



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ESTUDIO DE LA AUTOMATIZACION DE PROCESOS EN LA GESTION
TECNICA DE INSTALACIONES INTELIGENTES”; Un Estudio de
Revisión Sistemática

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

José Antonio Quezada Piscoya

Asesor:

Mg. Ing. Neicer Campos Vásquez

Lima – Perú

2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor **Ing. Neicer Campos Vasquez**, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del (los) estudiante(s):

- JOSE ANTONIO QUEZADA PISCOYA

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: **ESTUDIO DE LA AUTOMATIZACION DE PROCESOS EN LA GESTION TECNICA DE INSTALACIONES INTELIGENTES, UNA REVISION DE LA LITERATURA**, para aspirar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Mg. Ing. Neicer Campos Vasquez

Asesor

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr(a) Ing. Neicer Campos Vasquez, ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s): **Jose Antonio Quezada Piscoya**, para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: **Estudio de la Automatización de Procesos en la Gestión Técnica de Instalaciones Inteligentes, Una Revisión de la Literatura.**

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido expresa:

Aprobado

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Mg. Ing. Neicer Campos Vásquez

Evaluador

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi esposa e hijo quienes confiaron en mí y estuvieron a mi lado en cada momento, a mis padres que me enseñaron a ser perseverante y luchar por mis objetivos y entender que con sacrificios puedes alcanzar tus metas.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios quien me permitió estar en este lugar y regalarme una hermosa familia. A mis padres quienes me inculcaron a seguir adelante y no rendirme.

A mis profesores quienes dedicaron su tiempo en enseñarme y aconsejarme en seguir avanzando y no rendirme.

A mis hermanos quienes me brindaron su ayuda incondicional y estuvieron conmigo en momentos difíciles.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	12
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	15
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No1: Fuentes de Información	12
Tabla No2: Tabla de Investigaciones Encontradas y Mejores Obtenidas.....	14
Tabla No3: Ubicación de Investigaciones encontradas	18
Tabla No4: Investigaciones seleccionadas para el estudio del tema.....	19
Tabla No5: Aplicación de la IA en la Automatización de Procesos para la Gestión Técnica de Instalaciones Inteligentes	22
Tabla No6: Beneficios de la IA en la Automatización de Procesos para la Gestión Técnica de Instalaciones Inteligentes	24
Tabla No7: Mejoras que se obtuvieron aplicando IA en la Automatización de Procesos para la Gestión Técnica de Instalaciones Inteligentes... ..	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No1: Modelo de BPM (Business Process Management).....	11
Figura No2: Cantidad de Investigaciones Encontradas... ..	13
Figura No3: Países donde se viene Aplicando la IA.....	16
Figura No4: Cantidad de Investigaciones encontradas Nacional e Internacionales... ..	18
Figura No5: Técnicas IA más usadas.....	21
Figura No6: IA aplicado a la Automatización de Procesos en la Gestión Técnica de Instalaciones Inteligentes.....	25

RESUMEN

Hoy en día la tecnología avanza a grandes pasos, el uso de softwares para la gestión técnica y automatización de procesos en instalaciones inteligentes está siendo cada vez más utilizada, el presente trabajo tiene como objetivo determinar de forma empírica la aplicación de la IA (Inteligencia Artificial) en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes, para luego determinar futuras actividades de investigación. Con el fin de determinar nuestro objetivo se hizo una revisión sistemática tomando como referencia la metodología BPM (Business Process Management) para la gestión técnica de instalaciones inteligentes. Para la búsqueda de la información se utilizaron palabras claves como: Inteligencia Artificial, Procesos, Gestión, Inmótica, recopilando 30 investigaciones como referencia tomadas de revistas científicas, repositorios de universidades nacionales e internacionales y congresos con fechas no menor a 11 años, filtrando la información de búsqueda desde el 2007 al 2018 en base a información de contenidos. Los resultados obtenidos dieron como resultado 07 técnicas de IA aplicadas a la automatización de procesos en la gestión técnica de instalaciones inteligentes.

PALABRAS CLAVES: Inteligencia Artificial, Procesos, Gestión, Inmótica

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología para la construcción de instalaciones, la aplicación de software para la construcción y el uso de nuevas herramientas de gestión, nos obligan a actualizar nuestros procesos en la gestión técnica de instalaciones con el fin de integrarlos al diseño y construcción de instalaciones inteligentes. “Es por esto que la automatización de las diferentes funciones y operaciones de un inmueble aparece como respuesta a la sostenibilidad, pues hay sistemas de inteligencia artificial implementados en edificios de oficinas que toman decisiones en tiempo real, basándose en cambios medioambientales y conductas de sus usuarios para controlar funciones como la iluminación, calefacción, enfriamiento, ventilación e incluso los suministros de agua” (Nguyen & Aiello, 2013). Un Edificio Inteligente o Smart Building (SM) es “aquel que integra los principales sistemas del edificio en una red común y comparte información y funcionalidades entre ellos para mejorar las operaciones de los edificios” (General Service Administrator, 2015), siendo sus objetivos principales la reducción de costos, la mejora de la eficiencia energética, la mejora de la eficiencia operacional y la satisfacción de sus ocupantes, podemos decir que gestionar técnicamente una instalación inteligente implica seguir ciertos procesos como Modelar, Implementar o Automatizar, Ejecutar, Monitorear y Controlar sistemas de climatización, electricidad, energía, agua, sistemas contra incendio y sistemas de seguridad, los cuales demandan un gran costo de consumo de energía, mantenimiento, control de inventarios, etc., pero como podemos controlar todos estos sistemas de manera eficiente y a la vez crear

proyectos de sostenibilidad con la finalidad de cuidar el medio ambiente, reducir costos de energía y dar confort a los usuarios. La IA está aplicando cada vez nuevas técnicas que son utilizadas en la BMP (Business Process Management) con la finalidad de automatizar y gestionar procesos de manera eficaz y eficiente, pero que técnicas de la IA se vienen aplicando en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes.

Wayne Labs (2015) y Lachance (2016) “coinciden que un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora puede crear informes, planificar el mantenimiento preventivo y asegurar que los activo se verifiquen antes que ocurra la falla, generando informes que, si bien es cierto no pueden automatizar por completo las decisiones de compras, facilitan la evaluación de los indicadores de rendimiento y el desarrollo de una visión más robusta y multidimensional de los costos de los equipos”. Ardila, J.G., Ardila. M.I., Rodríguez, D. & Hincapié, D.A. (2016) “describen que un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora es un conjunto de software que mantiene una base de datos con información de la función del mantenimiento de una organización, haciendo el trabajo mas efectivo y una toma de decisiones basada en información real y actual”.

Teniendo como objetivo determinar de forma empírica la aplicación de la IA (InteligenciaArtificial) en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes y en base a las definiciones ya descritas nos planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Qué técnicas de la IA se vienen aplicando en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes durante los años 2007-2018

Para responder a nuestra pregunta de investigación, se comparará datos de investigaciones científicas recolectados de manera empírica, para determinar qué técnicas o

modelos de IA se viene aplicando en la automatización de procesos en la gestión técnica de instalaciones inteligentes.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática, utilizando la metodología de análisis de contenidos. “Una revisión sistemática se define como una manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible relevante respecto de un interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés” (Kitchenham, 2004; Velmovská, 2014; Vera y Hernández, 2014).

La pregunta para el desarrollo de este proceso metodológico de investigación es ¿Qué técnicas de la IA se vienen aplicando en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes durante los años 2007-2018?

Se tomó como referencia la metodología BPM (Business Process Management) *Figura No1*. para la gestión técnica de instalaciones inteligentes, ya que es una disciplina que busca la mejora continua de los procesos en respuesta a las necesidades de los usuarios, involucrando planificación y gestión de la calidad. Esta metodología está conformada por los procesos de Modelado, Implementación o Automatización, Ejecución, Medición y Evaluación que pueden ser utilizados en cualquier tipo de empresa o institución,

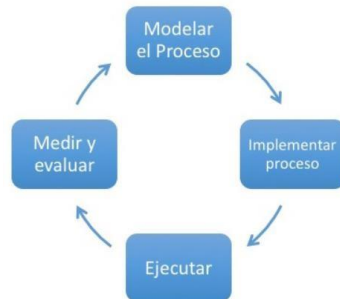


Figura No1. Modelo BMP (Business Process Management)

Como estrategia de búsqueda para responder a nuestra pregunta de investigación se utilizó fuentes de información ubicadas en bases de datos electrónicas de los buscadores académicos de internet como: Google Académico, Scielo, ProQuest, Renati y Repositorios con el propósito de hallar investigaciones académicas. Estas investigaciones fueron filtradas en la búsqueda a través de palabras claves como: Inteligencia Artificial, Procesos, Gestión, Inmótica (*Tabla No1*), poniendo límites de fecha (2007 al 2018), considerando revistas académicas, tesis para el grado de bachiller o título profesional, así como también Maestrías y Doctorados utilizando los siguientes criterios:

Criterio de Publicación: Investigaciones publicadas durante el período 2007 al 2018 que conlleven a la gestión técnica de edificios inteligentes, en el idioma español o inglés.

Criterios de Descarte: Se descartan investigaciones no publicadas durante el periodo solicitado, aquellas que no permiten el acceso a su contenido, y que no están en el idioma requerido.

Análisis de Investigaciones: Se realizó una lectura de cada investigación aplicando la metodología de análisis de contenido con el propósito de responder a nuestra pregunta de investigación y llegar a nuestro objetivo general.

Eliminación de Replicas: Durante el proceso de investigación se compararon repositorios, autores, años de publicación y temas para evitar duplicidades.

Tabla No1. Fuentes de Información (Elaboración Propia)

No	Base de Datos Electrónica
1	Google Académico
2	Scielo
3	ProQuest
4	Renati
5	Repositorios

La Tabla No1 muestra las fuentes de información que se utilizaron para la búsqueda de investigaciones con palabras claves como Inteligencia Artificial, Procesos, Gestión e Informática.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se tomaron 30 investigaciones originales de revistas científicas, repositorios y congresos realizados durante los años 2007 al 2018, pero luego solo se seleccionaron 10 investigaciones que daban una mejor respuesta a nuestra pregunta de investigación y así poder cumplir con nuestro objetivo.

Las investigaciones encontradas fueron analizadas y seleccionadas mediante tablas y figuras de manera sistemática para poder tener un mejor entendimiento de los resultados hallados. De la búsqueda realizada en buscadores académicos de internet se pudieron encontrar muchas investigaciones relacionadas a nuestro tema de estudio utilizando palabras claves: Inteligencia Artificial, Procesos, Gestión, Inmótica. De todas ellas solo se seleccionaron 30 investigaciones de revistas, repositorios y congresos como se muestra en la *Figura No2*.

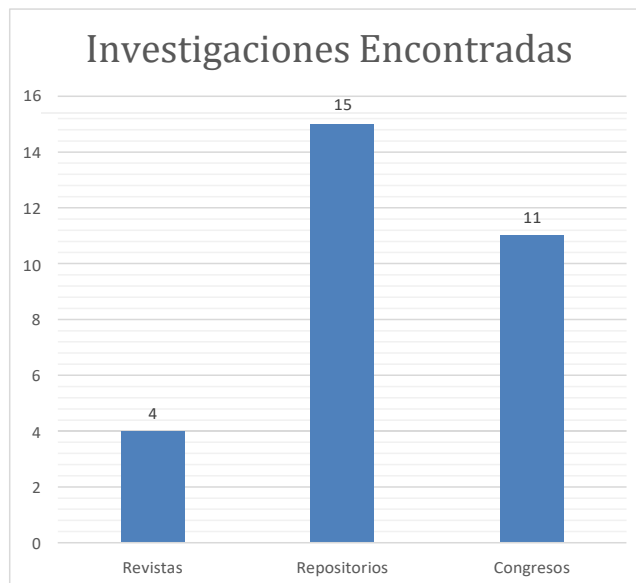


Figura No2. Cantidad de Investigaciones Encontradas por Sitios Académicos

La siguiente tabla muestra las 30 investigaciones encontradas y las mejoras que pudieron lograr.

Tabla No2. Tabla de Investigaciones encontradas y mejoras obtenidas (Elaboración Propia)

	Revista Científica, Repositorios y Congreso	Autor	Título	Mejora (Tiempo, Calidad, Costos)
1	Revista Assembly Automation 2008 Inglaterra	M.Nadakatti, A. Ramachandra, A.N. Santosh Kumar	Artificial intelligence- based condition monitoring for plant maintenance	Reducción de los tiempos de mantenimiento y mejor control de los sistemas
2	Revista: Teknos 2018 Colombia	Puello Tinoco, A., & Martínez García, L.	Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora	Mejoro el proceso de administración y monitoreo de instalaciones
3	Revista: Engineering and Technology for Industrial Applications 2018 Cuba	José Ricardo Núñez Álvarez , Israel Francisco Benítez Pina, Danilo Mariano Carbonell Mestre	Herramientas para el diseño de un sistema inmótico en el bloque habitacional de un hotel cinco estrellas plus	Se logró Automatizar los sistemas de recolección de datos reduciendo el proceso manual
4	Revista Civilizate 2016 Perú	L. Fernández, R. Ríos, J. Marreros	Mas allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía	Reducción y mejora de diseño de los procesos de construcción de edificios
5	Repositorio. Lasalle 2018 Colombia	Mahecha Chaux, Johan Orlando	Diseño e implementación de una aplicación domótica para iluminación usando inteligencia artificial	Control del sistema de iluminación de las instalaciones y reducción de costos
6	Repositorio Nineve 2018 Cuba	Pupo Pupo, Ernesto	Propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros	Mejor confort en las instalaciones y reducción de consumos de energía
7	Repositorio Institucional UPC 2011 España	Mario Andrés Ortiz Cabrera	Optimización del Sistema Inmótico em el Hotel Renaissance de Barcelona	Automatización de los procesos de gestión técnica de las instalaciones reduciendo costos de energía
8	Repositorio Institucional Universidad Nacional De Ingeniería 2013 Perú	Carrión Huamán, Miguel Ángel	Bases de diseños para proyectos de instalaciones eléctricas de edificios inteligentes	Reducción de costos de energía eléctrica por la automatización de los procesos de control
9	Repositorio Institucional Universidad Nacional De Ingeniería 2010 Perú	Chávez Cifuentes, Carlos Alberto	Inmótica aplicada a edificaciones de la industria hotelera	Mejoro la gestión de toma de datos de los sistemas por medio de la automatización
10	Repositorio Institucional Universidad Nacional De Ingeniería 2008 Perú	Vargas Cano, Fernando Pedro Alfredo	La domótica: ventajas y aplicación dentro de las instalaciones eléctricas	Reducción de costos de energía y control de sus sistemas

Revista Científica, Repositorios y Congreso	Autor	Título	Mejora (Tiempo, Calidad, Costos)
11 Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2017 Ecuador	Quinde Cuenca, Isabel Marina	Diseño de un sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético en el Campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica Sede Ambato	Control de los procesos de gestión técnica de las instalaciones para el confort de los usuarios
12 Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2014 Ecuador	Ninacuri Guachi, Jorge Wilfrido Sánchez Rosero, Néstor Iván	Estudio del Control Domótico de la Seguridad, Confort y Eficiencia Energética para las Instalaciones del Edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, mediante el Uso de Microcontroladores.	Reducción de tiempos, costos de energía y control de sus sistemas de gestión
13 Repositorio Institucional de Información Científica del Instituto Politécnico de Leiria 2018 Portugal	Mera, Gabriel Enrique Pico	Análisis de la proyección de la domótica en el edificio de docente de la Universidad Técnica de Manabí	Entender el funcionamiento de los sistemas de control en la gestión automática
14 Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte 2016 Ecuador	Cupuerán Pozo, Mario Adrián Ortiz Benavides, Jhonnatan Rodrigo	Diseño e implementación del sistema inmótico en el edificio de educación técnica de la Universidad Técnica del Norte	Mejorar los sistemas de iluminación mediante la gestión automatizada de sus sistemas
15 Repositorio Digital UIDE Repositorio Internacional de Ecuador 2014 Ecuador	Oña Enriquez, Daniel Alejandro	Diseño y construcción de un sistema inteligente de censado y control para aplicaciones residenciales. Caso: Edificio Shalom	Reducir los tiempos de supervisión y control de sus instalaciones
16 Repositorio de la Universidad Pontificia Comillas 2011 España	Boal Martín-Larrauri, Jaime Arranz Domingo, Álvaro Sánchez Miralles, Álvaro	Redefiniendo las ciudades: hacia un futuro más eficiente	Estudiar las mejoras mediante procesos de gestión automatizados
17 I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Oriol Sala	EYECODE: The operating system for smart buildings	Supervisar de manera inteligente los sistemas de sus instalaciones

	Revista Científica, Repositorios y Congreso	Autor	Título	Mejora (Tiempo, Calidad, Costos)
19	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Víctor Sánchez Jose M. Maseda Borja Tellado José Manuel Olaizola Eneritz Barreiro José Enrique Vadillo	Gestión Integral de la Energía en Polideportivos y Hoteles	Determinar la mejora mediante sistemas automáticos de gestión de instalaciones
20	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Andrés Lluna Arriaga Ignacio Benítez Sánchez Carlos Blasco Llopis Alfredo Quijano López	Gestión de Edificios Energéticamente Inteligentes – GE2I	Aumentar la eficiencia de sus sistemas mediante la automatización de procesos de gestión
21	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Lucía Igualada González Cristina Corchero Miguel Cruz Zambrano	Sistema de Gestión Energético Óptimo para edificios inteligentes con sistemas de generación renovable integrados	Utilizar sistemas autosostenibles para reducción de costos y preservación del medio ambiente
22	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Margarida Plana Turró	¿Deben ser inteligentes los edificios para alcanzar el modelo NZEB?	Conocer a mejora de sistemas existentes con nuevas aplicaciones
23	Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador	Pérez Calle, Marcelo Efraín Urdiales Carchipulla, Walter Estuardo	Estudio y diseño inmótico para el parque acuático Planeta Azul, usando la tecnología LonWorks para el control de iluminación, acceso, seguridad técnica y circuito cerrado de televisión	Mejora del sistema de iluminación y seguridad hacia el usuario final
24	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	César Gómez Otero Rocío Martínez García Ángel Martín Fuente	SPATIA: Plataforma TIC para la gestión de edificios inteligentes	Reducción de costos utilizando sistemas inteligentes en procesos de gestión técnica
25	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Jorn Klaas Gruber José Luis Mínguez Fernández Milan Prodanović	Optimización del suministro energético en sistemas descentralizados	Reducción de energía eléctrica y mejor control de sus instalaciones
26	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Alfonso Rodríguez MCarmen González	El control de la eficiencia en la climatización al alcance del usuario	Mejor confort del usuario y reducción de consumos energéticos
27	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Marcel Macarulla	Sistemas inteligentes de gestión energética de edificios: El proyecto Encourage	Mejora de los consumos energéticos y los procesos de gestión técnica
28	Repositorio PIRHUA 2017 Perú	Jezzy Huamán-Rojas	Control inteligente de sistemas de iluminación en edificios	Automatización en los sistemas de encendido, reducción de tiempos y mejor gestión en sus sistemas de control

	Revista Científica, Repositorios y Congreso	Autor	Titulo	Mejora (Tiempo, Calidad, Costos)
29	Repositorio USS 2015 Perú	Bach. Chasquero Huachez, Melber Bach. Guerrero Barsallo, Luis Alberto	Mejoramiento de la eficiencia eléctrica en el Jockey Club de Chiclayo con aplicación de Domótica	Reducción de costos de energía y mejora la eficiencia de los equipos durante horas punta
30	I Congreso Edificios Inteligentes 2013 España	Javier García Montesinos	La Nueva resolución Tecnológica Aplicada al Facility Management. Soluciones Inteligentes como Servicio	Mejorar la gestión técnica de instalaciones con nuevos procesos de gestión automática

De las investigaciones encontradas se pudo observar en qué países se viene aplicando técnicas de IA desde el año 2007 hasta el 2018 en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes como se muestra en la *Fig.No3*. También se pudo conocer que en nuestro País se viene aplicando técnicas de IA en un 20% en relación con países extranjeros *Fig.No4*.

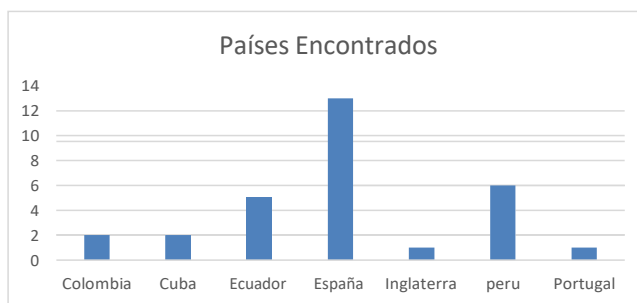


Figura No3. Países donde se viene Aplicando la IA



Figura No4. Cantidad de Investigaciones Nacionales e Internacionales

Las investigaciones fueron halladas en diferentes instituciones, encontrando que algunas de ellas tienen mayores publicaciones relacionadas al tema de estudio *Tabla No.3.*

Tabla No3. Ubicación de las Investigaciones encontradas

REVISTA- REPOSITORIO - CONGRESO	No.
Revista Assembly Automation	1
Revista: Teknos	1
Revista: Engineering and Technology for Industrial Applications	1
Revista Civilizate	1
Repositorio lasalle	1
Repositorio Nineve	1
Repositorio Institucional UPC	1
Repositorio Institucional Universidad Nacional De Ingeniería	3
Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	2
Repositorio Institucional de Información Científica del Instituto Politécnico de Leiria	1
Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte	1
Repositorio Digital UIDE Repositorio Internacional de Ecuador	1
Repositorio de la Universidad Pontificia Comillas	1
I Congreso Edificios Inteligentes	11
Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana	1
Repositorio PIRHUA	1
Repositorio USS	1
Total de Investigaciones Encontradas	30

Con el objetivo de dar una mejor respuesta a nuestra pregunta de investigación se seleccionaron solo 10 investigaciones que contenían mayor información relacionada a la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes aplicando técnicas IA.

Tabla No4. Investigaciones Seleccionadas Para el Estudio del Tema (Elaboración Propia)

No	INVESTIGACIONES ANALIZADAS
1	Propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros
2	Inmótica aplicada a edificaciones de la industria hotelera
3	Análisis de la proyección de la domótica en el edificio de docente de la Universidad Técnica de Manabí
4	Diseño y construcción de un sistema inteligente de censado y control para aplicaciones residenciales. Caso: Edificio Shalom
5	Gestión de Edificios Energéticamente Inteligentes – GE2I
6	SPATIA: Plataforma TIC para la Gestión de Edificios Inteligentes
7	Optimización del Suministro Energético en Sistemas descentralizados
8	El Control de la Eficiencia Energética en Climatización al alcance del Usuario
9	Sistemas Inteligentes de Gestión Energética de Edificios: El Proyecto Encourage
10	Control Inteligente de Sistemas de Iluminación en Edificios

Según el análisis realizado a cada investigación se obtuvo como resultado 07 técnicas de IA aplicadas en la automatización de procesos para la gestión técnica de instalaciones inteligentes.

1. Algoritmos Genéticos, ayudan al procedimiento de toma de decisiones de las entidades mediante controladores centrales y otros agentes locales para predicciones de consumo en los procesos de ejecución.
2. Árboles de Decisión, crean sistemas de aprendizaje automático en la toma de decisión al encender o apagar un equipo o un conjunto de estas en toda la instalación durante el ciclo de ejecución del proceso.

3. Agentes Inteligentes, toman decisiones que estarán reflejadas en el consumo de energía que son aplicados durante el proceso de evaluación y medición.
4. Redes Neuronales, pronostica el precio del consumo en un sistema que permite establecer una relación lineal o no lineal entre las salidas y las entradas mediante simulación y redes neuronales artificiales para evaluar las mejoras que deberán hacerse.
5. Minería de Datos, se utiliza para guardar información de parámetros de consumo como iluminación, humedad, temperatura con el fin de utilizarlos durante el modelado del proceso y mejora continua.
6. Ontología, ayuda a obtener una comunicación con las personas mediante hábitos de consumo e indicadores paramétricos obtenidos de los equipos para el diseño y arquitectura del sistema.
7. Machine Learning, permite a la máquina aprender convirtiendo datos en conocimiento de manera automática como prender y apagar un aparato durante la ejecución de la gestión del proceso.

Estas técnicas se pueden validar con otros autores quienes confirman su aplicación como Rokach & Maimon, (2015) “en referencia a los árboles de decisión lo definen como un modelo de predicción utilizado en diversos ámbitos que van desde la inteligencia artificial hasta la Economía”. (Galán & Martínez, 2010), “se manifiestan en la importancia de la utilización de las redes inteligentes artificiales y a las redes neuronales artificiales con sus respectivas aplicaciones. En donde conceptualiza que la inteligencia artificial es la que se enfoca en el conocimiento y el manejo de un modelo determinado el cual permita la ejecución de un sistema convirtiéndolo en inteligente y así conseguir una mayor eficiencia energética”. (Villada, Cadavid, & Molina, 2008) “Pronostico del precio de energía eléctrica

usando redes neuronales artificiales”, enuncia que las RNA forma parte de “un sistema que permite establecer una relación lineal o no lineal entre las salidas y las entradas”. (Glavic, 2006), define que "Un agente es todo lo que se puede ver como percibir su entorno a través de sensores y actuar sobre ese entorno a través de efectores".

De las técnicas IA que se encontraron, se hizo un estudio para saber que técnica es la más usada (*Fig. 5.*) y en qué investigación se utilizó esa técnica (*Tabla No5.*).

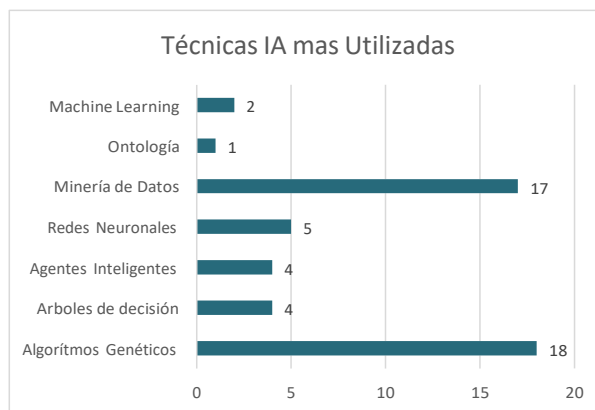


Figura No5. Técnicas IA más utilizadas (Elaboración Propia)

Como se muestra en esta en la Fig. 5 la técnica IA más aplica es Algoritmos Genéticos seguida por Minería de Datos, lo que nos da a entender es que la toma de decisiones se basa en información obtenida de sensores que se registran en un almacén de datos y que permiten hacer predicciones por medio de las Redes Neuronales, es decir que en conjunto con las otras técnicas IA se forma todo un sistema artificial completo para asemejarse a la inteligencia humana y así procesar de manera automática e inteligente todo un proceso de gestión técnica para una instalación inteligente.

Utilizando nuestro modelo BPM como referencia realizamos un análisis para determinar en que etapas del proceso intervienen las técnicas IA.

Tabla No5. Aplicación de la IA en los Procesos de Gestión Técnica (Elaboración Propia)

No	Investigaciones Analizadas	Modelado del proceso	Implementación o Automatización del Proceso	Ejecución	Medición y Evaluación
1	Propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros	Algoritmos Genéticos	Algoritmos Genéticos	Minería de Datos,	Minería de Datos,
2	Inmótica aplicada a edificaciones de la industria hotelera	Algoritmos Genéticos	Redes Neuronales,	Minería de Datos,	Minería de Datos,
3	Análisis de la proyección de la domótica en el edificio de docente de la Universidad Técnica de Manabí	Algoritmos Genéticos	Minería de Datos, Agentes Inteligentes, Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos	Arboles de Decisión	Minería de Datos,
4	Diseño y construcción de un sistema inteligente de control y control para aplicaciones residenciales. Caso: Edificio Shalom	Algoritmos Genéticos	Algoritmos Genéticos	Arboles de Decisión, Minería de Datos	Redes Neuronales,
5	Gestión de Edificios Energéticamente Inteligentes – GE21	Algoritmos Genéticos	Minería de Datos, Agentes Inteligentes, Algoritmos Genéticos	Arboles de Decisión	Redes Neuronales, Agentes Inteligentes
6	SPATIA: Plataforma TIC para la Gestión de Edificios Inteligentes	Ontología, Machine Learning	Agentes Inteligentes, Algoritmos Genéticos	Minería de Datos	Algoritmos Genéticos
7	Optimización del Suministro Energético en Sistemas descentralizados	Algoritmos Genéticos	Algoritmos Genéticos, Minería de Datos	Minería de Datos,	Algoritmos Genéticos, Minería de Datos
8	El Control de la Eficiencia Energética en Climatización al alcance del Usuario	Algoritmos Genéticos	Minería de Datos,	Minería de Datos,	Minería de Datos,
9	Sistemas Inteligentes de Gestión Energética de Edificios: El Proyecto Encourage	Minería de Datos,	Algoritmos Genéticos, Minería de Datos	Algoritmos Genéticos	Minería de Datos,
10	Control Inteligente de Sistemas de Iluminación en Edificios	Algoritmos Genéticos, Arboles de Decisión	Minería de Datos	Redes Neuronales	Machine Learning

Del análisis realizado se obtuvo que en la primera fase del proceso es decir durante el Modelado de la gestión se aplica mas las técnicas de IA, sin embargo, para la gestión técnica de una instalación inteligente, la IA se debe aplicar de manera integral en todos sus procesos.

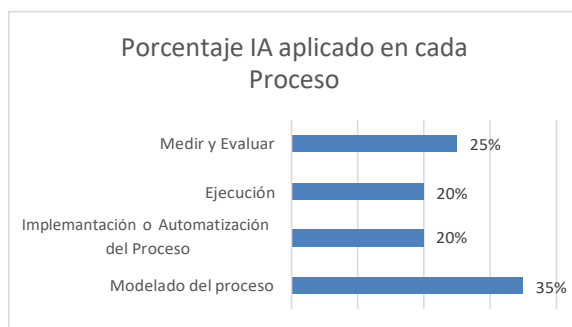


Figura No6. IA aplicado a los procesos de Gestión Técnica (Elaboración Propia)

También se observó que todas las técnicas aplicadas de la IA trabajan en conjunto haciéndose llamar Multi Agentes o Agentes Múltiples de la IA, logrando que la gestión técnica de las instalaciones inteligentes tenga un mejor confort del usuario, una reducción de los consumos de energía, mayor eficiencia en sus equipos, mejor calidad en los servicios, reducción de tiempos y una reducción significativa en sus costos operativos. Todas estas técnicas son utilizadas en los procesos de automatización para una gestión técnica de instalaciones inteligentes. “El aprendizaje automático que es una rama de la Inteligencia Artificial hace un diverso estudio de las formas del aprendizaje de un sistema por redes neuronales y por arboles de decisión” (Müller & Guido, 2017).

En la siguiente tabla se indica el beneficio de cada técnica IA para un determinado proceso.

Tabla No6. Beneficios de la IA en los procesos de automatización de gestión técnica (Elaboración Propia)

TÉCNICA	IA	BENEFICIOS DE SU APLICACIÓN
Algoritmos Genéticos		Utilizado durante el proceso de ejecución permite tomar decisiones para mejorar los consumos y confort de las instalaciones a gestionar.
Arboles de decisión		Evalúa las necesidades del usuario o requerimientos del proceso para gestionar de forma eficiente y automática las acciones que debe seguir.
Agentes Inteligentes		Mediante la utilización de sensores en su entorno mide, evalúa y compara las acciones tomadas durante el proceso de modelado para realizar mejoras continuas.
Redes Neuronales		Ayudan a evaluar las mejoras realizadas, así como también las que deben mejorarse en la siguiente ejecución del ciclo.
Minería de Datos		Aplicada al almacenaje de información de los procesos permite ayudar la mejora continua del ciclo desde el modelado hasta el fin de la gestión con la capacidad de generar reportes.
Ontología		Se utiliza en el modelado del proceso tomando información actual del entorno y del usuario para realizar los flujos de los procesos.
Machine Learning		Ayuda a decidir qué gestión se debe realizar para automatizar adecuadamente el proceso pudiendo combinar información con otros sistemas.

Como se puede observar en la tabla No.6 la IA interviene en todos los procesos de automatización que ayudan a la gestión técnica de una instalación inteligente, sin embargo, en la mayoría de los procesos no solo interviene una sola técnica de IA sino varias técnicas con el fin asemejar sus procesos de gestión técnica al comportamiento y trabajo del ser humano.

Luego de analizar las investigaciones se pudo observar resultados positivos en los procesos de automatización para la gestión técnica como se puede ver en la *Tabla No7.* donde se indica la investigación, las técnicas de la IA aplicadas y los resultados obtenidos.

Tabla No7. Mejoras que se Obtuvieron Aplicando IA (Elaboración Propia)

TÉCNICA IA APLICADA		
Investigación	Técnica	Resultado
Propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros	Algoritmos Genéticos Minería de Datos	Durante el proceso de ejecución el sistema de gestión técnica permitió decidir qué acciones tomar por sí solas ahorrando entre un 30% y 40% de consumo, así como también genera información para mejorar los procesos
Inmótica aplicada a edificaciones de la industria hotelera	Redes Neuronales Algoritmos Genéticos Minería de Datos	Obtuvo un 50% de ahorro en sus consumos y un mejor confort de sus clientes gestionando automáticamente sus equipos de iluminación, temperatura y seguridad. Esto permitió utilizar a su personal de servicio en otras actividades.
Análisis de la proyección de la domótica en el edificio de docente de la Universidad Técnica de Manabí	Algoritmos Genéticos Agentes Inteligentes Arboles de Decisión Redes Neuronales Minería de Datos	Permitió determinar de mejor forma como se comportan los agentes inteligentes de manera autónoma gestionándose por sí solos, logrando mejores ahorros de energía de manera mucho más eficiente.
Diseño y construcción de un sistema inteligente de sensado y control para aplicaciones residenciales. Caso: Edificio Shalom	Algoritmos Genéticos Redes Neuronales Arboles de Decisión Minería de Datos	Gestionar de manera automática sistemas de seguridad a un menor costo con la capacidad de interactuar con los usuarios y también reducir los costos de implementación del sistema.
Gestión de Edificios Energéticamente Inteligentes – GE2I	Algoritmos Genéticos Agentes Inteligentes Redes Neuronales Arboles de Decisión Minería de Datos	Gestionar de manera eficiente el balance energético de las instalaciones de manera automática en menor tiempo.
SPATIA: Plataforma TIC para la Gestión de Edificios Inteligentes	Algoritmos Genéticos Agentes Inteligentes Minería de Datos Ontológico Machine Learning	La implementación gestión inteligente basado en el uso de IA obtuvo una reducción en el tiempo de funcionamiento de los equipos superior al 40% respecto a un sistema de control convencional basado en programación horaria.
Optimización del Suministro Energético en Sistemas descentralizados	Algoritmos Genéticos Minería de Datos	La automatización de los procesos de la gestión técnica de la instalación produjo una reducción de consumos en la demanda, optimizando los costos de energía.
El Control de la Eficiencia Energética en Climatización al alcance del Usuario	Algoritmos Genéticos Minería de Datos	Hacer que el usuario participe en la gestión de sus consumos creando una base de datos que permite un mejor confort y ahorro energético.

Sistemas Inteligentes de Gestión Energética de Edificios: El Proyecto Encourage	Algoritmos Genéticos Minería de Datos	El proceso de ejecución y monitoreo permitieron una mejor visualización de los sistemas permitiendo una reducción del 26% en consumos de energía. También se pudo estimar un ahorro del 35% para el siguiente ciclo.
Control Inteligente de Sistemas de Iluminación en Edificios	Algoritmos Genéticos Redes Neuronales Machine Learning Minería de Datos Arboles de Decisión	La gestión de los sistemas automáticos permitió reducir tiempos y costos. El aprendizaje automático del sistema permite una actualización del sistema para una mejora continua.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Durante el período 2007 – 2018 la aplicación de la IA para la automatización de procesos en la gestión técnica de instalaciones inteligentes ha ido mejorando según lo encontrado en las 10 investigaciones analizadas de las 30 que fueron encontradas, cabe resaltar que cada técnica IA trabaja en conjunto para lograr los objetivos de gestionar una instalación inteligente. En la actualidad existen muchos investigadores y fabricantes que combinan estas técnicas con el fin de encontrar no solo una mejora en la gestión técnica de instalaciones sino también crear un agradable confort para los usuarios, ser más eficientes, reducir tiempos, mejorar la calidad de los servicios y reducir costos. La gestión técnica de una instalación inteligente con la aplicación de la IA permite automatizar los procesos de gestión técnica de manera eficiente y eficaz, creado conciencia en la sociedad para ahorros de energía y preservación del medio ambiente. Los Algoritmos Genéticos, Rede Neuronales y las demás técnicas IA aplicadas se están asemejando cada vez más al comportamiento del cerebro humano, incluso permitiendo una comunicación inteligente no solo entre usuarios sino también entre instalaciones y administradores a través de redes en tiempo real. Estos sistemas permiten autogestionar sus instalaciones de manera automática por medio de componentes electrónicos habiendo una gran cantidad de diseños de softwares y hardware que permiten interpretar la información que brindan las instalaciones.

Conclusiones

- De las investigaciones seleccionadas se pudo hallar que un 20% de ellas son Investigaciones Nacionales y que todas ellas aplican todas las técnicas de IA

en los diferentes procesos de automatización para la gestión técnica de una instalación inteligente.

- Las técnicas de la IA encontradas para la automatización de procesos en la gestión técnica de instalaciones inteligentes fueron 7 (Algoritmos Genéticos, Árboles de Decisión, Agentes Inteligentes, Redes Neuronales, Minería de Datos, Ontología y Machine Learning).
 - Las técnicas IA más usadas son Algoritmos Genéticos y Minería de Datos sin embargo podríamos decir que la combinación de ambas junto con las otras técnicas conforma todo un sistema inteligente que gestiona mejor toda la instalación de manera inteligente.
 - Todas las técnicas IA que fueron encontradas en este análisis se aplican en todos los procesos de automatización para la gestión técnica de una instalación inteligente, siendo el proceso de Modelado el que aplica mayores técnicas de IA ya que inicia el proceso en base a información existente en tiempo real permitiendo tomar decisiones inteligentes para un trabajo eficiente y eficaz.
 - Las investigaciones analizadas muestran que la IA obtuvo resultados beneficiosos en los procesos de automatización para la gestión técnica de instalaciones inteligentes, no solo vuelve la gestión técnica más eficiente sino también brinda confort al usuario, mejora la calidad de sus servicios, reduce tiempos (horas hombre), ahorra energía, reduce costos operacionales y de consumo.
 - La IA puede gestionar sistemas de iluminación, sistemas de calefacción y humedad, CO2, sistemas de alarma contra incendio, sistemas de seguridad y
-

control de acceso de manera inteligente con el fin de reducir consumos de energía según las necesidades requeridas de maneja automática sin perjudicar el confort del ambiente.

- Finalmente dando respuesta a nuestra pregunta de investigación podemos decir que existen 7 técnicas de la IA que intervienen en la automatización de procesos para la gestión técnica de una instalación inteligente con el objetivo de optimizar tiempos, reducir consumos, mejorar la calidad de sus servicios y reducir sus costos. Pero en todas ellas se pudo observar que el objetivo común es la reducción de consumos energía mediante la gestión técnica de todos sus equipos por medio de una automatización de sus procesos.

REFERENCIAS

Revista; Assembly Automation, Vol. 28 Issue: 2, pp.143-150, 2008 Artificial intelligence-based condition monitoring for plant maintenance M.Nadakatti, A. Ramachandra, A.N. Santosh Kumar,
<https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/01445150810863725>

Revista; Teknos, 18(1), 31 - 38. Vol. 18 No. 1 | Julio de 2018. Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora Puello Tinoco, A., & Martínez García, L.
<https://revistas-tecnologicocomfenalco.info/index.php/teknos/article/view/923>

Revista; Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, 2018. Edition. 13.Vol: 04 Herramientas para el diseño de un sistema inmótico en el bloque habitacional de un hotel cinco estrellas plus José Ricardo Núñez Álvarez, Israel Francisco Benítez Pina, Danilo Mariano Carbonell Mestre <https://www.itegam-jetia.org>

Revista; Civilizate N.º 8, 2016 Mas allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía L. Fernández, R. Ríos, J. Marreros
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/18629/18867>

Mahecha, C., Johan, O., (2018) Diseño e implementación de una aplicación domótica para iluminación usando inteligencia artificial <http://hdl.handle.net/10185/24942>

Pupo, E., (2018) Propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros
<http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1775>

Ortiz, M., (2011) Optimización del Sistema Inmótico em el Hotel Renaissance de Barcelona <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13375>

Carrión, M., (2013) Bases de diseños para proyectos de instalaciones eléctricas de edificios inteligentes <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8982>

Chávez, C., (2010) Inmótica aplicada a edificaciones de la industria hotelera <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8982>

Vargas, F., (2008) La domótica: ventajas y aplicación dentro de las instalaciones eléctricas <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/9693>

Quinde, I., (2017) Diseño de un sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético en el Campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica Sede Ambato <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6167>

Ninacuri, J., Sánchez, N., (2014) Estudio del Control Domótico de la Seguridad, Confort y Eficiencia Energética para las Instalaciones del Edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, mediante el Uso de Microcontroladores <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7528/ice261.pdf?sequence=1>

Gabriel, E., (2018) Análisis de la proyección de la domótica en el edificio de docente de la Universidad Técnica de Manabí <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/3584?locale=en>

Cupuerán, M., Ortiz, J., (2016) Diseño e implementación del sistema inmótico en el edificio de educación técnica de la Universidad Técnica del Norte

<http://repositorio.utnedu.ec/handle/123456789/5019>

Oña, D., (2014) Diseño y construcción de un sistema inteligente de sensado y control para aplicaciones residenciales. Caso: Edificio Shalom

<http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/655>

Boal, M., J., (2011) Redefiniendo las ciudades: hacia un futuro más eficiente

<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/5071>

Oriol, S., (2013) Xpresa - NOMORECODE EYECODE: The operating system for smart buildings [https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)

[Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)

Laurent, D., (2013) La Gestión Energética de un Edificio Inteligente

[https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)
[Inteligentes1.pdf#page=238](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)

Víctor, J., Maseda, J., Barreiro, J., (2013) Gestión Integral de la Energía en Polideportivos y Hoteles [https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-EdificiosInteligentes1.pdf#page=238)

[Congreso-EdificiosInteligentes1.pdf#page=238](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-EdificiosInteligentes1.pdf#page=238)

Arriaga, A., Sánchez, I., Blasco, C., Quijano, L., (2013) Gestión de Edificios Energéticamente Inteligentes – GE2I

[https://www.fmhouse.com/wpcontent/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-](https://www.fmhouse.com/wpcontent/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)
[Inteligentes1.pdf#page=238](https://www.fmhouse.com/wpcontent/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238)

González, L., Corchero, C., Zambrano, M., (2013) Sistema de Gestión Energético Óptimo para edificios inteligentes con sistemas de generación renovable integrados <https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238>

Plana, M., (2013) ¿Deben ser inteligentes los edificios para alcanzar el modelo NZEB? <https://www.fmhouse.com/wpcontent/uploads/2014/12/ICongresoEdificiosInteligentes1.pdf#page=238>

Pérez, C., Urdiales, W., (2015) Estudio y diseño inmótico para el parque acuático Planeta Azul, usando la tecnología LonWorks para el control de iluminación, acceso, seguridad técnica y circuito cerrado de televisión <http://dSPACE.ups.edu.ec/handle/123456789/8561>

Gómez, C., Martínez, R., García, Á., (2013) SPATIA: PLATAFORMA TIC PARA LA GESTIÓN DE EDIFICIOS INTELIGENTES <https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238>

Klaas, J., Gruber, J., Mínguez, M., (2013) OPTIMIZACIÓN DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO EN SISTEMAS DESCENTRALIZADOS <https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=238>

Rodríguez, A., González, M., (2013) EL CONTROL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CLIMATIZACIÓN AL ALCANCE DEL USUARIO <https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=239>

Macarulla, M., (2013) SISTEMAS INTELIGENTES DE GESTIÓN
ENERGÉTICA DE EDIFICIOS: EL PROYECTO ENCOURAGE [https://www.fm-
house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=240](https://www.fm-house.com/wp-content/uploads/2014/12/I-Congreso-Edificios-Inteligentes1.pdf#page=240)

Huamán, J., (2017) CONTROL INTELIGENTE DE SISTEMAS DE
ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2897/MAS_IME_AUT_019.pdf?sequen
ce=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2897/MAS_IME_AUT_019.pdf?sequence=1)