

**APOYO EN LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS DE POSTES INTELIGENTES DE LA
EMPRESA PRETECOR S.A.S**

Juan Felipe Mantilla Gómez



Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Bucaramanga

2021

**APOYO EN LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS DE POSTES INTELIGENTES DE LA
EMPRESA PRETECOR S.A.S**

Juan Felipe Mantilla Gómez

Informe Final

Director de trabajo de grado

Dr. Omar Pinzón Ardila

Supervisor de la práctica

Ing. Daniel Fernando Montero Meza

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Bucaramanga

2021

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	SOBRE LA EMPRESA	7
1.1.	PORTAFOLIO DE PRODUCTOS	10
1.1.1.	Postes en concreto	10
1.1.2.	Postes en fibra de vidrio	10
1.1.3.	Mobiliario urbano.....	11
1.1.4.	Productos especiales.....	11
1.2.	ORGANIGRAMA.....	11
1.3.	UBICACIÓN.....	12
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4.	OBJETIVOS.....	14
1.4.	OBJETIVO GENERAL	14
1.5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5.	MARCO TEÓRICO	15
1.6.	TECNOLOGÍA LED	15
1.7.	POSTE EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO	15
1.8.	SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN	16
1.9.	POSTE INTELIGENTE.....	16
6.	METODOLOGÍA	17
6.1.	RECONOCIMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE LA EMPRESA	17
6.2.	IDENTIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS QUE CONFORMAN UN POSTE INTELIGENTE.....	20
6.3.	CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO	21
6.4.	CONTROL DE MOVIMIENTO DEL INVENTARIO EN LA PRODUCCIÓN DE POSTES INTELIGENTES.....	21
6.5.	IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA ILUMINACIÓN PROGRAMABLE EN POSTES INTELIGENTES	22
6.6.	DISEÑO DE CIRCUITO IMPRESO PARA POSTES SMART INFO	24
6.7.	MEJORA DE LA PÁGINA WEB DE LOS POSTES SMART INFO	25
7.	CONCLUSIONES.....	28
8.	REFERENCIAS	30

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS DE POSTES INTELIGENTES DE LA EMPRESA PRETECOR S.A.S

AUTOR(ES): Juan Felipe Mantilla Gómez

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Dr. Omar Pinzón Ardila

RESUMEN

El siguiente trabajo permitió aportar una mejora en los postes inteligentes que hacen parte del portafolio de productos de la empresa PRETECOR S.A.S ubicada en Santander. En primer lugar, se realizó una capacitación sobre la línea LT Smart, conformado por los postes Smart DECO, Smart INFO y un Poste Ambiental, cada uno con características diferentes. Además, se realizó un reconocimiento de los distintos proyectos que se han realizado en los últimos años y donde se encuentran ubicados. En segundo lugar, se realizó una capacitación sobre los elementos que conforman los postes inteligentes. La realización de estas actividades dio la posibilidad de llevar un control de inventario de la materia prima que conforman los postes, y a su vez, permitió supervisar la producción de los productos. En tercer lugar, se implementaron nuevas tecnologías para el control de iluminación de los postes inteligentes, por un lado, software y hardware que permitió que arreglos lineales LED se iluminaran al ritmo de la música, y por el otro lado, se usó el dispositivo de control de los postes Smart INFO para crear un nuevo tipo de controlador para el de poste Smart DECO. Finalmente, se diseñó un circuito impreso para mejorar varios componentes en el dispositivo de control del poste Smart INFO. También, se aplicaron mejoras en la interfaz web que controla la información proyectada en estos postes. Se concluyó que el proceso de desarrollar o innovar un producto es un proceso iterativo donde se tiene en cuenta tanto los resultados positivos en sus distintas fases como también los resultados negativos para encontrar oportunidades de mejora.

PALABRAS CLAVE:

LED, control, postes inteligentes, ciudad inteligente, desarrollo

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE MANAGEMENT OF THE SMART POLES PROJECTS FROM THE COMPANY PRETECOR S.A.S

AUTHOR(S): Juan Felipe Mantilla Gómez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: Dr. Omar Pinzón Ardila

ABSTRACT

The following work allowed to contribute an improvement in the smart poles that are part of the product portfolio of the company PRETECOR S.A.S located in Santander. First, the training course was carried out on the LT Smart line, formed by the Smart DECO, Smart INFO, and an Environmental Pole, each with different characteristics. In addition, a training course was carried out on the different projects that have been carried out in recent years and where they are located. Second, training was conducted on the elements that make up smart poles. Carrying out these activities gave the possibility of keeping an inventory control of the raw material that make up the poles, and in turn, allowed to supervise the production of the products. Third, new technologies were implemented for the lighting control of the smart poles, on the one hand, software and hardware that allowed LED line arrays to light up with the rhythm of the music, and on the other hand, the control device of the Smart INFO poles was used to create a new type of controller for the Smart DECO pole. Finally, a printed circuit was designed to improve various components in the Smart INFO pole control device. Also, improvements were applied to the web interface that controls the information projected on these poles. It was concluded that the process of developing or innovating a product is an iterative process where both the positive results in its different phases as well as the negative results are taken into account to find opportunities for improvement.

KEYWORDS:

LED, control, smart poles, smart city, Development

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

A través de los años se ha logrado observar el crecimiento exponencial de la población, más aún, el crecimiento de los habitantes en las zonas urbanas [1] [2]. Partiendo de estudios que se han realizado, encontramos que en el siglo XVIII el 95% de la población vivía en el campo [3]. Para esta época, la principal motivación de la mayoría de las personas, generalmente agricultores, era generar la comida suficiente para poder vivir [4]. Sin embargo, con el paso de los años los intereses de la sociedad cambiaron enfocándose en la búsqueda de mejores oportunidades, tanto para ellos y su familia como para sus futuras generaciones [5], generando así, el inicio de una movilización de las zonas rurales hacia las ciudades [3][6]. Un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2017, reveló que más del 50% de la población del planeta (alrededor de 3.600 millones de personas) viven en las ciudades y se estima que para el año 2050, esta cifra aumente a un 70% [7].

Siguiendo lo anterior, el aumento ha ocasionado que los gobiernos replanteen la manera en que la ciudad provee servicios que sean de manera más integrada e interactiva para los usuarios [8]. Puesto que, las ciudades densas pueden llegar a ser enormemente productivas e innovadoras [3], provocando así, un aumento de los ingresos per cápita en el futuro[9]. Lograr esto requiere asumir retos en muchas áreas del conocimiento, atendiendo necesidades en infraestructura, transporte, energía, comunicación, esparcimiento, entre otros [2], con el fin de generar una ciudad sostenible que aproveche los recursos que tiene a su alcance para minimizar los daños ambientales [7]. Por ejemplo, el ayuntamiento de Ribeira en Galicia, España decidió implementar un sistema de alumbrado inteligente con tecnología LED donde el nivel de iluminación se regula dependiendo de la hora del día y de la actividad humana [10]; este caso muestra que implementar estos sistemas inteligentes con dicha tecnología permite

conseguir un ahorro energético del 70% frente a la iluminación tradicional, y a su vez, produce un ahorro en los costos de alumbrado público de una ciudad [11].

Debido a esto, surge un nuevo concepto para referirse a las ciudades que adoptan estos nuevos enfoques, con metodologías organizacionales para afrontar los retos a los que se exponen con el crecimiento de la población: Smart Cities o ciudades inteligentes. Según el libro *“Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas”* define este término como: “... aquella ciudad que usa las TIC para hacer que, tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos, sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos.”[12].

Teniendo en cuenta lo anterior, el siguiente informe de trabajo de grado pretende evidenciar el proceso de mejoramiento en el desarrollo de postes inteligentes de la empresa PRETECOR S.A.S [13][14], el cual hace parte de los objetivos que afronta la empresa en términos de infraestructura para ciudades inteligentes.

2. SOBRE LA EMPRESA

Pretensados de Concreto del Oriente S.A.S, también llamado PRETECOR S.A.S cuenta con una amplia gama de productos que ha venido desarrollando alrededor de sus 38 años en el mercado, el cual va desde el suministro de postes de concreto de hasta 50 metros de longitud, pasando por postes de fibra de vidrio de hasta 18 metros para redes de distribución, transmisión y telecomunicación; y llegando a sus productos más recientes los cuales son los postes inteligentes para ciudades inteligentes y los mobiliarios urbanos. Además, a lo largo de su historia ha suministrado más de 2 millones de productos tanto a nivel nacional como nivel internacional.

En 1982, debido a la visión y emprendimiento del Comité de Cafeteros de Santander, nace la empresa santandereana Pretecor, con la actual sede de producción de concreto en Piedecuesta, Santander [15].

En 1984, se expande las operaciones en Bogotá, con una planta de suministro en postes de concreto.

En 1989, se logró ser líderes en suministro a electrificadoras. Actualmente, presenta clientes a nivel local y nacional como: Empresa de servicios públicos de Medellín (EPM), Electrificadora de Santander (ESSA), Electricaribe, Electro Huila y Energía de Pereira [15].

En el 2014, se desarrolla la línea de fibra de vidrio, con una nueva planta de producción ubicada en la ciudad de Bucaramanga.

En el 2015, se crea el departamento de innovación de la empresa, donde se empiezan a desarrollar los postes inteligentes utilizando como material principal el poliéster reforzado de fibra de vidrio.

En el 2016, iniciaron las exportaciones en Latinoamérica, hoy por hoy, se han realizado exportaciones a Chile, Panamá, Venezuela, República Dominicana, Jamaica, Canadá y el Salvador. Se estima para los próximos años se expandan las exportaciones a los demás continentes [16].

En el año 2018, se realizó la primera instalación de un producto de la línea Smart DECO en un sitio público, específicamente en el barrio Ciudad Bolívar de la ciudad de Bucaramanga.

Para el año 2019, se realizaron 3 proyectos importantes para la ciudad de Bucaramanga. Primero, un proyecto donde se instalaron los LT Smart Sports, un híbrido entre el Smart INFO y el Smart Deco en distintos escenarios deportivos de la ciudad. Mediante una conexión Wi-Fi con el dispositivo móvil a través del poste, era posible llevar el marcador y el cronómetro de los encuentros deportivos [17]. En segundo lugar, la empresa fue encargada de construir el mástil de bandera más alto de Colombia en ese tiempo, con una longitud total de 54 m (ver Figura 1. *Poste Bandera, Bucaramanga.*), por un

lado, los primeros 42 m están formado a base de concreto y donde es izada la bandera, por otro lado, la última sección consta de una longitud de 12 m el cual es un poste Smart Deco. [18]. Finalmente, el “Bosque de las luces” (ver Figura 3. *Postes Smart DECO, Bosque de luces, Bucaramanga.*) inaugurado a finales del año, cuenta, en la plazoleta del parque, con 19 postes Smart DECO, recreando efectos sincronizados entre ellos el cual ha funcionado como atractivo tanto para turistas como para los residentes de la ciudad [19].



Figura 1. Poste Bandera, Bucaramanga.

Para lo que va del año 2021, Se realizó la primera exportación a El Salvador, para este proyecto se enviaron 25 postes entre los cuales se encuentran postes de concreto, postes en fibra de vidrio y postes Smart DECO.

Además, se espera, junto con el trabajo realizado con una empresa aliada, realizar la instalación de unos postes ambientales en la ciudad de Bucaramanga. Estos postes van a permitir realizar la medición de la calidad del aire y una medición indicativa de olores [20].

1.1. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

Los productos que ofrece la compañía se encuentran categorizados en cuatro ramas, dependiendo de la necesidad que requiere el cliente. Estas categorías, junto con los productos que implican, se presentan a continuación:

1.1.1. Postes en concreto

Postes en concreto pretensado vibrado que alcanzan longitudes desde 8 hasta 50 metros, ya sean utilizados en redes de distribución eléctrica, iluminación, antenas de telecomunicación, entre otros [21]. En esta gama de productos se encuentran PRETECOR Essential y PRETECOR Xtreme [22].

1.1.2. Postes en fibra de vidrio

En esta categoría encontramos dos tipos. En primer lugar, postes producidos en poliéster reforzada con fibra (PRFV), como PRETECOR Balance, los cuales se utilizan para distribución de baja y media tensión en zonas de difícil acceso, y PRETECOR Esthetic, donde se aplica en proyectos urbanísticos de alumbrado y espacios de requerimiento estético debido a sus acabados en colores mate, brillante y metalizado, con cualquier color de la carta RAL [22].

Por otro lado, encontramos los postes traslúcidos inteligentes que se fabrican en poliéster reforzado con fibra de vidrio (FRP), en esta categoría encontramos los Smart DECO,

utilizados para decoración de parques y sitios de interés para las personas [21], [22]; Smart INFO, que permiten mostrar información personalizada de forma vertical a través de sus pantallas LED [22]; y finalmente, los Postes Ambientales, cuya funcionalidad es similar a los Smart INFO pero con la característica de permitir agregar monitoreo estratégico de variables ambientales y urbanas, dependiendo de las necesidades o requerimientos específicos [22].

1.1.3. Mobiliario urbano

Otro de los servicios que ofrecen la empresa en su portafolio de productos son elementos de mobiliario urbano, tales como mesas, bancas, sillas, canecas, materas y, la más reciente, mesas de ping pong [21]. Estos elementos se fabrican en concreto, lo que permite tener durabilidad, resistencia y un mayor impacto estético [22].

1.1.4. Productos especiales

PRETECOR ofrece sus servicios de Lastrado de tubería y revestimiento en concreto pretensado para tuberías de oleoductos y gasoductos. Este proceso permite alargar la vida útil del producto, reducir las fisuras bajo cargas anormales y aumentar su resistencia. Se aplica en zonas inundables, caños, riachuelos, ciénagas, entre otros [21].

1.2. ORGANIGRAMA

El equipo de Innovación y Nuevos proyectos, encargado del desarrollo de los postes inteligentes, y donde se trabajará la mayor parte del tiempo de la realización de la práctica, se encuentra relacionado de la siguiente manera:

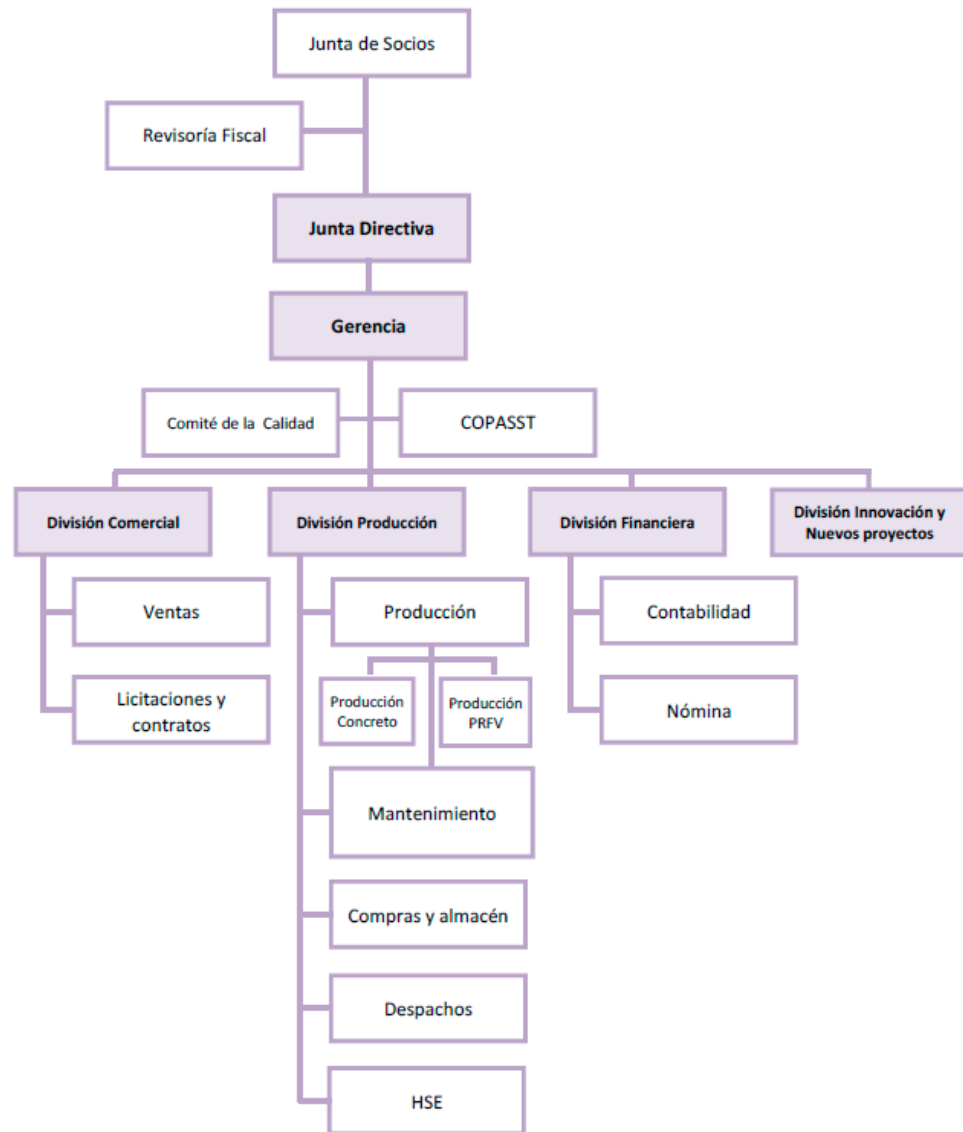


Figura 2. Organigrama PRETECOR.

1.3. UBICACIÓN

La empresa cuenta con cuatro sedes en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana y una ubicada en el área metropolitana de Bogotá [15]:

- Sede administrativa en el Centro Empresarial Chicamocha, Calle 36 #31-39
Oficina 219

- Planta de producción de concreto ubicada en el Kilómetro 10 vía Bucaramanga – Piedecuesta.
- Planta de producción de fibra de vidrio ubicada en el Parque Industrial I Etapa, calle d, bodega no.4.
- Departamento de innovación ubicado en la carrera 24A #83-27, Diamante 2 en Bucaramanga.
- Planta de producción de concreto en el Kilómetro 25 vía Siberia-Funza, Cundinamarca

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PRETECOR es una empresa dedicada a la producción de postes y estructuras en concreto pretensado y postes en fibra de vidrio, las cuales son utilizadas en infraestructura de comunicación, energía eléctrica, internet o iluminación. A través de los últimos años, siguiendo con las tendencias de la industria 4.0, se han enfocado en la implementación de dispositivos electrónicos, sensores y diferentes elementos que pueden permitir conectarse a través del internet de las cosas (IoT).

Los postes de iluminación que encontramos a nuestro alrededor, y que cubren gran parte de las ciudades, están compuestas por la estructura, un transformador y una lámpara, lo que ocasiona que su uso se limite a la iluminación y llegue a ser poco atractivo a turistas si se implementan en parques o sitios de interés. En algunos casos, se implementan algunos sensores en postes convencionales, sin embargo, estos no ofrecen ninguna visualización o aplicación que involucre a la ciudadanía. Por otro lado, las vallas publicitarias, que generalmente se encuentran en la ciudad o en carreteras, no permiten observar bien el contenido debido a su iluminación. En algunos casos, este sufre de daños debido a condiciones

ambientales a las que se expone, y en otras ocasiones, no se implementa en formas de pantallas LED debido a que su aplicación es costosa.

Con base en esto, surgió el proyecto denominado POSTES INTELIGENTES LT SMART. Esto consiste en un poste en fibra de vidrio, fabricado de un material traslúcido que permite el paso de la luz en el interior de este. Dentro de esta estructura se encuentra una segunda estructura, la cual soporta un sistema interno que permite incorporar pantallas de tecnología LED con controladores u ordenadores de placa simple de bajo costo. Dependiendo de la necesidad se puede observar a través del poste traslúcido iluminación programable, texto personalizado o variables del medio ambiente. Además, su composición y elementos utilizados permiten ofrecer una mayor protección frente a condiciones ambientales, lo que permite que se aumente la durabilidad del producto.

4. OBJETIVOS

1.4. OBJETIVO GENERAL

Contribuir en la mejora de los postes inteligentes que hacen parte del portafolio de productos de la empresa PRETECOR, conociendo e identificando los productos, los elementos que la conforman e implementando mejoras del software y/o hardware que conforma el producto.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y describir los elementos que conforman los diferentes postes inteligentes del portafolio de productos de la empresa.
- Supervisar la producción y desarrollo de postes inteligentes.

- Implementar una nueva tecnología de control en la iluminación programable de los productos Smart DECO.
- Desarrollar mejoras del hardware del sistema de control de la iluminación de los postes informativos Smart INFO.
- Desarrollar mejoras del software del sistema de control de la iluminación de los postes informativos Smart INFO y los Postes Ambientales.

5. MARCO TEÓRICO

1.6. TECNOLOGÍA LED

Los diodos de emisión de luz se han convertido en una alternativa de uso más eficiente en cuanto a la iluminación. Esto se debe a que, a diferencia de la iluminación tradicional, como las bombillas de filamento y las lámparas fluorescentes, que dependen de los componentes químicos que están dentro de este, la iluminación LED ofrece un mayor brillo, confiabilidad, construcción, robustez y bajo consumo de energía. Estas características han permitido que el mercado de luminarias LED haya crecido a lo largo de los años [23].

1.7. POSTE EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

El poste inteligente está conformado por una parte externa y una parte interna. La parte externa de esta estructura está construida con resina de poliéster termoestable que esta reforzado con fibra de vidrio. Existen varios métodos en la producción de este tipo de postes: el primero consiste en enrollar en un molde hilos de fibra de vidrio junto con resina y posteriormente someterlos a un proceso industrializado de embobinado [24], el segundo método consiste en operación por centrifugado [25]. Como resultado de este último método,

el cual utiliza la empresa para la obtención de los postes de este material, se obtiene no solo un producto con las características necesarias para implementar la estructura externa que poseen los postes inteligentes, si no también, sistemas de iluminación y telecomunicación en zonas de difícil acceso.

1.8. SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

En el interior de los postes se encuentra una estructura mecánica la cual soporta un sistema de control para la iluminación de los postes. Este sistema de control está conformado por un controlador, donde dependiendo de las necesidades del cliente se usa un tipo de controlador u otro; la señal de entrada, la cual está previamente establecido en la programación del controlador y es almacenado a través de una memoria microSD; y finalmente, la iluminación LED, donde, de igual forma, dependiendo de la necesidad, se usa una arquitectura u otra en la organización del sistema luminoso, teniendo en cuenta que las iluminarias LED permite una adaptación flexible del sistema de control de la salida de luz de las cintas luminarias de forma fácil y eficiente [26]. Además, a la estructura interna se le adiciona una fuente, de forma que permita alimentar todo el circuito implementado.

1.9. POSTE INTELIGENTE

Los postes inteligentes son estructuras que a través de él se permite implementar, de manera sencilla, componentes electrónicos, con el fin de poder presentar iluminación programable, información de interés para usuarios o medir variables del ambiente para posteriores usos. Sin embargo, también se puede aplicar sistemas de comunicación en la nube junto con sensores, para poder llevar a cabo sistemas que permitan ahorrar el consumo energético de una ciudad. Todo esto enfocado al desarrollo de las ciudades inteligentes, un concepto que ha ganado peso

a través de los últimos años el cual se caracteriza por el uso de tecnologías de la información para mejorar los sistemas que hacen parte de una ciudad [11].

6. METODOLOGÍA

6.1. RECONOCIMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE LA EMPRESA

Teniendo en cuenta lo mencionado en el portafolio de productos acerca de la empresa, la línea de producción y desarrollo de los postes inteligentes está asignado al departamento de innovación de la empresa provisionalmente, mientras se implementa a nivel productivo. Esto es debido a que su proceso de fabricación sigue sujeto a mejoras que se le puedan implementar.

El primero de ellos, es el Smart DECO. Dicho poste permite mostrar, desde el interior de este, iluminación inteligente[21]. La aplicación de estos postes va enfocados a la decoración de parques y calles, tal como se muestra en la Figura 3. El proyecto que muestra la figura es la transformación y modernización de un espacio abandonado al servicio de la comunidad [27].

El segundo, es el poste Smart INFO, el cual permite mostrar mensajes personalizados de 15 caracteres a lo largo de una pantalla de 2 m, este modelo de poste puede contar con una o dos pantallas. Estos mensajes son transmitidos a las pantallas del poste a través de una conexión a internet del controlador de la estructura con un dispositivo que esté conectado a la misma red de internet. Por medio de un interfaz es posible configurar los mensajes, el color y la duración de los mensajes. [22]. En la Figura 4. *Poste Smart INFO*. se puede observar un proyecto donde se implementó un poste Smart INFO en una calle de Bucaramanga para



Figura 3. Postes Smart DECO, Bosque de luces, Bucaramanga.

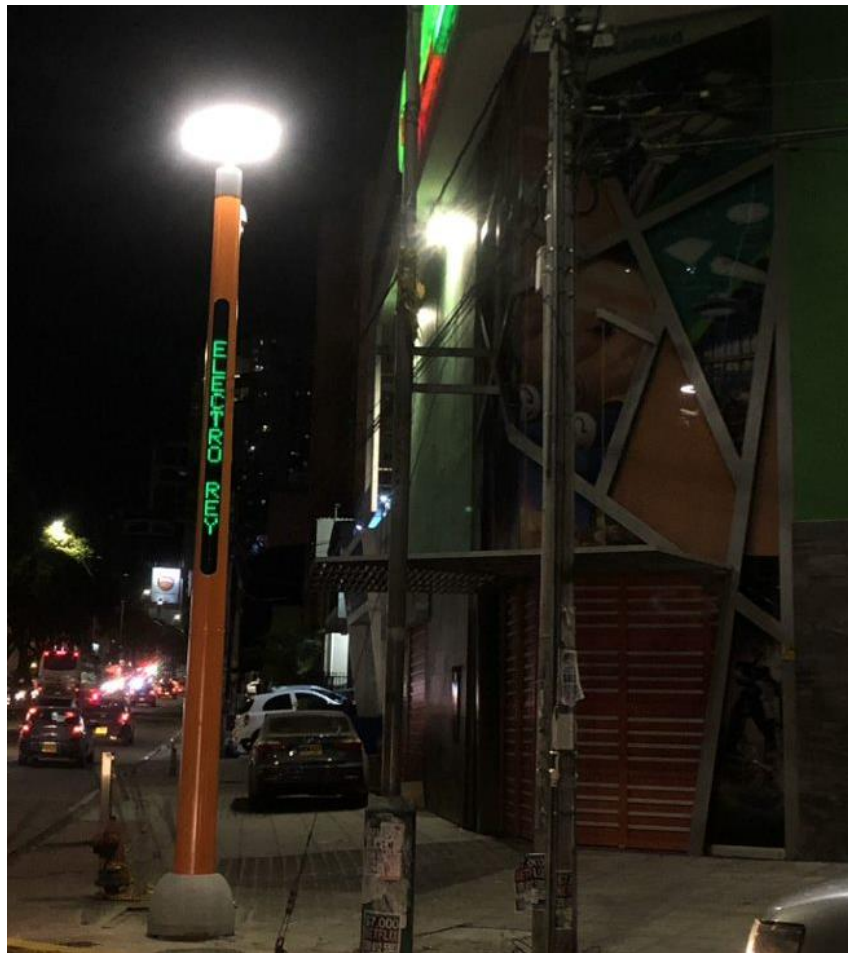


Figura 4. Poste Smart INFO.

fines publicitarios de un cliente. Además, para este proyecto, el cliente requería implementar en el poste una cámara de seguridad y una luminaria en la punta del poste. Esto demuestra la versatilidad del poste para adaptar cualquier dispositivo adicional que se requiera.

Finalmente, el último poste que se produce en el departamento de innovación es el Poste Ambiental, este poste es una combinación del Smart INFO con una baliza y la adición de unos sensores y un dispositivo de control para la medición de variables ambientales y urbanas [22].



Figura 5. Poste Ambiental

6.2. IDENTIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS QUE CONFORMAN UN POSTE INTELIGENTE

Todos los postes que se producen de la línea *Smart* se relacionan por compartir un mismo esquema interno. La Figura 6 muestra de forma general cuales son las partes que componen un poste inteligente.

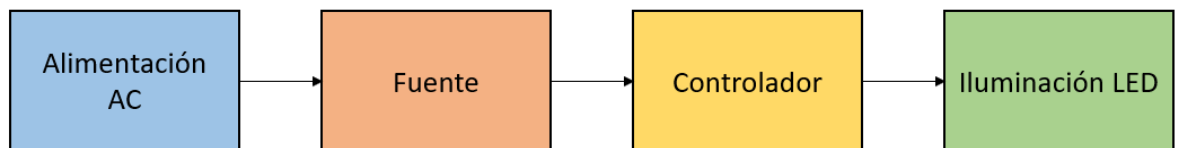


Figura 6. Sistema interno de los postes inteligentes

Dependiendo de la fuente que se esté utilizando en el poste se define el tipo de alimentación AC a la que va conectado el sistema (110 V o 220 V). En algunos casos, se utilizan una fuente para alimentar el sistema y en otras ocasiones, se usan dos fuentes, esto dependiendo del poste y de la alimentación disponible en el lugar de instalación de la estructura.

Por el lado del controlador, en los postes Smart DECO, se implementa un controlador de luces LED, el cual permite, por medio de un software específico, crear, editar o personalizar la iluminación programada. Para los Smart INFO se utiliza como controlador, uno de placa simple, que permite conectarse a internet, con el objetivo de que el cliente pueda acceder a ellos y modificar los mensajes que muestra el poste. Para los postes ambientales se cuenta con la colaboración de una empresa aliada para la implementación de los sensores y el sistema de

control que se utiliza, teniendo en cuenta que Pretector les facilita las librerías y drivers necesarios para una fácil integración dichos sistemas de control del poste.

Finalmente, todos los postes utilizan como parte iluminaria arreglos lineales LED de diferentes longitudes. Se cuenta con arreglos LED de diferentes tamaños dependiendo de la longitud del poste y con la particularidad de tener grado de protección IP67 o IP68 para mayor durabilidad.

6.3. CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO

Se realizó la supervisión de un proyecto de doce postes ambientales con el apoyo de la empresa aliada. Para este proyecto, se hizo uso de herramientas informáticas de planificación de proyectos donde se enfocaban los siguientes aspectos: estructura externa, estructura mecánica interna, ensamble de arreglos lineales led, pruebas preliminares usando el controlador de placa simple y, por último, ensamble final de la estructura junto con prueba final de la pantalla LED.

6.4. CONTROL DE MOVIMIENTO DEL INVENTARIO EN LA PRODUCCIÓN DE POSTES INTELIGENTES

Al mismo tiempo que se hacía la supervisión del proyecto mencionado anteriormente se iba comprobando que en el inventario estuvieran todos los insumos y materiales necesarios para el proyecto y también, para proyectos futuros. Ya que, en caso de tener pocas unidades en el inventario de materiales o elementos que componen el poste, es necesario importar dicha materia prima.

6.5. IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA ILUMINACIÓN PROGRAMABLE EN POSTES INTELIGENTES

Se adquirió una tecnología de una empresa que ofrece soluciones en software y hardware para control de iluminación. Lo primero que se hizo fue leer la documentación necesaria de los equipos adquiridos y del software en general antes de su manipulación. La mayor parte de la información se encontraba en los manuales de uso como también, en videos tutoriales de apoyo de la propia marca.

Entre las pruebas de laboratorio que se realizaron se encuentran, en primer lugar, aprender a configurar y utilizar el software. En este punto es necesario saber cómo configurar los dispositivos del sistema, como controladores u otros dispositivos de la marca. Además, es necesario saber editar el espacio de trabajo o matrices de arreglos led donde se aplicarán los efectos de iluminación.

Por otro lado, la siguiente fase de prueba fue conectar dos conjuntos de cuatro arreglos lineales Led de 5 metros con sus controladores y controlar la iluminación por medio de sonidos o músicas provenientes del PC, el resultado de esta prueba se observa en la Figura 7.

Finalmente, se implementó estos efectos luminosos en unos postes Smart DECO situados en la planta de Concreto. Igualmente, dichos postes se encuentran conectados entre sí a través de sus controladores, lo que ocasiona que sea fácil su conexión con el PC a través de un protocolo de comunicación. Para observar mejor los resultados fue necesario hacer estas pruebas de noche (ver Figura 8. *Pruebas en Smart DECO – Planta de Concreto*).



Figura 7. Prueba de efectos desde el PC



Figura 8. Pruebas en Smart DECO – Planta de Concreto

Con el fin de implementar tecnologías relacionadas al Internet de las cosas, se implementó un control diferente para los postes Smart DECO usando como dispositivos ordenadores de placa simple que permitieran implementar librerías de OpenCV para procesamiento de imágenes (ver Figura 9. *Control Smart DECO con*). En resumen, de una imagen con un tamaño específico de pixeles, se separan sus capas RGB para exportar esas matrices en unos archivos de texto y guardarlas en el controlador, luego, son cargados los archivos de texto en el programa principal, se lee la primera columna de cada capa y se agrega estos valores al arreglo lineal LED. Este proceso es iterativo con la cantidad de columnas que presente la imagen, dando como resultado efectos decorativos en los postes inteligentes.

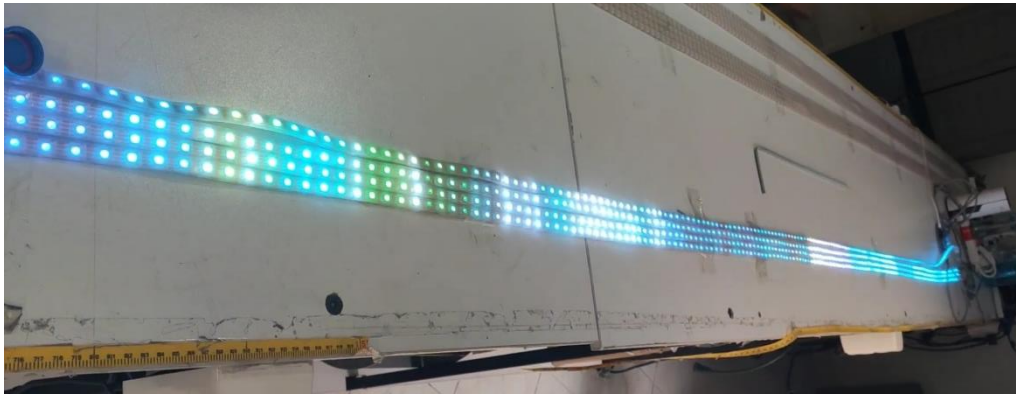


Figura 9. Control Smart DECO con controlador de placa simple

6.6. DISEÑO DE CIRCUITO IMPRESO PARA POSTES SMART INFO

Los postes Smart INFO son controlados a través de un ordenador de placa simple, junto con un módulo diseñado por la empresa para adaptar los pines de la tarjeta a las salidas de los arreglos LED y un módulo de reloj en tiempo real o RTC. Además, se usa un convertor de 12

V a 5V, para emplear la misma alimentación de las pantallas y a través de este dispositivo se alimenta el controlador.

En busca de optimizar este sistema es necesario diseñar un nuevo circuito impreso a través del software EAGLE y posteriormente, importar los componentes necesarios junto con la PCB para su soldadura. Este nuevo circuito busca agrupar los elementos externos que son necesarios para que el poste funcione, es decir, el conversor DC-DC, el reloj en tiempo real y el conversor de nivel lógico para la señal de control de los arreglos LED en un solo circuito impreso. En la Figura 10. *Diseño circuito impreso* se puede observar el resultado de este proceso.

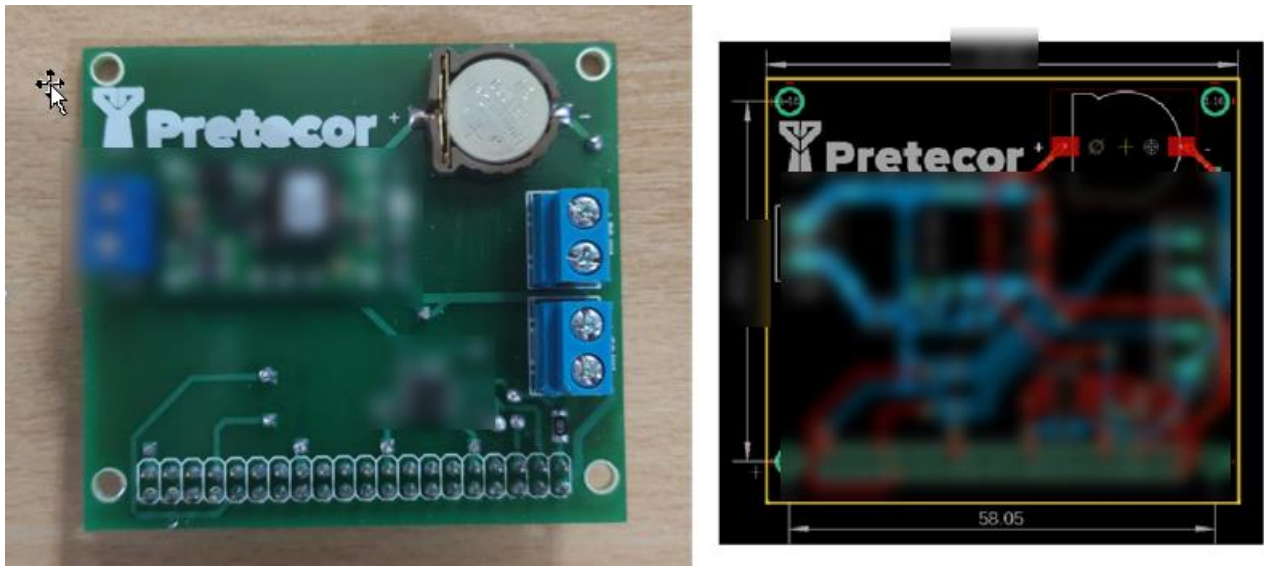


Figura 10. Diseño circuito impreso

6.7. MEJORA DE LA PÁGINA WEB DE LOS POSTES SMART INFO

Cómo se mencionó anteriormente, el poste Smart INFO permite presentar mensajes personalizados a través de sus pantallas. Estos mensajes se encuentran almacenados en una base de datos, y al mismo tiempo, se encuentra alojado en un servidor. Además, a través de

este mismo servicio se aloja la página web donde el usuario se conecta e interactúa con su poste.

Por su parte, el controlador del poste, a través de una conexión a internet y librerías internas, accede y lee la base de datos alojado en el servidor para mostrar los mensajes en el poste.

Este producto presentaba dos opciones de mejora. En primer lugar, la primera vez que se diseñó presentaba unas opciones de color en los mensajes que, al momento de implementarlos en el poste, se veían muy oscuro. Se cambió la lista de opciones por colores que ofrecen mejores resultados en el poste. También es necesario programar estos colores en el controlador para cuando el dispositivo lea la base de datos entienda cuales son los componentes RGB de cada color. Los resultados se pueden observar en la Figura 11. *Opciones de color en poste Smart INFO* y en la Figura 12.

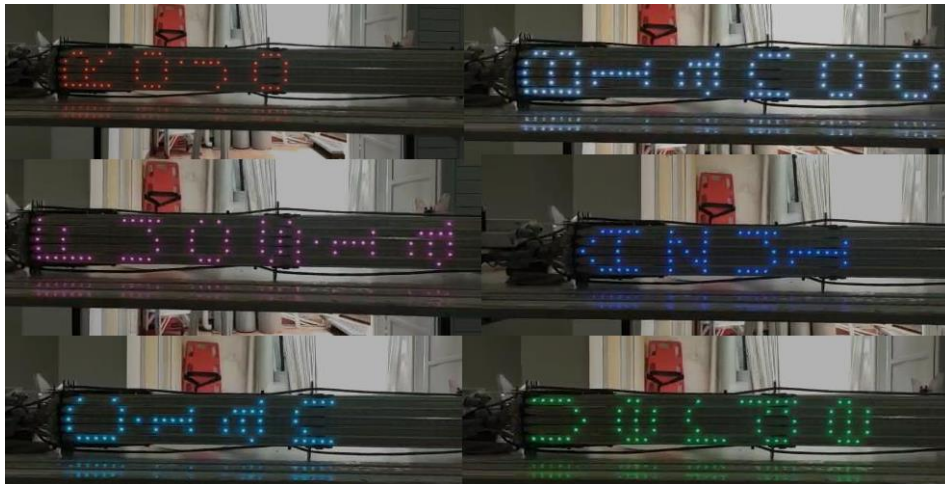


Figura 11. Opciones de color en poste Smart INFO

INNOVACIONES PARA INFRAESTRUCTURA			
ADMINISTRAR MENSAJES			
usuario: Innovacion			
serial del dispositivo: 200907			
ubicacion: Strategik			
TIPO DE MENSAJE	MENSAJE	DURACIÓN [S]	COLOR
Texto	Blanco	3	Blanco
Texto	Azul	3	Azul
Texto	Verde	3	Verde
Texto	Rojo	3	Rojo
Texto	Fucsia	3	Fucsia
Texto	Cian	3	Cian
Nuevo Mensaje			
Regresar			
Salir			

Figura 12. Base de datos de los mensajes del poste ubicado en el Departamento de Innovación

En segundo lugar, la proyección de mensajes en las pantallas de poste presenta conflictos cuando en la base de datos se le añaden caracteres especiales, por ejemplo: “@, á, -, /, \$” e incluso la letra ñ. Esto sucede porque el código principal del controlador aún no tiene programado estos caracteres en las pantallas del Smart INFO. Para corregir estos errores fue necesario, de manera temporal, restringir estos campos de texto permitiendo solamente el uso de los caracteres ASCII de las letras minúsculas, mayúsculas, números y el espacio. En la Figura 13. *Ejemplos de mensajes válidos e inválidos* se puede observar la restricción aplicada a los campos de texto en la página web cuando se usan caracteres especiales, también, muestra dos ejemplos de mensajes válidos para guardar en la base de datos.

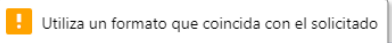
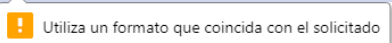
Tipo de Mensaje	Texto	Tipo de Mensaje	Texto
Texto	PRETECOR S.A.S	Texto	En Oferta 2021
Duración (en segundos)	3 	Duración (en segundos)	3
Tipo de Mensaje	Texto	Tipo de Mensaje	Texto
Texto	Promoción \$\$	Texto	PRETECOR SAS
Duración (en segundos)	3 	Duración (en segundos)	3
Mensajes inválidos		Mensajes válidos	

Figura 13. Ejemplos de mensajes válidos e inválidos

7. CONCLUSIONES

Identificar los tipos de postes en el portafolio de productos y los elementos que lo conforman o los diferencian unos a otros es fundamental en el proceso de supervisión ya que permite identificar posibles causas de fallos en el momento de su producción o pruebas finales antes de ser despachos.

La estandarización de los procesos de producción de los postes permite optimizar el rendimiento y la calidad de los productos. Por otro lado, los procesos de desarrollo y producción de postes inteligentes pueden llegar a afectarse negativamente en los tiempos de entrega ya que gran parte de los componentes son importados, es por esto por lo que el control del inventario facilita la toma de decisiones de manera oportuna para la importación de dichos elementos y se pueda contar con los necesarios en los procesos de producción.

Tanto los postes en sí como la implementación de nuevas tecnologías, al igual que las presentadas en la sección 6.5, da la posibilidad de ofrecer productos personalizados a los clientes de los que se encuentran actualmente en el portafolio de la empresa. Por ejemplo, la implementación de un poste Smart DECO usando un controlador conectado a internet y adaptando

fuentes de energías renovables facilita la creación de un producto que genere un impacto positivo al medio ambiente.

El proceso de mejorar la versión actual del circuito impreso de los postes Smart INFO permitió mejorar los componentes de potencia y señal de datos. Por un lado, al acoplar la alimentación de las fuentes con el circuito de control reduciendo el número de conexiones cableadas. Por otro lado, la reducción del ruido en la señal que se envía a los arreglos lineales LED mejorando de forma significativa su funcionamiento y permitiendo que, a futuro, este componente pueda ser fabricado e importado.

La mejora de la interfaz de usuario en los postes Smart INFO posibilita el acceso y configuración por parte del usuario de manera más intuitiva y práctica, evitando que la introducción de caracteres no aceptados genere errores y fallas en la comunicación entre el poste inteligente y la base de datos de los mensajes.

El proceso de desarrollar o innovar un nuevo producto que hace parte del portafolio de una empresa es un proceso de constante iteración donde se tienen en cuenta las dificultades, errores o fallas presentadas en el proceso y permite, ya sea por percepción propia del desarrollador o por la intervención de terceros, encontrar las oportunidades de mejora del producto que permiten satisfacer las necesidades del cliente.

8. REFERENCIAS

- [1] M. Shahidehpour, Z. Li, and M. Ganji, “Smart Cities for a Sustainable Urbanization,” *IEEE Electr. Mag.*, vol. 6, no. May, pp. 16–33, 2018.
- [2] R. Sánchez-Corcuera *et al.*, “Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future,” *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 15, no. 6, 2019, doi: 10.1177/1550147719853984.
- [3] H. Colin and D. I. Abbott, “A THEORY OF SMART CITIES,” *Proc. 55th Annu. Meet. ISSS*, pp. 1–15, 2011.
- [4] C. Riojas and C. Riojas López, “Agricultura y protoindustrialización,” *Relac. Estud. Hist. y Soc.*, vol. XXXIV, no. 134, pp. 211–261, 2013.
- [5] L. Ma, M. Chen, X. Che, and F. Fang, “Farmers’ rural-to-urban migration, influencing factors and development framework: A case study of the village of Gansu, China,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, no. 5, 2019, doi: 10.3390/ijerph16050877.
- [6] M. Baudino, “Rural-to-urban migration in developing economies: characterizing the role of the rural labor supply in the process of urban agglomeration and city growth.” p. 24, 2020.
- [7] M. Bouskela, M. Casseb, and S. Bassi, “La ruta hacia las Smart Cities Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente,” *Monogr. del BID*, vol. 454, p. 144, 2016.
- [8] A. Glasmeier and S. Christopherson, “Thinking about smart cities,” *Cambridge J. Reg. Econ. Soc.*, vol. 8, no. 1, pp. 3–12, 2015, doi: 10.1093/cjres/rsu034.
- [9] F. P. Appio, M. Lima, and S. Paroutis, “Understanding Smart Cities: Innovation ecosystems,

- technological advancements, and societal challenges,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 142, no. xxxx, pp. 1–14, 2019, doi: 10.1016/j.techfore.2018.12.018.
- [10] Philips, “A small city is lighting the way.”
<https://www.lighting.philips.com/main/cases/cases/road-and-street/ribeira>.
- [11] S. Ivars Bañuls, “Diseño de sistemas de iluminación inteligente para el desarrollo de ciudades sostenibles,” *Univ. Alicant.*, 2018, [Online]. Available:
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/80389>.
- [12] Fundación Telefónica and L. Gabriel CRETU, “Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas,” *Inform. Econ.*, vol. 16, no. 4, pp. 11–97, 2012, [Online]. Available:
http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,url,uid&db=bth&AN=84637903&lang=es&site=ehost-live%5Cnhttp://smartcity-telefonica.com/page-flip/informe_anual.pdf.
- [13] D. F. Montero Meza, I. E. Martinez Carrascal, C. E. Silva Parra, F. V. Julian Guillermo, L. J. Vargas Escobar, and L. C. Roys Pacheco, “Poste inteligente y método para controlar dicho poste,” CO2018012392A1, 2020.
- [14] D. F. Montero Meza, I. E. Martinez Carrascal, C. E. Silva Parra, F. V. Julian Guillermo, L. J. Vargas Escobar, and L. C. Roys Pacheco, “Poste inteligente y método para controlar dicho poste,” WO2020100116A1, 2020.
- [15] Y. Rodriguez, “Pretecor, pioneros en infraestructura eléctrica,” *Vanguardia*, Bucaramanga, Aug. 20, 2017.
- [16] K. Figueroa, “Innovación para atraer nuevos inversionistas,” *Vanguardia*, Bucaramanga, Oct. 15, 2019.

- [17] F. Cristancho, “Postes interactivos realzarán la iluminación en ocho escenarios deportivos de Bucaramanga,” *Prensa Alcaldía Bucaramanga*, Bucaramanga, Mar. 05, 2019.
- [18] F. Cristancho, “Se izó la bandera de Colombia en el Mesón de los Búcaros como homenaje permanente a la defensa de Santurbán,” *Prensa Alcaldía Bucaramanga*, Bucaramanga, Oct. 22, 2019.
- [19] Redacción Vanguardia, “Desde este martes el Parque de las Luces en Bucaramanga tiene nuevo horario,” *Vanguardia*, Bucaramanga, Mar. 09, 2021.
- [20] I. P. Albis Pérez, “En marzo inicia instalación de la red de monitoreo de olores ofensivos y calidad del aire en Bucaramanga,” *Vanguardia*, Bucaramanga, Feb. 02, 2021.
- [21] Pretecor, “Brochure.” p. 16.
- [22] Pretecor, “Presentacion corporativa.” p. 23.
- [23] F. K. Yam and Z. Hassan, “Innovative advances in LED technology,” *Microelectronics J.*, vol. 36, no. 2, pp. 129–137, 2005, doi: 10.1016/j.mejo.2004.11.008.
- [24] M. E. V. Turpo, “Estudio técnico económico para la fabricación de postes de poliéster reforzado en fibra de vidrio como nueva alternativa en proyectos de electrificación rural,” 2019.
- [25] V. E. Parihuana Choque, “MÉTODO DE FABRICACIÓN POR CENTRIFUGADO DE POSTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL RENDIMIENTO DE INSTALACIONES DE REDES SECUNDARIAS DE BAJA TENSIÓN,” *Univ. JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI*, p. 95, 2018.
- [26] A. Pandharipande and D. Caicedo, “Smart indoor lighting systems with luminaire-based

sensing: A review of lighting control approaches,” *Energy Build.*, vol. 104, pp. 369–377, 2015, doi: 10.1016/j.enbuild.2015.07.035.

- [27] F. Cristancho, “El Gobierno de los Ciudadanos convierte un tanque de agua, ubicado en Cabecera, en un moderno parque público,” *Prensa Alcaldía Bucaramanga*, 2019.
bucaramanga.gov.co/noticias/el-gobierno-de-los-ciudadanos-convierte-un-tanque-de-agua-ubicado-en-cabecera-en-un-moderno-parque-publico/.