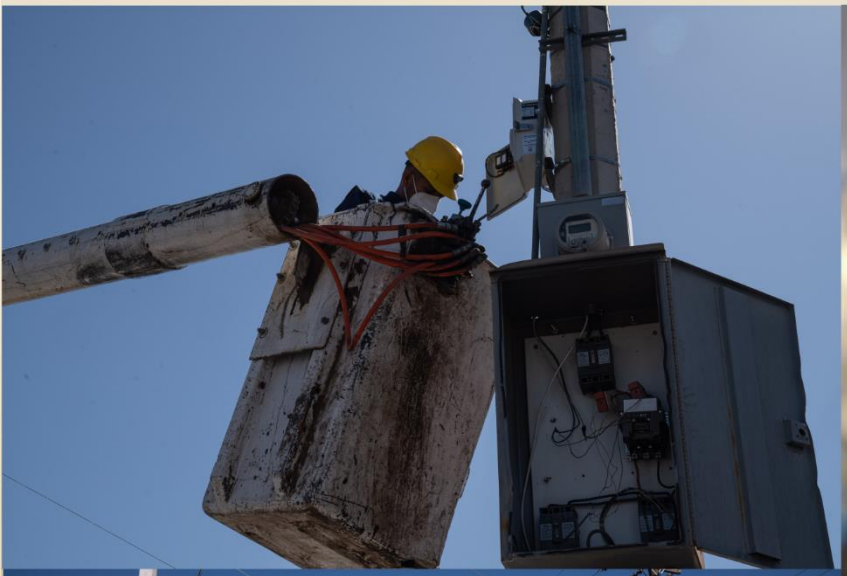
SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

PROYECTO PILOTO DE TELEGESTIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO



Primer informe de avances
Mayo 2021

Contenido

Resumen 3

Fundamento 3

Elementos de un sistema de telegestión de alumbrado público 4

Objetivo del proyecto piloto 5

Alcance 5

Etapas de implementación del proyecto 6

Empresas y municipios participantes 7

Avance del proyecto piloto 7

- **Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas** 7
- **Tabla 1.- Distribución de los sistemas seleccionados de alumbrado público de la cabecera de Tlaltenango, Zacatecas.** 8
- Imagen 1. Proceso de instalación de los nodos de comunicación en Tlaltenango, Zacatecas. 10
- Imagen 2. Receptáculo para base fotocelda instalado a los sistemas de alumbrado público LED de Tlaltenango, Zacatecas. 11
- Imagen 3. Páginas *web* de los nodos de comunicación instalados en Tlaltenango, Zacatecas, y Ciudad Juárez, Chihuahua. 12
- **Ciudad Juárez, Chihuahua** 13
- **Tabla 2.- Distribución de los sistemas seleccionados de alumbrado público de Ciudad Juárez.** 13

Lecciones aprendidas 13

Siguientes pasos 14

Resumen

El presente informe da a conocer los aspectos generales del proyecto piloto de telegestión en alumbrado público, en municipios con sistemas de alumbrado público con tecnología LED, y las actividades realizadas a la fecha.

Este proyecto piloto parte del reconocimiento del potencial que ofrecen las tecnologías de información y telecomunicaciones para una mejor operación de los sistemas de alumbrado público, además de la posibilidad de facilitar la medición de consumo para la facturación, por parte de la empresa eléctrica, e iniciar procesos que llevan al desarrollo de lo que se conoce como "Ciudades Inteligentes".

El objetivo del proyecto es identificar los aspectos claves en la instalación y operación de sistemas de telegestión en sistemas de alumbrado público en México, para apoyar un despliegue ordenado, de calidad y con alto desempeño de la tecnología en el país.

El proyecto es realizado, conjuntamente, entre la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y empresas agremiadas a la Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (Caname). La Conuee coordina y facilita la relación con los ayuntamientos; por su parte, los agremiados a la Caname facilitan los equipos y se hacen cargo de su instalación.

En particular, se describen las actividades generales realizadas a la fecha y el proceso de instalación en dos municipios: Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas, y Ciudad Juárez, Chihuahua. Además, se anotan algunos aspectos a considerar en la instalación de este tipo de tecnología.

Fundamento

En los últimos años, el proceso de urbanización y concentración geográfica de la población ha puesto de manifiesto la importancia creciente de las ciudades y municipios como usuarios de energía, en particular para servicios urbanos, tales como los de agua potable y saneamiento, electricidad, comunicaciones, alumbrado público y transporte, entre otros[1].

El adecuado funcionamiento de las ciudades y de los municipios está directamente vinculado a la calidad de los servicios urbanos, los cuales responden a necesidades básicas de la sociedad. Por ello, las autoridades están constantemente en la búsqueda de una mayor eficiencia y competitividad.

Bajo esa perspectiva, el alumbrado público en México es una necesidad social insatisfecha, cuya falta o funcionamiento inadecuado aporta a la percepción de inseguridad, mientras que el nivel de gasto operativo de este servicio para un municipio tiende a ser elevado y es equivalente, aproximadamente, a 85.6% de sus ingresos operativos[2], en promedio.

De acuerdo con datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), al cierre de 2020, el consumo de energía eléctrica en alumbrado público ha representado, en promedio, el 2% del consumo de energía eléctrica nacional y, hasta 2015, tenía un crecimiento anual de 3.3%. Sin embargo, la tendencia se ha modificado en los últimos seis años, con una pronunciada tendencia a la baja a partir de 2015 que,

[1] https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/5742/S02124_es.pdf

[2] Fitch Rating.

para 2020, representó una reducción del 25%, aun y cuando la población y la urbanización han aumentado.

Lo anterior obedece, entre otros factores, a la adopción de la tecnología LED, que se ha convertido en la mejor opción para el servicio de alumbrado público en México, así como a la creación, actualización y aplicación de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética y de seguridad para equipos y sistemas de alumbrado público.

Uno de los grandes retos en el contexto del alumbrado público en México es que la facturación de más del 60% de las instalaciones de este servicio se realiza a partir de censos de luminarias, ya que no cuentan con un equipo de medición de energía eléctrica. Este censo de cargas de sistemas de alumbrado público es un trabajo conjunto y acordado entre el ayuntamiento y la CFE, y se lleva a cabo cada 3 a 5 años y con un costo importante para las partes.

Esta situación, el propio potencial de ahorro de energía y una mejor operación mediante sistemas de telegestión, abren la posibilidad de aplicar una tecnología que ya se encuentra en el mercado, pero que se aprovecha solo de manera incipiente en México.

Los sistemas de control y telegestión permiten un monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los sistemas de alumbrado público y conocer, en periodos determinados, el consumo individual y agregado de los sistemas de alumbrado público, así como su desempeño y servicio, además de diversas variables que son fuente de información útil para la toma de decisiones en ciudades y municipios.

En particular, la tecnología LED, que ya es la dominante en prácticamente todas las nuevas instalaciones de alumbrado público en México, tiene la posibilidad de integrar elementos que las convierten en equipos que pueden ser gestionados a distancia aprovechando tecnología de la información y las telecomunicaciones, además de ser propicia en aplicaciones de iluminación de avenidas y carreteras como fuente de luz direccional y con una larga vida útil.

De esta manera, el alumbrado público inteligente consiste en controlar y monitorear, individual y colectivamente, los sistemas de este servicio desde dispositivos remotos conectados, generalmente, con tecnología inalámbrica y, también, de manera inalámbrica a un sistema que integra los datos, los procesa y los presenta como información útil para la gestión de los sistemas de alumbrado.

Con base en estas posibilidades y el desarrollo de este tipo de sistemas en México, así como el potencial de su aprovechamiento creciente, la Conuee se ha coordinado con empresas agremiadas a la Caname, para llevar a cabo un proyecto piloto de telegestión en alumbrado público en municipios, con sistemas de alumbrado público con tecnología LED.

Elementos de un sistema de telegestión de alumbrado público

En términos generales, los sistemas de telegestión para el alumbrado público cuentan con los siguientes elementos: (1) nodo, (2) radio concentrador (gateway), (3) servidor, (4) bases de datos, y (5) software.

- Nodo. Controla las luminarias de exteriores al cambiar las redes de suministro, proporciona atenuación mediante una interfaz digital (DALI) o análoga (0-10V). Monitorea y comunica el estado operativo de la luminaria. Utiliza dos formas de comunicación (1) celular y (2) y radiofrecuencia en bandas libres (915 MHz). Este nodo

se puede instalar en cualquier luminaria con base NEMA que cumpla con la norma ANSI C136.41. Mide los siguientes parámetros: tensión (V), corriente (I), potencia (W), potencia acumulada (kWh), frecuencia (Hz) y factor de potencia.

- Radio concentrador (gateway). El concentrador recoge, analiza y almacena los datos procedentes de los nodos del sistema de alumbrado público y los envía al servidor del sistema de control web alojado en la nube.
- Servidor. Retransmite los comandos enviados al sistema de alumbrado público desde el sistema de control.
- Base de datos. Es la información recolectada y almacenada de cada una de las luminarias para ser analizadas y procesadas mediante un programa.
- Software. Se consulta, en tiempo real, la información de cada uno de los sistemas de alumbrado público, así como los parámetros de medición de cada uno de ellos, la ubicación, alarmas, definición de grupos para su operación.

Objetivo del proyecto piloto

El objetivo del proyecto es identificar los aspectos clave en la instalación y operación de sistemas de telegestión en sistemas de alumbrado público en México, para apoyar en un despliegue ordenado, de calidad y con alto desempeño de la tecnología en el país.

Con base en los resultados obtenidos en este proyecto, la Caname buscará presentar ante las autoridades normalizadoras correspondientes una propuesta de elementos útiles para la elaboración de regulaciones técnicas aplicables a los distintos elementos que conforman instalaciones de alumbrado público con telegestión. Además, la Conuee compartirá los resultados con la Comisión Federal de Electricidad para su debido análisis; esto, con la finalidad de considerar la viabilidad técnica de utilizar estos sistemas para la facturación eléctrica del servicio de alumbrado.

Alcance

En una primera etapa, el proyecto identificará, apoyará y facilitará la instalación de dispositivos o nodos de comunicación inalámbrica en sistemas de alumbrado público con tecnología LED en tres municipios; lo anterior, con el propósito de medir y monitorear el desempeño energético y la calidad del servicio, y obtener los datos históricos del consumo de energía eléctrica.

Una vez instalados los nodos de comunicación inalámbrica, estos estarán conectados por un año en los sistemas de alumbrado público de tecnología LED de los municipios, a fin de recopilar información del consumo de energía eléctrica en los periodos de operación diaria y mensual que tienen dichos sistemas.

Los datos recopilados de consumo de energía eléctrica de los sistemas de alumbrado con telegestión se procesarán e integrarán por medio del sistema integral de telegestión (*software*) de cada una de las empresas participantes. Esta información podrá ser revisada en períodos horarios, diarios, semanales, mensuales o bimestrales y comparados respecto a la facturación eléctrica emitida por la CFE de esas instalaciones. Esto permitirá conocer la confiabilidad de la medición de los sistemas de telegestión.

En los casos que no cuentan con instalaciones con un medidor de la CFE, se comparará la información recopilada por los nodos mediante el software respecto a los censos de carga del municipio con la CFE e informes de pruebas eléctricas de los sistemas de alumbrado público.

Asimismo, se buscará que nodos proporcionados de manera gratuita por las empresas participantes tengan interoperabilidad con distintos modelos y marcas de sistemas de alumbrado instalados en los municipios participantes en el proyecto.

Etapas de implementación del proyecto

Definición de empresas participantes. Con base en un consenso y diálogo con las empresas agremiadas de la Caname y el equipo de la Conuee, a través de un grupo de trabajo, se establecieron las etapas y pasos para la implementación del proyecto, las cuales se han adaptado a las circunstancias y a la naturaleza del propio proyecto.

Definición de aspectos relevantes. La primera definición hecha en este proyecto entre las empresas y la Conuee fue establecer el número de nodos que se instalarían y conectarían en cada municipio, resultando que serían aproximadamente 750 nodos en los tres municipios (250 para cada municipio). El costo de los nodos y su instalación ha sido absorbido totalmente por las empresas de la Caname.

Convocatoria a autoridades municipales. La Conuee invitó a autoridades de cerca de 10 municipios participantes en el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público, que hayan instalado sistemas de alumbrado público con tecnología LED en los últimos 2 años, los cuales tenían características, particularmente la electrónica y la cantidad de pines en la base de la fotocelda tradicional, a fin de que se adaptaran perfectamente a los nodos.

Integración de información general sobre instalaciones de alumbrado público. Se solicitó a las autoridades municipales información sobre sus instalaciones y circuitos de alumbrado público a través de planos y diagramas, con el fin de conocer los cuadrantes dentro de la ciudad y municipio. Cabe anotar que fueron menos de 5 municipios los que remitieron su información para analizarla.

Selección de municipios. Como resultado del análisis de la información recibida, se seleccionó a los municipios de Ciudad Juárez, Chihuahua; Guadalajara, Jalisco, y Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas. No se consideraron otras tecnologías debido a que los municipios invitados solo tenían instalaciones con tecnología LED, además de que sus características permiten tener mayor adaptabilidad y compatibilidad con los nodos.

Compromisos de apoyo logístico de las autoridades municipales. Los municipios seleccionados comprometieron el apoyo de grúas-canastilla, personal del área de alumbrado público que conozca los circuitos donde se instalarán los nodos de comunicación y personal de seguridad vial para apoyar el proceso de instalación.

Integración de información técnica detallada. La Conuee solicitó a los municipios participantes, diagramas de conexión y planos de los circuitos de los sistemas e instalaciones de alumbrado público. Esta información incluye las configuraciones y las distintas cantidades de sistemas en cada uno de los circuitos.

Análisis de la información. Se revisó la distancia entre cada uno de los postes y sistemas. Esta variable es de gran importancia debido a que cada nodo debe tener una distancia determinada para comunicarse con otros nodos y, en su caso, con el equipo de control (gateway). La distancia

recomendada de montaje entre los nodos (postes) es de hasta 100 metros y la distancia recomendada de montaje entre los nodos y el *gateway*, igual de hasta 100 metros. Cabe anotar que, en la mayoría de estos circuitos, se cuenta con medición y registro de usuarios (RPU) por parte de la CFE, variable favorable para realizar las comparativas de medición entre estos medidores y los nodos conectados en los municipios.

Empresas y municipios participantes

Empresas. La Caname invitó a participar en el proyecto a las empresa afiliadas y dedicadas a fabricar y comercializar sistemas de alumbrado público, y que han desarrollado sistemas de control. Las empresas agremiadas a la Caname que mostraron interés y solicitaron participar en el proyecto son:

- Acuity Brands México
- DYH Mexicana
- Industrias Sola Basic
- Ledlux
- Signify.

Ayuntamientos. La promoción del proyecto se llevó a cabo con municipios que tenían ya instalados sistemas de alumbrado público con tecnología LED y con las características técnicas apropiadas para la adopción de los nodos de comunicación inalámbrica, además de participar en el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal. De esta manera, los municipios participantes son:

- Ciudad Juárez, Chihuahua;
- Guadalajara, Jalisco; y
- Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas.

AVANCE DEL PROYECTO PILOTO

TLALTENANGO DE SÁNCHEZ ROMÁN, ZACATECAS

En el mes de noviembre de 2020, y con las medidas sanitarias requeridas por los efectos de la pandemia por COVID-19, se inició la instalación de los primeros nodos en el municipio de Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas.

La cabecera del municipio cuenta con 239 sistemas de sistemas de alumbrado público de tecnología LED, de potencia de 42 watts, y 25 sistemas de 79 watts. Ambos modelos son de la marca CREE y se encuentran en circuitos eléctricos medidos, siendo esto una parte de los equipos instalados en el municipio (Tabla 1).

Tabla 1.- Distribución de los sistemas seleccionados de alumbrado público de la cabecera de Tlaltenango, Zacatecas.

No	Avenidas y calles	Potencia instalada [W]	Cantidad de sistemas	Empresa asignada
1	Obregón y Libertad	42	14	Acuity Brands México
		79	2	
2	Juárez y Morelos	42	18	
		79	5	
3	Nacional y Allende	42	33	Industrias Sola Basic
4	Hidalgo y Abasolo	42	26	
		79	6	
5	Xicoténcatl y García Salinas	42	20	Ledlux
		79	2	
6	Área Xicoténcatl y Fco. García	42	22	
		79	5	
7	Madero y Aldama	42	34	DYH Mexicana
8	S. Degollado y Abasolo	42	41	
9	Bravo e Hidalgo	42	31	Signify
		79	5	
Total			264	

De acuerdo con la Tabla 1, se han instalado 189 nodos de comunicación en el mismo número de sistemas de alumbrado público por 4 de las 5 empresas afiliadas a Caname y descritas anteriormente. La asignación de los circuitos a cada una de las empresas se ha realizado por medio de sorteo.

A la fecha, están en proceso de instalación 75 nodos en las avenidas Madero y Aldama, y S. Degollado y Abasolo; esto, debido a que se encuentran en espera de las bases de fotocelda de los sistemas de alumbrado público del municipio. Al concluir esta actividad, se habrán instalado 264 nodos de comunicación en la cabecera municipal. La instalación de estos, en promedio, se realiza en 3 días, sin embargo, se consideró una semana de trabajo para cada empresa. A continuación, se muestran imágenes del proceso de instalación de las empresas.

INDUSTRIAS SOLA BASIC

LEDLUX

SIGNIFY

Imagen 1. Proceso de instalación de los nodos de comunicación en Tlaltenango, Zacatecas.

En esta instalación se han identificado algunas problemáticas, que se han ido resolviendo y que han servido como lecciones y aprendizaje a considerar para proyectos futuros de telegestión en el servicio de alumbrado público.

Una vez que se contaba con la información técnica de los sistemas de alumbrado público con tecnología LED, marca CREE, instalados en el municipio, se observó que los mismos no contaban con receptáculo para base fotocelda. Esto provocó que las empresas no instalaran inmediatamente sus nodos de comunicación, retrasando los trabajos de instalación.

Cada empresa participante presentó una alternativa de solución para solventar este inconveniente, y se concluyó que Industrias Sola Basic fabricará un dispositivo externo para instalar los nodos de

comunicación de cada empresa. Dicho dispositivo consideró la base para fotocelda de 5 pines (ver imagen 2).

Imagen 2. Receptáculo para base fotocelda instalado a los sistemas de alumbrado público LED de Tlaltenango, Zacatecas.

El municipio adquirió este dispositivo externo para los 264 sistemas de alumbrado público considerados, por lo que esto también ha llevado más tiempo, por los procesos administrativos de la compra.

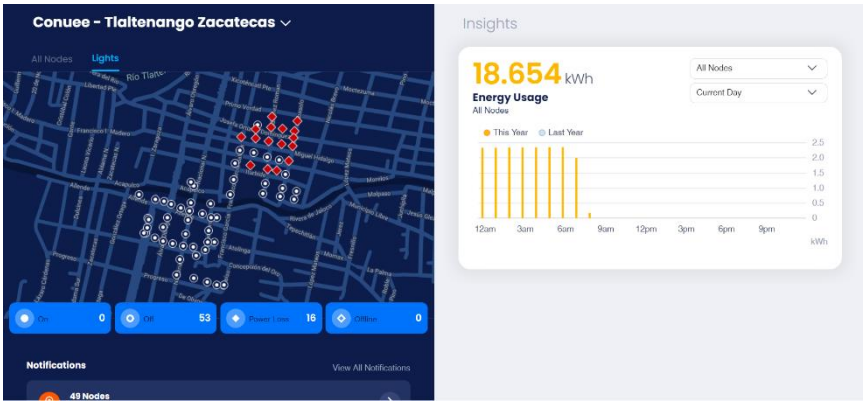
En el servicio de energía eléctrica contratado por el municipio, la tensión de operación de algunos circuitos es de 127 volts y 240 volts; en ambas tensiones, los nodos de comunicación pueden trabajar de manera adecuada, sin embargo, el sistema de iluminación puede presentar fallas de funcionamiento, no por el uso de los nodos de comunicación, sino por las variaciones de tensión.

Además, una de las empresas (Ledlux) informó a la Conuee que algunos circuitos no correspondían a la información recibida, lo cual impedía un funcionamiento homogéneo de los nodos y su sistema de control, por lo que se determinó que algunos nodos quedaran instalados con un circuito abierto. Esto dio como resultado que algunos sistemas no encendieran de noche, por lo que se reinició el sistema para que las lecturas fueran óptimas, así como el encendido y apagado fuera el adecuado.

El municipio proporcionó información de algunos sistemas, los cuales se debían telegestionar, sin embargo, en el proceso de instalación se tuvieron que agregar otros, dada la poca accesibilidad de algunos sistemas.

Por otra parte, y en virtud de que el mes de diciembre de 2020 y enero de 2021 hubo un repunte en los casos de COVID-19 en el estado de Zacatecas y en todo el país, la empresa Acuity Brands México tomó la decisión de no enviar personal para la instalación de sus nodos, por lo que se detuvo la instalación. Sin embargo, la empresa capacitó al personal del municipio, mismo que asistió a la empresa con su personal en la instalación de los nodos. Además, fue necesario cotejar el nivel de servicio de telecomunicaciones (telefonía e internet) que utilizarán los nodos y el *gateway*.

Por último, la Conuee ha recibido capacitación por parte de las empresas que ya instalaron sus nodos de comunicación en las distintas plataformas digitales, donde se puede monitorear las diversas variables de funcionamiento de los sistemas de alumbrado público, como se muestra en la imagen 3.



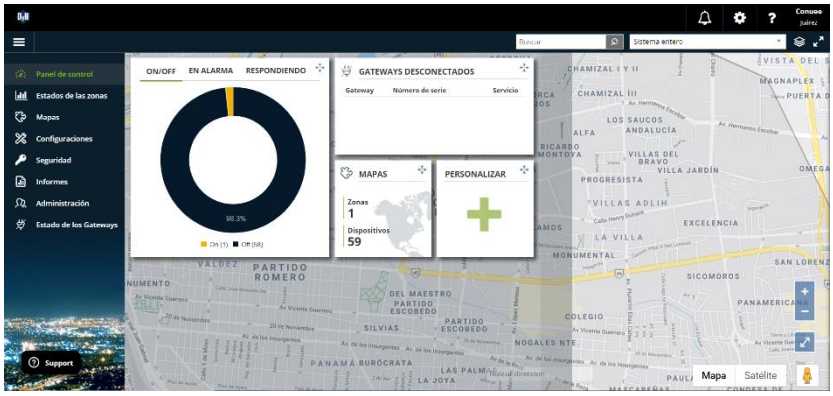


Imagen 3. Páginas *web* de los nodos de comunicación instalados en Tlaltenango, Zacatecas, y Ciudad Juárez, Chihuahua.

CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA

En el municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua, se ha iniciado la asignación de circuitos de alumbrado público, donde se han ubicado sistemas de tecnología LED, de potencias 50 y 210 watts, marca, Praha Lighting (Tabla 2).

Tabla 2.- Distribución de los sistemas seleccionados de alumbrado público de Ciudad Juárez.

No	Avenidas y calles	Potencia instalada [W]	Cantidad de sistemas	Empresa
1	MQ-1	50	61	Industrias Sola Basic
2	MQ-3		68	Signify
3	MQ-12		65	Ledlux
4	Av. De las Américas	210	14	Acuity Brands México
			21	DYH Mexicana
5	Paseo Triunfo de la República		40	
			42	Acuity Brands
Totales			311	

A partir del 8 de abril, se inició la instalación, por parte de la empresa DYH Mexicana, de los primeros 61 nodos de comunicación. Se estima que entre los meses de abril y mayo de 2021 concluirá el proceso en Ciudad Juárez y continuará con Guadalajara, Jalisco. Cabe destacar que hemos ajustado tiempos para la accesibilidad de las empresas y los municipios.

LECCIONES APRENDIDAS

Para la realización de una instalación es necesario:

- Planos eléctricos. Verificar la información que proporcionan los municipios por medio de los planos eléctricos de la localización de los luminarios LED respecto a las instalaciones físicas, debido a que en ocasiones no coinciden.
- Suministro eléctrico. Revisar y especificar el voltaje de suministro de energía para los luminarios LED instalados en los circuitos elegidos para el correcto funcionamiento de la conexión de los nodos de comunicación.

- **Alimentación eléctrica continua**. Revisar que el circuito donde se encuentren instalados los luminarios LED con los nodos de comunicación estén energizados las 24 horas del día, con la finalidad de que el sistema de tele gestión opere correctamente.
- **Receptáculos de los luminarios LED**. Verificar que los luminarios LED instalados cuenten con receptáculo para fotocelda de 5 o 7 pines, y que cumplan con las normas ANSI C136.41 y C136.10.
- **Características del driver electrónico**. Revisar que los luminarios LED instalados en los municipios cuenten con *driver* electrónico, con un protocolo DALI o *dimeable* de 0 a 10 volts.
- **Cobertura de telefonía móvil e internet**. Cotejar la cobertura de telefonía móvil e internet, dependiendo del tipo de proveedor para la conexión de los nodos de comunicación y sus respectivas plataformas.
- **Nodos de comunicación y medidores de CFE**. Instalar los nodos de comunicación en circuitos eléctricos con los luminarios LED, mismos que cuenten con un medidor de la CFE, a fin de poder hacer comparación de mediciones eléctricas entre estos nodos y la medición de la CFE.

Otras notas

- Los luminarios LED instalados en Tlaltenango, Zacatecas, no contaban con receptáculo para fotocelda, lo que implicó que un fabricante diseñara las bases con una cubierta especial y que fueran adquiridas por el municipio para tener la posibilidad de instalar los nodos de comunicación. Esto mismo retrasó los trabajos de instalación de los nodos de las cinco empresas.
- Debido a la contingencia sanitaria, una empresa se vio obligada a no instalar sus nodos de comunicación de manera presencial, sino a través de una capacitación virtual al personal del municipio.

SIGUIENTES PASOS

El proyecto piloto continuará hasta terminar con las instalaciones programadas (que siguen sujetas a la incertidumbre asociada al desarrollo de la pandemia de COVID-19) y se llevará a cabo el ciclo de mediciones por un año.

En fecha próxima se realizará un seminario para hacer un repaso del proyecto y compartir los resultados preliminares con un grupo considerable de interesados. Asimismo, se establecerá contacto formal con funcionarios de la CFE para ponerlos al tanto del proyecto e integrarlos a la revisión de los resultados.

Finalmente, se presentará un informe final que sirva de base para el desarrollo de las regulaciones técnicas, que permitan el aprovechamiento cabal de la tecnología.

Informe elaborado por:

Odón de Buen Rodríguez
Director General

Héctor Francisco Ledezma Aguirre
Director de Fomento, Difusión e Innovación

Gloria Isabel Zárate Gutiérrez
Directora de Estados y Municipios

Jorge Benítez Luna
Subdirector de Alumbrado Público

Celso José Lara Torres
Subdirector de Área

GOBIERNO DE
MÉXICO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Av. Revolución 1877, Loreto
Álvaro Obregón, C. P. 01090, CDMX

Elaborado por la Dirección de Fomento, Difusión e Innovación