

**FACTORES QUE INCIDEN EN LA PÉRDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE SERVICIOS
DIRECTOS EN LA UPZ 98 LOS ALCAZARES BOGOTÁ D.C**



ANA MILENA ARROYAVE GÁLVEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Especialista en Geomática

Director:

Tatiana Ferreira Borda

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
BOGOTÁ, 2018-02-01**

FACTORES QUE INCIDEN EN LA PÉRDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE SERVICIOS DIRECTOS EN LA UPZ 98 LOS ALCAZARES BOGOTÁ D.C

FACTORS THAT AFFECT THE LOSS OF ELECTRICITY THROUGH DIRECT SERVICES IN THE UPZ 98 LOS ALCAZARES BOGOTÁ D.C

Ana Milena Arroyave Gálvez
Ingeniera en Sistemas y Computación, Aspirante a Especialista en Geomática
Estudiante de posgrado de la Universidad Militar Nueva Granada
Bogotá, Colombia,
U3101396@unimilitar.edu.co

RESUMEN

En este artículo se estudiaron los factores que inciden en la pérdida de energía eléctrica a través de servicios directos en la UPZ – 98 Los Alcazares, Bogotá D.C, para escoger esta zona se descartaron las zonas donde no existiera capa predial, se identificaron las zonas con estrato socioeconómico superior o igual a 3 y se definió como criterio que fuera una zona comercial quedando así definida para el presente estudio la UPZ-98. En esta zona se identificó la información geografía, tipos y densidad de servicios directos los cuales sirvieron para construir un mapa de puntos, un diagrama circular de tipos de servicios y un mapa de densidad, donde se identificó que no toda la zona cuenta con servicios directos o que no toda la zona posee registro de ellos; parte de estos servicios que implican pérdidas de energía eléctrica en la zona están asociados a hurto de energía eléctrica, cámaras de seguridad del sector, empresas de telefonía, telecomunicaciones, vallas publicitarias, predios en construcción , semáforos, así como servicios directos en los cuales su tipo no pudo ser identificado. Como resultado y conclusiones se encontró que los factores que inciden en la pérdida de energía están asociados a falta de información y centralización de está, ya que no solo el hurto es pérdida de energía eléctrica sino que cualquier tipo de servicio directo en el cual no se cuantifica el consumo por parte del usuario, puede ser tomado como pérdida.

Palabras clave: servicio directo, pérdida de energía eléctrica, unidad de planeamiento zonal, sistemas de información geográfica.

ABSTRACT

In this article, we studied the factors that affect the loss of electrical energy through direct services in the UPZ - 98 Los Alcazares, Bogotá DC, to select this area areas where there was no lower layer were discarded, areas were identified with socioeconomic stratum superior or equal to 3 and was defined as the criterion that was a commercial area, thus being defined for the present study the UPZ-98. In this area, the geography information, types and density of direct services were identified, for which a point map was constructed, a circular diagram of types of services and a density map, where it was identified that the entire area has services direct or not the entire area has record of them; part of these services that involve electric power, security cameras of the sector, telephone companies, telecommunications, billboards, construction sites, traffic lights, as well as direct services in which their type could not be identified. As a result and conclusions were found the factors that affect the loss of energy that are associated with the lack of information and centralization of signaling, which is not the only one that has loss of electrical energy and that can be lost. Quantifies consumption by the user, can be considered as loss.

Keywords: direct service, loss of electrical energy, zonal planning unit, geographic information systems.

INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica es primordial para el desarrollo de los países, ya que, esta es necesaria en el transporte, las telecomunicaciones, la calefacción, la producción de alimentos, entre otras, sin embargo, “alrededor de 1.1 billones de personas en el mundo seguían sin tener acceso a este servicio” [1]. De acuerdo al World bank [1] en 2012 el 85% de la humanidad tenía acceso a la energía eléctrica siendo Norte América quien garantizaba un acceso del casi 100% y África Sub-Sahariana con el nivel más bajo de este.

Algunos de los factores que han conllevado a que la totalidad de la población no tenga acceso al servicio según [2] son los bajos ingresos, ausencia de recursos para la construcción de infraestructura, falta de tecnologías adecuadas, marcos legales e institucionales débiles, ausencia de voluntad y compromiso político. La presente situación ha generado un ambiente en el que los hogares, las industrias o el comercio optan por obtener la energía eléctrica necesaria en sus labores diarias de diferentes maneras.

Es así, como se entra a evaluar un tema que se ha estudiado y que es de gran importancia en el sector eléctrico como lo son las pérdidas de energía eléctrica, haciendo referencia a la “diferencia entre la energía que ingresa a la red y la que es entregada para consumo final” [3]. Según [4] las pérdidas de energía se dan

debido a factores técnicos provenientes de la misma tecnología producidas en los equipos eléctricos o a condiciones geográficas, climatológicas y otras no técnicas como lo es el hurto de energía eléctrica y según [5] en las pérdidas no técnicas no se han considerado otros factores como la mala administración y la falta de mantenimiento de las redes.

Las pérdidas técnicas son un poco más fáciles de medir que las no técnicas, según Jiménez, R. J., et al. [3], las pérdidas derivadas del hurto y el fraude son consecuencia de una combinación de factores que no siempre dependen de la gestión de la empresa prestadora del servicio. Siendo realistas las pérdidas por fraude serán muy difíciles de acabar, pero se pueden tomar acciones de mejora para reducir y prevenir el fraude y la cantidad de conexiones en servicios directos que no son controladas.

En la actualidad, las empresas prestadoras del servicio eléctrico están enfocando sus esfuerzos en la modernización de su infraestructura eléctrica y tecnológica, al mejorar estos aspectos directamente mejora la calidad en la prestación del servicio, la confiabilidad y por supuesto la seguridad. Una de las tecnologías que se ha implementado a nivel mundial es la de infraestructura de medición avanzada, por sus siglas en inglés (AMI) en redes inteligentes, según [6] en esta tecnología se reemplazan los viejos medidores de energía mecánicos por nuevos con muy buenas capacidades mejorando así la medición de pérdidas de energía, [7] se reduce el impacto económico y se pueden identificar los puntos de la red donde se presentan pérdidas de energía eléctrica. Tal como afirma [8] las redes inteligentes pueden llegar a reducir las pérdidas de energía eléctrica de una manera innovadora y eficiente en un futuro no muy lejano.

A estas nuevas tecnologías se le suman los sistemas de información geográfica, SIG, estos [9] pueden capturar, almacenar, gestionar, y actualizar constantemente la información asociada a las redes, son esenciales en la identificación de pérdidas de energía eléctrica gracias a que al tener la red eléctrica georeferenciada se puede medir de manera inteligente la energía consumida por el usuario final, se obtienen con mayor facilidad los puntos donde se encuentran servicios directos y se pueden hacer análisis sobre la red.

Por otra parte, la pérdida de energía eléctrica medida en GWh (Gigavatio por hora) no solo afecta la economía de las empresas distribuidoras del servicio sino la calidad de este. De acuerdo a [3], En 2012 se estimaron pérdidas de electricidad por valor de US \$11 y US \$17 millones en América Latina y el Caribe.

Según Codensa [10], en el periodo de 2014 a 2016 en su organización se llevaron operaciones de control de hurto de energía eléctrica por valor de \$56.785 millones, si el hurto de energía fuera menor, parte de estos recursos económicos podrían ser invertidos a futuro en planes de contingencia cuando se tienen crisis energéticas en los países como la ocurrida en Colombia entre abril y agosto del 2016 por efectos del fenómeno del niño.

A esta situación, no es ajena la ciudad de Bogotá D.C (Colombia), más específicamente la Unidad de Planeamiento Zonal - UPZ 98 los Alcazares, (la sigla UPZ se refiere a unidad de planeamiento zonal), la cual socioeconómicamente cuenta con estratos 3, 4 y se encuentra ubicada en la localidad de barrios unidos. Esta UPZ presenta problemas de pérdidas de energía ya que cuenta con un mayor número de servicios directos que otras zonas y estos reflejan directamente pérdidas de energía eléctrica dado que la energía consumida desde un servicios directo (S.D) no es cuantificable al usuario consumidor del servicio.

Con base en lo anteriormente expuesto se realizó este estudio para determinar los factores que inciden en la pérdida de energía eléctrica a través de servicios directos, (S.D), los cuales se refieren a servicios tomados de manera ilegal o a servicios que no están siendo medidos e implican una pérdida de energía no técnica, en la UPZ 98 Los Alcazares Bogotá D.C utilizando análisis espacial sobre capas con información específica de la zona.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en tres fases, las cuales corresponden a cada uno de los objetivos específicos del mismo.

Fase I. Identificar la información geográfica asociada a servicios directos de la zona de estudio con el fin de elaborar un mapa de puntos.

El proceso de levantamiento de información está a cargo de la empresa Cam Colombia Multiservicios (CAM) el cual es el que recolecta la información de los medidores de energía eléctrica de la ciudad de Bogotá y parte de Cundinamarca.

El proceso cuenta con 16 cuadrillas conformadas por un tecnólogo y uno o dos técnicos electricistas a los cuales se les asignan órdenes de trabajo por zona o por centro de distribución y en cada orden de trabajo asocian la información de cada medidor y a su vez de cada conexión a la red en servicio directo. Para desarrollar la actividad cada cuadrilla cuenta con sus elementos de protección personal, permisos para operar la red y todas las herramientas necesarias para el desarrollo de la labor.

Cada elemento levantado es registrado en la base de datos de la empresa a través de una aplicación móvil en la cual se toman las coordenadas de los elementos, su información alfanumérica y su registro fotográfico.

Para la adquisición de la información de los medidores de la ciudad de Bogotá se creó una conexión a la base de datos corporativa del proceso de levantamiento de información de la empresa encargada del proceso. Una vez establecida la conexión se procedió a descargar toda la información mes a mes del año 2016 a noviembre de 2017. Para el tratamiento de la información se creó una base de datos local la cual cuenta con la tabla de puntos para el almacenamiento de los medidores.

Posteriormente, se realizó una depuración de la información de los medidores descargados ya que no todos se encuentran en servicio directo, se hizo un filtro y se conservó en la base de datos solo los elementos correspondientes a servicios directos.

Al tener la información depurada se procedió a visualizar los puntos correlacionándolos con un mapa de la ciudad de Bogotá, en el cual se pudo identificar cuáles eran las zonas con mayor número de servicios directos. Se usaron criterios tales como concentración de puntos, que (no fueran zonas de invasión ya que estas de por sí tienen servicios directos), esto con ayuda de la capa predial de la ciudad de Bogotá descartando en primera instancia la acumulación de S.D en zonas donde no existieran predios, zonas con estrato socioeconómico superior o igual a 3 y además de eso que fuera una zona comercial. Con base en la aplicación de los criterios anteriores se concluye que la UPZ – 98 es la que se enmarcaba dentro del objetivo y de los parámetros requeridos.

Finalmente se diseñó un mapa de puntos de la zona de estudio usando la capa de puntos que corresponde a servicios directos y la capa de la UPZ – 98, el cual junto con la base de datos espacial será la que permite continuar en la fase 2 el proceso de análisis de la información.

Fase II. Identificar cuáles son los tipos de servicios directos presentes en la zona a través de una tipificación de la zona de estudio.

La tipificación de los servicios directos presentes en la zona de estudio se llevo a cabo revisando las fotografías de cada uno de los S.D ya que esta información de tipo no es levantada por la cuadrilla que hace el recorrido de la zona y digita la información.

Se creó un campo nuevo en la tabla de S.D llamado tipo y se procedió a su digitación.

Posteriormente, se creó un mapa donde se agruparon los diferentes tipos de S.D y se produjo un diagrama circular donde se evidenciaron la cantidad de S.D por tipo en la zona.

Después de tener la información en arcmap se procedió a hacer un Spatial Join con el fin de identificar el número de S.D cruzándolos con los barrios de la zona de estudio y creando una tabla donde se expresa dicha relación.

También se uso la capa predial de Bogotá en la tipificación de los S.D ya que por medio de esta se pudo identificar que no todos los puntos estaban ubicados dentro de los predios en esa zona en particular sino que en su gran mayoría estaban por fuera del predio.

Fase III. Diseñar un mapa de densidad de puntos en donde se visualice espacialmente la prestación de servicios directos para la identificación de puntos críticos.

Se diseñó el mapa de densidad de puntos dentro de la UPZ – 98 usando la herramienta Point density del paquete de herramientas de ArcGis Spatial Analyst y finalmente se procede a interpretar los datos obtenidos y a describir los resultados del análisis.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la Unidad de Planeamiento Zonal - UPZ 98 los Alcazares. Esta se encuentra ubicada en la localidad de Barrios Unidos con un área aproximada de 4.181 km², siendo la UPZ que abarca mayor área de la localidad con un 34,8% del suelo, su estratificación socioeconómica es estrato 3 y 4, limita al norte con avenida ciudad de quito, al sur con calle 63, al oriente con la avenida caracas, paseo de los libertadores y al occidente con la carrera 68 [11].

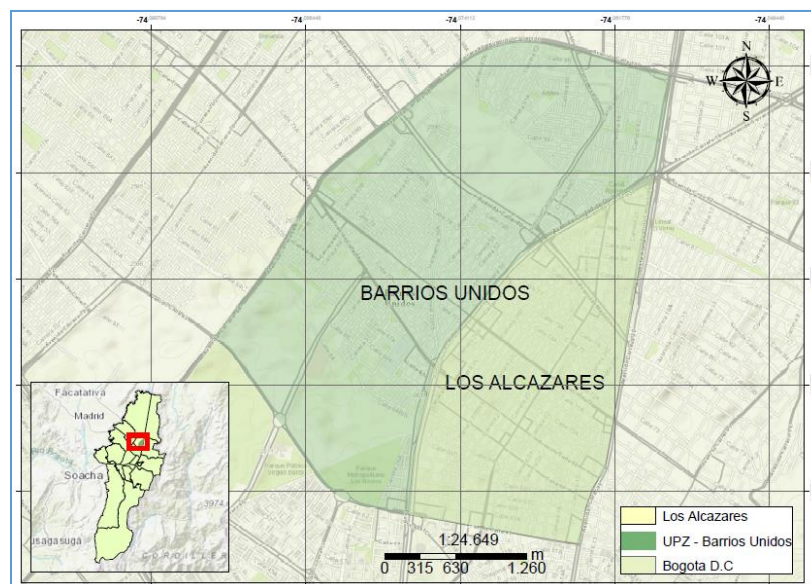


Fig.1 Mapa área de estudio UPZ-98 Los Alcazares
Fuente: Elaboración propia.

En la Fig.1 se puede observar lo localidad Barrios Unidos y la zona correspondiente a la UPZ – 98 Los Alcazares.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Servicios directos de la zona de estudio

En la UPZ – 98 Los Alcazares, después de hacer la depuración de la información extraída de la base de datos corporativa se identificaron un total de 84 puntos que corresponde a los servicios directos de la zona producto del levantamiento de información llevado a cabo en el año 2016 a noviembre de 2017.

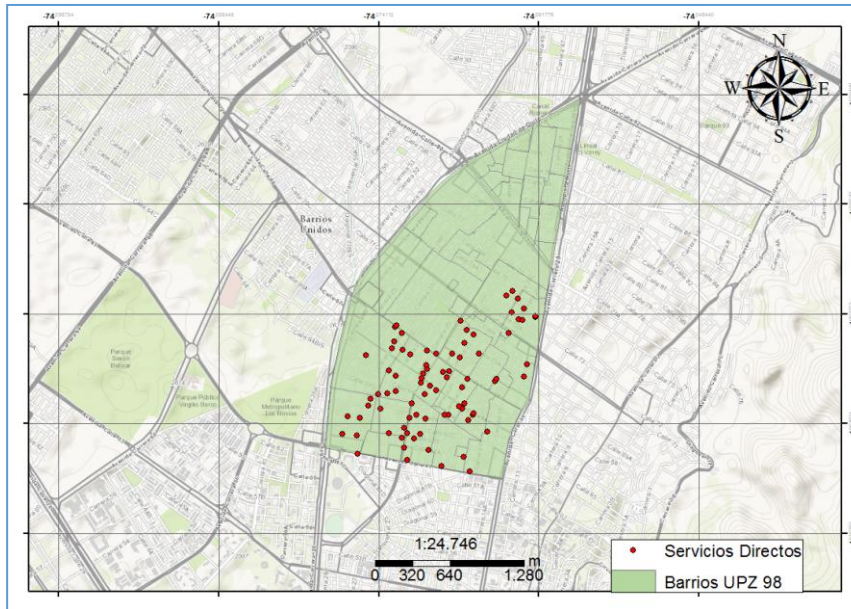


Fig.2. Mapa de puntos Servicios Directos UPZ-98
Fuente: Elaboración propia.

En la Fig.2 se puede observar el mapa de puntos correspondientes a los servicios directos identificados en el área de estudio en la que se evidencia que no toda la UPZ-98 cuenta con conexiones en S.D o que no toda la zona tiene información de dichas conexiones.

Tabla.1 Relación de números de servicios directos por barrio en la UPZ-98
Fuente: Elaboración propia.

CANTIDAD S.D	BARRIO
19	URBANIZACION 7 DE AGOSTO
10	MUEQUETA
7	URBANIZACION LAS AVENIDAS
7	COLOMBIA
6	BARRIO BENJAMIN HERRERA
5	BARRIO LA PAZ
5	BARRIO URIBE URIBE
5	URBANIZACION VERSALLES
3	LA CONCEPCION
3	URBANIZACION QUINTA MUTIS
2	URBANIZACION SAN FELIPE
2	URBANIZACION LOS ALCAZARES
2	LA ESPERANZA
2	URBANIZACION SANTAROSA
1	BARRIO QUINTA MUTIS
1	AGRUPACION RESIDENCIAL SANTA EUFRACIA
1	URBANIZACION BEYROUTH

1	URBANIZACION RUEDA
1	BAQUERO

La UPZ-98 Los Alczares cuenta con un total de 45 barrios de los cuales 19 de estos poseen información asociada a S.D. El barrio con mayor número de S.D y que por ende presenta mayores pérdidas de energía eléctrica fue la Urbanización 7 De Agosto.

3.2 Tipificación de servicios directos correspondientes a la zona de estudio

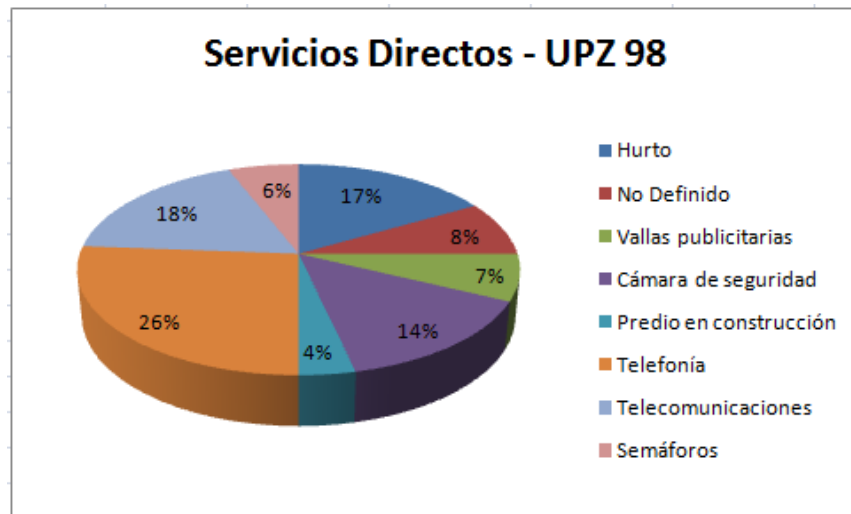


Fig.3. Diagrama circular donde se evidencia el porcentaje de servicios directos de la zona por tipos
Fuente: Elaboración propia.

Fig.3 En la tipificación de los accesos directos analizados correspondientes a la zona de estudio UPZ 98 se encontró que un 26% de estos corresponden a S.D tomados por empresas de telefonía, 18% por empresas de telecomunicaciones, 14% para cámaras de seguridad del sector, un 18% se identificaron como hurtos, 8% no definidos o no identificados, 7% vallas publicitarias, 6% semáforos y 4% predios en construcción.

En los tipos de hurtos donde la energía es tomada de manera ilegal (hurto) se encontraron los siguientes casos:

- Hurto de energía eléctrica en establecimiento comercial donde su actividad económica está relacionada a juegos de azar.
- Hurtos de energía asociado a local de venta de repuestos para vehículos.
- Hurtos de energía provenientes de carros de venta de dulces.
- Hurtos de energía asociado a casetas de vigilancia privada.
- Hurtos de energía asociada a viviendas familiares.

3.3 Mapa densidad de puntos correspondiente a servicios directos

Para el mapa de densidad de puntos se tomó un tamaño de celda de 10 y un radio de 300 metros con el fin de visualizar en la zona los puntos críticos asociados a pérdida de energía eléctrica.

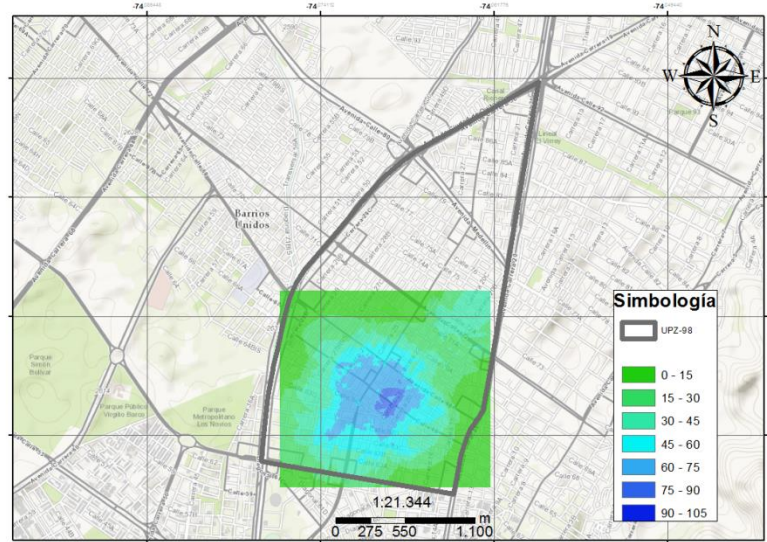


Fig.4. Mapa de Densidad de puntos correspondiente a S.D de la UPZ-98
Fuente: Elaboración propia.

Según se puede observar en la Fig.3 los puntos críticos correspondientes a una mayor pérdida de energía eléctrica están orientados hacia la zona sur de la UPZ – 98 donde la densidad mayor se ubica en los barrios Urbanización 7 de agosto, barrio Uribe Uribe, Urbanización Quinta Mutis y una pequeña parte del barrio Colombia.

CONCLUSIONES

Se recomienda a la empresa encargada del levantamiento de la información de S.D, capacitar a su personal en el tema de interés y profundizar en el concepto de S.D, ya que, en la investigación se evidencia que no todas las personas que hacen el levantamiento tienen conocimiento de que no todos los S.D corresponden a hurto de energía eléctrica.

Las pérdidas de energía eléctrica en la UPZ 98, se deben a pérdidas no técnicas relacionadas en un 17% a hurto de energía y un 83% a servicios directos usados por empresas de telecomunicaciones, telefonía, cámaras de seguridad y vallas publicitarias. De ahí se puede concluir que si se centralizara toda esa información y dichas empresas se encargaran de reportar sus S.D se podría disminuir las pérdidas de energía y tener un mejor control del consumo final por parte de los usuarios.

Para un mejor resultado es recomendable hacer un levantamiento de toda la zona que solo incluya S.D, ya que, el levantamiento llevado a cabo incluye todos los servicios y no es enfocado en pérdidas de energía, así se podría llevar un mejor control y empezar a depurar dicha información.

Si existe un convenio con las empresas de telecomunicaciones, telefonía, cámaras de seguridad, vallas publicitarias y tienen referenciados sus servicios, se puede hacer un cruce de información y ahorrar tiempo y dinero levantando nuevamente.

Al tener geo-referenciadas todas las pérdidas de energía, correspondientes a pérdidas no técnicas y que no sean hurto, se pueden tomar un valor de consumo constante para cada uno de los tipos de S.D, al registrar ese consumo en el sistema, pasarían de ser S.D a ser servicios normales y se reduciría el porcentaje de pérdidas aplicando este posible método en toda la ciudad.

REFERENCIAS

- [1] World Bank, *World Development Indicators 2016*, Washington, DC: License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO, 2016.
- [2] CAF banco de desarrollo de América latina, *Energía: Una visión sobre los retos y oportunidades en América latina y el Caribe*, CAF, 2013.
- [3] R. Jiménez, T. Serebrisky y J. Mercado, *Sizing Electricity Losses in Transmission*, Washington, DC 20577, 2014.
- [4] D. J. Romero y A. Vargas Rojas, Modelo de incentivos para la reducción de pérdidas de energía eléctrica en Colombia, *Rev.Maest.Derecho econ*, vol. 6, nº 6, pp. 221-257, 2010.
- [5] M. Y. Hernández Pérez, G. Arroyo Figueroa, M. Santos Domínguez, G. Rodríguez Ortiz y H. Escobedo Hernández, Modelo para detectar y prevenir pérdidas no técnicas en sistemas de distribución eléctrica con base en técnicas de minería de datos y redes bayesianas 2015.
- [6] C. Alvaro y M. Daisuke, *Evaluating Electricity Theft Detectors in Smart Grid Networks*, 2012.
- [7] J. M. Gómez López, R. Castán Luna, J. C. Montero Cervantes, J. Meneses Ruiz y J. García Hernández, *Aplicación de tecnologías de medición avanzada (AMI) como instrumento para reducción de pérdidas*, 2015.
- [8] Elizalde y A. y. R. J. , *Key Drivers of Electricity Losses in Power Systems: Experiences and Lessons in Latin America*, 2013.
- [9] R. Langlé Campos, *La teledetección y los sistemas de información geográfica en estudios sociales de proyectos hidroeléctricos*.

[10] Codensa, grupo enel, *Memoria Anual 2016*, 2016.

[11] R. H. Trujillo Corredor, *Dinámica de la construcción por usos localidad Barrios Unidos*, Bogotá, 2013.