostración de comunicaciones seguras a través del diseño e implementación de componentes de ciberseguridad para Smart Grids.



Figura 5. DRiVe ciberseguridad.

Involucrar y estimular la participación de usuarios finales en programas de repuesta a la demanda a través de un portal del consumidor dedicado.

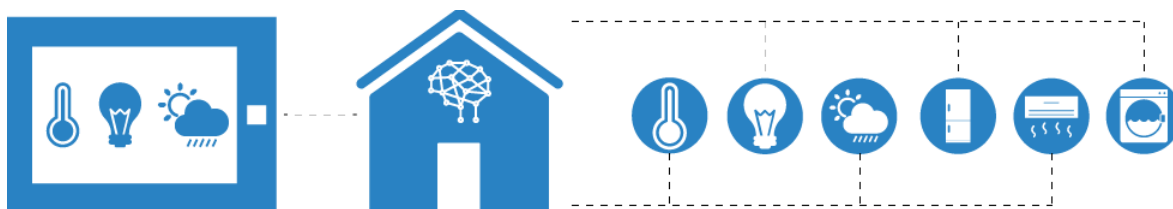


Figura 6. DRiVe interfaz.

## METODOLOGÍA

DRiVE habilita y potencia la gestión de la flexibilidad en la red eléctrica a nivel de edificios y distritos. Esto lo logra mediante la valorización y explotación de las capacidades para respuesta a la demanda inherentes a los edificios residenciales y terciarios a través de nuevos modelos de negocio y servicios que hacen realidad la implementación de respuesta a la demanda en la red de distribución.

DRiVE pone el foco en la red de distribución (media y baja tensión), desarrollando soluciones tecnológicas de respuesta a la demanda para edificios y activos como renovables y almacenamiento, a la vez que provee una plataforma informática completamente interoperable, que se puede comunicar con los usuarios y el operador de la red. Los edificios se conectan a la red a través de equipos con la tecnología base de DRiVE. Como parte del proyecto, estos equipos se potenciarán e integrarán con servicios de predicción, optimización y ciberseguridad. La habilitación de una comunicación bidireccional con el agregador energético permitirá a los edificios la participación en programas de respuesta a la demanda de tipo implícito (o basados en tarifas) y explícitos (basados en incentivos). Por otra parte, el agregador podrá explotar al máximo la flexibilidad ahora valorizada con la que podrá ofrecer nuevos servicios a los usuarios de la red de distribución e incluso al operador de la red de distribución. El proceso principal de DRiVE consiste en tres fases:

1. Desbloquear y valorizar el potencial de los edificios para participar en esquemas de respuesta a la demanda.
2. Habilitar una gestión efectiva y segura de la red de distribución de energía eléctrica.
3. Hacer un uso sinérgico de actividades de validación para potenciar el desarrollo de DRiVE.

DRiVE integra conceptos innovadores como son los sistemas multi-agente y la tecnología blockchain con el marco USEF (Universal Smart Energy Framework) para facilitar la creación integrada de modelos de negocios autónomos que permitan el uso de tecnología blockchain, el autoconsumo, la implementación de cooperativas energéticas etc., incentivando así el mercado de servicios innovadores que se pueden prestar a nivel de red de distribución. DRiVE va a liderar el camino para la creación de nuevos mercados que explotan los beneficios de la gestión descentralizada de la red eléctrica con un debido apoyo tecnológico y al usuario.

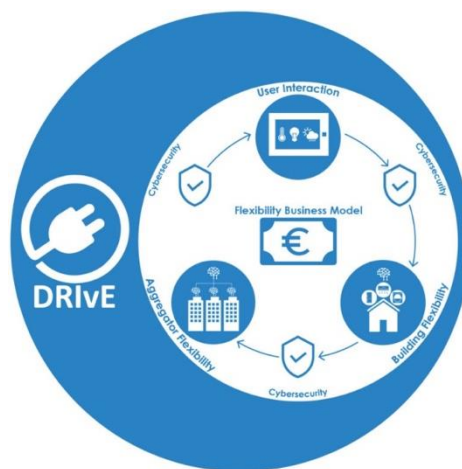


Figura 7. Concepto DRiVE.

## RESULTADOS ESPERADOS Y DEMOSTRADORES

### Resultados

Los resultados de DRiVE se pueden dividir en varias categorías:

- **Tecnológicos:** incremento del aprovechamiento de la producción renovable en al menos un 35% apoyado en la optimización y gestión de la flexibilidad a nivel de distritos con un modelo que será ampliamente replicable en toda Europa. Desarrollo de herramientas tecnológicas que ayuden a prevenir el aterramiento de producción renovable por exceder la demanda instantánea.
- **Económico:** reducción del coste de la electricidad para el usuario final a través del desarrollo de nuevos mercados de flexibilidad energética a la vez que las grandes inversiones en capacidad de la red se reducen al dejar de ser necesarias gracias a la gestión optimizada y la flexibilidad.
- **Políticas y sociales:** desarrollo de herramientas tecnológicas que permita alcanzar los objetivos 20/20/20 y 2030 en términos de eficiencia energética, emisiones de gases de efecto invernadero y penetración de energías renovables. Reducción de la pobreza energética apoyada por soluciones innovadoras que conlleven a la creación de distritos inteligentes.

### Demostradores

La efectividad de la plataforma para la gestión de la flexibilidad propuesta por drive será demostrada y validada a través de una batería de acciones en cinco pilotos cubriendo en su totalidad todos los servicios posibles en la cadena de valor de la respuesta a la demanda. Los demostradores del Proyecto incluyen:

- Distrito de Blaenau Gwent en Reino Unido
- Distrito DECO en Los Países Bajos
- Parque Eólico de Giessenwind en Los Países Bajos
- Estadio ADO en Los Países Bajos
- Oficia central de COMSA en España

## CONCLUSIONES

DRivE está incrementando dramáticamente la disponibilidad de herramientas para la gestión activa de la red eléctrica a nivel de red de distribución, basado en la explotación del potencial de los edificios residenciales y terciarios de integrarse en programas de respuesta a la demanda, permitiendo así una mayor penetración de renovables en la red, potenciando el autoconsumo y permitiendo que sea posible una verdadera transición energética.

El Proyecto DRivE tiene un enfoque único basado en el desarrollo de algoritmos novedosos (control, predicción, ciberseguridad), de marcos (sistemas multi-agente, blockchain) que se integran con tecnologías existentes en el mercado para la gestión de los edificios.

DRivE habilita nuevas implementaciones de programas de respuesta a la demanda para la provisión de servicios basado en flexibilidad y respuesta en tiempo real a la red eléctrica, todo esto tiene un impacto positivo en la forma en que se gestiona la red eléctrica, desarrollando nuevos paradigmas para la gestión efectiva a nivel local, maximizando los beneficios para todos los involucrados en la cadena de valor. DRivE ahorrará hasta un 35% en costes de energía gracias a la posibilidad que tendrán los edificios de participar en esquemas de respuesta a la demanda implícitos y explícitos. Nuevos modelos de negocio están siendo desarrollados en DRivE para apoyar la visión del Proyecto a la vez que los resultados están siendo demostrados y validados en 5 pilotos.

## RECONOCIMIENTOS

DRivE ha recibido financiamiento de la Unión Europea a través del programa para la investigación y la innovación H2020 bajo un contrato nº774431.

## Socios del consorcio

- Commissariat a l'Énergie Atomique et Aux Energies Alternatives: CEA es el coordinador de DRivE y está principalmente encargado del desarrollo de la plataforma basada en sistemas multi-agente para la implementación de programas de respuesta a la demanda. [www.list.cea.fr](http://www.list.cea.fr)
- Cardiff University: CU está desarrollando los sistemas de control para habilitar los componentes principales de DRivE y así maximizar la participación de edificios residenciales y terciarios. [www.cardiff.ac.uk](http://www.cardiff.ac.uk)
- Scholt Energy Services: Scholt es responsable de las actividades relacionadas con uno de los pilotos del proyecto. [ses.scholt.com](http://ses.scholt.com)
- Airbus Cybersecurity & Defense: Airbus está desarrollando la capa de ciberseguridad de DRivE. [airbus-cyber-security.com](http://airbus-cyber-security.com)
- COMSA: COMSA investiga el context de implementación de DRivE en Europa así como también provee un piloto para el Proyecto. [www.comsa.com](http://www.comsa.com)
- Enervalis: es el coordinador técnico del proyecto y pone a disposición el middleware donde reside la plataforma de optimización de DRivE. [www.enervalis.com](http://www.enervalis.com)
- Typhoon HIL: Typhoon HIL se enfoca en las tareas de validación de la plataforma utilizando el sistema propio de hardware-in-the-loop. [www.typhoon-hil.com](http://www.typhoon-hil.com)
- R2M Solution: R2M está encargado de las actividades de comunicación, divulgación y explotación de los resultados de DRivE. [www.r2msolution.com](http://www.r2msolution.com)
- Blaenau Gwent County Borough Council: piloto para la implementación de DRivE a nivel de distrito. [www.blaenau-gwent.gov.uk](http://www.blaenau-gwent.gov.uk)

## REFERENCIAS

- EURELECTRIC Flexibility options in electricity systems. Georgios Papaefthymiou, Katharina Grave, Ken Dragoon
- Vanderveken, 2014. Demand response: a study of its potential in Europe, SIA Partners

## IOT Y BIG DATA VS. “LADRONES” DEL AGUA EN COMUNIDADES DE PROPIETARIOS

Antonio Martínez, Director Desarrollo, WiWater

**Resumen:** ¿Cuántos millones de litros de agua se están perdiendo en este momento? La respuesta puede resultar muy inquietante. El Director de Desarrollo de WiWater lleva 20 años dedicándose a la administración de fincas residenciales en la provincia de Alicante. Es socio de una empresa con tres oficinas, trece personas en el equipo y más de 18.000 fincas administradas. Pero hace 2 años se dio cuenta que podía alinear su gran pasión junto con un gran problema de sus clientes. Su pasión: la innovación y la aplicación de la tecnología en el día a día, y el gran problema de sus clientes: la gran cantidad de dinero que pagaban por fugas de agua. El resultado es el gran ahorro en euros y en millones de litros de agua conseguidos en tan sólo un año. Su obsesión por resolver este grave problema económico y medioambiental por el derroche del agua (más si cabe en la zona de Alicante), le inspiró a desarrollar un dispositivo de IoT para gestionar eficazmente el consumo de agua en las comunidades de propietarios, principalmente con jardín y/o piscina, junto con el análisis de los datos obtenidos, con el fin de establecer curvas y patrones de comportamiento, alertando de esta forma de consumos anormales.

**Palabras clave:** Comunidades de Propietarios, IoT, LPWAN, Big Data, Fugas, Agua, Ahorro, Medioambiente

### PROBLEMÁTICA EN LAS COMUNIDADES DE PROPIETARIOS CON EL CONSUMO DE AGUA

En estos 20 años de administrar fincas, he vivido con frustración cómo los clientes pagaban cantidades ingentes de euros por fugas de agua en sus instalaciones, y lo que es peor, cómo toda esa agua se perdía sin poder ser aprovechada.

El problema es que las empresas suministradoras de agua, no se responsabilizan ni se preocupan por las fugas internas en las comunidades de propietarios. Las facturas llegan al administrador de fincas cada trimestre y en algunos casos cada mes, pero si ha existido una fuga no visible durante ese trimestre o mes, hasta que no llega la factura no se es consciente de la fuga, y el daño puede llegar a ser muy importante.

Esto puede implicar varios efectos negativos para el cliente final (comunidad de propietarios) y el propio administrador de fincas.

La comunidad de propietarios tendrá que soportar un gasto extraordinario no previsto, que conlleva una desviación presupuestaria en ese ejercicio económico, y con mucha probabilidad, una emisión de una derrama extraordinaria para cada propietario. Esta circunstancia es muy dolorosa para el propietario, ya que se tiene que enfrentar a un desembolso extra, sobre un gasto que no ha podido disfrutar (fuga de agua), provocando insatisfacción.

Para el administrador de fincas también es una circunstancia adversa, ya que le provoca ver con frustración como no puede reaccionar antes de que el daño y el perjuicio ya se haya producido. Además de la carga de trabajo que supone para su empresa el gestionar esta incidencia, emisión de más recibos, más morosidad asociada a esta emisión, etc.

Hasta la fecha existen sistemas de control de consumos en el sector industrial y agrícola, ya que las empresas tienen claro que cualquier pérdida de agua en su sistema, puede provocar unos resultados negativos en sus cuentas anuales. Pero estos sistemas son demasiados costosos para una comunidad de propietarios, ya que la mentalidad no es la misma que un empresario, tiende a ser más reactiva que proactiva. A esto se añade la dificultad que estos sistemas industriales se limitan a medir los flujos de agua, pero no han trabajado en las curvas de consumos en el sector residencial, por lo que un dato de consumo por sí sólo no es válido si no es comparado con un patrón de comportamiento estándar para cada comunidad de propietarios.

### “LADRONES” DEL AGUA

Los “Ladrones” del agua son todas aquellas circunstancias que provocan una pérdida de agua en una instalación en elementos comunes de una comunidad de propietarios. Estas fugas son mucho más frecuentes y tienen más representatividad cuando existen elementos comunes con jardines y/o piscina.

La problemática de estos “Ladrones” es que los daños no suelen ser visibles, y por lo tanto no se pueden detectar a simple vista.



Principalmente son:

- Roturas no visibles de tuberías enterradas
- Filtraciones de agua en vasos de piscinas
- Fugas en llenados automáticos de piscinas, Jacuzzis o fuentes



Figura 1. Reparación de fuga sin daños visibles, detectada en comunidad situada en Arenales del Sol – Elche, Alicante (Abril'18).

## DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución que aquí se plantea se recoge con el nombre de WiWater, en la cual se engloba un dispositivo que se instala en la comunidad de propietarios, con uno o varios sensores de caudal, gestionados por una placa que procesa la información y la envía a través de una red LPWAN (Low-Power Wide-Area Network), a un servidor web programado en PHP que convierte esta información en un fichero CSV para su posterior tratamiento en cualquier estándar de cálculo. Se ha elegido la conectividad LPWAN ya que las comunidades de propietarios no suelen tener infraestructura de telecomunicaciones propia para conexiones WIFI, y además por las características que se describen a continuación.

## Conectividad IoT

LPWAN es un sistema de comunicaciones especialmente diseñado para aplicaciones de IoT. Permite el envío y recepción de mensajes cortos (12 bytes) desde dispositivos diversos hacia y desde la red LPWAN. La cobertura de la red es muy amplia, con cobertura en buena parte de Europa, y también en zonas de América y Asia.

La red funciona con la tecnología de transmisión UNB –ultra narrow band– y consiste en emplear canales estrechos del espectro para alcanzar grandes distancias con un requerimiento mínimo de energía.

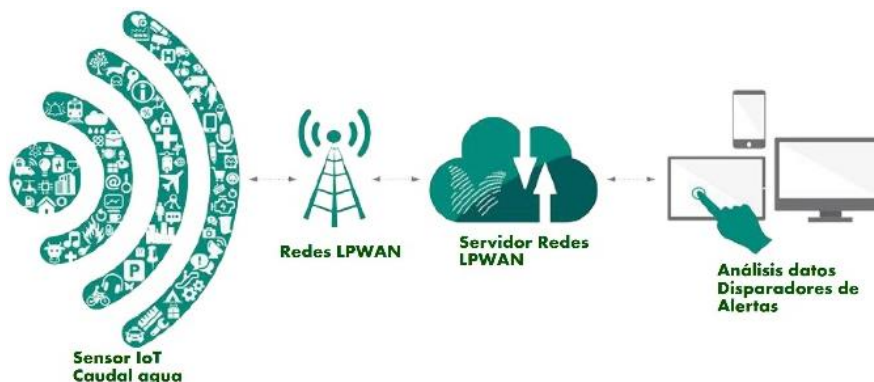


Figura 2. Esquema resumen comunicación IoT.

El funcionamiento de esta red es muy similar a las redes de telefonía celular debido a que esta red funciona a partir de la colocación de varias estaciones receptoras y transmisoras; la diferencia entre las estaciones LPWAN y las de telefonía celular es en que los dispositivos y sensores que estén conectados a la red LPWAN no están sujetas a una sola estación base específica, esto es, cualquier estación puede recibir la información y transmitirla hacia la nube.

La banda pública empleada para el intercambio de mensajes en LPWAN es en 200 kHz y en la que cada mensaje tiene un ancho de 100 Hz y puede ser transmitido a una de tasa desde 100 bits hasta 600 bits –esas tasas varían de acuerdo al país en donde se encuentre. Además, esta red emplea las bandas bidireccionales de radio sin licencia ISM (industrial, scientific and medical radio bands), las cuales son bandas usadas para usos múltiples excepto para telecomunicaciones- en Estados Unidos de 902 MHz y en Europa de 868 MHz.

La seguridad es muy importante en esta red por lo que cada dispositivo tiene asignado un código de identificación, cuenta con protocolos de encriptamiento VPN y emplea al final el protocolo https.

## Sensores y hardware

### Sensores

Se han utilizado sensores de caudal de efecto hall y un pequeño imán que activa el sensor al fluir líquido por el interior del dispositivo.

Las características que se ha utilizado han sido las siguientes:

Especificación	Requisito
Diámetro Nominal (DN)	20-50
Flujo mínimo	5 litros/minuto
Flujo máximo	300 litros/minuto
Presión mínima soportada	4 bares



Figura 3. Sensor IoT de caudal de agua, DN 50.

### Raspberry Pi Zero W

El sistema se ha desarrollado utilizando como base un miniordenador Raspberry Pi, en concreto la Pi Zero W, aunque sería fácilmente portable a otros modelos de Raspberry o incluso otras plataformas distintas.

La elección vino determinada por la popularidad de la plataforma, la amplia disponibilidad de librerías ya disponibles, su interfaz de GPIO para conexiones a sensores y su facilidad de conexión a internet vía conector ethernet o Wifi, incluida en la placa.

### **Placa interfaz**

Para facilitar la conexión con los sensores, se ha diseñado una pequeña placa interfaz o “hat”, de tamaño reducido y que se conecta a los pines del interfaz GPIO de la Raspberry.



Figura 4. Raspberry Pi Zero W con placa interfaz.

## **Análisis de Datos**

### **Patrones de consumo**

Como se ha comentado anteriormente, un dato por sí sólo no tiene ningún interés si no es comparado con un patrón de comportamiento de consumo, con el fin de detectar consumos anormales y disparar alertas. Para aproximar los patrones de consumos por cada instalación se utilizaron las siguientes muestras de datos:

- Histórico de consumos de agua, solicitado a la suministradora, de los últimos años de 8 comunidades de propietarios (varios contadores). Tamaño de la muestra: 300 registros.
- Durante 18 meses se han registrado los consumos de agua, con periodicidad semanal de un total de 8 comunidades (varios contadores), a través de la lectura de los contadores de la suministradora. Tamaño de la muestra: 1008 registros.
- Durante 6 meses se han registrado los consumos de agua, cada 15 minutos, en tres comunidades de propietarios, a través de dispositivo IoT – WiWater. Tamaño de la muestra: 51.840 registros.

### **Tipos de patrones de consumos**

A partir de las muestras de datos, se han confeccionado patrones de consumos a distintos niveles:

- Mensual, m3 de agua que se consumen en cada mes del año.
- Semanal, m3 de agua que se consumen en cada número de semana del año, en total 52.
- Diario, m3 de agua que se consumen en cada día de la semana de cada semana descrita en el nivel anterior, es decir, el lunes de la semana 35 podrá ser diferente al lunes de la semana 36.
- Por horas, m3 de agua que se consumen en cada hora, dentro de cada día de la semana, en cada semana del año.

### **Método**

Todos los patrones de consumos están plasmados en matrices, que son la base de comparación con los datos de consumos actuales.

Los dispositivos envían la información cada 15 minutos, éstos se registran en la base de datos, y se realizan comprobaciones de los datos cada tres horas, mediante scripts programados en Java. Y dependiendo de si se cumplen varias condiciones, es cuando se dispara una alerta.

### **Algoritmo de alertas tempranas**

En este punto está la clave del éxito de todo el sistema. Algunos ejemplos de los algoritmos que disparan las alertas son los siguientes:

- Desviación por horas: Si se produce un desvío prolongado de más de 12 horas de un aumento 50% sobre la hora inmediatamente anterior a la desviación.
- Desviación por días y horas: Si se produce un desvío de más de un 20 %, en la misma hora que en el día anterior.
- Desviación por días de la semana: Si se produce un desvío superior al 15 % en el total del día, respecto al mismo día de la semana de la media de las últimas 2 semanas.

### Disparadores

Cuando se cumplen varios de los resultados de estos algoritmos, se producen las alertas programadas en web, a través de SMS y/o email a los destinatarios que el usuario decida. Se recomienda alertar a la empresa que se encarga del mantenimiento de la finca con el fin de aminorar el daño lo antes posible.

En breve se incorporarán electroválvulas en las instalaciones de las comunidades de propietarios, para el cierre del agua de forma telemática y automatizada en caso de detectar consumos anormales.

### Big Data

El volumen de datos que se empieza a manejar no es escalable con cálculos estadísticos básicos. Por eso se está trabajando en estos momentos, con expertos en análisis de datos de grandes volúmenes, para patentar un algoritmo que extrapole cualquier patrón de comportamiento en función de algunos datos de cada finca, como son el número de propiedades, m<sup>2</sup> de lámina de agua de la piscina, m<sup>2</sup> de zonas ajardinadas y localización geográfica.

El método que están utilizando los expertos en Big Data para desarrollar este algoritmo son los árboles de regresión.

## RESULTADOS

### TABLA RESUMEN FUGAS DETECTADAS

Comunidad	Elemento	Tipo	m3/día	€/día	€/mes	Litros ahorrados mes
Ocean View	Piscina pequeña	Rotura llenado	41	205,00 €	6.150,00 €	1.230.000
Ocean View	Fuente gimnasio	Rotura llenado	150	750,00 €	22.500,00 €	4.500.000
Ocean View	Bloque 1. Vivienda 29-3	Rotura interna	4	20,00 €	600,00 €	120.000
Ocean View	Bloque 3. Vivienda 66-1	Rotura jardín	5	25,00 €	750,00 €	150.000
Ocean View	Bloque 3. Vivienda 66-2	Cisterna enganchada	3	15,00 €	450,00 €	90.000
Ocean View	Bloque 1	Programador jardineras roto	5	25,00 €	750,00 €	150.000
Ocean View	Riego	Rotura tubería	30	150,00 €	4.500,00 €	900.000
La Portalada	Contador general	Riego excesivo	2	10,00 €	300,00 €	60.000
Altomar II	Piscina A	Rotura tuberías	5	25,00 €	750,00 €	150.000
Altomar II	Piscina A	Rotura riego	8	40,00 €	1.200,00 €	240.000
Altomar II	Piscina A	Riego abierto	18	90,00 €	2.700,00 €	540.000
Altomar II	Piscina E	Riego abierto	7	35,00 €	1.050,00 €	210.000
Altomar II	Piscina A	Riego abierto	7	35,00 €	1.050,00 €	210.000
Altomar II	Manzana C	Rotura Bw. 425	11	55,00 €	1.650,00 €	330.000
Altomar II	Manzana E	Rotura Bw.162-164	52	260,00 €	7.800,00 €	1.560.000
Novamar VI	Piscina	Pérdida vaso	8	40,00 €	1.200,00 €	240.000

Figura 5. Extracto del listado de fugas detectadas, con la cuantificación en euros y litros ahorrados.

Se aprecia que existe gran diferencia en volumen entre unas fugas y otras, aunque es significativo que una fuga en una cisterna de una casa consume 90.000 litros en un mes.

## CONSUMO AGUA PISCINAS/FUENTES/JACUZZI



Figura 6. Gráfico de consumos de una comunidad de propietarios, donde la línea roja indica el patrón de comportamiento esperado, y las columnas azules el consumo real.

## CONCLUSIONES

En este proyecto se presenta una misión: “La conservación, concienciación y optimización del agua como recurso natural valioso y escaso, a través de la sensorización de las fincas y los patrones de comportamiento de consumo, ya que se sabe dónde, cuándo y cómo se pierde el agua en el sector residencial”.

La media de ahorro por comunidad de propietarios y año, aplicando un sistema de gestión eficaz como se plantea aquí, es de unos 2,5 millones de litros, es decir, 2.500 m<sup>3</sup>/año.

Si extrapolásemos estos resultados, con un índice corrector del 50% (por ser prudentes), a 100 comunidades, el resultado sería de un ahorro de 125.000 m<sup>3</sup> de agua, el equivalente a 50 piscinas olímpicas. Toda esta agua se está despilfarrando sin control ni gestión.

La propuesta de este proyecto es llegar al máximo de puntos de suministro de agua en el sector residencial, y para ello los costes de instalación y mantenimiento deben ser acordes a lo que los clientes estén dispuestos a pagar por ello.

# MODELOS MATEMÁTICOS MULTIVARIABLES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN FÁBRICAS Y EN EDIFICIOS

**Vicente Rodilla Sala**, Ingeniero Industrial, CEO, CYSNERGY - Miembro del CTN 216, AENOR

**Francisco de la Asunción Castelló**, Matemático, I+D, CYSNERGY

**Miriam Signes Salvà**, Matemática, I+D, CYSNERGY

**Víctor Rodenas Gallego**, Ing. Electrónico, Dpto. Técn., CYSNERGY

**Resumen:** Gestionar de manera eficiente el gasto energético es una necesidad, tanto para el sector industrial, como para las entidades de servicios. Hoy en día, en fábricas y en edificios, se suelen medir datos energéticos sobre una hoja de cálculo y son de difícil interpretación. La visión “Submetering 4.0” plantea el despliegue de un conjunto de dispositivos modelizadores energéticos, para extraer datos de los receptores eléctricos importantes, en cuanto a su consumo de potencia y/o energía (motores, equipo de refrigeración, calefactores, etc.). Esta etapa se denomina “Data Mining”. Procesar dichos datos en una aplicación web y ofrecer al usuario una interpretación inteligente y on-line del consumo energético de sus instalaciones, es la denominada etapa de “Smart Analytic”. Para ello, estos datos se modelizan matemáticamente, mediante una serie de ecuaciones, generando líneas, superficies e incluso espacios multivectoriales de base energética, que muestran el ratio dinámico de la cantidad de energía consumida por unidad de producción y/o de servicio, en función de otras muchas variables de interés; dado que la eficiencia no depende solo de la cantidad de energía consumida, sino de la cantidad de productos y/o de servicios que se hayan logrado con dicha energía; así como de muchos otros factores, de difícil repetibilidad a la hora de comparar consumos y de determinar los ahorros con exactitud. Y todo ello pasa desapercibido en las facturas.

**Palabras clave:** Eficiencia Energética 4.0, IoT, Industria, Edificios, Data Mining, Smart Analytics, Operational Efficiency

## INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES

El consumo de energía industrial y terciario sigue disparándose, lo cual contribuye negativamente al calentamiento global y a la explotación de los recursos naturales de la Tierra. Una iniciativa de la Comisión Europea ha permitido desarrollar un sistema disruptivo, capaz de reducir el consumo de electricidad y de energía en general. El proyecto EFICONSUMPTION, desarrollado por CYSNERGY, s.l., mejora la eficiencia energética, basándose en la modelización y en la gestión inteligente del consumo de electricidad. Para ello, se abordó el problema de la eficiencia sobre dos aspectos. Por un lado, el ahorro de energía eléctrica gracias a un consumo más eficiente, que determina a su vez unas menores emisiones de CO<sub>2</sub>. Y por otro lado el ahorro económico, que da lugar a unas actividades empresariales con un mayor rendimiento u “Operational Efficiency”, además de mostrar sostenibilidad y compromiso social empresarial.

## Focos de derroche

Existen cuatro puntos a tener en cuenta a la hora de analizar dónde se está malgastando la energía eléctrica:

1. Las averías y los funcionamientos anómalos de máquinas e iluminaciones, que no están dotados de un sistema de mantenimiento predictivo eléctrico conectado a un ordenador, generan pérdidas superiores al 5% del gasto total eléctrico.
2. Los descuidos y las negligencias por parte de los usuarios suponen más del 5% de la factura eléctrica en la explotación de un negocio (industrias y edificios).
3. Las sobrecargas puntuales, originadas por la aleatoriedad de la propia demanda eléctrica, exigen contratar y pagar un exceso en la potencia; o bien sufrir penalizaciones del maxímetro. Ello incrementa en más de un 5% la factura eléctrica recibida.
4. Los stand-by de determinados aparatos y máquinas eléctricas, así como los consumos latentes ocultos en todo tipo de instalaciones provocan pérdidas del orden del 5% del gasto eléctrico total, al quedar siempre conectados de forma innecesaria 24 horas al día.

Cada uno de estos puntos supone, como mínimo, un 5% y hasta un 10% de pérdidas; con lo cual se puede llegar a ahorrar hasta más de un 40% del gasto eléctrico, si detectamos y corregimos estas anomalías, muy extendidas.



## SOLUCIÓN: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Acciones de mejora

El proyecto apoyado por la Comisión Europea, desde Bruselas, dentro del Programa HORIZON 2020, ha permitido desarrollar una solución integral (tecnología y metodología). Se compone de un hardware (dispositivo CYSMETER) y de un software (denominado CYSCLLOUD), gracias a los cuales se consigue aplicar la tecnología IoT sobre la base de la Visión Energía 4.0:

- Recogida masiva de datos y subida al Cloud (Data Mining)
- Tratamiento inteligente de los mismos y mejora técnica continua (Smart Analytic)
- Extracción de conclusiones y toma de decisiones económico/financieras (Operational Efficiency)

### Hardware

CYSMETER es un sistema Submetering de telemantenimiento predictivo remoto y de modelización energética eléctrica, con patente internacional, basado en equipos Modelizadores Energéticos; que incorporan unas disruptivas pinzas Voltimétricas, enclavables sobre los propios cables de alimentación eléctrica de cada receptor, sin interrumpir la producción y dotados de telecomunicaciones con RF a 868 MHz y M2M vía Internet (3/4G).



*Figura 1. CYSMETER montado en una instalación y aspecto de la pinza voltimétrica, mostrando el punzón para el contacto eléctrico, que mide la forma de onda de las tensiones.*

Como se muestra en la imagen, el equipo de medida dispone de un punzón metálico por cada fase y neutro (para medir voltaje, temperatura, vibraciones, etc.) que le permite ser el único contador inteligente de energía eléctrica en el mundo que se instala en cualquier posición a lo largo de un tendido eléctrico, sin necesidad de interrumpir la continuidad del voltaje, corriente y potencia, pudiendo así cuantificar matemáticamente los ahorros asociados a la aplicación de medidas concretas de mejora, en forma de Euros/Unidad de producto o de servicio. Además, con un mínimo coste de instalación, ofreciendo las mejores condiciones de seguridad y una medición óptima del  $\cos\phi$  (valores reales ad-hoc sobre las propias cargas); sin las perturbaciones de los restantes magnetotérmicos.

## Software

CYSCLOUD es una plataforma de supervisión y de gestión online de la eficiencia energética eléctrica, que permite reducir los gastos específicos eléctricos sobre todas las etapas de un proceso de producción o de prestación de un servicio, a partir de las medidas del modelizador eléctrico CYSMETER. Ofrece el trazado automático de Líneas y Superficies de Base Energética ISO 50.001; así como un sistema de alarmas que avisa al usuario cuando alguno de los parámetros, bajo supervisión, debe ser revisado o bien cuando hay que aplicar una acción correctiva.



Figura 2. Parte del Front-End del avanzado Software CYSCLOUD.

Ambos están diseñados en base a la Norma Internacional ISO 50001 sobre Gestión de la Energía, aplicando submetering y algoritmos de base energética eléctrica multivariable en 2D y en 3D, con soporte gráfico. Mediante una plataforma Big-Data en Cloud Computing, se procesan millones de datos en tiempo real, sobre los principales receptores de la energía consumida y se desglosan con detalle las facturas energéticas; mostrando los consumos individuales de cada carga y su grado de eficiencia energética eléctrica. Aplicándose después las oportunas acciones de mejora, diagnosticadas automáticamente sobre cada receptor, mediante una avanzada analítica inteligente de datos.

## METODOLOGÍA

La metodología aplicada por CYSNERGY para optimizar los costes específicos eléctricos por unidad de explotación en [kWh/Und.], abarca los siguientes aspectos; todos ellos basados siempre en un análisis económico previo sobre la rentabilidad de cada una de las inversiones (pay-backs):

- Compensación individualizada ad-hoc de las potencias reactivas sobre los receptores eléctricos
- Equilibrado de las intensidades y de las tensiones en los sub-cuadros importantes
- Integración de autómatas, variadores de frecuencia, contactores para deslastre, etc.
- Inspección y correcciones sobre el funcionamiento de las bombas de alta potencia
- Optimización de los consumos de energía sobre los motores eléctricos grandes
- Auditoría de los equipos e instalaciones de aire comprimido (fugas, rendimiento, etc.)
- Estudios sobre líneas de pintura, hornos, mecanizados, máquinas de frío y todo tipo de equipos especiales
- Control de puertas y accesos para minimizar las pérdidas de calor o frío
- Inspección y mantenimiento de los sistemas de acondicionamiento ambiental
- Optimización de las iluminaciones interiores y exteriores (tecnología, mantenimiento, etc.)
- Estudio de las condiciones de contratación del suministro eléctrico (eficiencia económico-financiera)

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En primer lugar, se pueden detectar remotamente las posibles anomalías en el funcionamiento de la instalación; es decir, se detecta si algún dispositivo presenta un consumo específico mayor de lo habitual, en forma de [kWh/Und.] producida (control predictivo basado en estándares previamente aceptados). Evitando muchos problemas de todo tipo.

A continuación, si fuera necesario, se procede a la realización de una auditoría energética en la planta o edificio, para detectar a qué se deben físicamente esos sobreconsumos; pero solo en los casos en los que el proceso lo requiera.

Como podemos observar en la imagen, gracias al modelado 3D, podemos visualizar de manera directa la relación existente p.ej. entre la producción, la temperatura ambiental y el consumo energético por unidad producida o por servicio prestado (p.ej. kWh/Huésped, Visitante, Paciente: en hoteles, museos, hospitales, etc.; o bien p.ej. en depuración de aguas residuales, en  $[m^3]$  y  $[DBO]$  o  $[DQO]$  según la demanda de oxígeno del agua). Gracias a estas imágenes y cálculos asociados, se puede apreciar y cuantificar claramente el ahorro específico en  $[Euros/Unidad]$ . Como p. ej. en las siguientes imágenes correspondientes a las situaciones -previa y -posterior a la aplicación de mejoras técnicas sobre una fábrica de papel; donde se modeliza su eficiencia energética eléctrica en forma de  $[KWh/Ton]$ , en función de su propia producción en  $[Ton]$  y del gramaje del papel producido en  $[gr/m^2]$ :

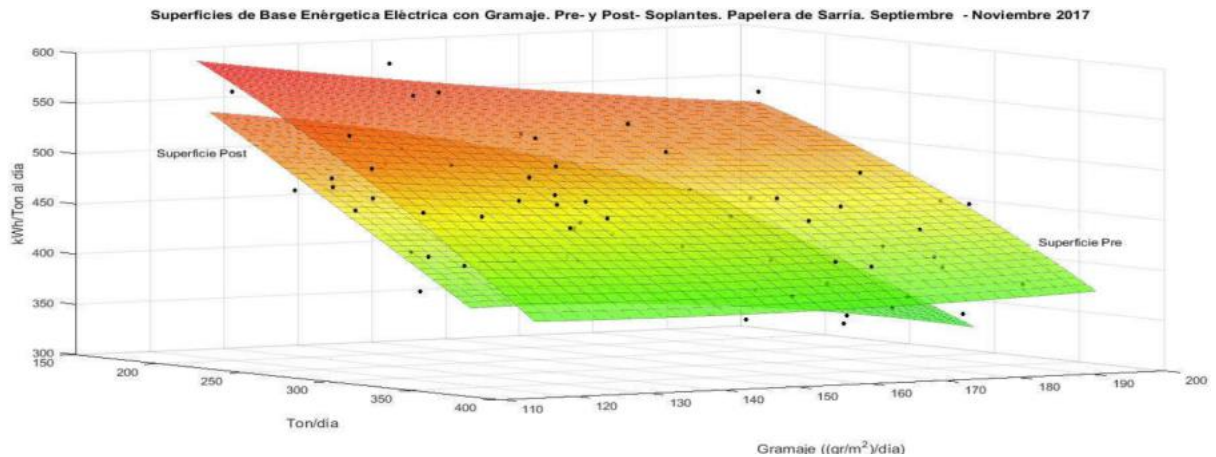


Figura 3. Superficies de Base Energética sobre planta de fabricación de papel, en función de su producción y gramaje, antes (superficie de arriba) y después (superficie de abajo) de las mejoras realizadas sobre el proceso de producción.

## REFERENCIAS

- <https://cordis.europa.eu/project/rcn/199625/brief/es> (26 febrero 2019)
- <https://futureenergyweb.es/tecno-caucho-incorpora-la-tecnologia-de-cysnergy-para-medir-el-consumo-y-mejorar-su-eficiencia-energetica-electrica/> (15 enero 2019)

# MANTENIMIENTO AVANZADO DE EDIFICIOS INTELIGENTES CON METASYS 10 Y CONEXIÓN A CRA

**Alberto Vales Alonso**, Dtor. División - Control, Fire & Security, Building Technologies & Solutions Johnson Controls  
**Abigail Rocasolano Llaser**, Rble. Departamento de Aplicaciones, Building Technologies & Solutions Johnson Controls

**Resumen:** La capacidad de un sistema de control inteligente para simplificar el proceso de identificación, análisis, gestión y resolución de averías es muy importante para reducir los costes operativos del activo, así como para incrementar el confort, la seguridad y, en última instancia, la satisfacción de sus usuarios. Johnson Controls implementa en Metasys 10 funcionalidades relevantes en este sentido: gestión por áreas de ocupación y esquemas de relación de equipos. Además, se presenta la capacidad de este sistema para comunicarse en protocolo abierto con una plataforma de software para la protocolización y gestión de incidencias por parte de una central receptora de alarmas (CRA). El conjunto de estas tecnologías supone un paso adelante en el mantenimiento avanzado de edificios. Esta ponencia presenta estas funcionalidades aplicadas a un caso práctico: la oficina central de Tyco en Las Rozas.

**Palabras clave:** Mantenimiento Preventivo, Espacios, Relaciones de Dependencia, Funcionalidades, Vistas, Alarmas, Protocolo Syslog, CRA

## INTRODUCCIÓN

Lo que todo Gestor de Edificios busca en un sistema de control se podría resumir en cuatro bondades fundamentales:

- Poder confiar en la autonomía y el correcto funcionamiento del sistema
- Optimizar el tiempo de los equipos de personas dedicados a su mantenimiento
- Unificar procedimientos y protocolos de actuación
- Conseguir un edificio seguro y sin riesgos para sus ocupantes

Por lo tanto, es fundamental que los sistemas de control sean sencillos de utilizar, a la par que diagnostiquen los errores y nos guíen hacia su resolución de forma rápida y eficiente. Cuando, adicionalmente, el edificio es capaz de comunicarse con otros sistemas externos de inteligencia, como pueden ser las centrales receptoras de alarmas, entonces se alcanza el mejor servicio de mantenimiento posible. Esto ocurre gracias a la creación y automatización de protocolos de respuesta, tanto de mantenimiento preventivo como de correctivo.

## SIMPLICIDAD EN EL MANEJO DEL SISTEMA DE CONTROL

Metasys 10 permite simplificar la estructura del sistema de Control, adaptándola a lo que el usuario final del edificio conoce: **los espacios de uso**.

¿Cómo se representan estos espacios de uso en un sistema de control moderno? Un espacio es un área funcional que se crea y donde se añaden los diferentes sistemas de control que dan servicio a ese espacio, sean estos de climatización, de iluminación, o de cualquier otro servicio funcional que se requiera. La creación de espacios debe ser flexible y adaptarse a las necesidades concretas de cada edificio, permitiendo desde espacios más grandes, como edificios o bloques, áreas o zonas, hasta espacios más pequeños, como plantas, despachos o salas.

Esta distribución nos permite manejar los diferentes espacios de forma independiente sin necesidad de conocer a fondo la arquitectura de control más o menos compleja que reside detrás. Nos olvidamos completamente de los equipos hardware y software para dar protagonismo a la arquitectura funcional del edificio a través de un interfaz inteligente de acceso seguro, que puede utilizarse en cualquier tipo de dispositivo. Metasys 10 nos ofrece acceso encriptado con tecnología HTML 5.

En la figura 1 podemos ver el interfaz de Metasys 10 con los espacios que han sido creados en el edificio de las oficinas centrales de Tyco, en el municipio de Las Rozas en Madrid:

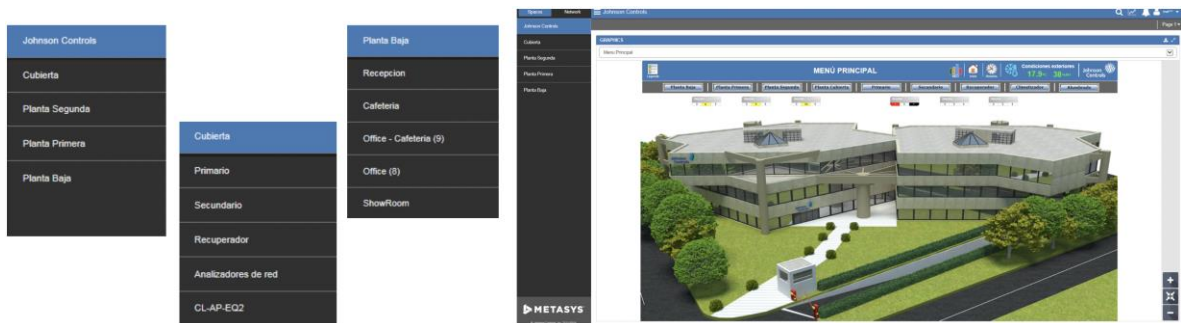


Figura 1. Pantalla de inicio de Metasys 10 y ejemplos de la distribución de espacios creados por plantas y usos.

Dentro de cada uno de estos espacios se organizan los sistemas, los equipos y las variables de control de forma que tenemos una serie de vistas que ofrecen funcionalidades concretas, facilitando la interpretación de la información. Por ejemplo, podemos visualizar y manejar todas las variables de control de los fancoils de una planta a través de la vista “Equipment Summary”, o también podemos ver y modificar el conjunto de horarios de esa misma planta a través de la vista “Schedule”. A través de la vista “Trend” es posible recopilar los históricos de temperaturas de ese mismo y único espacio o exportarlas para la inclusión en informes.

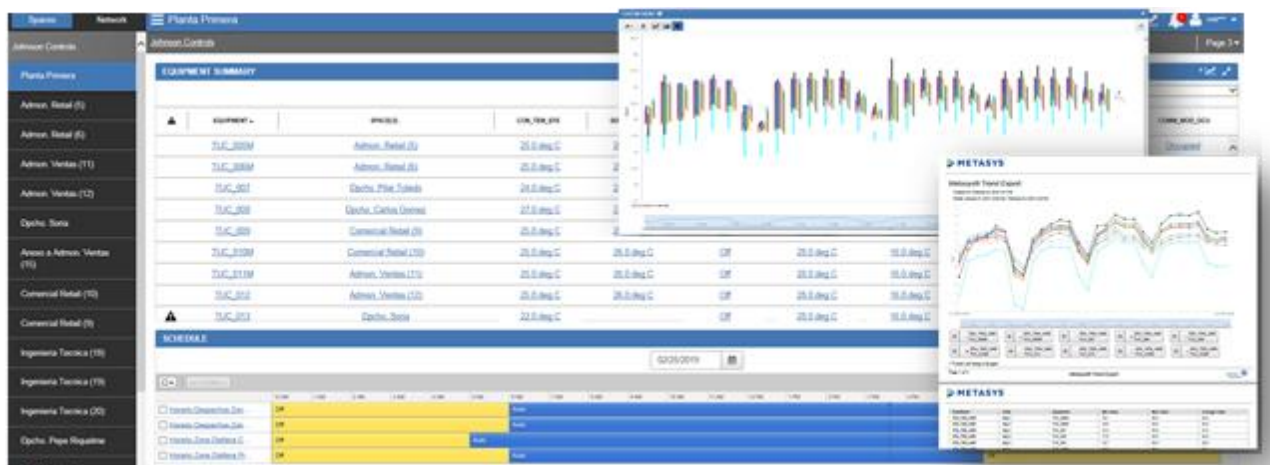


Figura 2. Vistas de “Resumen de equipos”, “Horarios”, “Históricos” e “Informes de temperaturas de confort” en la planta primera: por rangos de variación o exportación a formato no editable con el detalle de análisis seleccionado.

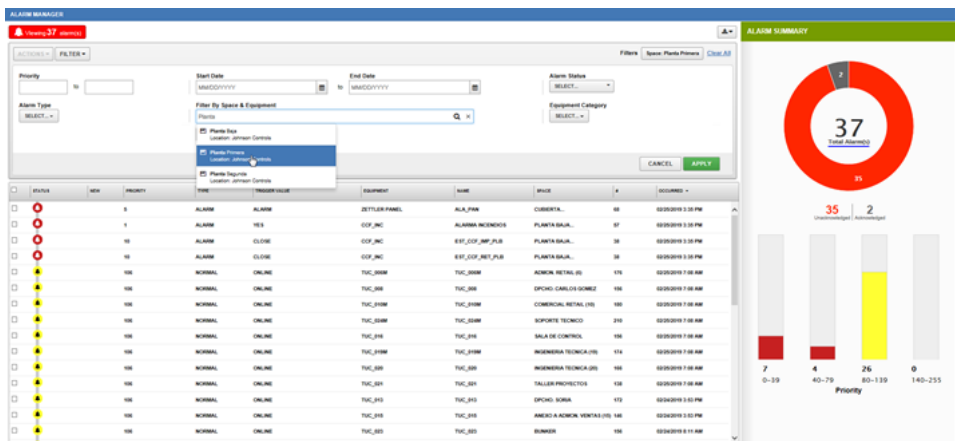


Figura 3. Ejemplo de Informes de alarmas de la planta primera del edificio.



El software también dispone de un panel de control específico de gestión de alarmas que permite, además de los típicos filtrados por estado actual y reconocimiento de la alarma, agrupar las alarmas por espacios de trabajo y equipos concretos (figura 3).

## DIÁGNOSTICO AVANZADO DE FALLOS

En todo sistema de control es vital adelantarse a las averías y disponer de una aplicación que permita encontrar el origen del fallo y corregirlo con rapidez. En este sentido, el software de control debe guiar al usuario hacia la fuente del error.

En Metasys 10 esto se consigue a través de las **relaciones de dependencia** y de las diferentes vistas de diagnóstico que nos muestran el estado de las variables de los equipos implicados en los procesos de control de los espacios.

El confort de cada espacio definido está garantizado por una serie de equipos, como puede ser el fancoil que aporta aire frío o caliente al ambiente para regular su temperatura. A su vez, el funcionamiento del fancoil depende de otros equipos como son el recuperador de aire y los circuitos de agua secundario y primario.

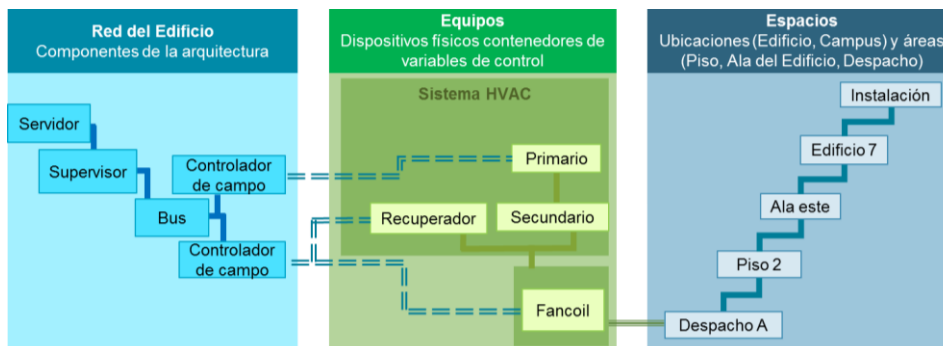


Figura 4. El confort de despacho A depende de equipos fancoil, recuperador, secundario y primario.

Así podemos decir que, para cada subsistema, existen una serie de relaciones de dependencia entre equipos que, mostradas con claridad a los usuarios de la aplicación, les permiten diagnosticar los errores de funcionamiento más rápido y sin necesidad de tener conocimientos expertos de control o de la instalación concreta donde se ha producido el problema. Es, por lo tanto, una forma de poner conocimiento avanzado a disposición de usuarios con menos experiencia.

Para entender esto fijémonos en un **caso real** de las oficinas centrales de Tyco en Las Rozas:

1. Se recibe una llamada desde el departamento de Televenta de la planta segunda advirtiéndonos de que los trabajadores están pasando calor.
2. Se accede a Metasys 10 para visualizar el espacio en concreto “Comercial Residencial Televenta” (figura 5). La vista “Potential Problem Areas” nos muestra que en efecto hay una alarma de Warning por temperatura.

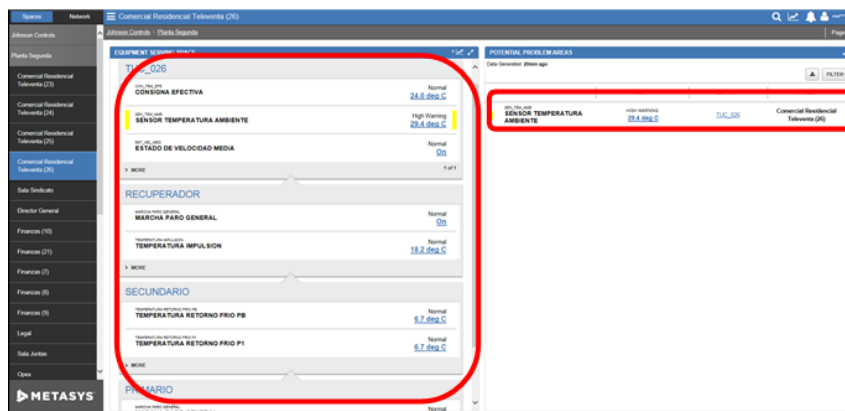


Figura 5. Vistas de “Equipos que sirven al espacio” y “Áreas potencialmente problemáticas” para el espacio Comercial Residencial Televenta situado en la planta segunda.

La vista “Equipment Serving Space” nos muestra la cadena de relaciones de dependencia de los equipos de los que depende el funcionamiento del fancoil TUC\_026, que son el recuperador de aire, el circuito secundario y el circuito primario, y el estado de sus principales variables de control.



A través del gráfico visualizamos el fancoil y sus variables de control (figura 6). Aparentemente el control local parece correcto, la válvula de frío está abierta al 100% pero no hay aporte de aire frío, pues la temperatura ambiente es de 29,4 grados.



Figura 6. Vista “Gráficos” para el espacio Comercial Residencial Televenta.

3. Accedemos a Metasys 10 para visualizar el espacio “Planta Segunda”.

La vista “Equipment Summary” nos muestra un aumento de temperaturas en un total de cuatro fancoils de la planta.

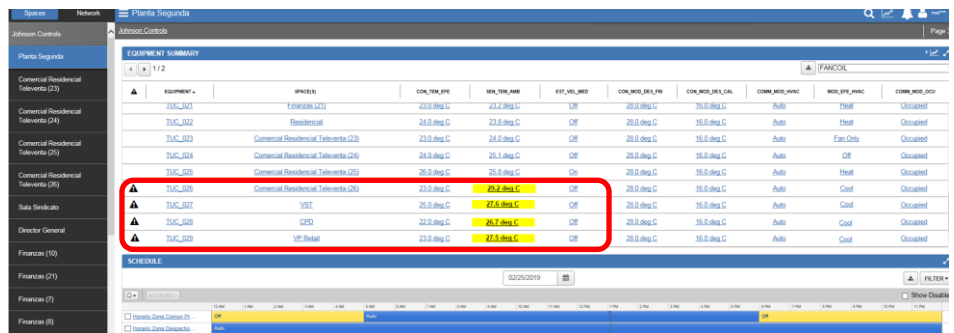


Figura 7. Vista “Resumen de equipos” de la planta segunda.



Figura 8. Vista “Gráficos” de la planta segunda.

A través del gráfico de planta se confirma que en el ala sur del edificio en planta segunda tenemos un problema de temperaturas algo elevadas (figura 8).

4. Accedemos a través de Metasys 10 al espacio que corresponde con el primer nivel de la cadena de relaciones de dependencia, que tal y como nos mostraba la vista “Equipment Serving Space” de la figura 5, se trata del equipo recuperador.

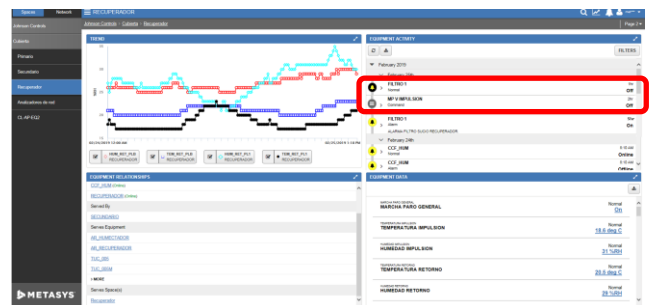


Figura 9. Vistas de “Tendencias”, “Datos de equipo”, “Relaciones de equipos” y “Actividad del equipo” del recuperador.

Las diferentes vistas nos permiten operar sobre las variables de control, visualizar sus históricos y entender los equipos de los que depende y a los que da servicio, así como el log de actividad con las actuaciones y alarmas recientes.

En concreto la vista “Equipment Activity” nos muestra por un lado una alarma de filtro sucio sucedida cinco horas antes, y un comando manual de parada forzada del ventilador de Impulsión.

A través del gráfico del recuperador se confirma que el ventilador se encuentra parado por una actuación manual de un operador (figura 10).



Figura 10. Vista “Gráfico” del Recuperador.

5. A continuación, arrancamos el ventilador de nuevo y así habremos restablecido el servicio de climatización de la planta segunda y el funcionamiento normal de la instalación de clima.

Navegando a través de las diferentes vistas de los espacios de Metasys 10 hemos podido encontrar el origen del fallo inicial. El mal funcionamiento del clima en la planta segunda ha sido producido por una maniobra de intervención sobre la máquina para el cambio de filtro, y un olvido por parte del operador que debió haber puesto el ventilador de nuevo en automático tras resetear la alarma de filtro.

## CONEXIÓN DE METASYS A LA CRA

Actualmente, la calidad y la velocidad de respuesta ante una avería dependen de la disponibilidad y de la cualificación del operador del sistema de control en el momento de producirse la misma.

Gracias a la integración de Metasys 10 con un sistema de software de gestión de incidencias (por ejemplo, Mastermind) es posible responder a este tipo de eventos siguiendo un protocolo definido previamente, con lo que podemos mejorar la calidad de esta respuesta. Y como la respuesta la da un equipo de disponibilidad garantizada, mejoramos a su vez la rapidez de respuesta.

Veamos ahora paso a paso cómo se modifica el caso anterior cuando Metasys 10 está conectado a la CRA:

- El sistema de control Metasys 10 detecta el primer aviso por alta temperatura en el mismo momento en el que se produce.
- Cuando se produce el segundo aviso en esa misma zona, se genera una alarma de zona que es codificada por Metasys 10 y enviada a través de Internet a la central receptora de alarmas de Tyco.
- En la CRA el software Mastermind recibe la alarma de zona y de forma automática genera un aviso que entra directamente en la pantalla del técnico del equipo especialista de control (figura 12).



Figura 11. Flujo de funcionamiento de la generación, envío y gestión de señales desde el sistema Metasys de un edificio a la CRA.

Para este envío se utiliza un protocolo estándar abierto y reconocido de envío de mensajes de registro en las redes informáticas IP, el protocolo **Syslog**. Este protocolo, junto al protocolo SIA para recepción y gestión de alarmas, constituyen la base técnica de comunicaciones hacia la CRA.

Date	Day	CSF	Operator	Zone	State	Event	Location/Comment	Comment
19/02/2019 14:52:45	Tuesday	P005094208	W9981	A	MT1591	WATCHDOG LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, Watchdog Mastermind NAE351, WatchDog Mastermind NAE351, WATCHDOG LOG
19/02/2019 13:55:43	Tuesday	P005094209	W9981	A	MT1591	WATCHDOG LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, Watchdog Mastermind NAE352, WatchDog Mastermind NAE352, WATCHDOG LOG
19/02/2019 13:54:41	Tuesday	P005094210	W1581	A	MT1514	PUMPS CLIENTE	'005	OOS Action Taken: call client, Priority: Alarm, ESTADO BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, MAL FUNCIONAMIENTO O PUESTA EN MARCHA, SE BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, PUMPS CLIENTE
19/02/2019 13:53:36	Tuesday	P005094210	W1581	A	MT1512	PUMPS MAIL	'005	OOS Action Taken: send email, Priority: Alarm, ESTADO BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, MAL FUNCIONAMIENTO O PUESTA EN MARCHA, SE BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, PUMPS MAIL
19/02/2019 13:52:34	Tuesday	P005094210	W1581	A	MT1511	PUMPS LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, ESTADO BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, MAL FUNCIONAMIENTO O PUESTA EN MARCHA, SE BOMBA SECUNDARIO FRIO P1, PUMPS LOG
19/02/2019 13:50:07	Tuesday	P005094210	W9981	A	MT1591	WATCHDOG LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, Watchdog Mastermind NAE41, WatchDog Mastermind NAE41, WATCHDOG LOG
19/02/2019 13:47:34	Tuesday	P005094208	W9981	A	MT1591	WATCHDOG LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, Watchdog Mastermind NAE351, WatchDog Mastermind NAE351, WATCHDOG LOG
19/02/2019 13:38:32	Tuesday	P005094209	W9981	A	MT1591	WATCHDOG LOG	'005	OOS Action Taken: log, Priority: Alarm, Watchdog Mastermind NAE352, WatchDog Mastermind NAE352, WATCHDOG LOG

Figura 12. Entrada en Mastermind de una señal de alarma proveniente del sistema de control Metasys 10.

- En la pantalla del técnico aparece el procedimiento a realizar para resolver la incidencia:
  - o Realizar una conexión remota al sistema Metasys 10 local para diagnosticar el error. El técnico localiza la fuente del error: el ventilador de impulsión se encuentra parado tras una actuación de mantenimiento correctivo de sustitución del filtro.
  - o Realizar una llamada al responsable de mantenimiento del edificio para confirmar la operación de arranque del ventilador para restablecer el servicio de climatización de la planta segunda.
  - o Comprobación del correcto funcionamiento del sistema. La incidencia queda abierta en el sistema de Mastermind de la CRA hasta que el técnico especialista confirma que la incidencia inicial se ha resuelto y la cierra.
- En paralelo en la CRA, con programas informáticos de análisis y procesamiento de datos, se genera un primer informe con las temperaturas de planta del día en el que se ha producido la incidencia, y se envía por correo electrónico al responsable de mantenimiento y al responsable de PRL del cliente. Se adjunta información sobre la incidencia y su resolución. Al día siguiente se generará de nuevo el mismo informe con temperaturas para confirmar el funcionamiento del sistema de climatización.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de control deben ser sistemas inteligentes que nos permitan liberarnos de las tareas de vigilancia y mantenimiento de los edificios. Metasys 10 ofrece un interfaz sencillo de manejo mediante la distribución de las variables de control en espacios reconocidos por los usuarios. Además, organiza de forma inteligente la información de los sistemas, mostrando las interdependencias entre los equipos y los espacios del edificio, facilitando al máximo la detección de las averías y su origen, y permitiendo así la resolución inmediata de los problemas relacionados con los sistemas de control.

A través de la conexión a la CRA mediante protocolo abierto, Metasys 10 se incorpora al conjunto de tecnologías que pueden ser gestionadas de forma automática, liberando a los mantenedores de las tareas de vigilancia y mantenimiento de los Sistemas de Control y permitiendo otro tipo de explotación de la información que proviene de los Sistemas de Control.

El futuro está en la centralización de la información de los sistemas como la climatización, el uso de los recursos energéticos y los modelos de ocupación, entre otros, que nos permitirán mediante sistemas inteligentes de tratamiento avanzado de los datos y con la ayuda de la modelización matemática, clasificar el comportamiento de los edificios de acuerdo a estándares de control.

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros colaboradores Chris Lane, BAS Product Management Director, Jeff Taylor, Metasys UI Development Director, Alejandro Gutiérrez, Monitoring & Customer Experience Director, Beth Ray- Product Manager, User Experience y a todo el equipo de I+D de Johnson Controls Europa e Iberia, por sus aportaciones para este artículo, sus ideas innovadoras y sus continuas ganas de mejorar de forma continua las soluciones que ofrecemos a los clientes, fuente de nuestra inspiración.

# LA IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y SUS MÚLTIPLES BENEFICIOS: AHORRO DE COSTES, EFICACIA Y EFICIENCIA

**Pepe Gutierrez Esquerdo**, Socio, Cofundador, Administrâpolis  
**Juan Carlos Álvarez Rodríguez**, Socio Cofundador, Administrâpolis  
**Francisco Gil Rojas**, Socio, Administrâpolis  
**José Bonet Más**, Socio, Administrâpolis  
**Francisco Martínez Núñez**, Socio, Administrâpolis

**Resumen:** Este grupo de administradores de fincas colegiados hemos realizado un estudio de investigación orientado a conocer cómo afecta la utilización del Internet de las Cosas (IoT), Big data e Inteligencia artificial, a la administración de los inmuebles múltiples. Se realizará una exposición sobre la metodología aplicada, especificando el contenido de la experimentación, cómo se ha triangulado la información, las características de la muestra, su heterogeneidad, el periodo de recogida de los datos y el enfoque cualitativo de la investigación. Todo ello nos ha permitido alcanzar descubrimientos e interpretar los resultados para determinar diez poderosas razones para considerar un gran paso hacia el futuro en la “ADMINISTRACIÓN PREDICTIVA”.

**Palabras clave:** Mantenimiento, Datos, Administración Predictiva, Tecnología, Ahorro, Eficacia, Eficiencia, Satisfacción

## EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LA ADMINISTRACIÓN DE FINCAS

### Introducción

La analítica predictiva aporta en el campo de la Administración de Fincas tantos beneficios como pueda hacerlo en la industria, llevando a la práctica soluciones proactivas con sensores y actuadores que nos invaden de datos.

Gracias al tratamiento a través del Big Data, estos datos se convertirán en información y con la ayuda de la inteligencia artificial se podrán tomar decisiones, en cuestión de segundos, optimizando costes y procesos en la gestión de los edificios.

También permitirá acercarse a las “Smart Communities” y al Blockchain, creando unas pautas y procesos y aplicando la ciberseguridad en las tendencias de utilización de los servicios comunes de los edificios, que supongan, a corto plazo, un mejor y mayor aprovechamiento de los recursos financieros de los inmuebles y en sus servicios, pero, sobre todo, centrándose en el problema y no en los síntomas.

El Administrador de fincas necesita esta información tanto Online como Ontime para poder deducir las necesidades en cada caso y gracias a la ayuda de los algoritmos apropiados, poder personalizar y establecer regularidades y normas de uso.

### Antecedentes

En Septiembre del año 2016, se tomó la decisión de analizar la oportunidad que presentaba el mercado de aportar soluciones al mundo de la administración inmobiliaria con el fin de incorporar productos o servicios basados en tecnologías transformadoras, tales como Internet de las cosas, bussines intelligence, inteligencia artificial, reconocimiento facial y realidad virtual, y llegamos a una primera conclusión: todas ellas resultarían beneficiosas, tanto para los profesionales de la administración de fincas como para los propietarios de los edificios, representando para los primeros una ventaja mas para el desarrollo de la transformación digital de sus despachos y para los segundos un mejora para su bienestar y vida diaria.

### Metodologías aplicadas

Para definir la idea y validar las distintas hipótesis se ha obtenido el apoyo en la metodología The Lean Startup de (Eric Ries, 2011) que ha permitido diseñar prototipos para realizar los experimentos y estudios y conocer qué pensaba el cliente, qué necesidades tenía, qué modificaciones proponía y/o requería, y en base a ello y a las métricas manejadas, tomar las decisiones oportunas para pivotar y adaptar el producto a sus requerimientos (Figura 1).

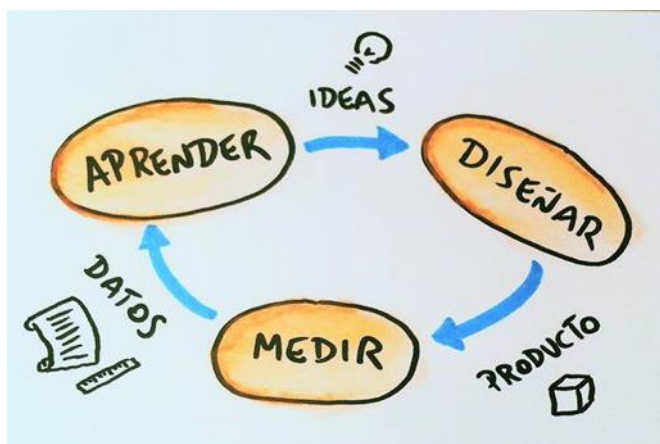


Figura 1. Metodología Lean Startup.

La gran ventaja de contar con un Antropólogo entre los autores y redactores del estudio, ha permitido realizar una triangulación de la información basada en métodos de investigación cualitativa, centrada en la Observación participante y, conjuntamente, con aplicación práctica de las entrevistas en profundidad, ha otorgado la posibilidad de conocer en profundidad y de primera mano, las virtudes de la implantación de la tecnología PREDICTIVA en el seno de las comunidades de propietarios.

Por otra parte, dentro de la observación participante, poner en práctica la utilización de esas tecnologías y ser usuarios finales, ha conducido a poder determinar los factores importantes que hacen más fácil la vida de los propietarios facilitando la convivencia en comunidad y optimizando los, siempre escasos, recursos de los que disponen, apostando por la eficacia y eficiencia.

En cuanto a la otra parte de la triangulación, basada en la investigación cuantitativa, se han tenido en cuenta las estadísticas recogidas en la aplicación web y derivadas del uso de las instalaciones de apertura de puertas ya que con el nivel de utilización recogido, que supera numéricamente los 100.000 usos en un año, son datos muy relevantes a la hora de establecer patrones de uso en los hábitos y comportamientos, tan importantes para la vida de una comunidad, como el horario de salida y regreso mayoritario de sus moradores, detectando cuando se produce la mayor demanda a la hora de utilizar los medios técnicos y pudiendo prever su disposición de la forma más eficiente posible.

Igualmente, se han detectado incidencias o problemas que han podido acometerse para corregirlos, como, por ejemplo, identificar la causa y efecto en ciertos factores como la tipología del sistema operativo utilizado en los teléfonos de interacción y ha conllevado a aplicar un mayor énfasis y desarrollo en Android y la utilización de determinadas tarjetas SIM para la mejora de la cobertura y disposición en determinadas zonas de los edificios.

Por otra parte, también nos permite verificar la procedencia del idioma y saber los países de origen de los usuarios, lo cual representa otro elemento, igualmente a considerar, sobre todo en los edificios con residentes extranjeros o con usos preferentemente vacacionales y dedicados al alquiler de temporada. Todo ello ha supuesto un cambio significativo en el uso de las instalaciones que permite facilitar o retirar los accesos a distintos usuarios o invitados de manera temporal, ya sea por horas, días, semanas o meses.

## Desarrollo de la experimentación y Características de la muestra

### *Dispositivos de Apertura de Puertas de Garaje (Figura 2)*

Con la finalidad de facilitar la vida de las personas y mejorar su bienestar en el hogar se ha diseñado un dispositivo de apertura de puertas en remoto que no está basado en la comunicación por conectividad inalámbrica (Bluetooth o Wifi) que necesita una cierta proximidad, sino que es un sistema remoto real, máquina a máquina, que puede actuar sobre una puerta desde cualquier parte del mundo.

El sistema ha sido testado en 105 Edificios en diversas ciudades españolas, Alicante, Palma de Mallorca, Lugo, Algeciras y Oviedo, con unas estadísticas de visitas de 132.903, con 99.292 órdenes de aperturas en el último año. Las claves de

acceso entregadas ascendieron a 4.469, siendo 3.139 vinculadas a propietarios y 1.330 de invitados o arrendatarios de las viviendas.

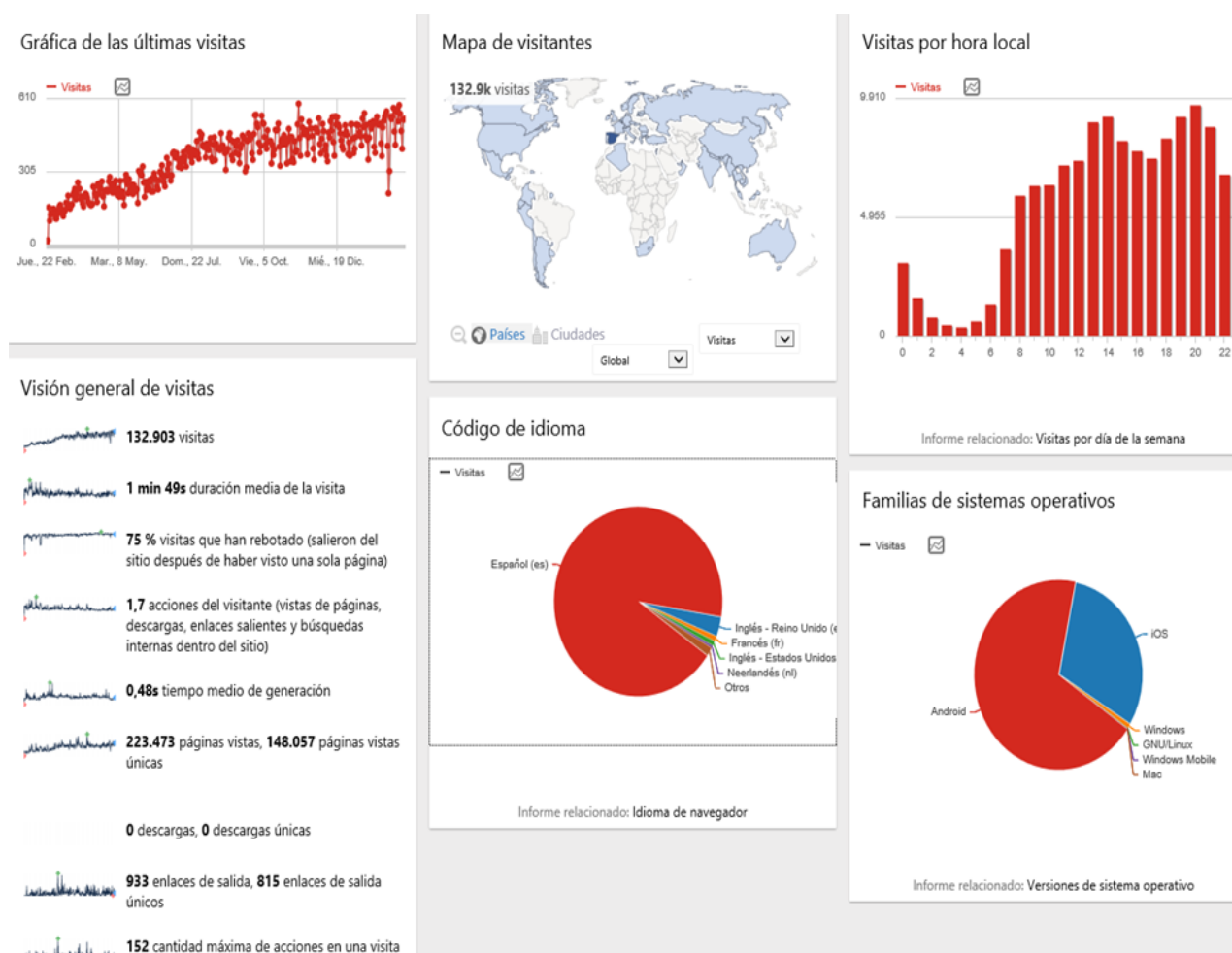


Figura 2. Panel de control de uso de los dispositivos.

### Sistema de Riego Inteligente (Figura 3)

Es un sistema enfocado al control de riego de las zonas verdes que se compone de un programador wifi inteligente con un control predictivo basado en el estudio de la climatología al estar conectado con las estaciones meteorológicas locales para ir modificando su programación según la evolución del tiempo previsto, es decir, si hay probabilidad de lluvia, no se activará el riego, si hace viento excesivo, tampoco regará para que los aspersores no funcionen mal, y en caso contrario, si hace excesivo calor, se activarán y realizarán tiempos extra.

Con esto, lo que se ahorra son tiempos de gestión en programaciones ya que automáticamente se adapta a las condiciones meteorológicas y permite optimizar los tiempos de dedicación del personal de jardinería ya que se puede controlar desde cualquier lugar del mundo dado que se conecta vía wifi con una aplicación, por lo que se ahorra tiempo en desplazamientos.

Adicionalmente, se puede también instalar un contador en la entrada del sistema de riego para controlar los consumos que tienen las zonas de riego detectando si existe algún aspersor roto o hay alguna rotura en la tubería.



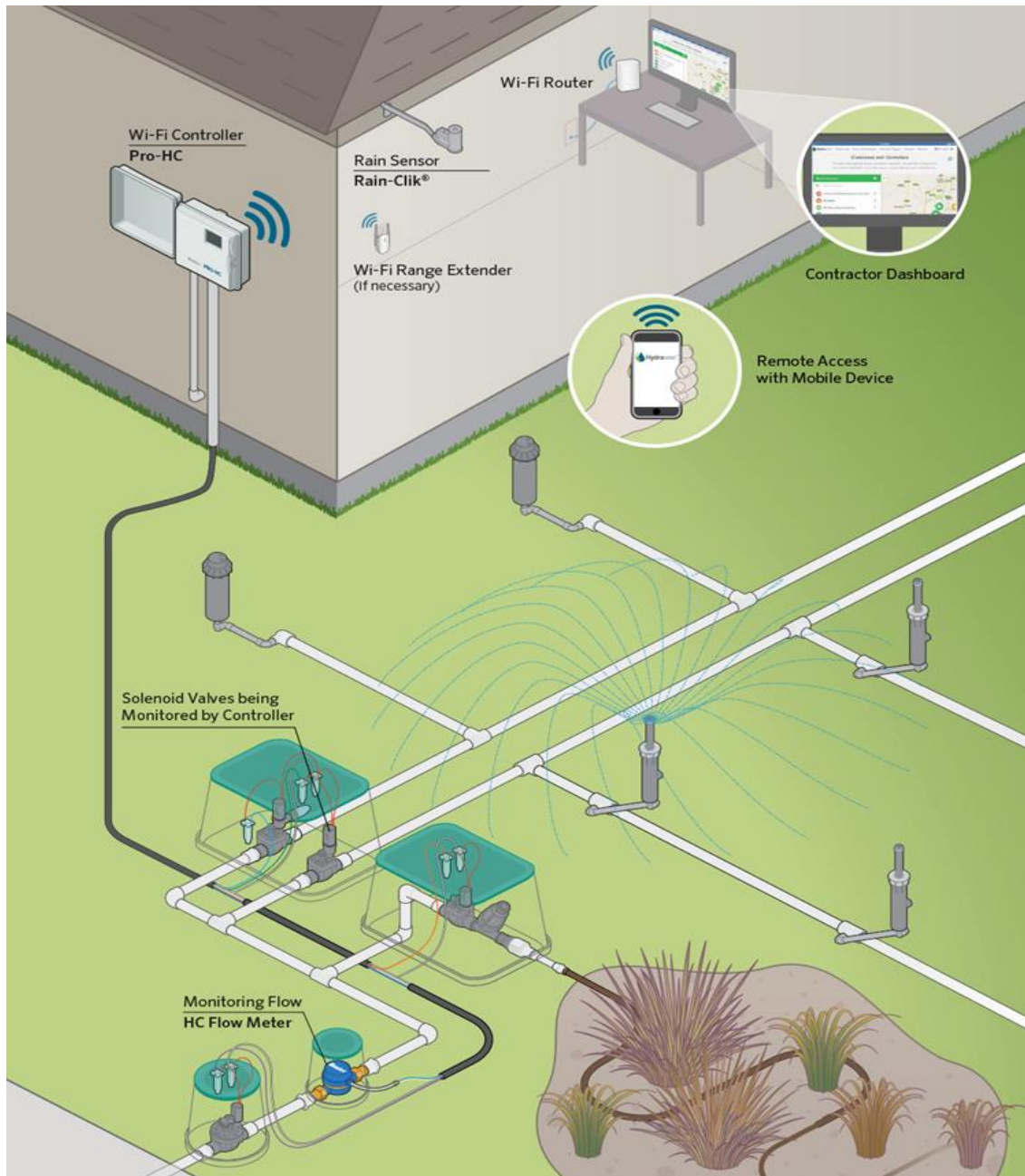


Figura 3. Diseño de un Sistema de irrigación inteligente.

#### **Control de Consumos Agua Instalaciones Comunes (Figura 4)**

Este sistema consiste en monitorizar el consumo de agua de una instalación completa, bien sea de riego, fuentes, piscinas, salas de calderas etc.

Se procede a la recopilación de datos del caudal mediante un equipo que transmite los datos recogidos de un Contador a una plataforma web, a la que se puede acceder desde cualquier ordenador, móvil o tablet, para poder verlo en cualquier momento.

La programación se puede configurar para que salten alarmas o avisos por exceso de caudal o por exceso de consumo diario habitual u ordinario y con ello se podrá detectar que, seguramente, existirá una fuga en la instalación o bien se podrán adoptar medidas orientadas a la regulación de los consumos por horas o zonas comunes.

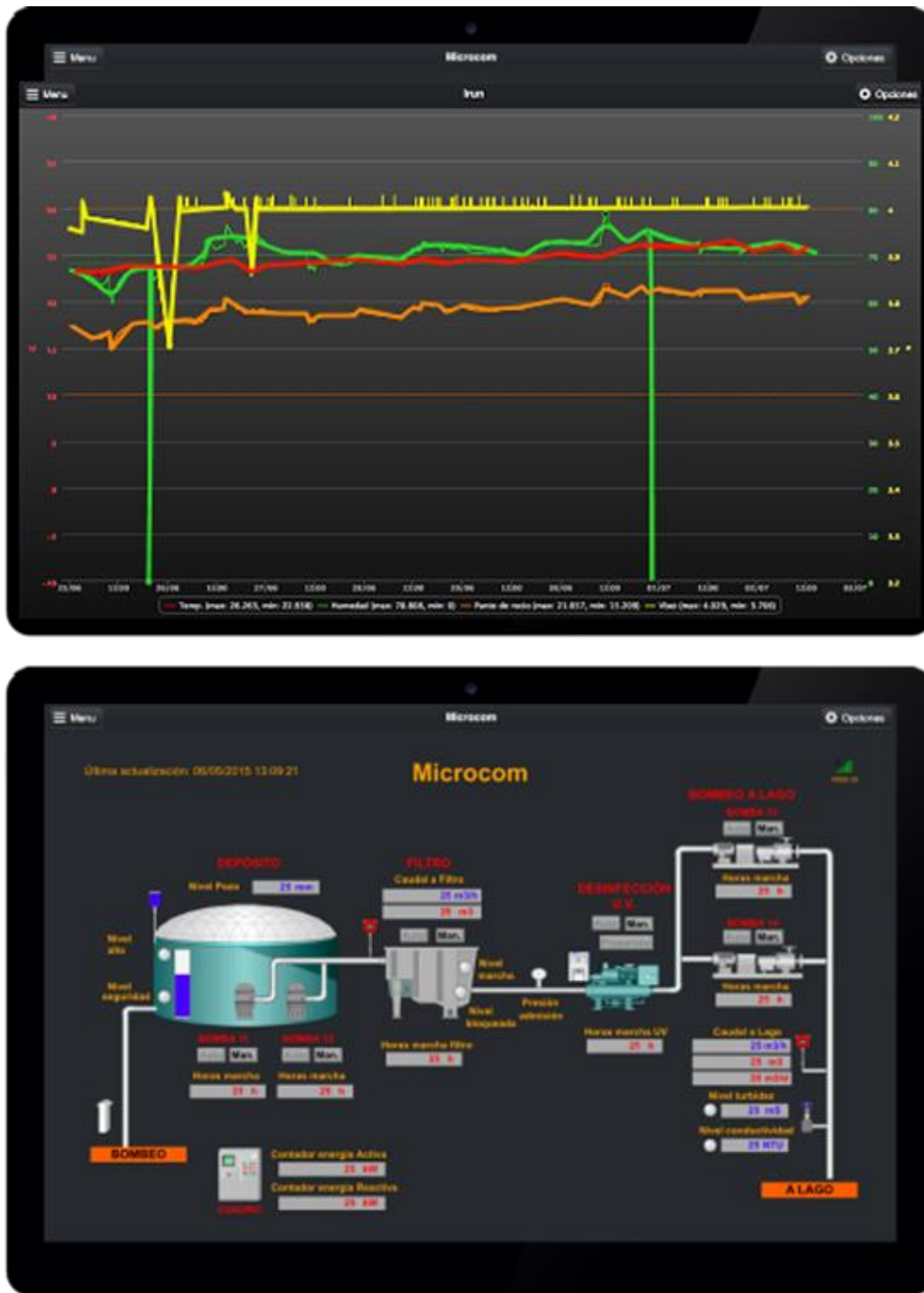


Figura 4. Panel de Información y Esquema de un Sistema de Control de Consumos de Agua.

## CONCLUSIONES PARA DETERMINAR LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

1. **Conocemos los hábitos de los residentes**, en horarios de acceso a sus garajes con el vehículo, pudiendo ofrecerle soluciones a sus preocupaciones o necesidades.
2. Se han mejorado los tiempos, energía consumida y procesos de aperturas de puertas, incluso con autocorrecciones.
3. Descubrimiento de las necesidades de personas con minusvalías para acceder a sus viviendas mejorando la sostenibilidad energética.
4. Conocer con anticipación, antes que el propio usuario, las averías en las puertas y actuar de forma proactiva, con la satisfacción del cliente en su resolución.
5. Reducir los costes de personal, energía y productos químicos en el servicio de la piscina, mejorando la calidad del agua gracias a las estadísticas de controles de asistencia, uso, horarios, días, etc.
6. Mejorar la satisfacción y experiencia de cliente mediante la comunicación a los residentes de esa información y otras colaterales.
7. Reducción superior a 20 m3 diarios del consumo agua de zonas comunes tan solo con la predicción de lluvia o viento y, sobre todo, con el cierre inmediato de suministro, en casos de pérdidas/fugas de agua.
8. Descubrir una muy fácil integración facility management predictivo en los edificios residenciales.
9. Obtención de un Retorno de la Inversión (R.O.I.) muy interesante para el edificio.
10. El manejo de gran cantidad de datos nos ha mostrado la necesidad de contar con un medio de comunicación adecuado a las necesidades y de medidas de ciberseguridad acordes al IoT, y la previsión futura del uso de Blockchain, en algunos casos en lo que se denomina IOTA.

## GESTIÓN INTEGRAL DE INMUEBLES Y SERVICIOS ASOCIADOS (GIDISA)

**Grupo Corporación Radiotelevisión Española**, Dirección de Infraestructuras Inmobiliarias, Servicios y Operaciones CRTVE, Dirección de Sistemas CRTVE, Radio Televisión Española

**Resumen:** La Corporación de Radio Televisión Española dispone de 279 sedes, aproximadamente 300.000 m2, repartidos en 592 edificios, distribuidos por todo el territorio nacional, para prestar el servicio público de radio y televisión. CRTVE no disponía de un Sistema Integral de Gestión de Inmuebles y Servicios asociados (GIDISA); gestionándose dichos servicios, procesos asociados y flujos de trabajo, de forma aislada (personalizada) y sin ningún tipo de interrelación entre ellos. No existía seguimiento de incidencias, llegaban por teléfono, en algunos casos correo electrónico y, por tanto, se perdía el rastro de las mismas. Por ello se procedió a la adquisición de un software escalable y flexible, accesible vía página web y APP, adaptado a las necesidades de CRTVE, de tal forma que una única herramienta permitiera informar, gestionar y conocer el estado de ejecución de todas y cada una de las actividades y servicios vinculados a las necesidades e inmuebles de la Corporación.

**Palabras clave:** GIDISA, ANS, KPI, BMS

### INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

RTVE dispone actualmente de más de 670.000 metros cuadrados repartidos en 279 sedes y 592 edificios, todo ello para prestar el servicio público de radio, televisión, medios interactivos, orquesta, coro e instituto.

El régimen de estos activos es en propiedad, alquiler o cesión.

La Corporación se encuentra presente en todas las provincias españolas y en casi todas las islas:

- 4 Centros de Producción, 2 en Madrid, 1 en Barcelona y 1 en Canarias
- 16 Centro Territoriales con 25 centros de trabajo y 41 Unidades Informativas
- 144 centros emisores para garantizar la difusión a todos nosotros

Además, dispone de corresponsalías en 15 países de Europa, América, Asia y África.

Alrededor de 6.500 trabajadores forman la plantilla, que gestionan más de 1.500 contratos al año.

El parque inmobiliario requiere una serie de servicios especializados, relacionados con la producción o emisión de programas: transporte, limpieza, mantenimiento de instalaciones; así como otros servicios que dan respuesta a las necesidades de los trabajadores: comedor, vending, traslados y gestión de espacios, entre otros.

Los gastos imputables al conjunto de los edificios y propiedades de la corporación superan los 40 millones de euros al año, destacando los destinados a electricidad, seguridad, limpieza, transportes o mantenimiento.

RTVE no disponía de un Facility Management para poder gestionar los inmuebles y los servicios asociados a estos, gestionándose de forma aislada y no como un “activo de la cadena de producción”. La información residía en las personas. No existía trazabilidad ni registro de las incidencias, y los canales de comunicación más comunes eran el teléfono y el correo electrónico. No se contaba con una base datos común relacionada con la Gestión Inmobiliaria y la información estaba dispersa y desorganizada.

### PROYECTO

Se implanta un Sistema que permite la Gestión Integral de Inmuebles y Servicios Asociados (GIDISA), agilizando y optimizando los procesos que se llevan a cabo en RTVE; permitiendo ser un punto único de información relativa a dichos procesos para obtener:

#### Inventario de inmuebles e infraestructuras únicos

Se busca tener una gestión del inventario ateniéndose a los inmuebles, instalaciones y equipos.

Se opta por un desglose de los inmuebles y edificios por las plantas que lo componen, así como clasificación de los espacios según su tipología, accesos, uso, datos constructivos, etc. Se realiza una descripción del espacio a la estructura organizativa y centros de coste; y el Inventario de personas y su ubicación en las sedes y edificios queda vinculado al organigrama de RTVE.

Por último, se realiza un enlace con Google Maps a partir de la ubicación geográfica del inmueble, facilitando situar los diferentes edificios geográficamente de forma rápida.

## **Mejora en la Gestión Patrimonial de RTVE y reducir los costes asociados**

Un objetivo prioritario es generar y mantener actualizada, de manera sencilla y automatizada toda la información jurídico-patrimonial relativa a los inmuebles de la organización, documentos jurídicos, derechos, obligaciones, y cualquier otro que sea necesario.

Para ello, se lleva a cabo una gestión completa y automatizada de la diversidad de contratos relacionados con los inmuebles de una organización (suministros, arrendamiento, y cualquier otro que sea necesario).

También se crean, ejecutan y controlan expedientes y procesos de trabajo relativos a inmuebles y servicios, con el objetivo de gestionar, sistematizar información, reducir errores e identificar oportunidades de mejora. De esta forma se permite asociar un expediente a cualquier entidad del sistema: inmuebles, edificios, contratos, derechos, personas, espacios de trabajo, y cualquier otro que sea necesario.

## **Gestión de Servicios y Mantenimientos asociado de manera eficaz**

### ***Mantenimiento preventivo***

Está orientado a gestionar el mantenimiento de sus activos, tales como inmuebles e instalaciones, de manera eficaz, desde su vertiente preventiva y normativa, incluyendo el plan de mantenimiento y las gamas, ejecutándose en intervalos predeterminados, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las condiciones operacionales, la normativa legal y la historia de incidencias de los activos permitiendo:

- Planificar, programar y estandarizar las gamas de mantenimiento vinculadas a espacios o asociadas al inventario de instalaciones.
- Vinculación gráfica con las instalaciones y disponer de una base documental de planos de los edificios con las instalaciones que este contiene.
- Gestión de manera integrada con proveedores; así como gestión de los partes de trabajo.
- Consulta del mantenimiento realizado en base a diversos criterios: familias y catálogos de instalaciones, equipos concretos, inmuebles, proveedores, y cualquier otro que sea necesario.
- Trazabilidad de la información relativa a la prevención de riesgos laborales.
- Establecer las gamas que permiten definir el catálogo fundamental del mantenimiento preventivo, así como el resto de operaciones de mantenimiento.
- Las órdenes de trabajo como las incidencias están asociadas tanto a los elementos de inventario, a los espacios, como a la estructura de la Corporación.
- El sistema dispone de un proceso que generará de forma automática o supervisada las órdenes de trabajo, que se ejecutan de forma planificada y que estarán concebidas como un conjunto de funciones a realizar por un proveedor (empresa mantenedora, o personal propio) en un periodo determinado.
- Normalmente, una orden de trabajo agrupa varias operaciones a realizar sobre diferentes equipos. Esta agrupación se realiza por el proceso de generación de órdenes de trabajo.
- Existe una serie de criterios por los cuales, se agruparán varias operaciones de mantenimiento en una misma orden de trabajo, con el objetivo de minimizar el volumen de órdenes de trabajo.
- El sistema permite, además, la carga automatizada de planes de mantenimiento, incluyendo gamas, operaciones y objetos de inventario. Las operaciones se crearán teniendo en cuenta el contrato indicado en el proceso.
- Se pueden configurar alarmas de tareas u órdenes de trabajo preventivo pendientes, y asociadas al sistema de control del edificio (BMS).

### ***Mantenimiento correctivo***

El sistema permite establecer un catálogo de solicitudes de mantenimiento correctivo para poder organizar las peticiones, dirigidas a RTVE, por inmueble, permitiendo:

- Definir para cada una de las tipologías de solicitudes de mantenimiento correctivo el workflow asociado.
- Se tiene la disponibilidad para conocer exactamente el estado en que se encuentra cada una de las solicitudes de mantenimiento correctivo de sus clientes internos.

- El sistema notifica aquellas situaciones en las que se puede producir un incumplimiento del servicio de mantenimiento correctivo.
- Se permite definir reglas de acceso para gestionar las solicitudes de mantenimiento correctivo.
- Permite cambiar los datos de una solicitud de mantenimiento correctivo (solicitante, destinatario del servicio, centros de coste, etc.) antes de ser aprobada. Realizada la solicitud, se puede priorizar, pasa a ser estudiada, ejecutada, finalizada y cerrada, o anulada si se cree oportuno. Se tiene la capacidad de reabrir una solicitud finalizada a causa de una disconformidad del usuario solicitante al recepcionarla.
- Se dispone de un registro de disconformidades y se podrá evaluar la calidad del servicio ofrecido.
- Se pueden asignar pedidos o facturas de proveedores a las solicitudes de usuario.
- Gestión de partes de trabajo de correctivo asociados a dichas solicitudes.

### Portal de solicitudes

Se implanta un portal de solicitudes a través del portal de servicios de la Intranet corporativa, para recibir, controlar y realizar el seguimiento de las solicitudes de mantenimiento correctivo de los usuarios solicitantes de los inmuebles.

### APP Orden de Trabajo

La app asociada al sistema permite gestionar mediante dispositivo móvil, al personal correspondiente, las órdenes de trabajo de cualquier tipo de servicios gestionados por la herramienta, con el objetivo de poder acceder, actualizar y completar las órdenes asignadas desde el dispositivo.

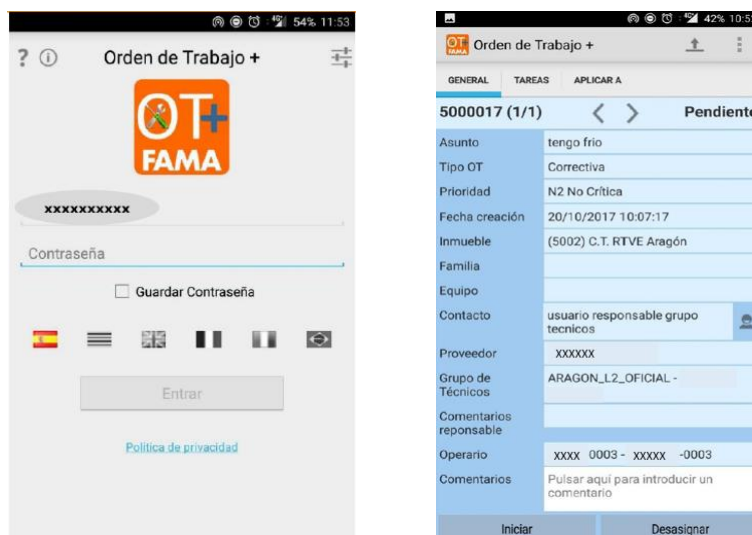


Figura 1. App Orden de Trabajo.

## Optimización del uso de los espacios de la organización

Se permite un exhaustivo análisis de las superficies que componen los inmuebles de la organización, identificando las diferentes zonas, superficies, usos y adscripciones a determinadas áreas de la misma.

Existen algoritmos de cálculo que permiten calcular en tiempo real la ocupación o adscripción de un inmueble, zona o puesto de trabajo en función de múltiples variables definidas durante la implantación de la herramienta.

La plataforma permite anexar fotografías periódicas sobre la ocupación de los inmuebles (con una frecuencia máxima diaria), de manera que el usuario pueda conocer los m2 en sus diferentes niveles de medición: por puestos de trabajo (libre y ocupado), por categoría laboral y departamentos, por persona, por uso y tipo de zona, etc.



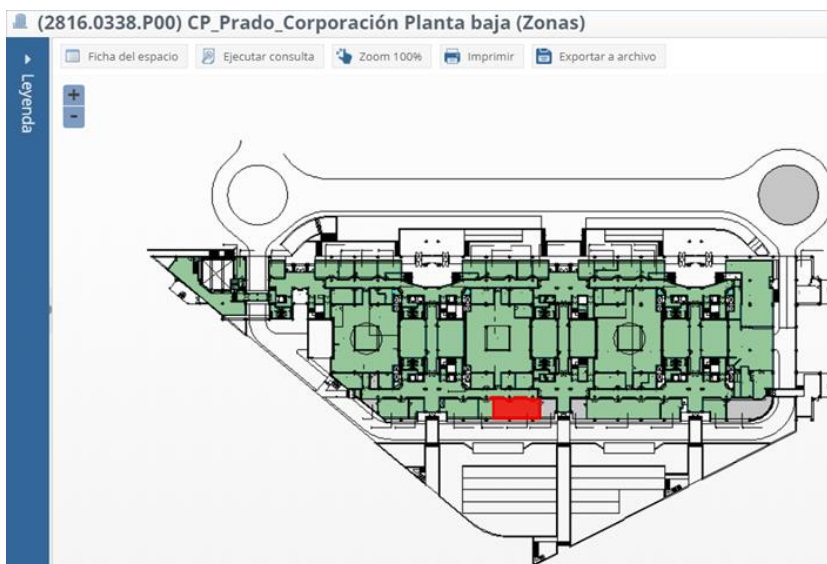


Figura 2. Ejemplo de localización de un área en un plano.

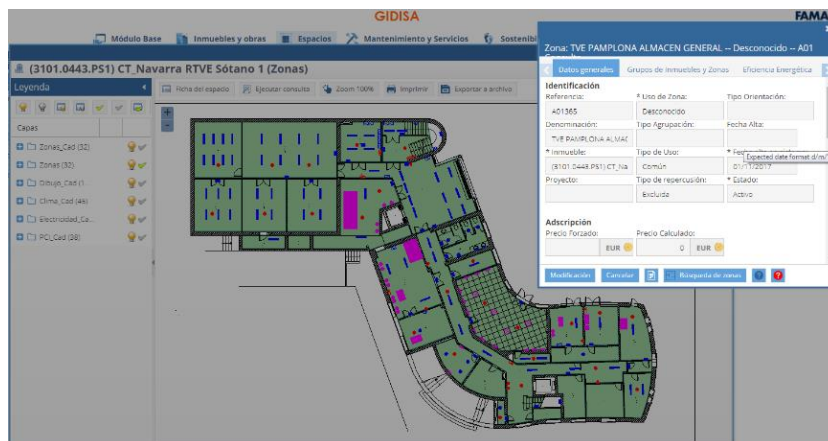


Figura 3. Información gráfica asociada a inmuebles e infraestructuras a la información alfanumérica del sistema, ubicando la misma sobre planos de gestión.

## Herramientas de generación de informes, notificación de alarmas, y gestión de atributos definibles por el usuario

La plataforma permite la explotación de la información mediante informes detallados y precisos sobre criterios concretos, con posibilidad de filtrar la información y exportar a distintos formatos (Excel, pdf, etc.). Se define un conjunto de informes y/o consultas, permitiendo la extracción de información útil cargada en el sistema de forma rápida y sencilla; así como alarmas para los diferentes grupos de usuarios.

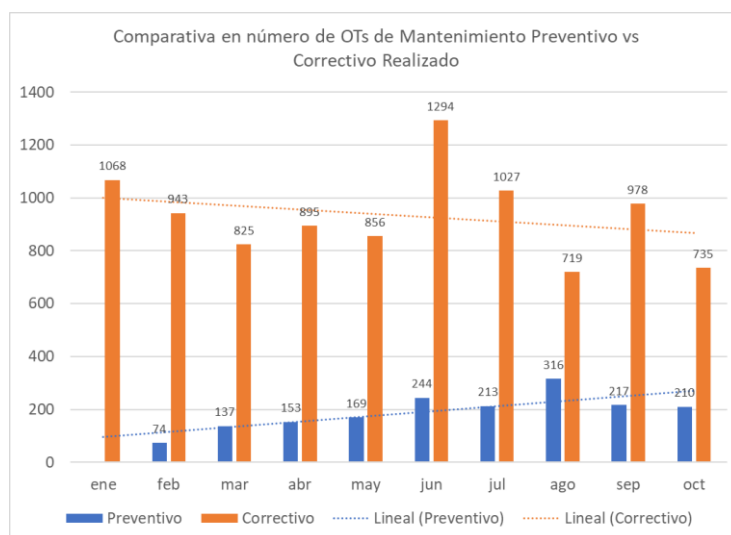


Figura 4. Gráfico comparativo de mantenimiento preventivo vs correctivo.

## METODOLOGÍA

La implantación del Sistema para la Gestión Integral de Inmuebles y Servicios Asociados (GIDISA), se ha llevado a cabo en tres fases:

1. **FASE I - Inmuebles:** La primera fase tenía como objetivo la Gestión de los inmuebles mediante la carga de datos de inmuebles, instalaciones, contratos y proveedores asociados a la gestión y procesos patrimoniales.
2. **FASE II - Gestión de Mantenimiento y Servicios:** En esta fase se realizó la carga de instalaciones, equipamiento y proveedores de mantenimiento y resto de servicios. Las órdenes de trabajo pasan a gestionarse a través de una App y se mide el acuerdo de nivel del servicio (ANS) a través de los indicadores KPI's.
3. **FASE III - Gestión de Espacios:** En esta fase se procedió a la gestión de espacios, gestión de ocupación de puesto de trabajo y personas, y la creación de flujos de trabajo para los proyectos u obras.

## RESULTADOS Y DATOS OBTENIDOS

Se ha centralizado el acceso y alimentación de los registros de las bases de datos y archivos involucrados en la gestión inmobiliaria, desde una aplicación. Se ha conseguido con todo ello normalizar la información: unificar las bases maestras, compartir las mismas bases de datos, consultar y devolver información, en su caso a las fuentes de origen, automatización de consultas e informes.

Se ha realizado una integración entre sistemas corporativos: SAP financiero y SAP RRHH, Intranet Corporativa.

Ahora existe una recepción categorizada y homogénea de peticiones de servicio, se consigue así una gestión de las solicitudes de servicios procedentes de cualquier empleado de RTVE a través de la intranet corporativa, existe completa trazabilidad desde la creación a la resolución de la solicitud. Además, el uso de APP permite la gestión en tiempo real de las órdenes de trabajo de mantenimiento y servicios.

Se pueden obtener informes de incidencias por centro, tiempos de respuesta de los proveedores, gestión del stock de materiales para trabajos de mantenimiento. La aplicación permite la medición de los acuerdos de nivel de servicio del contrato de mantenimiento, con cada proveedor.

Se realiza una optimización del seguimiento de los activos desde el punto de vista correctivo y preventivo.

Gestión de almacén de materiales y posibilidad de conocer la distribución de costes por áreas afectadas.

Registro de las necesidades de las áreas. Priorización y planificación de las obras o proyectos.

Funcionalidades de flujo para la creación de “workflows” de procesos con la documentación adjunta en cada fase. Fechas e hitos de proyectos para análisis de la productividad.

Mejorar la gestión de espacios: centralizar la gestión de espacios, disponer de una base de datos con información gráfica consolidada, sistema con capacidad para gestionar expedientes.

Planos unificados a disposición de la Corporación. Geolocalización de los centros de RTVE.

El sistema ofrece a los gestores información sobre: distribución de personas y centros de coste, usos de zonas, distribución de superficies, distribución de m2 por centro de coste y persona, superficie construida por planta.

Conocimiento de la distribución de los costes asociados a cada inmueble, bien de su propia gestión o de su construcción y mantenimiento.

## **INNOVACIÓN**

Se obtiene una medición del acuerdo de nivel de servicio (ANS) a través de los KPIs y vinculación con un modelo de pago “fijo + variable” en el contrato de mantenimiento integral, en función de la realización de los trabajos con conformidad y en el tiempo establecido. Se da una distinción a las incidencias relacionadas con la producción y emisión de programas. Se relaciona la gestión del pliego de mantenimiento integral (ANS, tiempos, franquicia, pendiente de stock) con la aplicación de Facility Management.

El uso de APP para la gestión en tiempo real de las órdenes de trabajo.

Integración con otras herramientas ya implantadas: los datos de las personas se obtienen de SAP HR, se cargan los pedidos de SAP para relacionarlos con los contratos y generar alarmas para el control del devengo, se descargan los activos de SAP en GIDISA con sus datos económicos. Al utilizar las mismas codificaciones en todas las herramientas el concepto de zona o espacio queda unificado en todos los sistemas. El canal de comunicación de incidencias está en la intranet corporativa y se comunica on-line con GIDISA.

## **CONCLUSIONES**

La implantación del facilityManagement ha supuesto una serie de valores añadidos al modelo de gestión de los inmuebles y servicios de RTVE.

Un aspecto muy trabajado ha sido la reducción del tiempo de respuesta y resolución de una solicitud o incidencia en función de su criticidad. La tranquilidad que ofrece a los usuarios la posibilidad de seguimiento de la incidencia, asegurando su ejecución, y la posibilidad de compartir procesos, dentro y fuera de la Corporación a través del portal de proveedores, mejora la imagen de la organización y contribuye a una buena reputación de la marca.

Se comparte la información entre toda la organización, centralizando la información en una base de datos única y accesible por usuarios, gestores y responsables de toda la empresa.

Se incluye en el protocolo de planimetría de RTVE, las codificaciones de GIDISA y se vincula a las áreas de SAP.

La integración con las aplicaciones corporativas ya existentes (SAP Recursos Humanos, SAP Financiero, intranet, interfaces de personas, pedidos, centros de coste y programas) mejora la trazabilidad de los procesos internos.

Uno de los principales retos a la hora de implantar este sistema, era la gestión del gran volumen de datos con los recursos actuales de la organización; así como la comprensión de la necesidad de cambio.

## DESARROLLOS INMOBILIARIOS - PREVISIÓN EN ACCESIBILIDAD MOTRIZ

Juan Valsechi, Asesor Independiente, Montevideo - Uruguay

**Resumen:** Entender el cuerpo y al ser humano con el fin de diseñar para personas de todas las formas y tamaños nos lleva a la antropometría. La misma es el estudio de las medidas del cuerpo humano y suele usarse para el diseño de muebles de oficina. Este es uno de los estudios esenciales promovidos y desarrollados por las empresas fabricantes de mobiliario, con especial énfasis en la diversidad de tamaños físicos que existen en todo el mundo. A lo largo de los años, la precisión de estos estudios ha aumentado, como puede ser a modo de ejemplo, mediante el uso de exploraciones tridimensionales. Este prefacio implica indirectamente el reconocimiento de que el uso de la tecnología sobre el cuerpo y el ser humano es el futuro para mejorar la calidad de vida. Es de sentido común que un buen diseño se basa en las personas y en lo que realmente necesitan. Tenemos como objetivo, investigar y hacer pensar en mejorar los nuevos desarrollos inmobiliarios de edificios para hacerlos más accesibles e inteligentes en sus elementos a fin de que sean un soporte eficiente, seguro y adecuado para que las personas que presentan discapacidad motriz puedan aumentar su autonomía y calidad de vida mediante normas de previsión en domótica. Se entiende que evolucionar generalmente es un cambio gradual. Hoy no estamos de acuerdo, ya que se debe hacer un cambio radical exigiendo en las normas la inclusión de las previsiones en domótica junto a las ya existentes de accesibilidad. Consideramos que la idea de adaptar tecnológicamente nuestro hábitat ha dejado de ser una idea excéntrica y suntuosa para convertirse en una necesidad cierta que solo demanda actitud y disposición para incluir la previsión domótica en las Normas <sup>(1)</sup>.

**Palabras clave:** Previsión, Accesibilidad, Diseño, Discapacidad, Normas, Domótica, Densidad, Homologación

### INTRODUCCIÓN

Las estimaciones de la población con discapacidad en Europa, según las principales fuentes estadísticas, permiten hacer una estimación del número de personas con discapacidad en la Unión Europea, cubriendo a la población de 16 y más años residentes en domicilios particulares.

En términos absolutos, supone que en el conjunto de la Unión Europea habría unos 113 millones de personas de 16 o más años con limitaciones en la actividad, de las cuales alrededor de 35 millones experimentarían limitaciones severas.



Figura 1. Discapacidad motriz.

Conforme avanza la edad se incrementa el porcentaje de personas que tienen dificultades en las actividades básicas. Este incremento es especialmente notorio en las dificultades relacionadas con actividades motoras (por ejemplo, el porcentaje de personas con dificultades para caminar o subir escaleras pasa del 0,6% en el grupo de entre 15 y 24 años al 10,2% en el grupo de entre 55 y 64 años).

Las deficiencias más frecuentes en las personas de dieciséis y más años con discapacidad que residen en hogares familiares son las de tipo motora, que se da en el 39,2% de las personas con discapacidad.

En España hay alrededor de 3'8 millones de personas que tienen algún tipo de discapacidad. Según el Instituto Nacional de Estadística, en uno de cada cinco hogares españoles vive al menos una persona con discapacidad, el 20% de los



Figura 2. Necesidades accesibilidad.

hogares y nunca se sabe cuándo uno (usted) puede pasar a ser una de ellas. Hoy, en la mayoría de las edificaciones de construcción nueva ya se aplica en lo básico la normativa para que sean accesibles; aunque la normativa no contempla la previsión de la domótica. Es de hacer notar que los inmuebles que tienen más de 25 años en España, no suelen estar adaptados, de modo que para casi 4 millones de personas, encontrar una casa y más aún un apartamento adaptado a las necesidades puede ser una odisea, ya que el parque español de inmuebles no está preparado.

Asimismo, si se analiza el cuadro de inclusión en la vivienda del Informe Olivenza año 2017, podemos ver que, en el esquema de indicadores de inclusión social y discapacidad, el mismo también hace referencia al hacinamiento grave (<15 m<sup>2</sup>/persona), lo cual también influye directamente en la accesibilidad.

Entonces, ¿cómo podrían preverse edificios con apartamentos accesibles para discapacitados motrices de ayer, de hoy y del mañana? La respuesta es con previsión, apoyada por normas existentes en diseño como normas a establecerse en tecnología (domótica).

## Descripción

Apoyándonos en informes sobre la situación general de la discapacidad en España (Olivenza 2017) y refiriéndonos básicamente a la discapacidad motora (personas en silla de ruedas y con movilidad reducida), podemos llegar a conclusiones que no alteran en demasía la ecuación económica de los desarrolladores inmobiliarios, y son un paso más para avanzar en minimizar la brecha que hoy día tienen los edificios para la población de discapacitados motrices. También es un nuevo punto de vista de cómo encarar los edificios inteligentes, viéndolos hoy día para que mediante la previsión luego cada quien le habilite a su apartamento la inteligencia necesaria para sus necesidades y que a su vez contemple su economía.

Es por ello que la propuesta plantea que se debería tener en cuenta la condición de movilidad reducida en las medidas, diseños y tecnologías de los edificios nuevos de apartamentos, dejándolos “preparados” con la previsión necesaria para facilitar el ingreso de la inteligencia al mismo.

Existen muchas normativas según las diferentes comunidades, pero el fin es intentar estandarizar, regularizar y minimizar la inclusión de la accesibilidad que actualmente rige en la Normativa Estatal de la Vivienda. Generalmente las mismas contemplan repetidamente y en muchos casos el grado de accesibilidad de un edificio (condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización del edificio); pero no contemplan la previsión de la incorporación de tecnología (domótica). Definiendo entonces el concepto de a qué nos referimos cuando mencionamos domótica, llegamos a la siguiente definición: “La domótica es un conjunto de elementos electrónicos que interactúan por intermedio de un software y que se comunican de forma independiente o conjunta en el hogar según las necesidades de las personas. Estos componentes permiten que la vivienda pueda ser programable a esas necesidades cada día más específicas y flexibles, permitiendo crecer a lo largo del tiempo”. (1)

## Solución

Consideramos que, para avanzar en la integración de más edificios inteligentes, la acción no pasa solo por ideas que sean realizables solo en el “papel” y para unos pocos, sino que mediante la previsión de medidas y normas, se pueda llegar a “universalizar” y reducir la brecha existente para que ya en el proceso de construcción los edificios puedan llegar a ser inteligentes y accesibles en forma parcial y autónoma según las necesidades del usuario.

¿Cómo llegaríamos a ello y cómo repercutiría en los costos?

- El unificar y sumar a las actuales normativas la previsión de diseños básicos para la instalación de domótica así como también de los elementos de previsión para la colocación de amarres en pared para las sujeciones /agarraderas/pasamanos, harían la “magia” para la inclusión motora y bajarían costos al masificar estas previsiones mediante normas que apliquen a la autorización de permisos de construcción. Para ello es necesario abrir la mente y pensar genéricamente previendo hacer también los edificios inteligentes más accesibles.

- Redistribución de m<sup>2</sup>. No siempre con más m<sup>2</sup> se solucionan los problemas. Hay que considerar también que “menos es más”. Maximizando los apartamentos pensando socialmente y aplicando previsiones en alturas (enchufes, fregaderos), vanos libres, ángulos de giro que de hecho no afectan estéticamente al inmueble, sumando a ello un buen diseño de espacios comunes.

## Proyecto

Se consideran dos tipos de requisitos básicos para que los edificios tengan mayor autonomía y confort tanto en un apartamento como también en zonas comunes. Estos se dividen en dos ramas de la previsión, una la domótica y otra la “material/diseño” que ya se encuentra en las normas, aunque no unificadas.

1. Previsión domótica: La incorporación de tecnología domótica en el proceso de construcción de obras se considera una interface vital para prever un edificio inteligente. La previsión domótica apunta a aquellas personas que deben cubrir necesidades básicas por problemas de discapacidades, así como también a personas que desean un mayor confort. Esta permite ampliarse a lo largo del tiempo en función de las necesidades de las personas que la usan, controlando su vivienda por medio de un dispositivo móvil con Smartphone, mediante el uso de una aplicación. Hoy día es como dejar la previsión de un aire acondicionado en cada vivienda, ya que es accesible en los costos del desarrollo inmobiliario. Con dejar algunos metros de rollos corrugados para cables (Fig. 3) y un área de tablero (Fig. 4) - (variables según los m<sup>2</sup> del inmueble), ya es más que suficiente (1). Hay que entender que hoy día las viviendas no son un conjunto de “materiales apilados”, sino que pueden ser un “ser vivo” con quien relacionarnos sobre nuestras necesidades mediante una sola acción. Eso se llama evolución.



Figura 3. Rollos coarrugados para cables.

Resumiendo, en términos de inversión, la previsión de la instalación de domótica en los apartamentos, tiene un costo despreciable y es un plus al momento de la venta (1). Consideramos que la misma llevada al servicio de los discapacitados motrices, solo puede ser llevada de manera “obligatoria” mediante la promulgación de Normas. Entendemos que seguramente no captara todas las expectativas para estas personas, ya que hoy día, los que pueden acceder a la tecnología, lo hacen a la medida de sus necesidades. Esto no implica un desconocimiento del problema, sino el comienzo por intermedio de la previsión en masificar los elementos básicos para componer un edificio inteligente, permitiendo mediante la inclusión de personas con discapacidad motriz, que otras personas que no tienen la misma discapacidad puedan mediante esa previsión optar por empezar a “dar inteligencia” a sus apartamentos a fin de ampliar el abanico de oportunidades y crecimiento al sector de la tecnología. Entonces para este caso, la domótica se definiría como una previsión limitada de instalaciones para poder incluir servicios inteligentes que realicen funciones básicas en apartamentos. La idea es que mediante una aplicación sea posible subir persianas de enrollar, prender luces, audio, calefones, aire acondicionados, abrir portones y puertas reduciendo la dependencia de terceros. Esto para los discapacitados motrices aporta independencia y para los que no, aporta comodidad. De esta manera tendríamos edificios “semi-inteligentes” con la previsión de ser inteligentes de una manera normalizada, segura y eficiente. Esta previsión quedaría invisible para el usuario, pero sería un mojón para el crecimiento de la tecnología en los edificios, dejando de ser un rubro “suntuario” por el solo hecho de tener la previsión para ser inteligente a ser una “necesidad” básica optativa para los ocupantes de la vivienda.

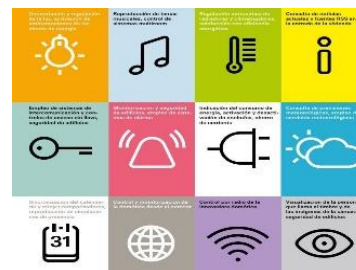


Figura 4. Ejemplo tablero previsión domótica.

2. Por otro lado, sumado ahora si los “materiales apilados”, según el orden y el diseño, hacen ya también a la previsión para la discapacidad motriz:
  - o Las puertas de acceso a y en el apartamento deben ser de 80 cm de ancho (vano libre), para que una silla de ruedas pueda pasar sin dificultades. La instalación de puertas correderas facilita enormemente la accesibilidad aunque no se consideran básicas.
  - o Los pasillos y puntos de giro cómo ser frente a una puerta de entrada, puerta de cocina y frente al fregadero, tienen que ser fácilmente maniobrables con una silla de ruedas. Estos espacios de maniobra (sector libre de obstáculos que posibilita a una persona usuaria de silla de ruedas u otra ayuda técnica, o bien con dificultad



- de movilidad o equilibrio, girar y maniobrar), debe tener dimensiones tales, que permitan inscribir un círculo de al menos 150 cm de diámetro. Para los casos de aplicación de la accesibilidad básica, esta dimensión se puede disminuir hasta 120 cm.
- Los pasillos en línea recta deben tener un ancho libre de 90 cm como mínimo (se entiende por ancho libre, la total circulación en los 90 cms; por lo que considerando la previsión de pasamanos, esta distancia debería ser un poco mayor).
  - Los suelos deben ser antideslizantes y sin irregularidades u obstáculos en seco y en mojado (esto último especialmente en el baño).
  - El alcance de una persona en silla de ruedas está entre 0,40 y 1,40 m de altura, de modo que los enchufes deben adaptarse a estas alturas.
  - La altura de referencia es la de una mesa de trabajo, la encimera de la cocina o del baño no deberán superar los 85 cm de altura.
  - En el baño se debe poder acceder frontalmente al lavabo y lateralmente a la ducha.
  - El lavabo no debe tener pedestal, debe estar colocado a 80 cm del suelo y tener una altura libre bajo él de 65 cm para permitir el acceso.

Pocas veces se habla sobre cómo influye la accesibilidad en la construcción, por lo menos en la concepción de los espacios adaptados o pensados para utilizar por cualquier persona con movilidad reducida.

Asímismo consideramos que también debería preverse en determinadas paredes una franja para el fácil montaje de pasamanos/agarraderos para que puedan usarse para mantener el equilibrio, así como también la ducha debería tener la previsión en la pared para colocar barras de apoyo y sujeción, además de tener un asiento o banco en su interior. Sumado a los interiores, se tienen que considerar unificando criterios los espacios comunes como pueden ser: acceso al edificio, escaleras, zonas comunes, ascensores y estacionamientos. Los estacionamientos deberían cumplir con los requisitos mínimos para permitir el ascenso y descenso de los vehículos de las personas usuarias de sillas de ruedas, ya sean que viajen en la misma silla o realicen transferencia a la misma.

Aunque la accesibilidad refiere a "todas las personas", asociada a una realidad esencial: la diversidad característica entre los seres humanos en cada instante y la diversidad de las situaciones, limitaciones o condiciones de cada persona durante el ciclo de su vida, situaciones específicas de edad o actividad, situación particular permanente o eventual, casos de lesiones severas o discapacidades complejas que requieran una atención particular o individual hacen casi imposible la previsión total, por lo que lo anteriormente mencionado solo abarca a la discapacidad motriz y a los que por edad o comodidad desean usufructuar la misma.

## Metodología

En general, un edificio no preparado, no se adapta en lo básico hasta que existe una necesidad planteada por parte de algún copropietario de disponer como mínimo de una rampa y/o ascensor. Para que la domótica se considere un bien necesario y tenga éxito para la sociedad y en especial para las personas con movilidad reducida se deben de considerar los factores básicos humanos en el diseño y elaboración de estos servicios y productos. No estamos hablando de la antropometría, sino de integrar en los ciclos de ingeniería de diseño de los edificios, fases específicas de evaluación metodológica de algunos factores humanos. Para poder llevar a cabo una buena instauración de los sistemas domóticos deben de darse algunos componentes básicos como pueden ser la formación en diseño para todos para que los futuros diseñadores de servicios y productos adecuen la diversidad funcional humana en aquellos. También en la Normalización, incluir la participación de colectivos de usuarios que demanden accesibilidad en productos y servicios en aquellas entidades de estandarización y normalización, como puede ser en España (AENOR). Esta participación, sumada a la previsión será el camino en el que el propio usuario colabora para subsanar los distintos inconvenientes que suceden entre el diseño y el uso real.

## Resultados y datos obtenidos

En España, recién en los años 60 salió la ley sobre Propiedad Horizontal en la que ya se empezaba a hablar sobre accesibilidad, no fue hasta el año 2007 cuando se publicó el Real Decreto sobre condiciones básicas de accesibilidad de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones que tuvo un nuevo empuje en su definición.

Luego, desde el 4 de diciembre 2017, al haberse aprobado el "Texto Refundido de la Ley General de las Personas con Discapacidad y de su Inclusión Social" se hizo obligatoria la accesibilidad para todos los edificios. Esto es lo legal, pero

hay que seguir para que la inclusión de la “previsión” en la domótica sea una realidad para todos los nuevos edificios de apartamentos.

En Montevideo (Uruguay), no en la domótica, pero sí en la accesibilidad existe una resolución departamental para que cualquier edificio que cuente con cuatro o más viviendas, debe tener un “itinerario” accesible desde su acceso hasta el estar o comedor según Norma UNIT 200. Por tal motivo, empresas de domótica a través de diferentes estrategias de marketing y comerciales han comenzado a intentar “implantar” la previsión domótica mediante esfuerzos particulares (1) ya que esta previsión no está incluida en la normativa, lo que impide que por normativa se facilite la previsión de la incorporación de inteligencia a las viviendas.

## Discusión

### **Accesibilidad por medio de la domótica y la redistribución de m<sup>2</sup>**

El concepto de accesibilidad ha ido evolucionando en los últimos años hasta llegar a un nuevo enfoque, donde lo primordial reside en concebir el entorno y los elementos de forma inclusiva o apta para todas las personas, potenciando la condición del medio físico que permite acceder con seguridad, emplear sus recursos, relacionarse y comunicarse con sus elementos y las demás personas.

La accesibilidad va más allá del diseño propiamente dicho, dirige sus pasos hacia un compromiso social presentando multiplicidad de vertientes en función de ciertas condicionantes (personales, ambientales, sociales, culturales), por lo que los ámbitos de actuación pueden ser amplios y variados. Particularmente estas ayudas especiales resultarán necesarias al momento de diseñar edificios de apartamentos accesibles o eliminar dentro de lo posible las barreras arquitectónicas en viviendas y en especial apartamentos existentes donde viven personas con algún grado de discapacidad, tomando en consideración la individualidad de la persona, su discapacidad, sus posibilidades y limitaciones. Una de las formas de conseguir estas adaptaciones es mediante la incorporación de nuevas tecnologías como la domótica en forma “obligatoria” incluyendo su previsión en las Normas.

El objetivo es, como se mencionó al principio, el investigar y hacer pensar en mejorar los nuevos desarrollos inmobiliarios de edificios para hacerlos más accesibles en sus elementos a fin de llegar a ser estos un soporte eficiente, seguro y adecuado para las personas que presentan discapacidad motora, permitiéndoles aumentar su autonomía, independencia y comodidad.

¿Por qué hacemos hincapié en usar más el término “apartamentos” en vez de “vivienda”? Entendemos que la palabra “vivienda” hace una generalización que también abarca a los inmuebles “casas”; donde las personas tienen más libertad de hacer los cambios necesarios, por lo que pueden no ser incluidas en la normativa. El caso de los “apartamentos” abarca ya una conjunción de intereses que empiezan desde el diseño del proyecto para luego necesitar la aprobación de terceras personas y organismos estatales para realizar modificaciones. Consideramos que se debe tener en cuenta que la seguridad que implica la integración de la domótica, es un aspecto esencial e implícito en el concepto de accesibilidad.

### **Densidad - Regulación de personas por metro cuadrado**



Figura 5. Concepto densidad tóxica.

Entendemos que deberían de considerar algunas normas a los efectos de no hacinar a las personas, considerando que se debe instaurar una normativa para las viviendas (apartamentos) de menos de 36 m<sup>2</sup>.

Tomando como ejemplo las normativas de diferentes países del mundo, en las cuales la superficie mínima útil construable para viviendas es de 36 m<sup>2</sup> (promedio), hacemos el siguiente razonamiento. La construcción de una vivienda (apartamento) varía en función de la cantidad de habitantes y las condiciones mínimas de habitabilidad y accesibilidad. Cuando revisamos las normativas en diversos países, existe un rango que oscila entre 30 y 40 m<sup>2</sup> para 3 o 4 ocupantes. Bajo estos parámetros no oficiales de 10 m<sup>2</sup> por persona y unos 20 m<sup>2</sup> para zonas comunes, tomaremos una proporción más que lo habitual y definiremos una carga de ocupación de vivienda (apartamento) de 15 m<sup>2</sup> de superficie útil por persona. Es de considerar que para que sea accesible y tenga lo mencionado anteriormente como ser la superficie útil por persona, para

contar con accesibilidad motora al metraje se le debe de considerar un estimado no oficial de un 20% más de área (18 m<sup>2</sup>). Una de las principales necesidades insatisfechas en la discapacidad permanente, es el confort, en lo que está relacionado con aspectos de accesibilidad y la domótica; pero no directamente proporcional al metraje cuadrado.

## CONCLUSIONES

De esta manera consideramos que la domótica hoy día integra un nuevo pilar en la arquitectura evolucionando los proyectos arquitectónicos a un nivel más completo y amigable. En la actualidad no existe realmente la homologación de viviendas en cuanto a la capacidad autorizada para el uso de las mismas, como existe en otros ámbitos como pueden ser vehículos, ascensores, locales, etc. Por tal motivo, se considera que además de llevar a cabo la homologación de sistemas constructivos (aprobación que permite a las empresas la presentación de propuestas de sistemas constructivos no tradicionales), se debería legislar para que las viviendas (apartamentos) no sean “tóxicas” en el sentido de densidad de personas por m<sup>2</sup> ya que también influye indirectamente en la accesibilidad. La homologación en este sentido, tiene una especial importancia y vendría a ser un punto de quiebre en la normativa para la vivienda, la salud pública, accesibilidad y la economía. De acordarse una previsión de accesibilidad y homologación se podrían construir apartamentos con las previsiones para discapacidades motoras, así como también con menores metrajes a los hoy día autorizados sin que se afecte la movilidad, la salud y la convivencia de las personas. Es por la accesibilidad y la densidad que insistimos en la inclusión de sociólogos en los equipos de diseños arquitectónicos para como mencionamos al principio, se pueda entender al cuerpo y en especial al ser humano. Es por la accesibilidad y la seguridad que se debe incorporar la previsión de la domótica. A lo largo de los años, muchos elementos innovadores en su tiempo como son la luz eléctrica, la sanitaria, eran considerados “suntuarios”; por lo que hoy tenemos que empezar a reconocer a la domótica como una necesidad “no suntuaria” para el ser humano e incorporarla a los diseños de proyectos y a las normas.

## AGRADECIMIENTOS

- Arquitecto Sebastián Papich (Montevideo – Uruguay)
- Espacio Domótica (Montevideo – Uruguay)
- Miguel Lanao, Consultor (Tarragona – España)

## REFERENCIAS

- Arquitectura&diseño Noviembre 2018, Espacio Domótica- Montevideo Uruguay
- Ecoconstrucción Enero-Febrero 2019, págs. 52 a 55, Madrid España
- Informe Olivenza 2017 sobre la situación general de la discapacidad en España. Antonio Jiménez Lara y Agustín Huet García (Coords.)
- Norma UNIT 200-2018, Uruguay
- Decreto No. 34650 del 23.5.2013 Junta Departamental de Montevideo 25-2-19  
<http://www.juntamvd.gub.uy/es.php/archivos.php/decretos/8619-34650.htm>
- Resolución No. 898/14 del 10.3.2014 Artículo R.1894.8 Intendencia Municipal de Montevideo 25-2-19  
<http://www.montevideo.gub.uy/asl/sistemas/Gestar/resoluci.nsf/WEB/Numero/898-14>

# INTEGRACIÓN DIGITAL APLICADA AL SERVICIO ASISTENCIAL EN EDIFICIOS SOCIOSANITARIOS

**Antonio Atarés Huerta**, Ingeniero, Co-fundador, Integración Digital Ingeniería

**Resumen:** Históricamente en los edificios sociosanitarios se han instalado sistemas básicamente hardware para facilitar peticiones de asistencia de los residentes a los profesionales. Estos sistemas son limitados en cuanto a flexibilidad, movilidad, interfaces de usuario, etc, generando además dependencia del fabricante, por el uso de dispositivos y protocolos propietarios y de difícil sustitución. Hoy día las tecnologías son más abiertas y permiten usar dispositivos como PCs y smartphones, o protocolos como IP, muy asequibles por coste y disponibilidad. Integrar pulsadores, sensores y actuadores diversos es viable y necesario para mejorar la calidad asistencial. Con nuestro software, ya en uso en varios edificios, es posible ir mejorando día a día.

**Palabras clave:** Dependencia, Asistencia, Cercanía, Residencia, Integración, Software, Alertas, Smartphone, Inteligencia

## INTRODUCCIÓN

Mejorar la **asistencia** a personas **dependientes** es fundamental para una sociedad avanzada. Más teniendo en cuenta la situación nacional y europea en cuanto a población mayor y su evolución.

Aunque el primer objetivo es dar servicios en las viviendas es muy importante disponer de edificios sociosanitarios bien equipados como recurso para quienes precisan de mayor apoyo. El abanico de escenarios es amplio, desde la vivienda con teleasistencia hasta la residencia, pasando por viviendas con apoyo, centros de día, cohousing, etc. En todos ellos es deseable incorporar tecnología para aumentar la seguridad, mejorar tareas y comunicaciones.

Es muy importante que se pueda trabajar con productos tecnológicos de diferentes fabricantes y que se puedan **integrar** distintos sistemas.

Nos centraremos en un escenario de tipo **residencia** en la que conviven personas dependientes y profesionales que las asisten en **cercanía** (plesioasistencia). Veremos cómo aplicar la filosofía de integración digital en este escenario, describiendo un caso real de una residencia de mayores. Este mismo enfoque se ha podido llevar a cabo en otros proyectos para personas con diversidad funcional (discapacidad) en escenarios variados.

Para conseguir una residencia inteligente habría que andar un largo camino, pasando por la:

- instalación de infraestructuras de comunicación adecuadas
- modernización de equipos informáticos y software
- monitorización en tiempo real del funcionamiento del servicio asistencial
- personalización de dispositivos que interactúan con los residentes
- formación y motivación de los profesionales implicados

Difícilmente se puede aspirar a la inteligencia si para que una persona reciba asistencia se están usando tecnologías obsoletas. Por ejemplo, buscas, que reciben mensajes de manera unidireccional (sin acuse de recibo). O si se dispone de pulsadores de llamada difíciles de usar. O si no se emplea ningún tipo de sensor para monitorizar a las personas que no puedan pulsar.

Si además no se supervisa ni se registra ningún dato es imposible conocer el estado de funcionamiento del sistema asistencial. Es preciso medir y registrar para conocer la realidad.

Además, la “inteligencia” del edificio, no puede alcanzarse sólo con tecnología ya que las personas son fundamentales. Obviar eso nos llevaría al fracaso. Hay que aunar tecnología y procedimientos de trabajo con la ayuda del software adecuado.

## ENFOQUE

Nosotros somos partidarios de la atención centrada en la persona, que “implica reconocer la singularidad y unicidad de la persona y fijar la mirada en sus capacidades” [1]. Por tanto, hay que admitir que será necesario un amplio catálogo de productos o tecnologías para dar servicio a la diversidad de personas y situaciones que pueden darse en una residencia. Por ejemplo, un simple pulsador puede tener multitud de formatos, tamaños, modos de activación y otras

características. En el CEAPAT [2] se pueden ver muchos modelos que son el reflejo de las variadas necesidades fruto de la diversidad humana.

Por tanto, es imprescindible **integrar** eficientemente los distintos elementos técnicos (hardware y software) para lograr un sistema flexible que permita la máxima personalización mediante una configuración de parámetros lo más sencilla posible (pero no menos, pues simplificar en exceso desvirtúa la realidad).

Esta integración la debe realizar alguien con el suficiente conocimiento y de una forma cercana y coordinada con los profesionales de la residencia. Debe ser capaz de poner a los residentes en el centro y adaptar las tecnologías a las necesidades de éstos. No al revés, como sucede con el enfoque tradicional, en el que los fabricantes ofrecen soluciones a las que las personas deben adaptarse. Esto se debe a que la fabricación en serie presupone uno o pocos perfiles de usuario, y pocas funcionalidades por producto. Una simplificación que es limitante.

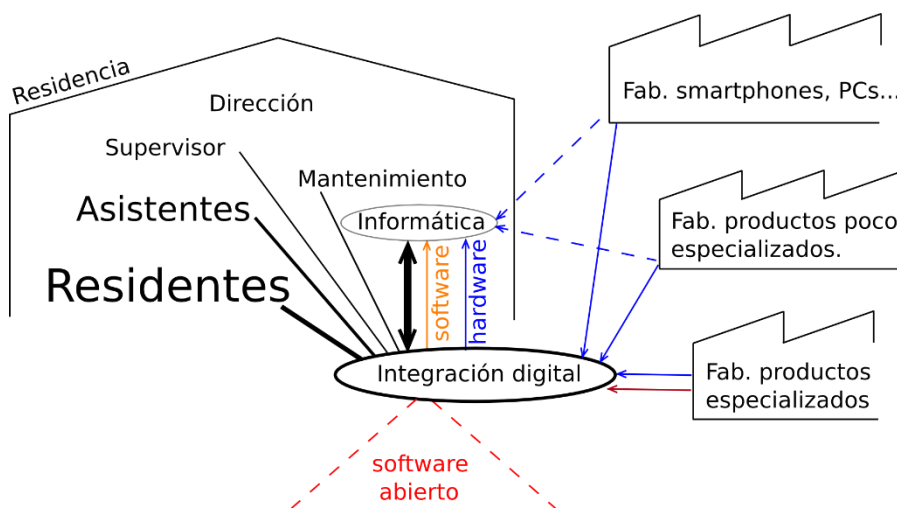


Figura 1. Esquema de relaciones de integración digital en una residencia.

El trabajo de integración no tiene una fecha de finalización puesto que tampoco la tiene la evolución de la tecnología. Es preciso entender que el software que posibilita esa integración está “vivo” y requiere mantenimiento. Sin embargo, no se pretende crear una dependencia tecnológica entre el integrador y la residencia. Ésta podría adquirir los dispositivos a cualquier fabricante y llegar a obtener el conocimiento necesario sobre la versión del software que compró para mantener su sistema asistencial de forma independiente a cualquier empresa. No obstante, si se pretende una mejora continua interesa mantener una relación a largo plazo para acceder a nuevas versiones del software.

La figura de un departamento de informática en la residencia es importante para una buena interlocución entre ésta y el integrador de hardware y software, es decir el integrador digital.

La utilización de software abierto, en cuanto a código y licencia, posibilita trasladar a los usuarios finales las mínimas restricciones posibles. Los protocolos abiertos deben ser de elección prioritaria siempre que sea viable, aunque en ocasiones es imprescindible usar productos y protocolos especializados.

## SOLUCIÓN TÉCNICA

La solución técnica escogida por Integración Digital se llama SAID [3] y consiste en un servidor central que recibe permanentemente la información que generan los dispositivos de la residencia, procesa reglas definidas en función de los estados de éstos y otras condiciones (temporales o de otro tipo), y gestiona el envío de mensajes a clientes (PCs, smartphones, etc.), al tiempo que registra y puede mostrar de diversas maneras la información recibida.

Ese servidor debe estar en la residencia para posibilitar el procesamiento en tiempo real y mejorar la seguridad, independencia y privacidad de los datos de la residencia.

La importancia del tiempo real radica en que cuanto más **cercanía** temporal entre un evento y su análisis o tratamiento, más efectiva será la respuesta y los posibles reajustes que sea necesario hacer. Supervisar y actuar debe ser lo más inmediato posible.

Mantener el servidor central no es costoso como podría pensarse, porque prácticamente cualquier PC puede ejecutar el servicio. Se establecen mecanismos de restauración muy ágiles para poner en marcha el servicio en muy poco tiempo tras cualquier fallo. Esta solución es efectiva tanto frente a fallos de hardware como frente a problemas software, incluidos los de seguridad.

Para sacar el máximo partido a la integración de dispositivos de diferentes fabricantes, es necesario ese servidor central que los interrelacione. Por ejemplo, si integramos un sistema de control de errantes que envía información de la zona en la que se encuentra cada residente y a su vez, está integrado el control de accesos, podremos configurar el bloqueo de puertas y/o enviar mensajes a asistentes. Si tenemos integrados avisadores acústicos y puntos de iluminación, podremos también hacer indicaciones sonoras y/o visuales.

A las reglas mencionadas anteriormente las denominamos **alertas**, de forma que cuando se produce una situación como por ejemplo el cambio del estado de un pulsador de cama durante X tiempo, se puede activar una alerta que tuviera configurada esa condición. Esta activación producirá el envío de mensajes a usuarios (exactamente a los clientes conectados al servidor que se han autenticado). Estos usuarios son los asistentes de la residencia que disponen de smartphones conectados por wifi y que están ejecutando la app correspondiente.

Ese es el típico ejemplo de alerta, que solemos denominar “llamada voluntaria con pulsador fijo”, en la que una persona con la suficiente capacidad física, cognitiva y sensorial decide accionar un pulsador para pedir ayuda, pero hay otras muchas situaciones que pueden generar otras alertas:

Ejemplos de alertas	Origen
Llamada voluntaria con pulsador portátil	En movilidad
Asencia o presencia	Cama o silla
Una puerta o una ventana se abre	Puerta o ventana
Epilepsia (convulsiones)	Cama
Incontinencia	Cama o en movilidad
Persona con riesgo de fuga se acerca a una salida (control de errantes)	Zonas con puertas
Agresión a un profesional	En movilidad
Temperatura ambiental baja o sube más de lo adecuado	Estancia
Luz encendida a una hora no habitual	Estancia
Un grifo se abre más de cierto tiempo	Baño

Tabla I. Ejemplos de alertas.

## DESCRIPCIÓN DEL CASO

Se trata de la residencia de mayores del Centro Sociosanitario Nuestra Señora del Carmen de las Hermanas Hospitalarias en Valencia. Tiene 3 alturas, 106 camas y una geometría típica de pasillos largos con puertas a ambos lados. La mayoría de residentes cuentan con grado medio o alto de dependencia. El personal de planta (asistentes) realiza turnos de mañana, tarde y noche, habiendo menos personal por la noche. Es un centro libre de sujeciones [4] acreditado, por lo que no se usan sujeciones físicas que limiten la libertad de movimiento de los residentes.

## Estado previo

Previamente a la instalación de solución propuesta se disponía de un sistema basado en un ordenador de sobremesa conectado en red con una emisora de buscas y unos módulos de entradas y salidas que recibían en un mismo punto (punto de control) todo el cableado procedente de las habitaciones. Este cableado está conectado a pulsadores de cama, de inodoro, ducha y otro pulsador para indicar presencia del asistente en la habitación.



Los residentes no disponían de ningún indicador que les diera feedback de haber pulsado ni información sobre el proceso de asistencia. Sí había un piloto luminoso en el pasillo. Se tenía un único cable para los 4 pulsadores de cada habitación, de forma que no se diferencia si la llamada proviene de una cama o de la otra, o si es del inodoro o de la ducha.

Los buscas apenas se usaban ya que el alcance era limitado. Confiaban el servicio sobre todo a los pilotos de pasillo y a la fiabilidad de los pulsadores.

Uno de los problemas era que la empresa que suministró e instaló el sistema residía en otra ciudad, por lo que no ofrecía un buen servicio. Cualquier desplazamiento resultaba muy costoso y la comunicación era poco fluida.

No existían teléfonos ni intercomunicadores en las habitaciones puesto que para la mayoría de residentes no resultaban funcionales, ya que o bien no son capaces de hablar, o de oír o incluso de comprender. Algunos profesionales llevaban teléfono inalámbrico (DECT) para comunicarse entre ellos.

Había un temporizador electrónico autónomo para bloquear algunas puertas durante la noche, aunque en caso de incendio éstas son desbloqueadas.

El centro tiene contratado un informático a tiempo completo.

Existían algunos puntos de acceso wifi y una red local no demasiado estructurada.

## Implantación de soluciones

En un primer momento se analizó el estado de la instalación existente y la posibilidad de reutilizar los módulos además del cableado presente. Dado que los módulos realizaban acciones no configurables desde PC y que el fabricante no suministró información, se optó por sustituirlos. Sí se aprovechó todo el cableado y los pulsadores en buen estado.

Se desaconsejó el uso de buscas y se inició un proceso de mejora de la red wifi del edificio para conectar el nuevo servidor con smartphones (sin SIM) a través de wifi. Se solventaron problemas de cobertura y de roaming de los móviles que generaban desconexiones frecuentes al moverse los asistentes.

Se desarrolló un mecanismo de monitorización de la conexión de los smartphones de manera que tanto el asistente como el servidor conociesen en tiempo real el estado de la conexión.

Se instalaron pasarelas RF para poder leer dispositivos de un fabricante especializado en sensores de ausencia-presencia en cama o en silla, así como de incontinencia y de caídas.

Se instalaron pasarelas RF de otro fabricante que dispone de un sistema de control de errantes basado en generadores de campo magnético y pulseras RF. También dispone de su versión de sensor de cama y de caídas. Las dos redes de pasarelas abren la posibilidad de usar productos de uno u otro fabricante en función de su adecuación a cada persona.



Figura 2. Comparativa entre busca, teléfono DECT y smartphone con SAID Assit [3].

Se integró el control de accesos (bloqueo de puertas) para que la temporización se pueda controlar de manera centralizada, así como realizar la activación de los bloqueos en función del movimiento de errantes.

Se integró la prealarma de la centralita de incendios para que se mostrase en los smartphones antes de que sonara la sirena. Así el personal tiene unos minutos para solucionar la incidencia y evitar estrés innecesario. Anteriormente solía no escucharse el pitido de prealarma de la centralita con lo que acababa sonando la sirena.

Después de evaluar distintos modelos de smartphone, y descartar los que peor resultado daban, se amplió el parque de smartphones que utilizan los asistentes con la intención de que cada usuario utilice uno en su turno y haya alguno de repuesto. En este caso son equipos propiedad de la residencia ya que se desestimó la opción de usar móviles personales.

Se integró audio SIP en la aplicación del móvil y en el servidor central para usar un único dispositivo portátil tanto para la gestión de alertas como para la intercomunicación. Así se equipara la mayor funcionalidad que aportaba el DECT respecto al smartphone, la voz.

Se formó a los profesionales en el uso de la app y se escucharon sus aportaciones. Seguimos trabajando junto a ellos para nuevas mejoras.

## Resultados

Con los smartphones se posibilita la aceptación o rechazo de las alertas por parte de los asistentes de manera que si se rechaza una alerta salta el correspondiente mensaje a otro asistente y nunca se deja de atender al residente. Cada paso del proceso de asistencia se registra en el servidor y se puede consultar en tiempo real o con posterioridad. Esto hace que mejore significativamente el servicio asistencial.

Se monitoriza en tiempo real la conexión de los asistentes y el supervisor puede prevenir o detectar situaciones de falta de personal disponible para asistir.

Se ha adquirido conocimiento sobre las características importantes de los smartphones (tamaño, peso, robustez, autonomía, versión de sistema operativo...) para realizar el mejor servicio a un coste muy acotado.

Se ha potenciado con la tecnología la filosofía de “No sujeciones” puesto que cuando un residente se ausenta de la cama se recibe la correspondiente alerta y se puede acudir rápidamente a asistir y reducir el riesgo de caídas. También se permite la libre circulación por los pasillos y zonas comunes dado que el sistema informa de la localización de los residentes de más riesgo y bloquea momentáneamente los accesos previamente establecidos.

Los sensores de caídas no han resultado muy funcionales por exceso de falsos positivos. De cualquier manera, el objetivo debe ser prevenir las caídas más que detectarlas.

Se ha utilizado la sensorización de incontinencia en varios casos para atender rápidamente los episodios, mejorando así la higiene.

Se analiza la información del funcionamiento del servicio de forma objetiva lo que permite realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo con mayor eficacia.

El pulsador de indicación de presencia sirve también para pedir ayuda a otros asistentes mediante pulsación larga. Esto supone una nueva funcionalidad sin sobrecoste y muy útil.

## Futuro

Algunas de las posibilidades de mejora que se están valorando para este caso y otros similares son:

- Incorporar feedback adaptado a cada residente para tranquilizarle mientras llega la asistencia
- Integrar sensores personales (temperatura corporal, frecuencia cardíaca, etc.)
- Integrar control de iluminación, climatización, elementos motorizados
- Registrar y planificar tareas a través de los smartphones
- Integrar un sistema de localización en interiores

## CONCLUSIONES

Tras la implantación de sistemas de alertas en varios edificios podemos afirmar que el servicio asistencial mejora sustancialmente gracias a un enfoque basado en la integración digital de dispositivos variados mediante software.

Es fundamental migrar de sistemas anticuados y rígidos (basados en hardware) a sistemas flexibles, con capacidad de adaptación y crecimiento (basados en software). Esto que ya se hace con éxito en edificios construidos como el del caso expuesto, da mejores resultados si el edificio es de nueva construcción.

Aunar en un mismo equipo conocimientos sobre dependencia, atención centrada en la persona, desarrollo informático y proyectos de instalación, faculta a Integración Digital Ingeniería para lograr la máxima funcionalidad en cualquier edificio, sociosanitario o de otro tipo, que aspire a cierta “inteligencia”.

Durante bastantes años hará falta la inteligencia humana para configurar, mantener y actualizar todo el software que forma parte de un sistema de alertas y de control como SAID. Seguiremos en el camino hacia el edificio inteligente sin olvidar que los primeros pasos son fundamentales.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los involucrados en el desarrollo de Integración Digital, sobre todo a Begoña Lloréns y Joaquín Costa. A los desarrolladores anónimos de código abierto. A las Hermanas Hospitalarias y a los profesionales y residentes de Nuestra Señora del Carmen. Gracias.

## REFERENCIAS

- [1] [www.inforesidencias.com/contenidos/profesionales/nacional/-que-es-la-atencion-centrada-en-la-persona](http://www.inforesidencias.com/contenidos/profesionales/nacional/-que-es-la-atencion-centrada-en-la-persona) (18-2-2019)
- [2] [www.ceapat.org](http://www.ceapat.org) (12-2-2019)
- [3] [said.integraciondigital.es](http://said.integraciondigital.es) (20-2-2019)
- [4] [ceoma.org/desatar/centros-libres-de-sujeciones/que-siginifica-ser-centro-libre-de-sujeciones/](http://ceoma.org/desatar/centros-libres-de-sujeciones/que-siginifica-ser-centro-libre-de-sujeciones/) (20-2-2019)

## CADIELSA SMARTBUILDING: INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** El proyecto consiste en dotar al edificio de Cadielsa Valladolid y un Showroom (exposición de iluminación y vivienda domótica) adyacente de un sistema inteligente, que sea capaz de gobernar todos los procesos que se desarrollan en su interior y exterior. Siendo nuestro fin la integración total de todos los sistemas inteligentes con un Sistema de Gestión de Edificios (BMS). Este sistema controla y gestiona completamente el edificio de Cadielsa y el Showroom, a la vez que se visualizaría todos los procesos y controles mediante diferentes dispositivos, ya sean Ordenadores, Smatphones y Tablets. Con el sistema se consigue una mayor eficiencia energética mediante el control de consumos individualizados. Otro de los objetivos sería puramente comercial. Todos los comerciales del grupo Cadielsa tendrían acceso al sistema, para realizar uso de él como demostración comercial a la hora de venta de soluciones a medida. Con esto conseguimos también una imagen de cara al cliente de empresa innovadora y puntera en nuestro sector, y un valor añadido que no existe hasta ahora en empresas similares. Somos pioneros en un sector en auge que se convertirá en el futuro de los edificios y ciudades: SmartBuilding y SmartCity.



Figura 1. Imagen 3D edificio CADIELSA VALLADOLID en BMS.

DATOS GENERALES EDIFICIO INTELIGENTE	
Ubicación:	Valladolid, Polígono San Cristóbal, Castilla y León
Cliente:	Grupo Cadielsa
Uso del Edificio:	Oficinas centrales del grupo y almacén y logístico de material eléctrico
Obra Nueva / Rehabilitación:	Rehabilitación
Fecha final del proyecto:	01/06/2019

### MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

El proyecto se compone de 2 partes, la parte principal es el edificio de oficinas de 3 plantas de Cadielsa Valladolid, y la otra parte es el showroom que hay en otro edificio en la misma calle, donde tenemos una vivienda domótica y una exposición de iluminación funcional. Ambas están realizadas completamente en KNX. En el Showroom se tienen conviviendo varios sistemas aguas debajo de KNX a modo de muestra de otros sistemas domóticos como son el Planner de Niessen, Bticino y Delta Dore. El edificio de Cadielsa se compone de 3 plantas de oficinas y mostrador. El control es

de todos los dispositivos que lo componen: iluminación, climatización, alarmas, cctv, recarga vehículo eléctrico, paneles fotovoltaicos; todo ello se puede visualizar y controlar desde cualquier PC, Tablet, Smartphone, y también mediante comandos por voz con Google Home, Alexa y Apple Home Kit. También se ha desarrollado en varias estancias lo que llamamos VIDEOREALISMO: control de la estancia mediante una imagen en vivo de una cámara, interactuando con la imagen y viendo el resultado en directo de la acción realizada sobre la propia imagen en vivo (por ejemplo, accionar luces, termostato, etc).



Figura 2. Fachada Cadielsa Valladolid e interior del Showroom.

## Agentes participantes en el Proyecto

- Promotor: Grupo Cadielsa
- Proyectista: KNX CONSULTORES y Cadielsa Valladolid
- Integrador: KNX CONSULTORES - David Martínez López
- Dirección Obra: Jorge González Fraile (Cadielsa)

## Antecedentes del Proyecto

El edificio de Cadielsa se construyó hace 15 años ya con el estándar KNX, pero con una programación sencilla y muy convencional, que no aprovechaba el potencial de este protocolo y su capacidad para poder integrar dentro de él más elementos que no fueran directamente KNX.

## Descripción del Proyecto Edificio

El proyecto consiste en aprovechar la infraestructura del edificio de Cadielsa Valladolid y el Showroom para hacer una **integración total** de sus sistemas de control con un **Sistema de Gestión de Edificios (BMS)**. Este sistema controla y gestiona completamente el edificio de Cadielsa y el Showroom.





Figura 3. Showroom: exposición iluminación.

## Prestaciones del Edificio

El edificio está 100% controlado por sistemas de gestión, tanto global como individual. Cuenta con control de la iluminación, control de toda la climatización, gestión de la producción fotovoltaica, gestión de recarga de vehículo eléctrico, gestión de alarmas de incendio y de intrusión, gestión y control de cámaras de cctv.

## Automatización y Control

Todos los elementos que se controlan están descritos más abajo. La integración de todos los elementos de control se realiza a través del **BMS de NETx Automation**, y también de un **Servidor Web de DELTA DORE: Lifedomus**, que es capaz también de generar gráficos de muy buena calidad, para el control y supervisión de todos los elementos que tenemos en KNX y en ModBus.

### Iluminación

Control mediante KNX de todas las luminarias: en las oficinas de Cadielsa, 2 plantas con regulación 1-10V y control de regulación constante, y la otra planta en DALI, también con control de regulación constante (se están cambiando todas las luminarias a DALI). También existen algunos puntos de luz ON/OFF. Aquí todos los actuadores son ABB.

En el Showroom, existe una sala de iluminación con más 100 modelos de lámparas cada una de un tipo: on/off, 1-10V y DALI. Controlado con actuadores KNX tanto de ABB como de Scheider Electric. Y alguna actuación mediante protocolo X3D de Delta Dore.



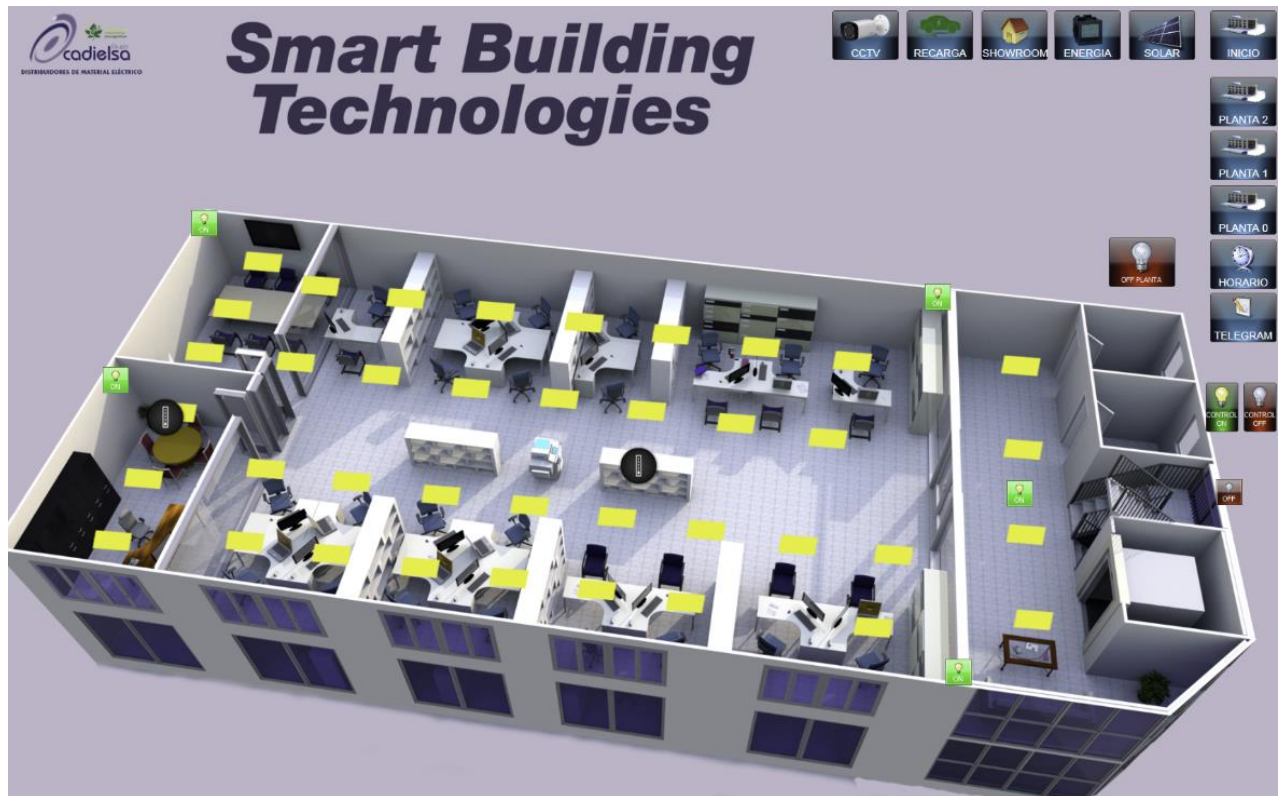


Figura 4. Imagen 3D control iluminación planta 1ª en BMS.

### **Climatización**

Las 3 plantas de Cadielsa están controladas mediante interfaces a KNX para Split de techo Daikin, y termostatos tipo multipulsador Tritón de ABB.

En el Showroom el control es con termostatos KNX de Scheneider Electric, y con pasarelas Intesis para Split de pared de Daikin y Mitsubishi (de techo).

### **Persianas y Toldos**

En el Showroom existen persianas en diferentes emplazamientos; en la sala de iluminación, un total de 7 de lamas; en el salón, en el baño y cocina de la vivienda domótica, una en cada una, tipo estor. También existe una persiana en la cocina de la vivienda domótica del Showroom controlada con Delta Dore.

En las oficinas de Cadielsa no hay persianas con control.



Figura 5. Imagen 3D control clima planta 2ª en BMS.

## Sistemas de Seguridad

### *Seguridad Contra incendios*

La alarma contra incendios se integra dentro del BMS a través de KNX. Tenemos los avisos de incendios de todas las zonas a través de entradas digitales que recoge información de la central de incendios, y nos permite saber el estado en todo momento de ellas, así como cuando se produce una alarma.

### *Videovigilancia*

Parte del sistema de videovigilancia está integrado dentro del BMS. Podemos visualizar algunas cámaras de la instalación en el BMS y, además, alguna de ellas realizar la función llamada VIDEOREALISMO: control de la instancia en directo a través de la imagen en real.

## Sistemas de Multimedia

Todas las instalaciones se gobiernan también mediante los altavoces inteligentes Google HOME, Alexa o Apple Home Kit. Mediante instrucciones vocales controla la iluminación y climatización de todo el edificio, y alguna función extra que combina varios elementos. El sistema está integrado completamente en los tres principales sistemas que existen de control por voz.

## BMS Sistemas de Control e Interfaces

El BMS que controla todo es el comercializado por NETx Automation, sistema que permite integrar perfectamente todos los componentes y protocolos que contienen estas instalaciones.

### *Web / Móvil*

Gestión y control del edificio a través de Web. Nuestro BMS nos permite el control de toda la instalación, tanto de Cadielsa como del Showroom a través de Web, desde cualquier parte del mundo. Dependiendo del nivel de usuario,

podremos desde sólo visualizar todos los componentes del sistema, hasta el control absoluto de la instalación en remoto. Todo ello mediante plataforma gráfica que ayuda a la fácil comprensión de este control y gestión.

### Voz

Podemos controlar el edificio del Cadielsa y el Showroom desde los asistentes virtuales: Alexa, Google Home y SIRI, mediante comandos por voz. Sobre todo, la parte de iluminación de los edificios, así como funciones específicas en el laboratorio (control de motores).

### VideoRealismo

Se ha desarrollado en varias estancias lo que llamamos VIDEOREALISMO: control de la estancia mediante una imagen en vivo de una cámara, interactuando con la imagen y viendo el resultado en directo de la acción realizada sobre la propia imagen en vivo (por ejemplo, accionar luces, termostato, etc.).

A través del PC por ejemplo, vemos mediante una cámara la imagen de la exposición de iluminación, con muchas luminarias y lámparas. Nosotros, tocando directamente en la pantalla la luminaria o lámpara que queremos encender, se enciende o apaga, viendo cómo esta acción en directo se realiza; ya que la imagen del pc no es una foto, sino el vídeo en vivo de la exposición de iluminación.



Figura 6. Videorealismo salón vivienda doméstica en BMS.

## Energía

### Integración de Renovables

El edificio de Cadielsa dispone de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin almacenamiento de energía. Mediante protocolo Modbus/TCP leemos la producción diaria, ajustando esta producción a la demanda del edificio; esto quiere decir que en verano, qcuando la producción es mayor, nunca producimos más de lo que consumimos, para no verter al exterior.

Esto lo recibimos en nuestro BMS y lo graficamos, en varias escalas temporales, lo que nos permite saber el estado de esta producción en cada momento.

Total	Fase T	Fase S	Fase R	PRODUCCION INSTANTANEA Tensión
/	236,1 V	236,4 V	236,5 V	Intensidad
50,4 A	22,5 A	15,3 A	21,7 A	Potencia (P-kW)
14,0 kW	5,3 kW	3,6 kW	5,1 kW	Potencia (Q-kVAr)
0,3 kVAr	0,1 kVAr	0,1 kVAr	0,0 kVAr	Potencia (S-kVA)
14,0 kVAr	5,3 kVAr	3,6 kVAr	5,1 kVAr	Energía
Reactiva (kVAr)	Aparente (kVA)	Activa (kWh)		
4914,5	16627,9	257922,3	246081,9	

CONSUMO INSTANTANEO Tensión	Fase R	Fase S	Fase T	Total
Intensidad	53,1 A	53,8 A	44,2 A	50,4 A
Potencia (P-kW)	12,5 kW	12,6 kW	10,3 kW	35,4 kW
Potencia (Q-kVAr)	-0,6 kVAr	-1,4 kVAr	-0,6 kVAr	0,0 kVAr
Potencia (S-kVA)	12,6 kVAr	12,7 kVAr	10,5 kVAr	35,8 kVAr
Energía Activa (kWh)	Aparente (kVA)	Reactiva (kVAr)		
839820,4	862087,6	52283,5	59642,3	

### PRODUCCION

### CONSUMO

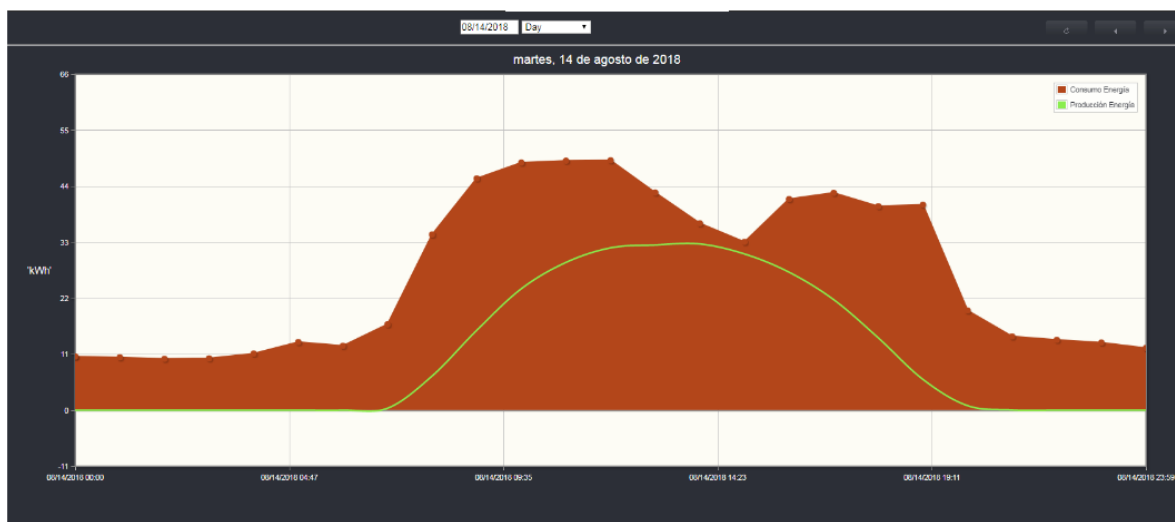
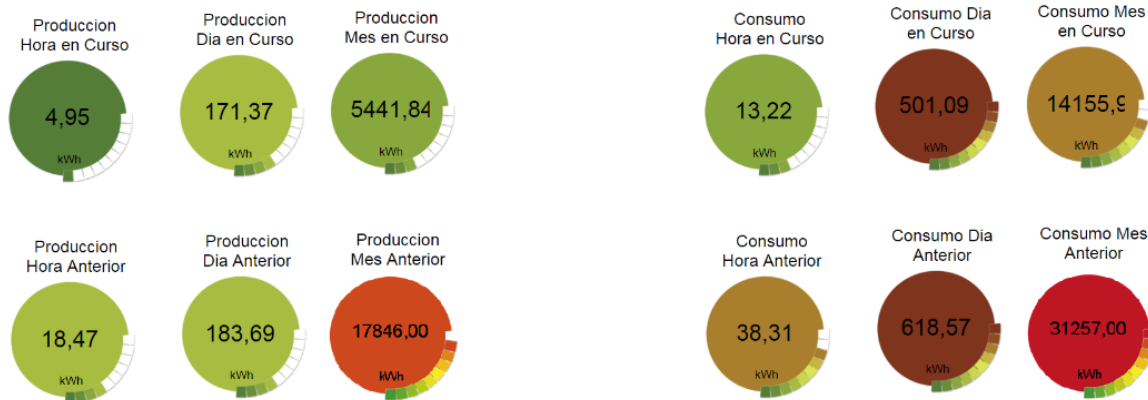


Figura 7. Control Producción Fotovoltaica vs Consumo.

### Carga vehículo eléctrico

Se dispone de dos cargadores de vehículo eléctrico, que mediante medidores de energía en KNX, recogemos la información que nos da en todo momento. Sabemos las veces que carga cada vehículo, cuánto tiempo ha cargado, cuánta carga ha dado, y cuánto CO2 se ha dejado de emitir a la atmósfera.

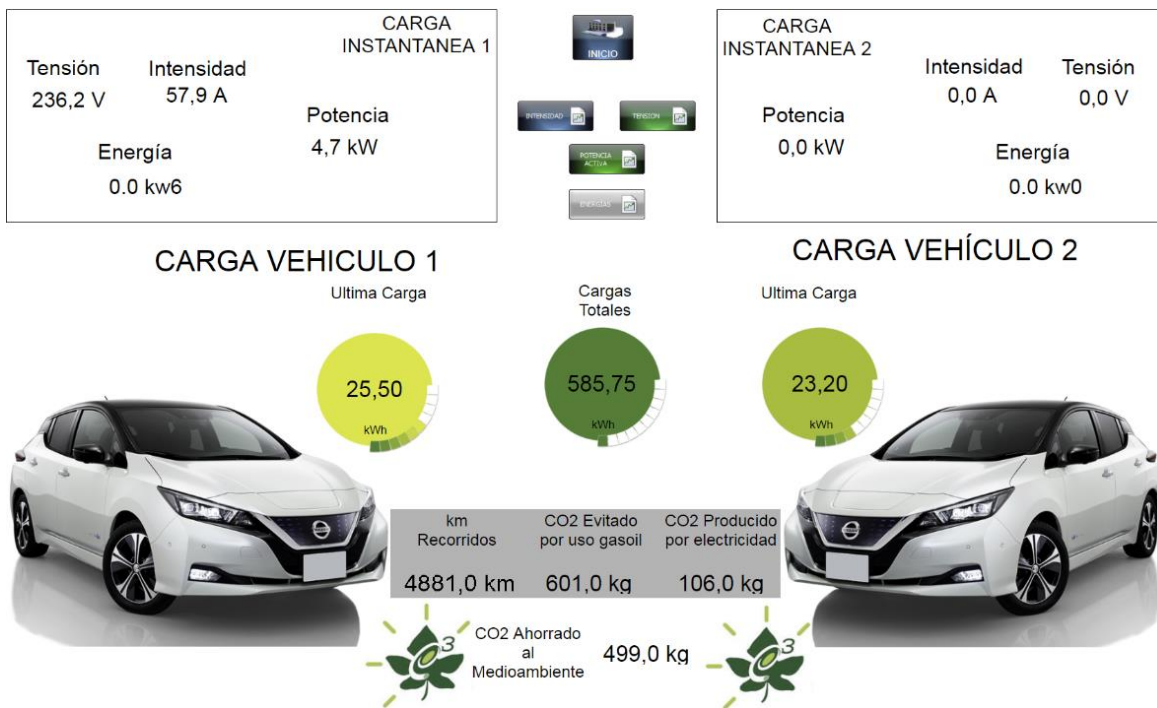


Figura 8. Control recarga vehículo eléctrico.



## TORRE CATALINAS

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** El edificio “Torre Catalinas” destaca por tener uno de los más altos estándares de sustentabilidad de la región gracias al aprovechamiento de los recursos naturales. Todos estos diferenciales le valieron la certificación LEED Gold (Leadership in Energía & Environmental Design) que garantiza que el edificio es ambientalmente responsable y un espacio sano donde trabajar.



Figura 1. Vista Este Torre Catalinas.

TORRE CATALINAS	
Ubicación:	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Cliente:	Consultatio S.A.
Uso del Edificio:	Oficinas Triple A
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total del Proyecto:	75.923.90m2
Fecha final del proyecto:	Junio 2017

### MEMORIA DESCRIPTIVA – TORRE CATALINAS

La estructura del edificio está compuesta por un núcleo central rigidizador, columnas perimetrales, y losas postesadas, y a partir del piso 15 losas con nervios de hormigón armado postesado. Los cerramientos exteriores en las plantas tipo se componen de carpinterías de aluminio con paño fijo DVH (doble vidrioado hermético).

#### Agentes participantes “Torre Catalinas”

- Promotor: Consultatio Real Estate
- Proyectista: Arquitectónica (USA) / BMA Arquitectos & Asociados (Argentina)
- Integrador: DP&A
- Dirección Obra: Arturo Beccar Varela
- Diseño Estructural: AHF – Ing. Alberto Fainstein



- Asesor Eléctrico: MVSA – Ing. Ernesto Vignaroli
- Asesor Sanitario y Contra Incendio: Estudio Labonia
- Asesor Termomecánico: Ing. Julio Blasco Diez
- Asesor LEED: Estudio Grinberg
- Asesor Acústico: Ing. Rafael Sánchez Quintana
- Asesor en Iluminación: Piedra iluminación
- Proyecto de Paisaje: Adamo-Faiden
- Seguridad y control de accesos: Prosegur - Securitas
- Medios mecánicos de Elevación: Schindler
- Dómotica y control de Iluminación: Lutron
- Extinción y detección de Incendio: Fured - Securitas

## Antecedentes del Proyecto

El proyecto surge de un concurso internacional donde participaron importantes estudios de Arquitectura entre ellos Pelli Clarke Pelli Architects y Rafael Viñoly Architects.

## Descripción del Proyecto Edificio

Se trata de un edificio para Oficinas Clase A, distribuido en 34 (treinta y cuatro) plantas, tres subsuelos de estacionamiento, área de servicio (para instalaciones y equipos) y plaza de acceso con grandes superficies verdes en forma de taludes. El proyecto fue sometido a la certificación LEED del tipo Core and Shell, obteniendo la certificación nivel GOLD. Esto implicó, entre otros aspectos, la aplicación de acciones como ahorro energético, uso racional y reciclable del agua, cicletteros, vestuarios y cocheras para vehículos híbridos, entre otras. La superficie construida es aproximadamente de 75.923,90 m<sup>2</sup> y el área rentable aproximada de 48.000 m<sup>2</sup>. La altura total de edificio es 149 m., posicionándose como la torre más alta de Catalinas.

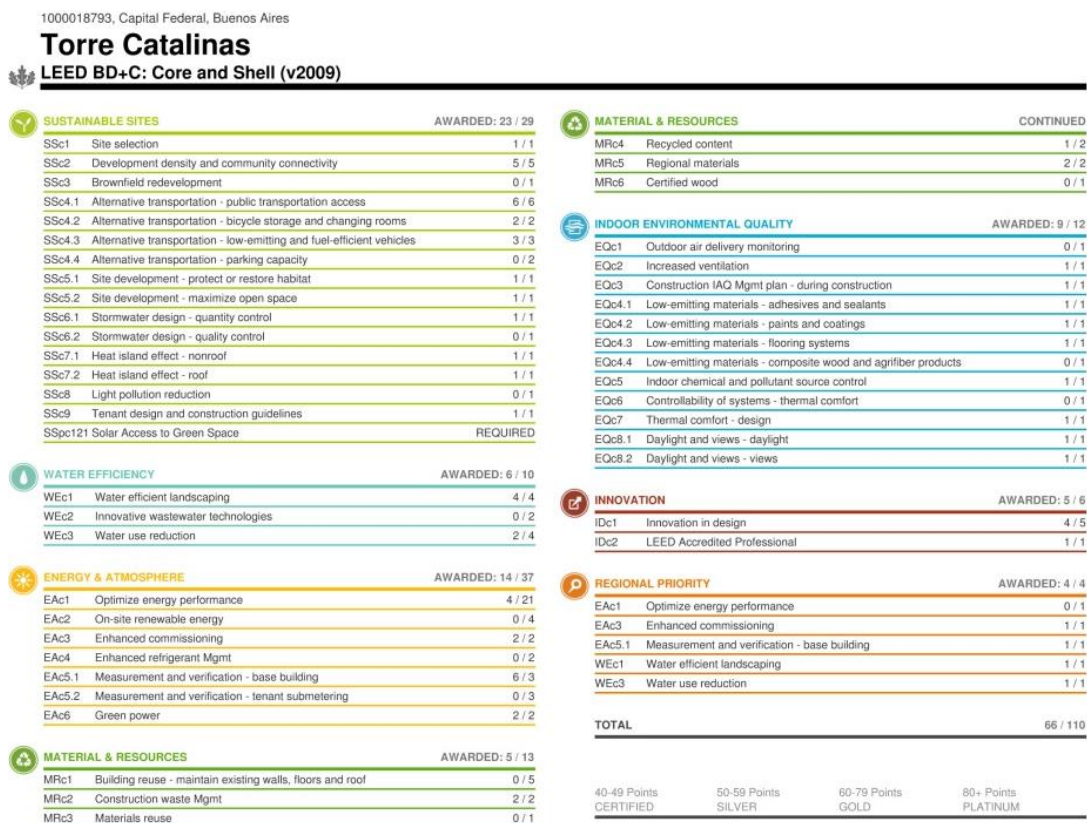


Figura 2. Torre Catalinas – Final ScoreCard.

## Prestaciones del Edificio

El Edificio cuenta con control por BMS, Sistema Porth para elevadores electromecánicos, control de iluminación por domótica, integración de energías renovables y certificación Leed Core and Shell.

## MEMORIA INSTALACIONES

Todas las instalaciones fueron proyectadas siguiendo el paradigma del ahorro energético, la sustentabilidad y el uso responsable de los recursos. Las mismas pueden ser monitoreadas mediante sistemas de medición y control ubicados en el Mezzanine, tomando parámetros temporales y estadísticos. Esto genera una herramienta para implementar acciones a futuro correctivas y/o estimaciones de ahorros energéticos a largo plazo.

## Redes de Datos y Telecomunicaciones

El edificio cuenta con dos ingresos de fibra óptica, los mismos acometen al CPD ubicado en el 1er. Piso y distribuyen por montantes a los cuartos de cableados ubicados en los semipisos. El cableado para alimentación de puestos se proyectó para realizarse bajo piso técnico. Todas las plantas están cubiertas por servicio Wi-Fi mediante Access Point en cielorrasos y amplificadores de señal para telefonía celular, garantizando la conectividad de todos los usuarios.

## Sistemas de automatización y control – Domótica

Se trabajó en el proyecto en un sistema de control de iluminación integrado Lutron Quantum, con el fin de obtener el mayor porcentaje de optimización de energía:

AHORROS POTENCIALES	
ILUMINACIÓN (artefactos)	10 / 30 %
SENSORES DE OCUPACIÓN	20 / 60 %
CONTROL DE CORTINAS	10 / 20 %
HVAC	15 %

Tabla I. Ahorros energéticos.

### Iluminación

El sistema de iluminación es a través de tecnología LED. Los artefactos contratados por el desarrollador son marca Phillips, y permiten la adaptación por medios de sus balastos Dali a un sistema de control inteligente.

### Control de Iluminación

Cuenta con un sistema inteligente de control de cortinas motorizadas y artefactos de iluminación a través del censado de luz diurna, presencia, etc.

El sistema de iluminación se encuentra integrado por una combinación de Sensores de Presencia y Sensores Fotoeléctricos, que pueden ahorrar cantidades significativas de energía. De esta manera se logró economizar hasta el 60% de energía de iluminación y reducción en los costos de operación. Dichos sensores son inalámbricos, y se comunican por radiofrecuencia.

Se realizó un plan de medición y verificación que fue implementado para la contabilidad de la energía consumida en el tiempo. En el edificio se han incorporado todos los dispositivos necesarios capaces de medir el uso de electricidad en los espacios fundamentales del edificio. Cómo los dispositivos están conectados al BMS, fue posible hacer comparaciones de consumos pasados con el actual o con estimaciones futuras simuladas. Esta centralización del monitoreo puede ser expandida para recibir sub medidores de otros inquilinos.

### Automatización de cortinas

Más allá de la composición de la Piel vidriada, resultó necesario incorporar elementos alternativos de control solar sobre todo para los meses de verano. Por tal motivo, se optó por la incorporación de un sistema motorizado de cortinas y black out que configurado en un sistema inteligente de control, permitió el opacamiento de los rayos solares siguiendo el recorrido del sol.

**Climatización**

El sistema de aire acondicionado del tipo VRV utiliza refrigerantes ecológicos (R410 y R134A) que causan menos daños al entorno protegiendo la capa de ozono y reduciendo el calentamiento global. El edificio preserva la calidad del aire interior y protege el bienestar de sus ocupantes. Es además un edificio libre de humo, fumar está prohibido dentro y fuera del edificio dentro de los 8 metros de distancia a las entradas, ventanas o ventilaciones.

**Control Solar – Muro Cortina**

La Torre posee en sus 4 caras casi 30 mil m<sup>2</sup> de Piel de Vidrio. Las solicitaciones mecánicas y térmicas de semejante envolvente transparente, ubicada frente al río, con casi 150 metros de altura y con orientación a los 4 puntos cardinales, son muy exigentes. La composición de la fachada vidriada cumple un papel fundamental en el diseño de la Torre. Los casi 30.000 m<sup>2</sup> de CW se resolvieron utilizando uno de los vidrios de control solar más eficientes del mercado (Cool Lite SKN) cumpliendo filtrar el 50% de la luz solar y el 75% del calor solar infrarrojo. Composición DVH 6+12+6.

**Sistemas de Seguridad**

Las Medidas de Seguridad que se consideraron son centralización e integración, incluyendo redes de datos, vigilancia por Televisión (CCTV), Detección de Intrusión, Control de Accesos, Intercomunicación de Seguridad Sistemas de aviso de emergencias, Equipamientos varios de Seguridad. Los criterios de Seguridad parten de la estrategia básica de controlar el flujo de acceso de personas, materiales y vehículos al edificio y a sus instalaciones. Desde este punto de partida, y considerando la escasa vulnerabilidad de techos, ventanas y paredes como vía de penetración al edificio y a sus instalaciones, la disposición de medidas de Seguridad se centra en la supervisión y control de los puntos críticos de este flujo: los accesos.

**Seguridad de Intrusión**

Se dispusieron los siguientes medios electrónicos para la detección de intrusión y el aviso de Robo:

- Aviso de robo: Pulsadores de Pánico e Interfonos
- Detección de movimiento: Detectores volumétricos
- Ingreso a escaleras: Contacto magnético
- Forzado de accesos: Contactos magnéticos y sensores de tornos
- Intrusión perímetro: Análisis de vídeo y detectores de rotura de cristal

**Control de Accesos**

El sistema de Control de Accesos se encarga de gestionar que, por los puntos designados para tal fin, sólo accedan las personas, vehículos y materiales permitidos. Con este fin dispone de diversas medidas:

- Control de Accesos de Personas:
  - o Barreras físicas que impiden acceso no autorizado: puertas y tornos
  - o Elementos de bloqueo de las barreras físicas: cerrajería eléctrica, cerraduras y cerrajería mecánicas, brazos cierrapuertas, etc.
  - o Elementos que permiten verificar los permisos de acceso: NFC, QR, Mainframe, lector de tarjetas, lector de huellas
- Control de Accesos de Vehículos:
  - o Barreras físicas que impiden el acceso no autorizado, como portones motorizados y barreras de vehículos.
  - o Elementos de bloqueo de las barreras físicas: motores que las mueven
  - o Elementos que permiten verificar permisos de acceso: lectores de TAG o de placas
- Control de Accesos de Materiales:
  - o Equipos para el análisis de bultos y otros objetos (escáner de rayos X)

**Videovigilancia**

En todos los accesos se dispusieron cámaras para supervisión:

- Accesos desde exterior: cámaras que permitan identificar
- Accesos internos: cámaras que permitan reconocer

También se instalaron cámaras en todas las plantas y halles. Todo el perímetro de la torre está cubierto por cámaras fijas con video sensores / análisis de videos y cámaras móviles para seguimientos y comprobación de alarmas. Todo el

sistema de videovigilancia es monitoreado desde el “CGA” (Central de Gestión de alarmas) ubicado en el 1er. Piso de la torre.

## Sistemas de Robótica

### Ascensores y Elevadores

El núcleo de Ascensores principales está dividido en tres baterías; una Baja con cuatro ascensores de 180 m/min, del 3º al piso 12º, otra Media con cuatro ascensores de 240 m/min del 1º al piso 2º y del 13º al piso 21º y la Alta con seis ascensores de 300 m/min del 1º al piso 2º y del 21º al 33º. Cuentan además con un sistema de prellamada (Port Technology) que permite vincular la operación de los ascensores con el sistema de control de accesos. De esta manera el sistema permite la reducción del consumo energético de los ascensores sin reducir el servicio prestado a los usuarios; colocando temporalmente algunos ascensores en modo de espera en horas de menor actividad. El resultado es menos ascensores en movimiento y una mayor eficiencia de los ascensores en funcionamiento.

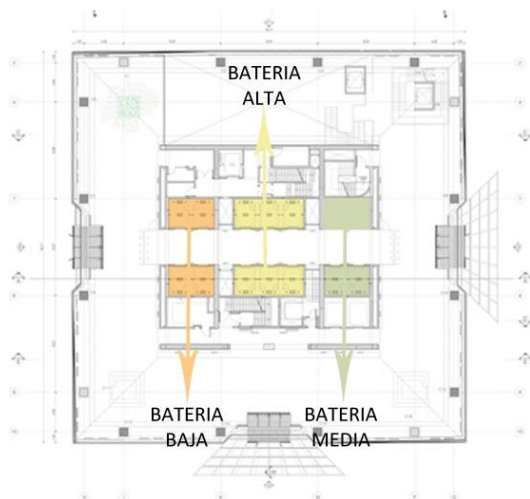


Figura 3. Torre Catalinas – Medios Elevación – Planta.

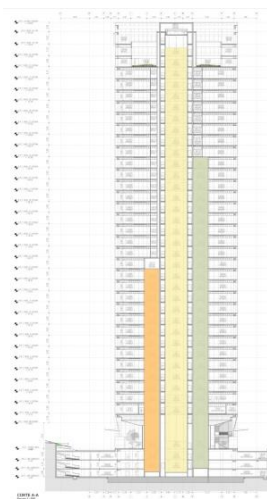


Figura 4. Torre Catalinas – Medios Elevación – Corte.

## Sistemas de Multimedia

Todas las salas de reunión de la torre, cuentan con un sistema Multimedia Inteligente, vinculado con los controles automáticos de Lutron. De esta manera permite que, desde dispositivos instalados en las mesas, se pueda controlar el nivel de iluminación, HVAC, control solar.

### Pantallas y Proyectoros

Se instaló en las salas de reunión de la torre equipamiento Cisco de última tecnología para la realización de Teleconferencias. Para dichos usos se adecuaron los espacios tanto en condiciones acústicas, como de iluminación. Todos los sistemas multimedia se encuentran vinculados al controlador Hydraport en las mesas y bajo piso técnico.

## BMS Sistemas de Control e Interfaces

Se implementó un Sistema de Control Centralizado (BMS) a los efectos de administrar y operar los distintos parámetros que permitan un manejo óptimo de la energía en juego y la utilización del sistema de Aire Acondicionado. Cuenta con un puesto Central como soporte de la inteligencia del Sistema, el que, mediante la coordinación de la inteligencia distribuida de las diferentes unidades, vigila, controla, edita y modifica, según las necesidades de los distintos procesos de la periferia.

El mismo operará sobre:

- Sistema de Aire Acondicionado
- Sistema de Ventilación
- Sistema de Calefacción para la estación invernal

- Sistema Sanitario
- Sistema Eléctrico
- Sistema Detección incendio
- Sistema de Iluminación interior y exterior del Edificio
- Medios de Elevación Mecánica

### Voz

El sistema de parlantes con luz estroboscópica de la detección de incendios se encuentra vinculado y reportando al BMS.

## Energía

El proyecto incorpora distintos sistemas de utilización de energías renovables. Los objetivos fueron que para el 2018, el uso de energías del edificio sea un 8% de energías renovables, y para el año 2025 sea de un 20% energías renovables.

### Integración de Renovables

- Sistema de recupero de agua de lluvias: Para abastecer la demanda de las torres de enfriamiento se materializó un sistema de recuperación de aguas grises (lluvias y agua de condensados de evaporadoras de aire acondicionado). Un tanque de recupero pluvial de 40.000 litros ubicado en el 1er subsuelo acumulará el agua proveniente de las azoteas en lo alto de la torre, las canaletas perimetrales al edificio que reciben el agua de las fachadas, y las canaletas ubicadas en planta baja recibiendo aguas de pisos no permeables. Este tanque sirve a llenar un tanque de aguas grises ubicado en el 2do subsuelo. Este tanque secundario recibe además del agua filtrada de lluvia, el agua que liberan los equipos de aire de las oficinas al condensar. De esta forma se cuenta siempre una disponibilidad de 10.000 litros para hacer uso en la reposición de la torres de enfriamiento o aplicarlo a un sistema de riego que hoy no es necesario por las características de las plantas colocadas en la plaza.

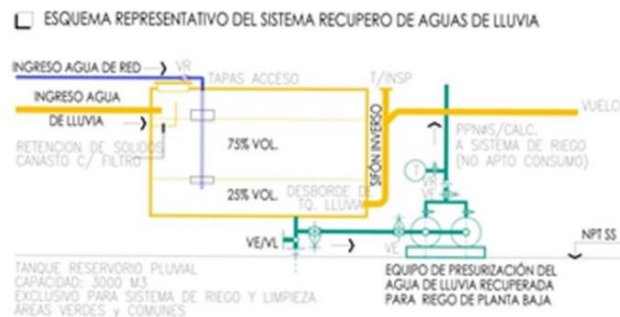


Figura 5. Torre Catalinas – Esquema recupero aguas lluvia.

### Almacenamiento Energético

Generación de agua caliente: El proyecto plantea la generación de agua caliente con un sistema central para todo el Edificio, que se proyecta bajo un criterio sustentable y de aprovechamiento de energía. Se opta por un sistema mixto de paneles solares y acumuladores (Boiler) de sostén con resistencia eléctrica. Los paneles se instalaron en la planta de azotea. De esta manera se obtuvo una reducción en el consumo de energía convencional empleada para el calentamiento del agua de consumo.

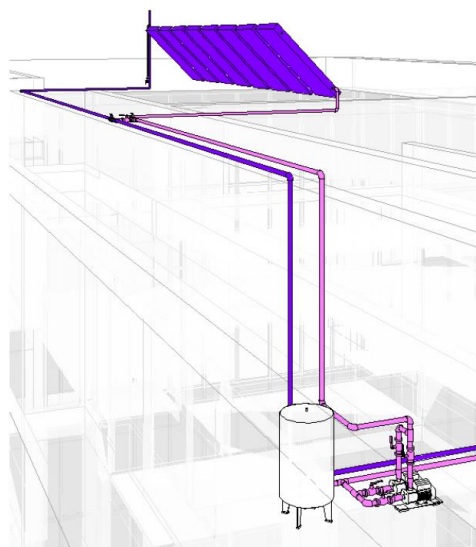


Figura 6. Torre Catalinas – Esquema generación agua caliente.

### **Carga vehículo eléctrico**

El proyecto incorpora espacio para 48 bicicletas en los subsuelos. 15 duchas y lockers están disponibles para los ciclistas promoviendo el uso de medios de transporte no contaminantes. También dispone de 26 espacios de estacionamiento destinados a vehículos de baja emisión y de combustibles eficientes, para alentar al uso de vehículos no contaminantes.

### **Otros**

- Instalaciones Sanitarias
- Artefactos Sanitarios: Se instalaron artefactos sanitarios eficientes, mingitorio con bajo caudal de barrido, griferías con aireadores para ahorro de agua, presión constante y cierre automático, válvulas de inodoro con doble descarga, etc.

## **Accesibilidad**

El proyecto cumple con la normativa vigente de la Ley 962 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Todas las plantas cuentan con núcleos sanitarios para discapacitados, rampas y medios de elevación mecánicos para accesos.

## **FUNCIONAMIENTO**

### **Funcionamiento General**

#### **Operación y Mantenimiento**

Existe un entrepiso técnico, Mezzanine, desde donde el Facility Manager del edificio controla a través del BMS y el resto de los sistemas de monitoreo. Paralelamente cada locatario cuenta con su propio departamento de Mantenimiento que reporta a la Intendencia del edificio.

#### **Gestión de Residuos**

Torre Catalinas implementa una política de recolección y almacenamiento de residuos reciclables para reducir la cantidad de basura que se deposita en los basurales. Dos salas centrales de reciclaje se encuentran en el subsuelo para dividir y guardar los materiales reciclables hasta su recolección final. El personal de limpieza ha sido entrenado para la implementación de estas políticas y otras por venir.

## **PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA**

- Presupuesto Oficial:



- USD 150.000.000: Inversión Core And Shell
- USD 45.000.000: Interiorismo Oficinas BBVA (23.000 m2)
- Viabilidad Económica: Tomando como caso testigo los 32.000 m2 (oficinas y cocheras), como en la Torre Catalina, y analizando solamente el consumo eléctrico (Kw/h), podemos deducir lo siguiente:

Edificios centrales : Consumos 2016 con proyeccion 2017						
Edificio	kwh 2016	Gasto Anual 2016	Proy / Anual 2017	Superficie M2	kwh x M2	Costo x M2
V,540	4,527,122	\$ 7,745,494.22	\$ 8,520,043.64	5085	454.17	\$ 854.74
V538				4883		
R,40	2,061,540	\$ 3,805,410.81	\$ 4,185,951.89	6161	334.61	\$ 679.43
M,356	161500	369591.37	\$ 406,550.51	1060	152.36	\$ 383.54
R,281	892,704	\$ 1,857,151.99	\$ 2,042,867.19	4404	202.70	\$ 463.87
R,199	5,353,436	\$ 9,095,919.70	\$ 10,005,511.67	7386	724.86	\$ 1,354.75
A,1718	823,061	\$ 1,033,710.97	\$ 1,137,082.07	2158	381.40	\$ 526.91
SM,346	303,496	\$ 461,686.67	\$ 507,855.34	3600	84.30	\$ 141.07
	<b>Totales</b>	<b>\$ 24,368,965.73</b>	<b>\$ 26,805,862.30</b>	<b>34,736.50</b>	Val. Prom. M2	\$ 629.19
Torre BBVA						
Edificio	Consumo kwh	Gasto Anual 2017	Superficie M2	kwh x M2	Costo x M2	El costo del M2 en la torre es un 42 % menor
Torre BBVA	2,997,682	\$ 7,079,621.74	32000	171	365	
Consultatio	2,464,560	\$ 4,596,790.02				
		\$ 11,676,411.76				

Figura 7. Torre Catalinas – Costos Edificio Convencional / Edificio Inteligente.

El costo operativo en relación M2/KWh se redujo un 42% respecto al Estándar que el BBVA utiliza en sus otras locaciones en Buenos Aires.

# SISTEMA DE GESTIÓN TÉCNICA HOTEL ROYAL HIDEAWAY CORALES SUITES: ACCESOS, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT (INTEGRACIÓN SISTEMA LONWORK)

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** Integración de sistemas Lonworks con nodos de diversos fabricantes.

- Problemática del edificio:
  - o Dispersión geográfica del edificio en el territorio con sobreexposición al sol y grandes ventanales que genera altas temperaturas en las distintas habitaciones de los diferentes apartamentos.
  - o Multipropiedad que requiere medición de consumo eléctrico, agua potable y agua caliente sanitaria por apartamento.
  - o Demanda de máximo confort en 5 estrellas gran lujo con automatización de toldos, cortinas, accesos, iluminación escénica de terrazas y piscinas.
  - o Gestión del aire acondicionado en cada habitación, así como información del estado de la habitación en tiempo real.
  - o Gestión técnica de todos los cuadros eléctricos de iluminación del complejo por umbral de luz y horario, control de acceso al parking de clientes y trabajadores, así como zonas restringidas.



Figura 1. Hotel Royal Hideaway Corales Suites.

DATOS GENERALES EDIFICIO INTELIGENTE	
Ubicación:	La Caleta de Adeje, TM. de Adeje, Santa Cruz de Tenerife
Cliente:	Flanders 10 Invest S.L.
Uso del Edificio:	Turístico bajo modalidad de Hotel 5 estrellas gran lujo
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra nueva
Superficie Total del Proyecto:	33.000 m <sup>2</sup>
Fecha final del proyecto:	Febrero de 2018

## MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

El presente Edificio Inteligente se compone de una promoción de 235 apartamentos y zonas comunes, los cuales son explotados en régimen turístico bajo la modalidad de hotel 5 estrellas gran lujo.

El complejo es denominado “HOTEL ROYAL HIDEAWAY CORALES SUITES” y se localiza en La Caleta de Adeje, situada en el T.M. de Adeje, perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

El Hotel cuenta con dos edificios diferenciados, uno de los cuales se dedica de forma exclusiva a público adulto. El otro se dedica a un entorno familiar. Estos dos edificios se dividen a su vez en 9 bloques de apartamentos.

Los apartamentos cumplen con la demanda de máximo confort en 5 estrellas gran lujo disponiendo de automatización de toldos, cortinas e iluminación exterior de terrazas y piscinas, además de iluminación dimerizada en el interior de las habitaciones y de control de accesos tanto en apartamentos como en zonas comunes del edificio.

### Agentes participantes en el Proyecto

- Promotor: Flanders 10 Invest S.L.
- Proyectistas: José Luis Delgado Sánchez y Ángel Enrique Rivas Ladrón de Guevara, Contel Ingenieros
- Dirección de Obra: José Luis Delgado Sánchez, Contel Ingenieros
- Otros Agentes: Jorge Bueno Manglano, Isde Ingenieros

### Antecedentes del Proyecto

El proyecto Domótico e Inmótico del Hotel Royal Hideaway Corales Suites pretende dotar al edificio de los elementos necesarios para garantizar el máximo confort de los clientes en las instalaciones, haciendo hincapié en la eficiencia energética del hotel.

Debido a la orientación geográfica de los apartamentos en el territorio, que los sobreexpone al sol durante todo el día y a los grandes ventanales que disponen, las distintas habitaciones de los diferentes apartamentos disponen de una gestión avanzada del aire acondicionado que junto a la función de los toldos en las horas de máxima exposición solar consiguen ofrecer al cliente del hotel una temperatura confortable en el interior de las estancias obteniendo la máxima eficiencia energética y evitando el enorme gasto energético que supondría enfriar una habitación una vez sobrecalentada, sin contar con el tiempo que tendría que esperar el cliente para encontrar confortable su habitación.

### Prestaciones del Edificio

Las prestaciones del Edificio son:

- Acceso a los apartamentos y a zonas comunes del hotel mediante lectores de proximidad
- Control automatizado de la climatización de todas las estancias de los apartamentos
- Control automatizado de toldos y cortineros por umbral de luz y por programación horaria
- Iluminación dimerizada en el interior de los apartamentos con definición de escenas de iluminación
- Iluminación espectacular en terrazas y piscinas de apartamentos y zonas comunes por umbral de luz y programación horaria
- Iluminación en zonas comunes por umbral de luz y programación horaria

Por todo esto, el Hotel Royal Hideaway Corales Suites se engloba en lo denominado Edificio Inteligente.

## MEMORIA INSTALACIONES

Para implantar el sistema descrito se utiliza la tecnología LonWorks de Echelon, la cual cumple con la norma CEN TC 247 (EN 14908) para infraestructuras inmóticas estandarizando los protocolos de atributos de campo. Esta tecnología permite implantar topologías híbridas de transmisión para datos denominada LON (Local Open Network), soportando diferentes medios (Cobre, fibra, Corrientes portadoras, etc.), sobre el cual se transportan los protocolos LonMark, y los programas y estructuras LNS.

Se escogió este sistema por tratarse de una arquitectura abierta y estandarizada en automatización industrial, lo cual garantiza la independencia y continuidad del sistema del agente desarrollador del sistema.

La base de datos Lonworks se ha diseñado mediante la herramienta Software de Echelon, OpenLNS Commissioning Tools.

## Redes de Datos y Telecomunicaciones

El complejo hotelero se ha dividido en 9 partes diferenciadas correspondiéndose cada una de ellas con cada uno de los bloques de apartamentos que conforman el edificio.

En cada uno de estos bloques de apartamentos disponemos de una centralización de comunicaciones donde se aloja un router iLON con canal IP-852 (definido por el estándar ISO/IEC 14908-4) que permitirá la conexión mediante la red Ethernet con el servidor central donde se alojará el aplicativo Scada que hará las funciones de Interfaz Hombre Máquina (IHM).

Desde estas centralizaciones partirán los buses de comunicaciones Lonworks con tecnología de acceso FTT que permitirá el enlace de los routers segmentadores de tráfico con los distintos nodos de comunicaciones distribuidos por los distintos apartamentos y zonas comunes.

Estos nodos disponen de autonomía propia en función del firmware que dispongan. Para la comunicación de los distintos nodos con el servidor central y entre ellos, se utiliza el protocolo LonTalk para la interrogación y respuesta de los eventos, así como reporte entre dispositivos, según establece el estándar que lo define.

## Automatización y Control

En el servidor central se aloja el software de gestión que permite:

- Comunicación Hombre-Máquina con interfaz gráfico
- Gestión de los servicios de los apartamentos y sus correspondientes habitaciones
- Gestión del sistema de control de acceso
- Gestión de mensajes de alarma (intrusión, puerta forzada, puerta abierta, etc.)
- Supervisión y gestión de cuadros eléctricos y de iluminación
- Supervisión y gestión del sistema de aire acondicionado
- Control y supervisión de los buses de comunicación con los nodos

Toda esta información estará almacenada en la base de datos del servidor, que será el encargado de transmitir a cada nodo la programación específica a su función, con la finalidad de que éste tome las decisiones programadas. De esta forma, el sistema es descentralizado y garantiza la continuidad del control aun en caso de falta de comunicación entre el servidor y los nodos dispersos.

Cada nodo reportará mediante eventos al servidor el resultado de sus gestiones, procediendo esta a reprogramar al terminal o a confirmar sus actuaciones, almacenándolas en la base de datos para su posterior gestión.

Todos los nodos disponen de capacidad para ser modificados remotamente en su firmware a través del propio bus LON, lo cual facilita la personalización en lo referente a su funcionamiento a las necesidades del gestor del sistema en cada momento.

El servidor central dispone de la base de datos LonWorks donde se registran todos los datos y variables de red de los diferentes nodos del sistema.

Una vez realizada la carga inicial del sistema, la presencia del servidor central no será necesaria para el funcionamiento, puesto que los nodos disponen de programación autónoma (firmware), y por lo tanto son capaces de tomar sus propias decisiones a partir de los datos y los programas almacenados en ellos. De esta forma se garantiza el funcionamiento del sistema aun en el hipotético caso de que existan fallos en las líneas de comunicación o avería en el servidor central.

Además del servidor central, se disponen de varios puestos de recepción desde los cuales se puede procesar toda la información en función de los códigos de acceso y perfiles establecidos. Estos terminales se conectarán con el servidor mediante la red Ethernet del complejo hotelero, la cual le permite la consulta e importación de sus bases de datos, ya que la comunicación de los nodos siempre se dirige al servidor.

**Iluminación**

Desde el sistema se controla de forma automatizada o de forma local la iluminación interior de todos los apartamentos y la iluminación exterior del edificio.

En el interior de los apartamentos se disponen de teclados Lonworks para controlar de forma dimerizada los circuitos de las estancias disponiendo de escenas de iluminación predefinidas.

En el exterior de los apartamentos controlamos la iluminación de las terrazas y piscinas creando una iluminación espectacular de la fachada del edificio.

En las zonas comunes, controlamos los circuitos de iluminación tanto por umbral de luz como por programación horaria con el objetivo de disponer la máxima eficiencia energética encendiendo solo aquellos circuitos que son necesarios.

**Climatización**

Controlamos las distintas máquinas de Fancoil del interior de los apartamentos con el fin de obtener el máximo confort del cliente y la máxima eficiencia energética.

De esta forma, siempre mantenemos el apartamento a una temperatura establecida desde el sistema con el fin de evitar que las habitaciones se sobrecalienten por la exposición diaria al sol debido a los grandes ventanales que dispone.

**Toldos y Cortinas**

Los toldos y cortinas también se encuentran automatizados con el objetivo de garantizar la máxima eficiencia energética. Los toldos están programados para extenderse ante la exposición al sol de los ventanales y se recogen cuando la exposición al sol no es tan determinante.

**Puertas y Ventanas**

El estado de las puertas y ventanas de los apartamentos están continuamente monitorizadas, también, con objetivo de garantizar la máxima eficiencia energética. Cuando una puerta de terraza o ventana se abre, el nodo de control da orden para cerrar la válvula de agua del Fancoil mientras los ventiladores del mismo siguen funcionando. Esta acción supone un gran ahorro energético ya que el mayor consumo energético se produce en las enfriadoras o calentadoras del agua centralizada.

**Listado de dispositivos Lonworks utilizados en la instalación**

Modelo	Descripción	Fabricante	Unidades
INH-551	Nodo de control avanzado	Isde	245
INS-451	Nodo de control 6E/4S	Isde	135
INS-801	Nodo de control 8 salidas	Isde	6
INS-360	Nodo de control dimerizado 3 circuitos	Isde	147
IT-PIR 100	Nodo control climatización con display	Isde	422
INFC-621F	Nodo control climatización sin display	Isde	16
INS-081	Nodo de control 8 entradas	Isde	101
INS-461	Nodo de control 6E/4S con reloj	Isde	52
INP-121	Nodo de control de accesos	Isde	90
INS-231	Nodo de control estándar	Isde	1
INM-031	Nodo sensor luz exterior	Isde	2
IR-FTT-FTT	Router de comunicaciones FTT - FTT	Isde	28
iLON600	Router iLON IP852 - FTT	Echelon	9
Simon Sense	Teclado Lonworks 2, 4 y 6 botones	Simon	270
MS3	Nodo sensor luz interior	Spega	4

Tabla I. Listado de Equipos.

En total, el complejo hotelero dispone de 1.528 dispositivos Lonworks.

## Sistemas de Seguridad

### Seguridad de Intrusión

Todos los apartamentos y accesos de zonas comunes disponen de las siguientes alarmas que son reflejadas y resaltadas en el entorno Scada del sistema:

- Alarma por puerta abierta
- Alarma por puerta forzada
- Alarma por intrusión

Todos los termostatos Lonworks de las habitaciones de los apartamentos disponen de un detector volumétrico de presencia que es utilizado por el sistema para detectar una intrusión el interior del apartamento.

## FUNCIONAMIENTO

El sistema domótico e inmótico de los apartamentos (RMS) permite:

- Control de acceso ON-LINE mediante tarjetas de proximidad
- Gestión de los circuitos de toldos y cortinas con control individual, centralizado desde recepción (apertura y cierre) o autónomo por umbral de luz, programación horaria o por inclemencias meteorológicas (viento o lluvia)
- Control del aire acondicionado con gestión individual desde recepción: temperatura de consigna (máximo y mínimo permitido), offset de stand-by (funcionamiento en check-in pero sin estar el cliente dentro del apartamento) y offset de off (funcionamiento en check-out)
- Contactos magnéticos asociados al control del aire acondicionado, de tal manera que se cierra la válvula asociada a la unidad del Fancoil de la habitación en caso de que la ventana o puerta de terraza esté abierta, repercutiendo en un ahorro sustancial del gasto energético
- Control de la luz de cortesía
- Gestión de hasta 3 escenas de iluminación por habitación
- Control de la luz exterior (terrazas y piscina) centralizada desde recepción o autónomo por umbral de luz / programación horaria
- Control del contactor de servicios generales del apartamento
- Control del contactor asociado a la cocina del apartamento
- Control del consumo de luz, agua fría y agua caliente (ACS)

El sistema inmótico de las zonas comunes (BMS) permite:

- Control de acceso ON-LINE mediante tarjetas de proximidad.
- Control de los circuitos de iluminación de forma centralizada o autónoma por umbral de luz / programación horaria.

## PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

Capítulo	Descripción	Importe
1	Equipamiento e Instalación Común a la Instalación	37.949,92 €
2	Instalación Domótica Apartamentos (RMS)	146.896,49 €
3	Instalación Inmótica Apartamentos (RMS)	247.704,89 €
4	Instalación Inmótica Zonas Comunes (BMS)	79.078,88 €
5	Control de Accesos Apartamentos	111.605,02 €
6	Control de Accesos Zonas Comunes	30.175,67 €
	<b>Total</b> (impuestos no incluidos):	<b>653.410,87 €</b>

Tabla II. Presupuesto Sistema de Gestión Técnica Lonworks.

Coste medio asociado por apartamento: 2.780,47 euros, impuestos no incluidos.



# IMÁGENES PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

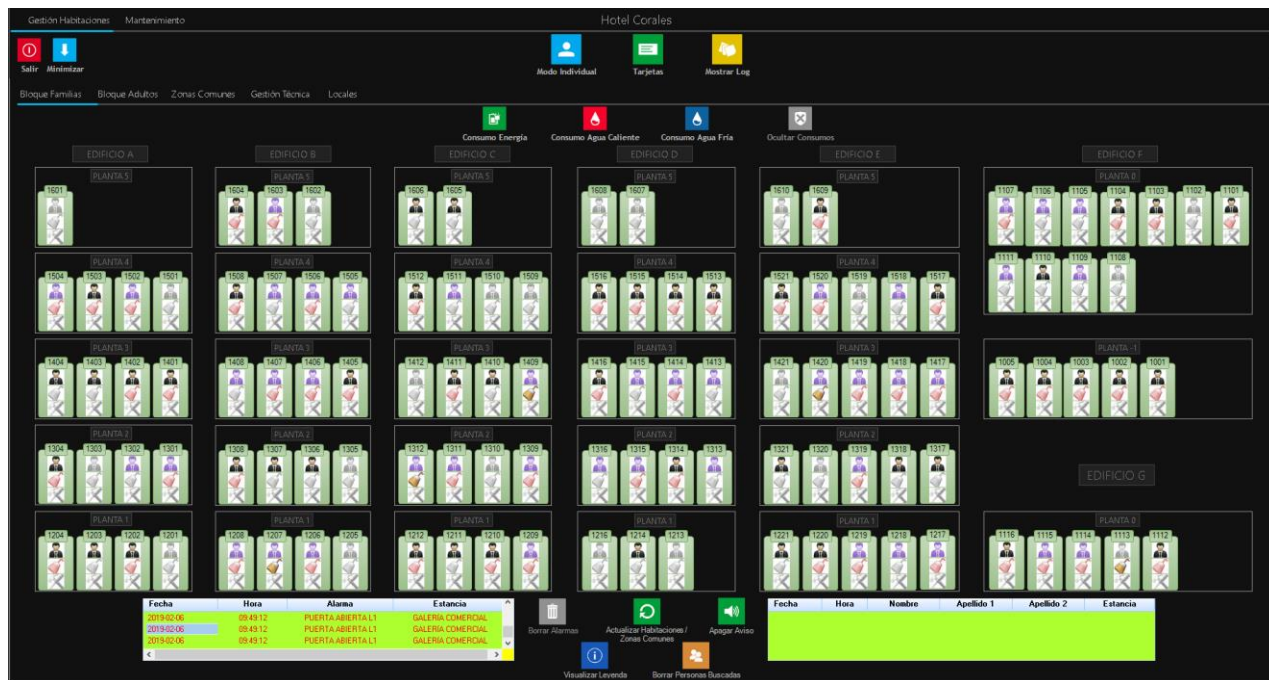


Figura 2. Ventana Principal para Control de Habitaciones Bloque Familias.

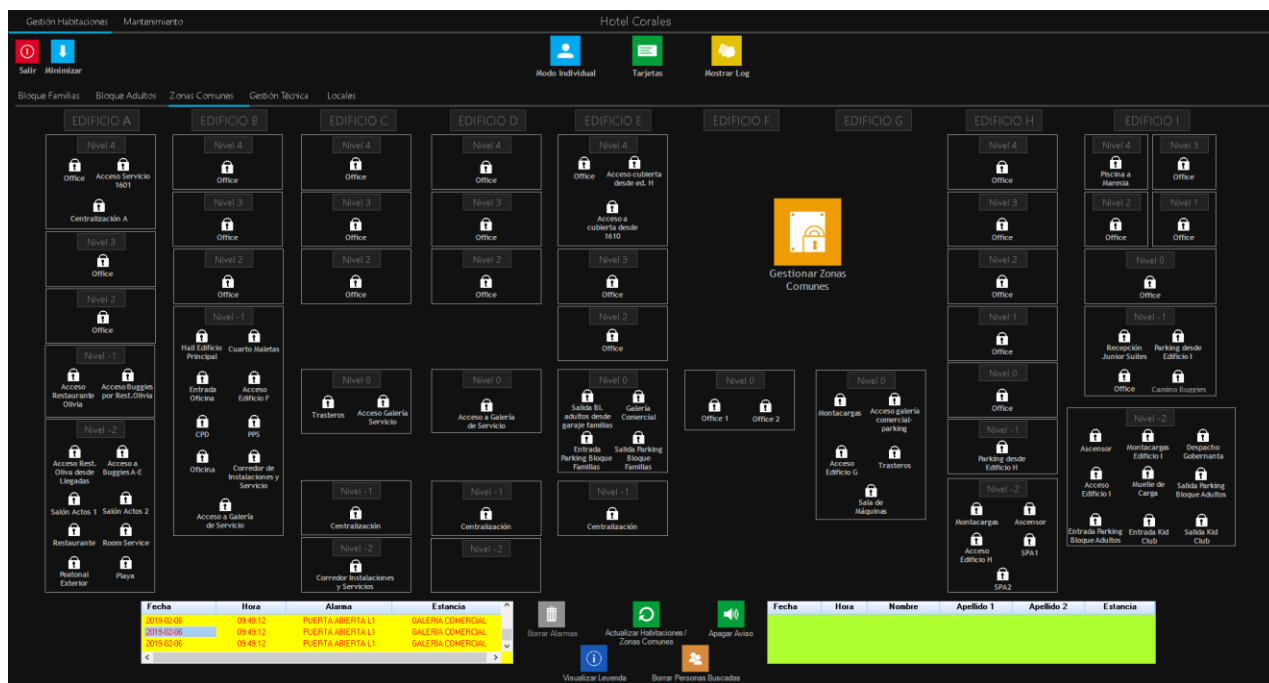


Figura 3. Ventana Principal para Control de Accesos de Zonas Comunes.

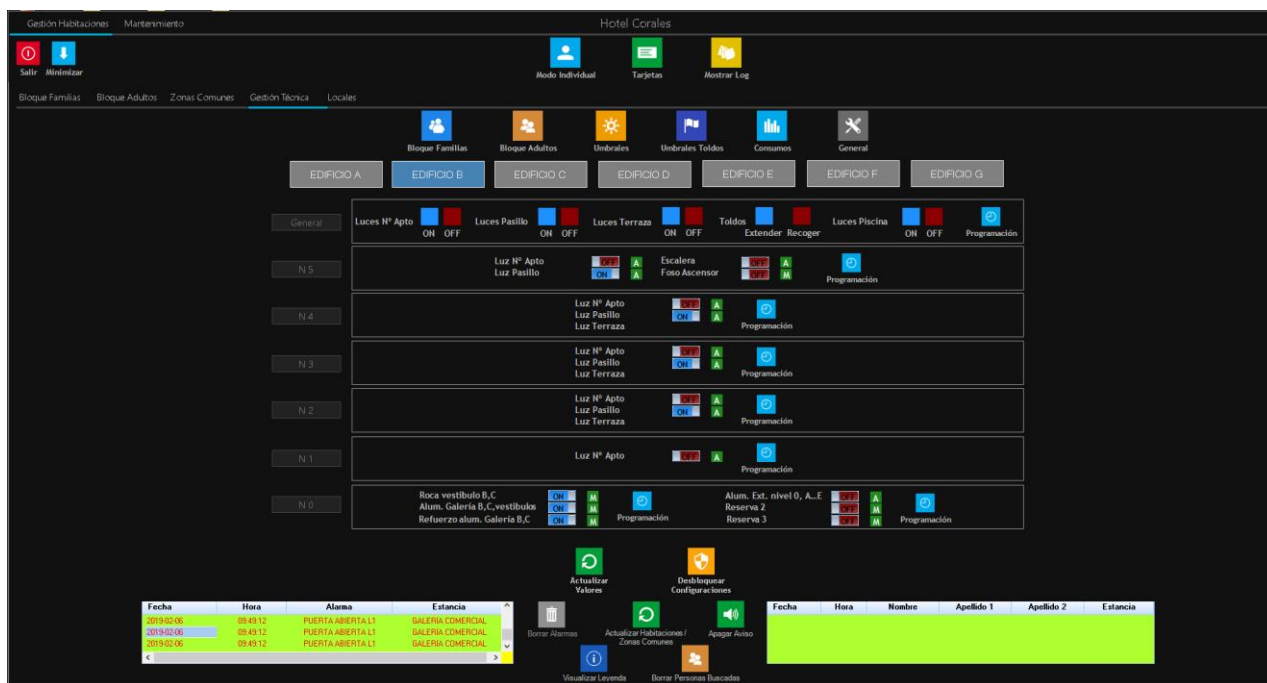


Figura 4. Ventana de Gestión Técnica de Edificio B.

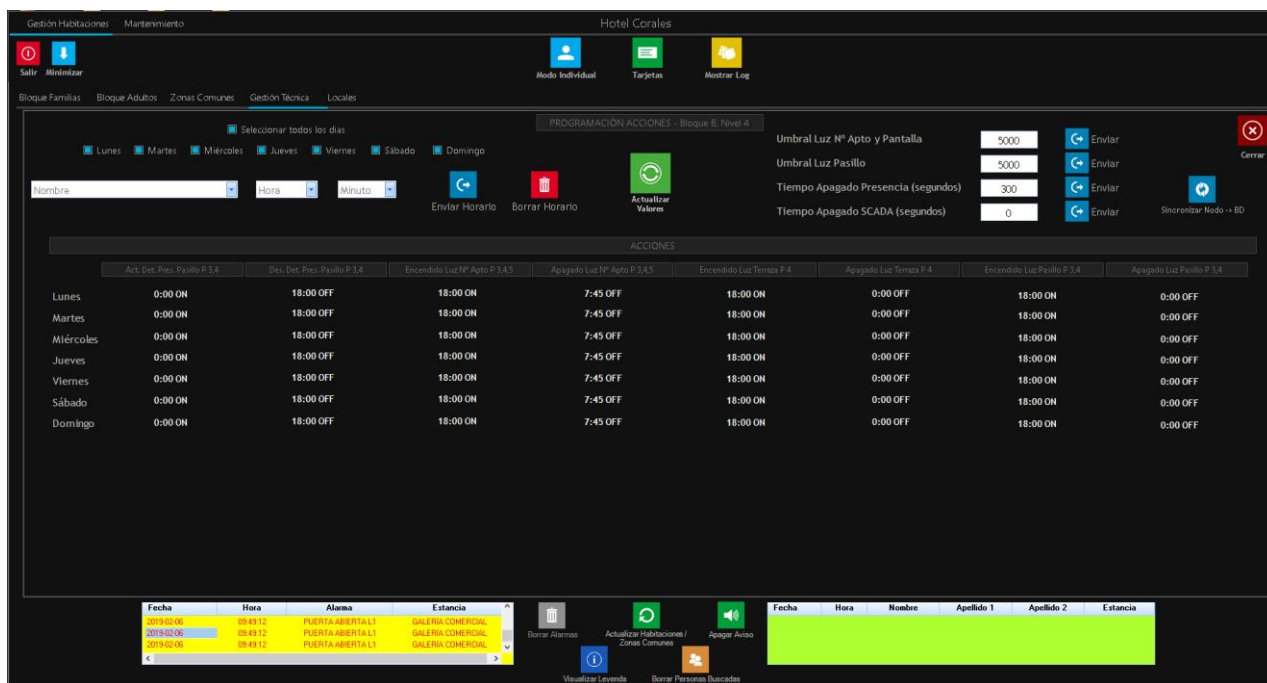


Figura 5. Ventana de Programación de Circuitos del Bloque B, nivel 4.

# PROYECTO DE ALTA SEGURIDAD DE CONTROL DE ACCESOS CON BIOMETRÍA, PROXIMIDAD RFID E INTEGRACIÓN INMÓTICA EN EDIFICIO SEDE CORPORATIVA

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** Nuestro cliente es una empresa española líder en su sector, que requiere una gestión integral de control de accesos, vídeo intercomunicación de altas prestaciones e integración inmótica, en el edificio de su sede corporativa que alberga planta de oficinas, planta de fabricación y aparcamiento exterior. By propone al cliente y se implanta una solución basada en su sistema NÜO Go!, lectores NÜO Awa de exteriores e interiores, vídeo intercomunicación NÜO W&M, NÜO Sky para contener en exteriores los elementos de intercomunicación y control de acceso. El sistema NÜO Go! proporciona control de accesos con biometría y RFID, vídeo intercomunicación IP e integración inmótica con los subsistemas de la sede.



Figura 1. NÜO Control de accesos, intercomunicación e imagen corporativa con NÜO Sky.

DATOS GENERALES EDIFICIO INTELIGENTE	
Ubicación:	Madrid
Cliente:	<i>Confidencial</i>
Uso del Edificio:	<i>Sede Corporativa</i>
Obra Nueva / Rehabilitación:	Rehabilitación
Superficie Total del Proyecto:	1.000 m2
Fecha final del proyecto:	Proyecto Terminado

## MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

### Requerimientos de nuestro cliente

Nuestro cliente es una empresa española líder en su sector, que requiere una gestión integral de control de accesos y vídeo intercomunicación, en el edificio de su sede corporativa que alberga planta de oficinas, planta de fabricación y aparcamiento exterior.

La sede corporativa es un edificio multifuncional con exigencias de accesos a zonas con varios niveles de seguridad y con distintos perfiles de usuarios:

- Personal administrativo y comercial con acceso a zonas comunes y al área de oficinas. Horario de oficina en días laborables.
- Personal del departamento de administración y recursos humanos con acceso a zonas comunes, oficinas y acceso de alta seguridad al archivo que además requiere garantizar el cumplimiento del reglamento de protección de datos de carácter personal, RGPD/GDPR exigido por ley en España y la Unión Europea. Horario de oficina en días laborables.
- Personal de I+D con acceso a zonas comunes y acceso restringido de alta seguridad al área de I+D y laboratorio de I+D. Horario de oficina en días laborables.
- Personal de cocinas con acceso a zonas comunes y acceso restringido de alta seguridad al área de cocinas. Horario de oficina en días laborables.
- Personal de fabricación con acceso a zonas comunes y la zona de fabricación. Horario de oficina en días laborables.
- Personal Directivo con acceso a zonas comunes, zona de oficinas, zona de I+D y despachos de Dirección. Sin restricción horaria.
- Personal de soporte técnico, seguridad y gestión de edificio con acceso total. Sin restricción horaria.
- Personal de Alta Dirección y Presidencia con acceso total sin restricción horaria y registro VIP.

Además, el cliente ha decidido la utilización preferente de credenciales biométricas, credenciales de proximidad de alta seguridad combinadas con biometría en puntos de acceso clasificados como de alta seguridad.

El cliente requiere además disponer de terminales de control de presencia para el control horario de los usuarios basado en biometría con el fin de garantizar la autenticidad de los registros y con capacidad funcional para registrar eventos de entrada tales como asistencia a formación, visita médica, etc.

El acceso al aparcamiento requiere que sea con credenciales de biometría o tarjeta de proximidad de alta seguridad y explícitamente desestima el uso de lectores de matrículas como credenciales debido a su muy baja seguridad.

Los puntos de acceso al aparcamiento, puerta principal y puerta de almacén /servicios auxiliares requieren disponer adicionalmente al control de acceso de la funcionalidad de vídeo intercomunicación para atender a los visitantes de la sede corporativa.

Adicionalmente el cliente requiere la integración de los subsistemas de control del edificio:

- Subsistema de climatización: calefacción de radiadores eléctricos y aire acondicionado con bomba de calor
- Subsistema de climatización especial área de CPD
- Subsistema de iluminación de zonas de oficina, almacén y líneas de montaje
- Subsistema de humedad del aire en línea de montaje y almacén para evitar los riesgos derivados de las descargas electrostáticas en la manipulación de componentes electrónicos

## Solución implementada en el proyecto

NÜO propone al cliente implantar una solución basada en su sistema NÜO Go!, incluyendo lectores NÜO Awa para exteriores e interiores, vídeo intercomunicación IP NÜO W&M y el producto NÜO Sky, ideal para contener en exteriores los elementos de intercomunicación y control de accesos.

Un único sistema para control de accesos y vídeo intercomunicación:

- El sistema NÜO Go! proporciona la capacidad de control de accesos en hasta 20 puertas cableadas, control de accesos y vídeo intercomunicación IP en 4 puertas cableadas adicionales y de hasta 48 puertas con cilindros y manillas electrónicas sin cableado.
- NÜO Go! incluye la aplicación software embebida en el controlador DC Go!, con interface web accesible desde cualquier navegador en Ordenador, Tablet o SmartPhone y con capacidad de gestionar hasta 250 de usuarios con credenciales biométricas y tarjetas de alta seguridad MIFARE Plus.
- La aplicación embebida en NÜO Go! proporciona también una potente capacidad de informes con un conjunto de informes pre-configurados listos para ser usados en operación y configuración.
- Integración con subsistemas inmóticos desde controlador NÜO Go! a través de red TCP/IP.

## Resumen de características y funcionalidades implementadas en el proyecto

- La aplicación software NÜO Go! se encuentra embebida en el controlador DC Go! y se opera desde una interface web con un navegador de un ordenador, tablet o smartphone.
- El controlador DC Go! y los controladores DC Slave de expansión suministran alimentación con respaldo de baterías para todos los elementos de hasta 4 puertas (lectores, sensores y cerradura).
- En la puerta principal del edificio y en la puerta de mercancías, se instalan dos NÜO Sky Surf M4/W&M+Awa conteniendo el lector biométrico y de proximidad para exteriores NÜO Awa, el video intercomunicador IP de exteriores NÜO W&M Sky y el módulo imagen con el logotipo del cliente.
- En las puertas interiores de acceso a la oficina y a la planta de fabricación se instalan lectores biométricos y de proximidad NÜO Awa con montaje de empotrar.
- En la mesa del puesto de recepción en la entrada de oficinas y en la mesa del responsable de almacén, se instala una videoconsola de sobremesa NÜO W&M View con su Ethernet PoE conectada al elemento auxiliar W&M SPoE que permite duplicar la toma de datos existente del ordenador y proveer comunicaciones y alimentación a la videoconsola con un solo cable UTP/FTP.
- En el acceso al parking se instala en el acceso de vehículos un poste NÜO Sky Car W&M+Air y en el acceso peatonal un poste NÜO Sky Walk W&M+Awa.
- En cada punto de control de acceso se instala una unidad de puerta segura Wili, en la que se concentra todo el cableado de la puerta, sensor magnético de apertura, lectores y cerradura.
- En cada punto de control acceso y vídeo intercomunicación se instala una unidad de puerta segura Wili IP, en la que se concentra todo el cableado de la puerta, sensor magnético de apertura, lectores, cerradura y conexión Ethernet PoE.

## Diferenciales clave del éxito apreciados por el cliente en NÜO Go!

- Control de accesos de hasta 250 usuarios y hasta 20 puertas, listo para funcionar y sin requerimientos de IT.
- Aplicación software con interface web sin necesidad de instalar ningún software en máquinas cliente.
- Todo al alcance con la interface más intuitiva, accesible desde cualquier dispositivo: ordenador, tablet o smartphone.
- Sencillez de uso para enrolado de usuarios con biometría de huella dactilar y/o tarjetas de proximidad de alta seguridad.
- Gestión de permisos de acceso mediante grupos de acceso definidos para lista de puertas y horarios que simplifican la operación.
- Gestión de horarios configurables de jornada normal, jornada especial, sin acceso y calendarios de festivos.
- Programadores semanales de control de puertas en paso libre, bloqueo y controladas.
- Explotación de datos con informes predefinidos e informes configurables (por usuarios, por puertas, por horarios, por incidencias).
- Configuración automática de puertas y lectores.
- Generación y restauración de copias de seguridad.
- Monitorización de status y envío automático de alertas.
- Actualizaciones gratis durante toda la vida del producto para aplicación, controlador, unidades de control seguro de puertas y lectores.
- Actualizaciones desde la interface web sin necesidad de otras aplicaciones.
- Escalabilidad. Un controlador DC Go! y hasta 4 controladores DC Slave, con capacidad de controlar, gestionar y explotar los accesos de hasta 250 usuarios y en hasta 20 puertas.

## DC Go! Controlador Master, el cerebro y corazón del sistema

- Con el software embebido y su procesador de cuatro núcleos, controla todo y ejecuta las órdenes de forma inmediata.
- Biometría de huella dactilar nativa y gestión centralizada desde controlador DC Go!.
- Tarjetas de alta seguridad MIFARE Plus.
- Proporciona las comunicaciones y la alimentación necesarias a todos los dispositivos de las puertas, a través de la unidad control de puerta segura Wili.
- Aporta la energía y las baterías de respaldo para toda la instalación: controlador, unidades de puerta, sensores, lectores y cerraduras.

- NÜO Go! es el primer sistema de control de accesos que funciona a 48V. Más distancia en las instalaciones, más autonomía, más eficiencia, menos problemas.
- Desde su display táctil, de un vistazo, puedes revisar el estado de toda la instalación; alimentación, baterías, comunicaciones, dirección IP, etc.
- Fuente de alimentación, cargador inteligente y batería de litio incorporadas.
- 2 Buses independientes para las conexiones de puertas y lectores.
- Regletas de presión a prueba de fallos.
- Protecciones en todas las entradas y salidas.
- Display color táctil para monitorizar localmente estado y conexiones.
- DC Slave, permite aumentar el número de puertas gestionadas por el Controlador Master DC Go! hasta un máximo de 20 puertas.
- DC Slave, al igual que el controlador master, gestiona hasta 4 puertas proporcionando las comunicaciones y la alimentación a todos los dispositivos de las puertas a través de la unidad de puerta segura Wili.
- Fuente de alimentación, cargador inteligente y batería de litio incorporadas.
- 2 Buses independientes para las conexiones de puertas y lectores.
- Regletas de presión a prueba de fallos.
- Protecciones en todas las entradas y salidas.
- Display color táctil para monitorizar localmente estado y conexiones.
- NÜO Go!, es un sistema de Alta Seguridad.
- La mayor gama de lectores del mercado: Un lector específico para cada aplicación: biometría, biometría y proximidad, exteriores, interiores, de superficie y de empotrar y también los cilindros y manetas electrónicos offline.
- Instalación rápida y sencilla. Rentabilidad, NÜO Go! reduce a la mitad los tiempos de instalación y mantenimiento.
- Unidad de control de puerta segura Wili, que concentra todas las conexiones en un punto situado en el interior (lado seguro de la puerta).
- Comunicaciones encriptadas y con protocolo propietario entre lectores, controlador y aplicación software en controlador.
- Todos los elementos son de alta seguridad: tarjeta, huella, lector, controlador y aplicación.
- Biometría de huella dactilar de alta seguridad, con la tecnología adecuada para el número de usuarios y escenario de operación de exteriores o interiores: tecnología óptica multiespectral, tecnologías óptica y capacitiva.
- Proximidad de alta seguridad con tarjetas MIFARE Plus.
- Gestión nativa de biometría en todo el sistema.
- Lectores biométricos de huella dactilar con tecnología multiespectral para garantizar la lectura de huella en cualquier condición ambiental, además de leer huellas sucias, quebradas o de baja calidad.
- Lectores de exteriores de biometría de huella dactilar óptica multiespectral y proximidad de alta seguridad MIFARE Plus.
- Lectores de exteriores de proximidad de alta seguridad MIFARE Plus.
- Lectores de biometría óptica de huella dactilar y proximidad de alta seguridad MIFARE Plus para interiores y montaje en superficie y empotrados.
- Lectores de biometría de huella dactilar capacitiva y proximidad de alta seguridad MIFARE Plus para interiores y montaje en superficie.
- Lectores de interiores de proximidad de alta seguridad MIFARE Plus con montaje en superficie para interiores y montaje empotrado.
- Cilindros electrónicos y manetas electrónicas offline que, sin ningún cable, se controlan y se registra su actividad en la aplicación NÜO Go!.
- Configuración automática de lectores y unidades de control de puerta.
- Display de diagnóstico y estado en el controlador.
- Comunicaciones y alimentación por un solo cable estándar de datos.
- Conexión por colores en regletas de presión.
- 48V para trabajar a mayor distancia y sin problemas.
- Sin fuentes de alimentación en las puertas.
- Software y hardware unidos para que todo funcione a la primera.
- Un solo cable de colores idéntico en todos los lectores.
- Terminales de conexión de presión sin tornillos.



- Integración inmotica por red TCP/IP, escalable y con expansión futura garantizada.

## Agentes participantes en el Proyecto

La instalación y puesta en marcha del proyecto ha sido realizada por un instalador certificado en la plataforma NÜO con experiencia anterior en instalaciones similares.

## Prestaciones del Edificio

La funcionalidad implementada cubre todos los requerimientos del cliente en las áreas de:

- Control de acceso de alta seguridad con credenciales de biometría de huella dactilar y tarjeta de proximidad por radiofrecuencia.
- Intercomunicación IP con vídeo de alta definición y audio de muy calidad incluyendo funcionalidad de manos libres y reducción activa de ruido.
- Integración con sistema CCTV de monitorización y grabación de vídeo.
- Integración con sistema de alarma intrusión.
- Señalización luminosa acorde a la estética del edificio.
- Integración de subsistemas de control de edificio: climatización, iluminación y humedad del aire.

## IMÁGENES PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE



Figura 2. NÜO Sky combinado lector de proximidad NÜO Air, intercomunicación W&M e imagen corporativa e iluminación de posición.



Figura 3. NÜO Go!: dispositivos instalados en el proyecto.



*Figura 4. NÜO Awa lector de biometría y proximidad en puerta automática de acceso a la oficina.*

## RESIDENCIAL BETANIA 01

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** Este proyecto de 18 viviendas unifamiliares adosadas posee diseño innovador, calidades excelentes, Calificación Energética A, tres hojas en la certificación Verde, y, lo más importante, fue vendida a un precio muy asequible. Para reducir el consumo se diseñaron viviendas compactas, orientadas a sur, con el tamaño de huecos preciso según cálculos, con ventanas que cuentan con vidrios con gas argón a las que se añade un sistema domótico para el control de persianas según la radiación solar. Cuentan con un lucernario en el centro de la vivienda que funciona como chimenea solar. La fachada de SATE consigue un abrigo continuo sin puentes térmicos. El revoco es acrílico, flexible e impermeable y autolimpiable gracias a la nanotecnología. Para la climatización se utiliza suelo radiante refrescante con aerotermia, y el agua caliente sanitaria se obtiene en un 80% de los paneles solares instalados en la cubierta.



Figura 1. Alzado sur de la promoción.

DATOS GENERALES EDIFICIO INTELIGENTE	
Ubicación:	Las Rosas, Madrid
Cliente:	Sociedad Cooperativa Madrileña Residencial Betania
Uso del Edificio:	Residencial
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total del Proyecto:	6048,07 m <sup>2</sup>
Fecha final del proyecto:	2014

## MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

### Agentes participantes en el Proyecto

- Promotor: Sociedad Cooperativa Madrileña Betania
- Gestora: Soluciones Actuales Gestiono Activos Inmobiliarios
- Proyectistas: María del Carmen Casajuana Benavente, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura; Beatriz Gómez Casares, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura
- Integrador: Jesús Jimenez Ureña como instalador de los equipos de Ingenium
- Dirección Obra: María del Carmen Casajuana Benavente, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura; Beatriz Gómez Casares, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura

- Otros técnicos intervinientes: Julio Moreno, Ingeniero Industrial, Engineering Consulting, Manuel Rabanal, Ingeniero industrial, Daikin. Pablo Urbano, Ingeniero de estructuras.
- Otros Agentes: SinCeO2 (consultoría energética); Baunit (fachada Sate); Zinco (cubierta ajardinada); Lamilux (lucernarios); Ingenium (domótica).

## Antecedentes del Proyecto

El proyecto se sitúa en una de las últimas parcelas libres para vivienda unifamiliar en el barrio madrileño de Las Rosas. La parcela, propiedad del Ayuntamiento, sale a concurso en un momento donde el crédito estaba completamente paralizado.

## Descripción del Proyecto

La crisis que ha atravesado el sector de la construcción animó a la gestora a agudizar la creatividad y desarrollar un proyecto que, siendo atractivo para los compradores, fuera capaz de seducir a los bancos para conseguir financiación, en un momento en el que el crédito para la edificación estaba completamente bloqueado. Además, era importante aprovechar el bajo coste de la construcción.

La apuesta consistió en proyectar viviendas de diseño innovador, calidades excelentes, Sello Verde y Calificación Energética A, y, lo más importante, a un precio muy asequible.

Los clientes participan directamente en la elaboración del proyecto de su propia vivienda. La transparencia y cercanía en la gestión han sido fundamentales para la confianza del cliente provocando un “boca a boca” decisivo para la comercialización.

La promoción se compone de 18 viviendas adosadas en dos hileras que, enfrentadas, comparten espacios verdes y un aparcamiento subterráneo común, desde el que cada usuario accede directamente a su vivienda. Cada casa cuenta con un patio delantero privado de acceso desde la calle y una terraza con pérgola abierta a los jardines comunes. Aquí se ubica una gran piscina y una zona ajardinada llena de especies vegetales cuidadosamente seleccionadas para aportar múltiples colores, protección solar y confort higrotérmico al conjunto.

El interior de las casas se diseña con la luz como principal elemento estructurador del espacio. En el centro de la planta se sitúa la escalera de recorrido circular rematada en cubierta por un gran lucernario practicable, que además de iluminar el corazón de la vivienda, funciona como chimenea solar refrescando todas las estancias de forma natural. En planta de acceso la escalera se envuelve por una caja de vidrio que permite una relación directa entre el salón y la cocina, favoreciendo que todo el espacio permanezca visualmente diáfano y constantemente iluminado. La planta bajo cubierta se configura aprovechando al máximo las exigencias de la normativa, que, unido a la colocación estratégica de unos lucernarios inclinados para tener visión horizontal y ganar altura en las zonas más bajas, consigue una estancia de gran interés espacial, comunicada con una terraza siempre abierta a sur.

Constructivamente se buscó la mejor solución para minimizar el consumo energético de la vivienda hasta obtener la Calificación Energética A. Para ello se utilizó el sistema S.A.T.E.: una extraordinaria envolvente de aislamiento continuo que funciona como un efectivo abrigo eliminando puentes térmicos y reduciendo las necesidades de climatización. El revoco de fachada se escogió acrílico (flexible e impermeable por no llevar cemento) y autolimpiable para un mínimo mantenimiento gracias a la incorporación de la nanotecnología. En la misma línea de reducción de consumo se busca una configuración compacta para las viviendas, una correcta orientación, equilibrio en el tamaño de los huecos, excelente calidad en las carpinterías (que incluso cuentan con cámara de gas argón), además de la implementación de un sistema domótico para el control de persianas según la radiación solar.

Para la producción de energía se elige un sistema renovable como es la *Aerothermia* que resultó ser el más adecuado no sólo por su elevadísimo COP, sino también por la escasa demanda energética para la que es idóneo un sistema de climatización por suelo radiante/refrigerante.

Se instalan paneles solares que cubren más del 80% de las necesidades de ACS. Además, se integran en la arquitectura como muestra de que la sostenibilidad es parte esencial de este proyecto y no un añadido posterior. Esta preocupación por el medio ambiente queda plasmada en la obtención de tres hojas en la certificación Verde (otorgada por el Green Building Council España), que además de garantizar la eficiencia energética, también evalúa componentes ecológicos como el reciclado de materiales o las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## Prestaciones del Edificio

- Calificación energética A.
- Suelo radiante refrescante con aerotermia.
- Domótica para encendido y apagado de luces, control de persianas y sensores para el cierre según radiación.
- Paneles solares para cubrir un 80% de la demanda.
- Pérgola para la colocación de toldos.
- Lucernario en el centro de la vivienda a modo de chimenea solar.

## MEMORIA INSTALACIONES

### Redes de Datos y Telecomunicaciones

Todas las estancias cuentan con tomas de datos.

### Automatización y Control

Las viviendas cuentan con sistema de Domótica de la marca Ingenium que utiliza un protocolo Busing, ofreciendo un sistema domótico descentralizado de BUS, es decir, no hay ninguna centralita que controle y/o limite la instalación, todos los equipos actúan de forma autónoma y se programan de forma independiente. Por otro lado, hay un BUS de datos que debe recorrer toda la instalación. El hecho de ofrecer una domótica con estas características permite que el usuario pueda modificar en todo momento la instalación, añadiendo o eliminando dispositivos según necesidades y evita que un fallo en algún equipo "tire" abajo toda la instalación.

#### *Iluminación*

Con un actuador todo o nada en el cuadro, podemos apagar todas las luces cuando nos vamos de casa, asegurando el ahorro energético en los chalets.

#### *Climatización*

Todas las estancias cuentan con termostatos independientes.

#### *Persianas*

Todas las persianas están motorizadas pudiendo controlarse con la domótica que nos permite abrir persianas de forma individualizada o cerrar todas cuando nos vamos. Además, cuentan con un sensor de radiación que cuando es muy elevada cierra la persiana en un porcentaje predeterminado.

#### *Riego*

La cubierta ajardinada cuenta con el sistema de Zinco con su huevera FD40 para favorecer el drenaje y mantener los sustratos húmedos. Así mismo todo el riego, a excepción de una pequeña zona de césped, es por goteo.

#### *Lucernario*

El lucernario está automatizado para poder abrirse cuando el propietario lo estime necesario, y así ventilar y refrescar toda la vivienda en apenas unos minutos.

## Sistemas de Robótica

#### *Elevadores*

Las viviendas que cuentan con cuatro plantas, están dotadas de elevadores monofásicos para favorecer la accesibilidad.

## Energía

La vivienda cuenta **con** calificación energética A, para lo que se establece una envolvente continua de 12 centímetros de espesor de SATE y 7 centímetros de lana de roca al interior. Los vidrios cuentan con cámara de argón y sus dimensiones se han elegido para tener un perfecto funcionamiento energético.



### **Climatización**

El proyecto elige la aerotermia como fuente de energía para calentar y enfriar las viviendas, a través del suelo radiante refrescante que con un paso de tubería de 10 cm consigue un funcionamiento excelente.

Agua fría para suelo refrescante. Temperatura impulsión 15-17 °C. Temperatura de retorno: 19 – 21°C.

Agua caliente para suelo radiante. Temperatura impulsión 35-40 °C. Temperatura de retorno: 30°C.

En los colectores, a la entrada de cada circuito se dispondrá una válvula manual conectada a un cabezal electotérmico, así como otra válvula manual a la salida seguida de una válvula de regulación comandada por el sistema de control del suelo radiante (todo-nada).

### **Solar térmica**

Se dispone de energía solar realizado con 2 paneles con tecnología drain back y depósito de 250 litros que consiguen aportar el 80% del agua caliente sanitaria que consume la vivienda.

## **PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA**

El PEC de las viviendas con excelentes calidades fue tan sólo de 800 euros/m<sup>2</sup>.

## **IMÁGENES PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE**



*Figura 2. Alzado interior.*



*Figura 3. Fachada norte.*



*Figura 4. Vista de la planta ático con el lucernario sobre la escalera.*



Figura 5. Vista del salón a través de la escalera.

**EFICIENCIA ENERGÉTICA**  
SISTEMAS Y CONFIGURACION

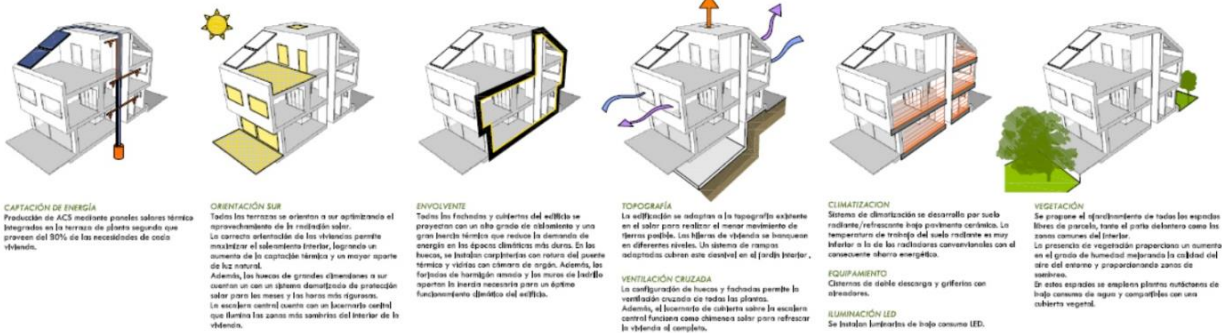


Figura 6. Esquemas de eficiencia energética.



Figura 7. Planta vivienda tipo.

SECCION TIPO  
ESPACIOS COMUNICADOS



Figura 8. Sección transversal.



PLANTA GENERAL  
ZONAS COMUNES Y VEGETACION



Figura 9. Planta de la promoción con las especies vegetales elegidas con sus colores y floraciones según época del año.



Figura 10. Vista desde patio privado.

## RESIDENCIAL TORREVERAL

**Resumen Proyecto Edificio Inteligente:** Este edificio residencial de once plantas y calificación energética A, cuenta con unos parasoles que rodean todas las fachadas para, además de contribuir al ahorro energético, proporcionar un diseño vanguardista. A su vez, se han definido rigurosamente las características y composición de los vidrios según fachadas para optimizar la eficiencia energética. Esta preocupación por el diseño no sólo se refleja en el exterior, sino también en los espacios interiores que, con el uso de grandes puertas correderas, consiguen dilatar los espacios haciéndolos flexibles. Todas las viviendas cuentan con suelo radiante refrescante a través de aerotermia individualizada, así como con paneles solares que proporcionan el 50 % del agua caliente sanitaria. Asimismo todas poseen una avanzada instalación domótica con sistema KNX para el control de cada una de las luces y de las persianas, de la climatización, de las alarmas de inundación e incendios. El edificio cuenta con zonas comunes con piscina y una gran sala comunitaria acristalada con cocina. Las viviendas se sitúan en torno a un atrio central cerrado en cubierta con un lucernario practicable que además de proporcionar ventilación, proporciona luz natural a todas las zonas comunes.



Figura 1. Vista del edificio desde el parque.

DATOS GENERALES EDIFICIO INTELIGENTE	
Ubicación:	Desarrollo del Este-El Cañaverál, Madrid
Cliente:	Sociedad Cooperativa Madrileña Torreveral
Uso del Edificio:	Residencial
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total del Proyecto:	7262,81
Fecha final del proyecto:	Diciembre 2019
Fecha de inicio de la obra:	Abril 2018

## MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE

### Agentes participantes

- Promotor: Sociedad Cooperativa Madrileña Residencial Torreveral
- Gestora: Soluciones Actuales Gestiono Activos Inmobiliarios



- **Proyectistas:** María del Carmen Casajuana Benavente, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura; Beatriz Gómez Casares, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura
- **Integrador:** Guillermo López, Ingeniero de Prescripción, Zennio
- **Dirección Obra:** María del Carmen Casajuana Benavente, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura; Beatriz Gómez Casares, arquitecta, Mycc Oficina de Arquitectura
- **Otros técnicos intervinientes:** Javier Felipe Nuñez, Ingeniero Industrial, Conexiono, Jose Ramón Gaultier Conexiono, Ingeniero Industrial, Conexiono. Manuel Rabanal, Ingeniero industrial, Daikin. Juan Manuel Orquín Casas, Ingeniero de estructuras, Secin
- **Otros Agentes:** Disset (Parasoles), Siber (Ventilación), Uponor (Suelo radiante)

## Antecedentes

El proyecto para treinta y ocho viviendas, en régimen de cooperativa, se sitúa en una de las parcelas libres del nuevo desarrollo urbano de El Cañaveral. La parcela se sitúa en una esquina lindando con la parcela de otra torre recién terminada al norte, con dos calles en los lados este y sur, y con un parque en el lindero oeste.

## Descripción

El proyecto se trata de una torre de treinta y ocho viviendas, repartidas en once plantas y dos más bajo rasante para aparcamiento. Se busca ofrecer viviendas de gran confort y diseño a un precio muy asequible. Para ello se diseñan espacios flexibles, con grandes puertas correderas que permiten unir y ampliar espacios. Todas las casas cuentan con terrazas a pesar de ser superficie computable, por considerarlas un elemento que aumenta la calidad de vida. El cuidado por el diseño se lleva a las zonas comunes donde se ha hecho un gran esfuerzo para que todos los recorridos sobre rasante posean luz natural. Ésta entra a través de un lucernario practicable que se encuentra en el centro de la cubierta del edificio y que baña todas las plantas. En el exterior casi toda la planta baja está ajardinada, y además posee una piscina y una sala común con cocina.

Se busca una imagen exterior representativa, y para ello se recurre a unos anillos de aluminio que además de proporcionar protección solar a las viviendas proporciona una imagen inconfundible del edificio. Asimismo todos los vidrios son diferentes según la orientación de la fachada en la que se sitúan, variando sus parámetros de emisividad y control solar. Gracias a estos sistemas y a la disposición de un grueso aislamiento formado por 8 centímetros de poliuretano proyectado y 4 centímetros de lana de roca, además de la disposición de rejillas de aireación higrotérmicas, se consigue la calificación energética A.

La climatización del edificio se resuelve con suelo radiante refrescante con máquinas de aerotermia individuales en cada una de las viviendas que se combina con un pavimento cerámico para un mejor rendimiento del sistema. El agua caliente sanitaria cuenta con el apoyo de paneles solares comunitarios situados en la azotea del edificio.

Las viviendas están equipadas con un avanzado sistema domótico KNX, pensado para que toda la vivienda sea controlada con el móvil y además esté preparado para las posibles ampliaciones que el propietario quiera realizar. Todas las luces, así como todas las persianas permiten un control independiente, ya sea desde el pulsador capacitivo de cada estancia o desde la aplicación del móvil. También se controla la climatización independiente de cada habitación y también se controlan las alarmas técnicas.

## Prestaciones del Edificio

- Calificación A
- Suelo radiante refrescante con aerotermia
- Domótica con control independiente de luces y persianas, climatización y alarmas técnicas
- Ventilación higrorregulable

## MEMORIA INSTALACIONES

### Automatización y Control

Las actuales necesidades de ahorro energético y la búsqueda de un mayor confort en las viviendas y edificios, hacen necesario el desarrollo de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios. Para ello se requiere un sistema que asegure la interconexión e integración entre todos los dispositivos existentes en un edificio y que permita que todos los componentes se comuniquen a través de un lenguaje común, de

modo que se garantice el funcionamiento eficiente del edificio de acuerdo con las necesidades de uso de este. El sistema de automatización que cumple estos requisitos y se ha utilizado en esta promoción es el Standard KNX, que permite, a través de un medio de transmisión (bus) al que se conectan todos los dispositivos, el control de todas las aplicaciones existentes en un edificio.

### **Iluminación**

El control de la iluminación es un punto básico y clave para realizar un proyecto completo de control y automatización de un edificio o vivienda. En este caso se controlará el encendido y apagado de las luminarias ON/OFF conectadas a los circuitos de iluminación. Para hacer posible el control de la iluminación ON/OFF, será necesario dotar a la instalación de actuadores de relés y de controladores (como por ejemplo, pulsadores capacitivos). Los actuadores dispuestos en la instalación soportarán una carga de hasta 16A/250VAC y una carga capacitiva de hasta 140  $\mu$ F. Dependiendo del modelo de actuador multifunción empleado para el control del sistema de iluminación, este podrá disponer bien de pulsadores en la envolvente para la actuación manual y LED indicadores de estado, o bien de un sensor infrarrojo para su accionamiento manual mediante el mando IR. El actuador admitirá la conexión de cualquier tipo de luminaria, siempre y cuando no se exceda la capacidad de potencia en cada circuito. En caso de ser necesario, si la corriente requerida fuera más de la soportada por el actuador multifunción, podría actuarse sobre un contactor externo. Las órdenes para el encendido o apagado de las luminarias pueden ser enviadas mediante diversos elementos: pulsadores convencionales, pulsadores capacitivos, temporizadores o detectores de presencia.

### **Climatización**

El control del sistema de calefacción del edificio motivo de estudio, se realizará mediante la pantalla táctil Z41 PRO o Z41 COM dispuesta en el hall y los distintos pulsadores capacitivos existentes en las estancias a controlar. Cuando la temperatura de alguna de las zonas a controlar se encuentre por debajo de la temperatura de consigna establecida por el usuario, mandará la orden de encendido a la caldera. Por otro lado, el sistema de calefacción se controlará con actuadores HeatingBOX, que permiten el control de hasta 4/8 salidas para válvulas todo-nada en circuitos de agua climatizada. De este modo, cada salida actuará sobre la válvula del circuito (o zona) de suelo radiante que se desee manejar de forma independiente al resto. Otra salida, en este caso del actuador multifunción, será la encargada de controlar el encendido/apagado del equipo de suministro.

### **Persianas**

Junto con la iluminación, el control de persianas representa otro de los puntos clave a la hora de realizar un control útil de la vivienda. Para realizar el control descrito, los elementos a controlar deberán ser motorizados. El control de persianas se puede utilizar para gestionar la cantidad de luz natural procedente del exterior, reduciendo de este modo la necesidad de luz artificial (y, por tanto, el consumo energético) y, al mismo tiempo, mejorando el confort visual e, incluso, térmico de los usuarios de la edificación o vivienda.

El control de persianas motorizadas permite al usuario el movimiento de las mismas a la posición deseada, con órdenes simples de subida/bajada.

Si se cuenta con controladores con display, se podrá visualizar y comprobar el estado de apertura de cada persiana individualmente. Para hacer posible el control de persianas se conectará el motor de la misma bien a un canal de persiana de un actuador específico de persianas, como el MAXinBOX Shutter 4CH/8CH, o bien a dos salidas binarias de relé configurables como canales de persiana de un actuador multifunción, un canal para la subida/parada y el otro para la bajada/parada.

Cada canal de persiana (A, B, etc.) consiste en dos salidas de relé consecutivas (es decir, el canal A está formado por las salidas 1 y 2; el canal B está formado por las salidas 3 y 4; y así sucesivamente). La primera salida de cada canal enviará al motor de la persiana la señal eléctrica para subir la persiana, mientras que la segunda salida mandará la señal eléctrica para bajarla. Los cables del motor de la persiana deben conectarse al actuador de acuerdo a lo anterior.

El actuador realizará el control del motor de persiana moviéndolo sólo en un sentido al mismo tiempo (por motivos de seguridad). Por otro lado, el actuador dispone de pulsadores en la envolvente para la actuación manual y LED indicadores de estado. Por último, para asegurar un correcto funcionamiento de los dispositivos, los finales de carrera deberán estar incluidos en el motor a controlar y los motores a controlar deberán disponer de un cable común, además de un cable de subida y otro de bajada.

**Riego**

La cubierta ajardinada cuenta con el sistema de Zinco con su huevera FD40 para favorecer el drenaje y mantener los sustratos húmedos. Así mismo todo el riego, a excepción de una pequeña zona de césped, es por goteo.

**Sistemas de Seguridad****Alarmas Técnicas**

Las alarmas técnicas se establecen para tratar de evitar posibles daños en la vivienda, o incluso de las personas. Por lo tanto, el nivel de seguridad de una vivienda se puede incrementar mediante la disposición de un sistema de control de alarmas técnicas. Este sistema de control estará formado por dos tipos de elementos, los sensores y los actuadores. Los sensores serán los encargados de comprobar continuamente el estado de la variable que controlen: humo o fuego y agua. En caso de que estos elementos detecten un escape de humo o agua, enviarían la señal de detección al actuador. Seguidamente, el actuador, tras recibir la señal de detección, se encargará de enviar la orden a las electroválvulas de corte de agua, según corresponda y dependiendo del detector del cual proviene la señal de detección.

**Energía**

La vivienda cuenta calificación energética A, para lo que se establece una envolvente aislada con 4 centímetros de poliuretano proyectado y 4 centímetros de lana de roca. Los vidrios tenemos de factor solar 0.39, 0.43 y 0,59 según la orientación y la transmitancia térmica (U) entre 1,5 y 2. Ésta última tiene que ver con la capacidad del vidrio para mantener el calor en el interior, mientras que el factor solar tiene que ver con el dejar pasar los rayos de sol, es la relación entre la energía que entra y la cantidad de energía solar incidente. En función de la orientación nos interesará una relación u otra entre la U y el factor solar. En la orientación U buscamos una U lo más baja posible mientras que en Sur, y sobre todo Oeste, es más importante el factor solar.

**Climatización**

El proyecto elige la aerotermia como fuente de energía para calentar y enfriar las viviendas. En concreto se elige un modelo que utiliza el nuevo gas R42 mucho más limpio y mas eficiente que el anterior R410A que tiene un alto índice GWP "Global Warming Potential" (Potencial de Calentamiento Global). La máquina exterior se coloca detrás de los parasoles mientras que la interior en el tendedero. Este sistema se combina con suelo radiante refrescante con un paso de 15 cm entre tuberías para permitir un correcto funcionamiento del suelo refrescante. Se dispone de una única red de tubos plásticos de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno conforme a la UNE EN 1264 de diámetro 16mm, de 1,8mm de espesor que trabajará en las siguientes condiciones:

Agua fría para suelo refrescante. Temperatura impulsión 15-17 °C. Temperatura de retorno: 19 – 21°C

Agua caliente para suelo radiante. Temperatura impulsión 35-40 °C. Temperatura de retorno: 30°C

En los colectores, a la entrada de cada circuito se dispondrá una válvula manual conectada a un cabezal electrotérmico, así como otra válvula manual a la salida seguida de una válvula de regulación comandada por el sistema de control del suelo radiante (todo-nada).

**Solar térmica**

La instalación de ACS del edificio será individualizada. Se dispondrá de un aporte de Energía solar realizado con 18 paneles, todos ellos ubicados en cubierta. Esta instalación aportará más del 50% de las necesidades de ACS del edificio. La instalación de la que es objeto este proyecto termina en el cuarto de solar, los suministros a viviendas serán objeto de la instalación de fontanería así como la instalación interior será objeto de proyecto independiente. El cuarto de depósitos se ubicará en planta bajo cubierta.

**PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA**

El contrato firmado con la constructora asciende aproximadamente a 754 €/ m2 sobre rasante. Todas las viviendas se encuentran vendidas y cuenta con préstamo promotor de Bankinter.

## IMÁGENES PROYECTO EDIFICIO INTELIGENTE



*Figura 2. Vista del salón de la vivienda de dos dormitorios.*



*Figura 3. Vista dormitorio de esquina.*



Figura 4. Vista cocina vivienda de dos dormitorios.

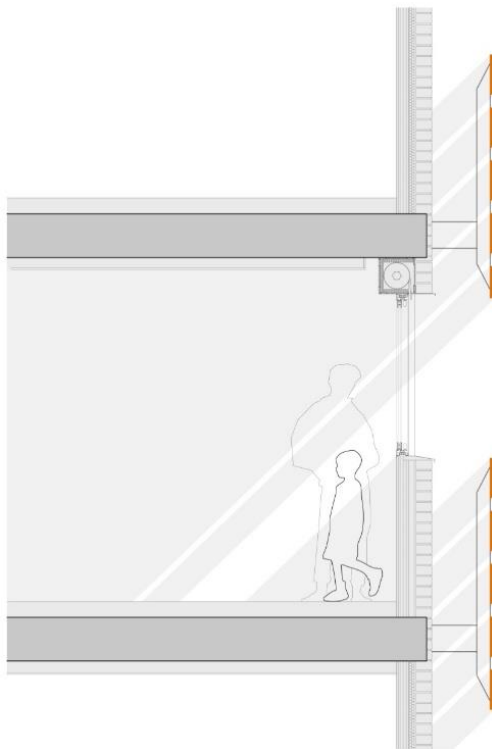


Figura 5. Parasoles verano.

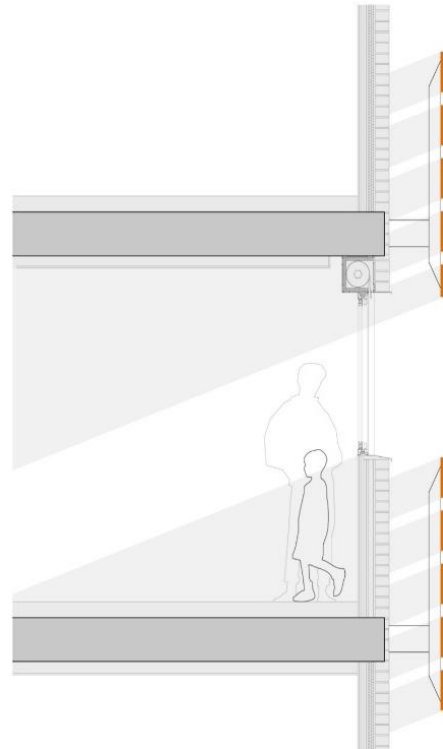


Figura 6. Parasoles invierno.

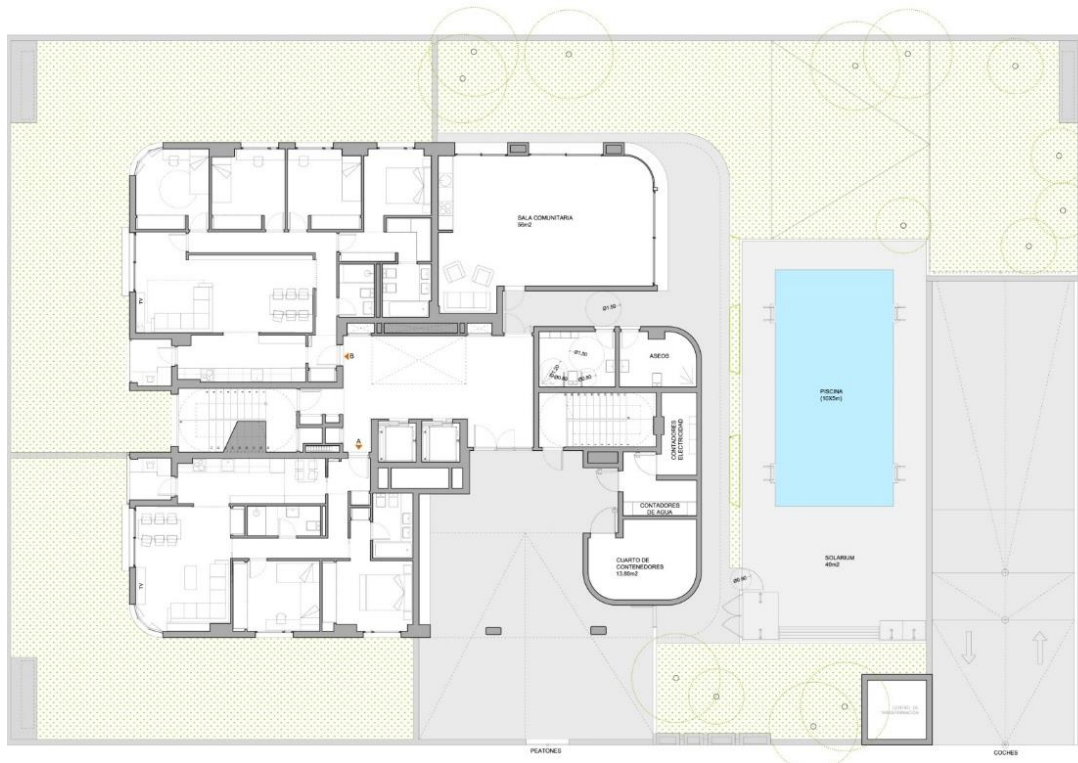


Figura 7. Planta baja.

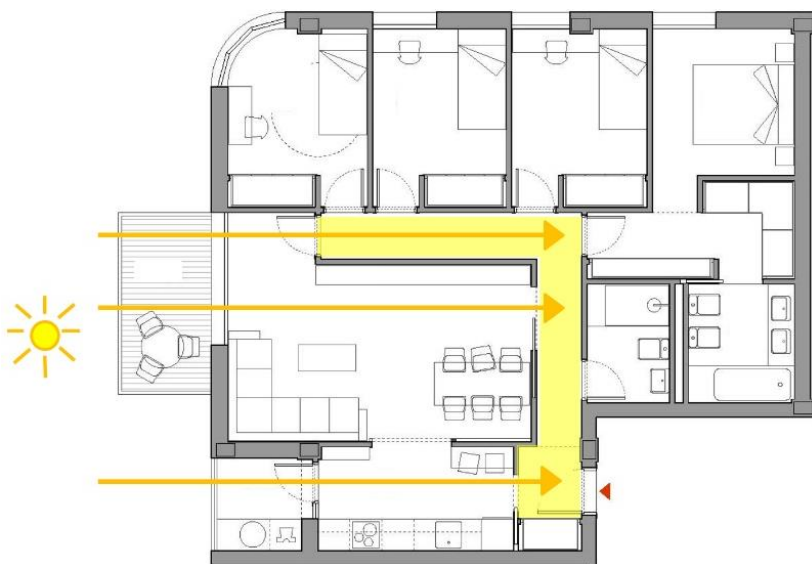


Figura 8. Entrada de luz natural en vivienda de cuatro dormitorios.

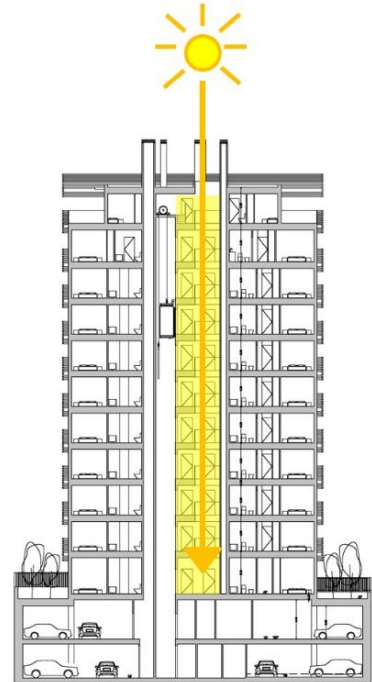


Figura 9. Entrada de luz natural en atrio.