



Subsistema de distribución eléctrico bajo el enfoque Smart Cities, para el Centro histórico de Portoviejo

Electricity distribution subsystem under the Smart Cities approach, for the historic centre of Portoviejo

Subsistema de distribución eléctrico bajo el enfoque Smart Cities, para el Centro histórico de Portoviejo

Linton Iter Franco-López ^I

lfranco4082@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3395-0590>

Ciaddy Gina Rodríguez-Borges ^{II}

ciaddy.rodriguez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1097-4194>

Correspondencia: lfranco4082@utm.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Revisión

***Recibido:** 04 de enero de 2022 ***Aceptado:** 31 de enero de 2022 *** Publicado:** 21 de febrero de 2022

- I. Instituto de Posgrado UTM. Maestría de Electricidad con mención en SEP, en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Instituto de Posgrado UTM. Maestría de Electricidad con mención en SEP, en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

Desde siempre, el hombre ha procurado adaptar su entorno a las nuevas tecnologías para mejorar su calidad de vida. Históricamente, a nivel urbano se han generado cambios significativos de enfoques, tomando en cuenta las demandas ciudadanas. Esta investigación tiene el objetivo de diseñar una red de distribución eléctrica bajo el enfoque smart cities para el servicio urbótico en la ciudad de Portoviejo en post de transformar su modelo. El enfoque metodológico fue cuantitativo, bajo la modalidad de proyecto factible, apoyada en una investigación documental y de campo, a nivel descriptivo, con un modelo hipotético deductivo y diseño no experimental transversal, mediante: la observación y la encuesta, aplicados a trabajadores del GAD y a ciudadanos de Portoviejo. Los resultados arrojaron que la red actual, mantiene buenos parámetros de operación para un diseño urbótico y a nivel de servicios, se vio la necesidad de fortalecer los ámbitos de movilidad urbana y ambiente por ser los menos valorados por los ciudadanos. Se obtuvo una nueva red de distribución eléctrica soterrada exclusiva para alimentar 8 postes inteligentes que albergan una serie de kits de servicio urbótico en un área piloto del centro histórico de la ciudad. Se hizo un modelado empleando el software CYME 9.0 que permitió medir los aspectos materiales, funcionales y operativos de la red. El estudio recomienda fomentar entre los ciudadanos el conocimiento de este nuevo enfoque e ir ampliando las zonas hasta llegar a ser representativa en otras áreas estratégicas del país.

Palabras claves: Diseño de red eléctrica; smart cities; servicio urbótico. Cyme 9.0

Abstract

Man has always sought to adapt his environment to new technologies in order to improve his quality of life. Historically, significant changes in approaches have been generated at the urban level, taking into account the demands of citizens. This research aims to design an electricity distribution network under the smart cities approach for the urban service in the city of Portoviejo in order to transform its model. The methodological approach was quantitative, under the modality of a feasible project, supported by documentary and field research, at a descriptive level, with a hypothetical deductive model and non-experimental transversal design, through: observation and survey, applied to workers of the GAD and citizens of Portoviejo. The results showed that the current network maintains good operating parameters for an urban design and at the level of services, it was necessary to strengthen the areas of urban mobility and environment

as they are the least valued by citizens. A new exclusive underground electrical distribution network was obtained to feed 8 smart poles that house a series of urban service kits in a pilot area in the historic centre of the city. Modelling was carried out using CYME 9.0 software to measure the material, functional and operational aspects of the network. The study recommends that citizens should be made aware of this new approach and that it should be extended to other strategic areas of the country.

Keywords: Grid design; smart cities; urbotic service. Cyme 9.0

Resumo

O homem sempre procurou adaptar o seu ambiente às novas tecnologias, a fim de melhorar a sua qualidade de vida. Historicamente, foram geradas mudanças significativas nas abordagens a nível urbano, tendo em conta as exigências dos cidadãos. Esta investigação visa conceber uma rede de distribuição de electricidade sob a abordagem das cidades inteligentes para o serviço urbano na cidade de Portoviejo, a fim de transformar o seu modelo. A abordagem metodológica foi quantitativa, sob a modalidade de um projecto viável, apoiado por pesquisa documental e de campo, a um nível descritivo, com um hipotético modelo dedutivo e desenho transversal não experimental, através de: observação e inquérito, aplicado aos trabalhadores do GAD e cidadãos do Portoviejo. Os resultados mostraram que a rede actual mantém bons parâmetros de funcionamento para uma concepção urbana e, ao nível dos serviços, foi necessário reforçar as áreas de mobilidade urbana e ambiente, uma vez que estas são as menos valorizadas pelos cidadãos. Foi obtida uma nova rede de distribuição eléctrica subterrânea exclusiva para alimentar 8 postes inteligentes que albergam uma série de kits de serviço urbano numa área piloto no centro histórico da cidade. A modelização foi realizada utilizando o software CYME 9.0 para medir os aspectos materiais, funcionais e operacionais da rede. O estudo recomenda que os cidadãos sejam sensibilizados para esta nova abordagem e que esta seja alargada a outras áreas estratégicas do país.

Palavras-chave: desenho de grelha; cidades inteligentes; serviço urbótico. Cyme 9.0

Introducción

Las grandes ciudades han venido transformando sus estructuras urbanas, con la finalidad de poder alcanzar un desarrollo sostenible, dado al aumento poblacional que sean suscitado en los últimas décadas, que han llevado a sus autoridades a una mayor y mejor planificación urbanística que se adecuen a las exigencias de los ciudadanos y a las demandas, que sobre los servicios se planteen (Vélez y Rodríguez-Borges, 2021), a partir de las políticas normativas que estas ciudades adopten para el alcance del bien común, tomando en cuenta los grandes desarrollos a nivel científico y tecnológico. Según Palma (2019), sostiene que una de las consideraciones para hacer frente a estos retos, quedan representadas por el uso del enfoque de las Smart Cities, como una herramienta de transformación tecnológica a nivel de los servicios urbanos, para sintetizar y optimizar los procesos inherentes al servicio público, siendo las ciudades de Londres, Singapur y Nueva York las abanderadas en la aplicación de estos desarrollos. En el caso de las grandes ciudades a nivel latinoamericano, se refleja esta tendencia creciente, ya que en las principales ciudades de Brasil, México y Argentina, se han dado la apertura de una forma lenta y gradual, con proyectos de baja inversión, tomando en cuenta las asociaciones con las grandes empresas tecnológicas que han desarrollado estos avances (Loor-Castillo, Castro-Fernández, y Pérez-Rodríguez, 2021).

En este mismo orden de ideas Moncayo (2017), afirma que se han hecho estudios que permiten calificar a Portoviejo como una ciudad con una estructura para considerarse como una smart cities, porque en parte sus redes de distribución eléctricas, solo se emplean para suministro eléctrico y no para uso de medios digitales. Se han hecho inspecciones en el centro Histórico de la Ciudad y se pudo constatar que el diseño de la red soterradas puede albergar líneas expresas que permita la instalación, operación y mantenimiento de los elementos que forman parte de esta nueva tecnología.

Es por lo anteriormente planteado, que surge la necesidad de llevar adelante acciones de transformación de los modelos urbanos, para emigrar de un modelo netamente espacial, a otro con elementos urbanos, para que sea viable y no influyan negativamente en los ciudadanos que hacen vida en la ciudad. Es importante establecer, que la administración gubernamental de la Ciudad de Portoviejo, ha considerado desarrollar una serie de proyectos con tecnología smart, partiendo de una planificación que sienta las bases necesarias para disponer de una infraestructura adecuada en virtud de los constantes problemas en la calidad de los servicios urbanos.

De allí entonces que sea importante el diseño de un nuevo subsistema para la distribución eléctrica en el centro de Portoviejo, bajo el enfoque de las smart cities, que derive en un servicio urbano mediante la instalación de una serie de accesorios, tales como postes inteligentes, video vigilancia, estación climática, conexión 5G wifi, pantallas de información, semaforización inteligente entre otros, sugiriendo así como pregunta principal de la investigación, la siguiente:

¿Es factible el diseño de un subsistema de red de distribución eléctrica bajo el enfoque de las smart cities, para optimizar el servicio urbano proyectado en el centro histórico de Portoviejo?

Por lo que el objetivo principal de la investigación fue proponer una red de distribución eléctrica basado en el concepto smart cities, para la caracterización del servicio urbano en el Centro Histórico de Portoviejo.

Como parte de los aportes esperados con esta investigación en términos sociales, se alcanzó a dar respuesta a las exigencias ciudadanas sobre el cambio en la planificación urbana, ya que a través del servicio urbano se mejora la calidad de vida de los ciudadanos, porque los procesos serán más eficientes, seguros y confiables en las áreas de las comunicaciones, transporte, electricidad y otros que están vinculados al quehacer ciudadano de la región.

En cuanto a los aspectos técnicos, su implementación permitirá la prestación de servicios de calidad en las áreas de analítica de videos de seguridad, control de luminarias peatonales y vehiculares, semaforización inteligente, información de parámetros ambientales, contenidos en un poste inteligentes que será alimentado por el subsistema de distribución eléctrica diseñado en esta investigación.

En cuanto a los aspectos económicos, su implementación permitirá la prestación del sistema integrado en el servicio urbano con la red de distribución eléctrica, tendrá un buen rango de autonomía y funcionalidad que no requiere altos costos operativos y de mantenimientos, más que los establecidos por la instalación, pero los beneficios que esta tecnología traerá a los ciudadanos, permitirá una simplificación y orden en los aspectos funcionales de la ciudad en los ámbitos de salud, industria, educación, comercio entre otros, ya que se contará con una plataforma tecnológica vital para realizar eficazmente los procesos.

Materiales y métodos

Esta investigación se enfoca predominantemente bajo el paradigma de investigación cuantitativa, que de acuerdo a las consideraciones de Hernandez (2017), en este enfoque se hace un

procesamiento de datos sobre las variables red de distribución eléctrica, bajo el enfoque de las smart cities y del servicio urbótico, mediante la aplicación de cuestionarios para el establecimiento los aspectos relevantes que lo conforman. Sin embargo se tomaron aspectos de carácter cualitativo específicamente en la revisión documental según lo planteado por este mismo Autor, en virtud de la obtención de informaciones técnicas extraídas de los documentos consultados que fueron evaluadas y de donde se pudo obtener cualidades de las variables, permitiendo una perspectiva mas integral del fenomeno estudiado.

Según lo planteado por Hernandez, Fernandez, y Baptista (2014), se concibe esta investigación bajo la modalidad de un proyecto factible, porque se busca dar solución a una problemática de tipo práctico referido a la propuesta de una red de distribución bajo enfoque de las smart cities, para alcanzar un servicio urbótico en el centro historico de Portoviejo. Esta modalidad según Arias (2020), se apoya por una parte en una investigación documental, porque se hacen revisiones de registros y de fuentes bibliograficas sobre la realidad problematizadora y por otra parte, en una investigación de campo porque el investigador obtiene los datos directamente sobre la realidad estudiada.

Para el diseño de la investigación se considera primeramente un nivel descriptivo ya que según lo planteado por Arias (2020), esta investigación estuvo enfocada sobre una realidad inherente a la red de distribución soterrada para que a partir de esta, se diseñe una red exclusiva bajo el enfoque de ciudad inteligente, para el servicio urbótico. El método fue el hipotético deductivo que según Neill y Cortez (2017), se fundamenta en observaciones, hipótesis, deducciones, proposiciones y comprobaciones de la verdad que se compara con la experiencia; en este sentido y considerando lo planteado por estos últimos autores, se considera un diseño de tipo no experimental transversal, porque las variables no se manipularon deliberadamente y lo que se planteo fue su observación tal y como se dan en el ámbito objeto de la investigación, recolectando la información en un solo momento de tiempo.

Población, Muestra y Técnicas empleadas

Se consideró como población de estudio y sujetos de la investigación, para la variable Red de distribución eléctrica, a trabajadores de la empresa eléctrica del GAD de Portoviejo y para la variable servicio urbotico a representantes de la Municipalidad Gubernamental y de gremios que hacen vida alrededor del centro histórico.

Se tomó en cuenta una muestra no probabilística ya que la selección de los sujetos no depende que tengan toda la misma probabilidad de ser escogidas, siendo más bien decisión del investigador que recolecta los datos. Por tanto, la muestra estuvo conformada por 10 trabajadores del área de operaciones de la empresa eléctrica, 10 representantes del gobierno municipal y 10 representantes de organizaciones y gremios ubicados en el área de estudio.

Se usó como técnica la observación y la encuesta mediante un cuestionario como instrumento y fichas de registros. El instrumento se aplicó a la muestra seleccionada y fue estructurada en un modelo tipo Likert.

Validez y Confiabilidad

Se aplicó la validez de contenidos o de juicios de expertos conformadas por tres especialistas totales, 1 en el área de red de distribución, 1 en el área de servicio urbotico y 1 en el área de metodología de la investigación. Para la determinación de la confiabilidad de los instrumentos se aplicó una prueba piloto para la determinación del coeficiente de alfa de Cronbach el cual arrojó un valor de 0.7 que se considera alto y aceptable.

Fases de la investigación

Estuvo conformada por 4 fases asociadas a los objetivos de la investigación, siendo estas:

1. Elaboración de una revisión documental del estado del arte de las redes de distribución eléctrica basado en el concepto smart cities y servicios urbóticos.
2. Caracterización del sistema de distribución de electricidad y de servicio urbotico en el área de estudio, mediante entrevistas y observaciones.
3. Establecimiento de los elementos vinculados al enfoque de smart cities, según las normas que la rige para las redes de distribución
4. Modelamiento del diseño de transformación del subsistema de distribución eléctrica, basado en el concepto smart cities, mediante un plan estratégico de adecuaciones.

Análisis de resultados

Red de Distribución eléctrica bajo el concepto de las smart cities

Peñaherrera (2017), sostiene que una red de distribución eléctrica es la que permite la integración entre un flujo de potencia en la distribución, con el flujo de información de los centros de control en tiempo real, para que se pueda alcanzar una calidad de servicio basada en la confiabilidad y

eficiencia a partir de un diseño que cumpla los estándares de calidad. Está dimensionada sobre la base de flujo energético y diseño de red.

- **Dimensión Flujo energético:** Queda definido como el nivel de intensidad eléctrica que se distribuye con calidad y eficiencia, partiendo de los proveedores hasta los usuarios, mediadas por tecnología digital bidireccional para el control del sistema urbotico. Queda establecida por los siguientes indicadores: confiabilidad, continuidad, flexibilidad y seguridad.
- **Dimensión diseño de red:** Es la dimensión donde se evalúan las capacidades de la red para su adecuación a los parámetros de operatividad y a las variaciones que surjan en el ambiente para adaptarse a las exigencias de energía y al cambio de tecnologías (Pérez-Rodríguez et al., 2021). Los indicadores que la rige son: economía, estética y mantenimiento.

Las Smart Cities

Tomando en cuenta las afirmaciones de Cohem y Obediente (2014), las smart cities se pueden caracterizar como un modelo de urbanidad basada en una proyeccion futurista y en el liderazgo estrategico para adquirir un carácter sostenible y eficiente e ir delineando capacidades de progreso en los ambitos de gobierno, movilidad, sostenibilidad, poblacion y economia, apoyandose en la innovacion y actualizacion de las tecnologias.

El servicio Urbótico

Según lo establecido por Ramos (2020), el servicio ubotico se basa en un grupo de actividades mediadas por las tecnologias electronicas, los automatismos, la informatica y las telecomunicaciones, que se usan en espacios urbanos para conformar un subsistema inteligente, con el proposito de mejorar la calidad de los servicios a los ciudadanos.

Las dimensiones que configuran esta variable de estudio quedan establecidas por Palma (2019) y se denotan a continuacion:

- **Gobierno:** Dimensión que valora las demandas de los ciudadanos mediante la innovación tecnológica, en los ámbitos administrativos, que lleven a la eficacia, la transparencia y la colaboración de los usuarios, mediadas por los indicadores como servicios en línea e infraestructura tecnológica
- **Economía:** Dimensión que pondera el desarrollo del ámbito económico basado en el empleo, las finanzas, los nuevos emprendimientos y en las conexiones globales y locales.

- **Sociedad:** Esta dimensión se emplea para la estimación en las diversidades sociales y en las capacidades ciudadanas para el logro de la equidad en los estratos sociales por medio de indicadores del área de educación e integración.
- **Calidad de vida:** Es una dimensión ponderativa que se aplica sobre las condiciones de la vida, la salud y su acceso, a la par del uso de las tecnologías para el establecimiento de los riesgos de los recursos humanos y materiales, mediante los indicadores salud y seguridad.
- **Movilidad:** Se caracteriza esta dimensión por emplearse en las evaluaciones de los servicios urbanos vinculados al transporte y a los espacios públicos, tomando como referencia el transporte eficiente e infraestructura tecnológica como indicadores.
- **Ambiente:** Se emplea esta dimensión para la cuantificación de lo planificado y lo gestionado en la ciudad, en la preservación de sus recursos naturales y el estudio de las influencias negativas, tomando en cuenta los factores de gestión de recursos y planeamiento sostenible (Rodríguez Borges, Vazquéz, Zambrano, Naranjo y Perero, 2020).

Estado del arte de las redes de distribución eléctrica basado en el concepto smart cities y servicios urbóticos.

Para la ejecución de esta primera fase, se efectuó una revisión documental de trabajos vinculados al área de conocimiento, extrayendo datos e información relevante para la caracterización de las variables. En la tabla 1 se muestra la revisión documental hecha

Tabla 1. Revisión documental

Estudio de redes de distribución bajo concepto Smart cities	Tema de Influencia
1. Análisis descriptivo del soterramiento de las redes de distribución de electricidad en la regeneración urbana del Céntrico Histórico de la Ciudad de Loja (Quezada, 2020)	Redes de distribución eléctrica soterradas y mantenimiento centrado en la confiabilidad
2. Propuesta de modelo de un parque inteligente para la optimización de los servicios de áreas recreativas. Caso Urbanización Santa Margarita Distrito Veintiséis de Octubre – Piura (Ramos, 2020)	Las Smart cities, la urbótica y los criterios de sostenibilidad en áreas urbanas
3. Diseño óptimo de una red eléctrica inteligente con criterios de eficiencia energética en la demanda, a partir de la infraestructura eléctrica existente en el sector parque Bicentenario en el área de servicio de la empresa eléctrica Quito (Peñaherrera, 2017)	Redes eléctricas inteligentes y Eficiencia energética
4. Diseño de un modelo de infraestructura de telecomunicaciones en Smartcity orientado a la ciudad de Guayaquil	Tecnologías de telecomunicaciones

(Moreira E. , 2018)	Las Smart cities
5. Análisis de estándares usados en urbotica, para propuesta de diseño de una ciudad inteligente (Calderon , 2016)	Estándares que forman parte para la implementación de una ciudad inteligente Protocolos para conversión de ciudad.
6. Contenedores de basura inteligente empleando la red Lan (Flores , 2020)	Redes de datos e Internet de las cosas
7. Análisis de los sistemas de puesta a tierra de las Subestaciones Eléctricas Portoviejo 1°, Manta 3° y Montecristi 1° de 69/13.8 kV pertenecientes a la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocio Manabí para establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo. (Saltos 2020)	Métodos y equipo para el establecimiento de planes de mantenimiento preventivo o correctivo a subestaciones de redes.
8. Factores que Determinan al GAD de Portoviejo como un Modelo de Ciudad Inteligente (Palma, 2019)	Ciudades Inteligentes y sus factores característicos
9. Diseño, calculo e implementación, de acometida y tableros de distribución para el bloque 2 de la facultad de ciencias administrativas y económicas de la Universidad Técnica de Manabí, fase 1 (Cedeño y Zamora , 2017)	Cálculo e implementación de acometida eléctricas y tableros de distribución
10. Análisis de los parámetros eléctricos de la red subterránea de distribución a 13.8kva., lo que permitirá encontrar puntos críticos del alimentador 12 de Noviembre del Cantón Ambato, año 2015 (Valle, 2016)	Análisis de fallas de redes de distribución eléctrica soterradas
11. Smart city: Diagnostico de la ciudad de Guayaquil (Ecuador) (Salavarría, 2018)	Las Smart cities Indicadores de calidad
12. Diseño e implementación de un sistema autosustentable como aplicación de Smart Cities para información automatizada de variables meteorológicas. (Cuichan y Saravia, 2020)	Ciudad inteligente Variables meteorológicas Autosusentabilidad
13. Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil (Rivera, 2019)	Telemetría Smart cities Sostenibilidad energética

Considerando la información plasmada en la tabla anterior, se puede establecer una gran fuente de información bibliográfica que considera las variables estudio. Con respecto a la variable red de distribución los trabajos de Quezada (2020), Peñaherrera (2017), Saltos (2020), Cedeño y Zamora (2017) y Valle (2016), arrojaron información clave referida a como estudiar líneas soterradas y su descripción de métodos de diagnóstico y diseño de redes, evaluación de redes mediante simuladores, condiciones reales de las líneas de distribución en la zona de estudio y las fallas recurrentes en las redes soterradas. Toda esta información fue tomada en cuanto al momento de establecer los planes de acción para el diseño de la red.

Por otra parte, los trabajos de: Ramos (2020), Moreira (2018), Calderon (2016), Flores (2020), Palma (2019), Salavarría (2018), Cuichan y Saravia (2020) y Rivera (2019), arrojaron datos

interesantes sobre la variable servicio urbotico, específicamente para el diagnostico, métodos estadísticos, modelos de diseños, datos técnicos y normas. Aunque los trabajos reflejan acciones para aplicaciones de ciudades inteligentes, estas son muy específicas y básicas porque se inscriben en pequeños contextos de actuación. Esto sienta las bases para la aplicación en un ambiente más amplio, de manera que sienta las bases para futuros estudios que amplíen y hagan más eficaz las consideraciones sobre este enfoque urbano.

Caracterización del sistema de distribución de electricidad y de servicio urbotico en el área de estudio, mediante entrevistas y observaciones

Para esta fase investigativa se hace necesario establecer a la luz de las encuestas hechas, los datos aportados por los encuestados sobre las variables de estudio que serán después cotejadas por los planteamientos teóricos hechos en las bases teóricas relacionadas con las variables.

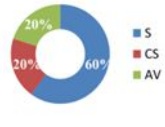
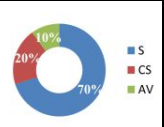
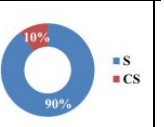
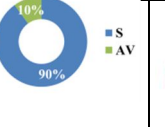
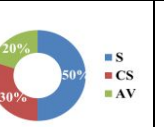
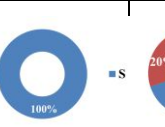
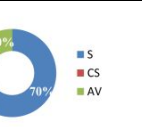
En la tabla 2 se muestran las interrogantes planteadas para el cuestionario

Tabla 2. Preguntas para la medición de variables relevantes en los servicios urboticos

<p>Ítem 1 ¿El servicio eléctrico en la zona es permanente, con un nivel mínimo de fallas?</p> <p>Ítem 2 ¿La calidad del servicio eléctrico es alta por la baja frecuencia de fallas y bajo tiempo de duración de las mismas?</p> <p>Ítem 3 ¿La red de distribución actual puede absorber mayores niveles de carga de forma eficiente y a bajo costo?</p> <p>Ítem 4 ¿La red de distribución actualmente opera con buenos índices de seguridad para operarios y usuarios de la zona?</p> <p>Ítem 5 ¿Los niveles de inversión que se aplican a la red son adecuados para garantizar la funcionalidad de la misma?</p> <p>Ítem 6 ¿La red actual presenta y genera un buen aspecto visual en la zona de instalación?</p> <p>Ítem 7 ¿La forma en que está instalada la red de distribución conlleva a que se hagan mantenimientos efectivos?</p> <p>Ítem 8 ¿Los trámites on line se hacen con regularidad en las instituciones de la administración pública?</p> <p>Ítem 9 ¿En las Instituciones públicas se emplea el servicio de wifi y tecnologías basadas en sensores para medir eficiencias laborales del personal?</p> <p>Ítem 10 ¿Las empresas comerciales emplean las TICs en sus procesos administrativos?</p> <p>Ítem 11 ¿Han surgido empresas innovadoras en el sector caracterizadas como nuevos emprendimientos?</p> <p>Ítem 12 ¿Los procesos educacionales de inscripción, permanencia y egresos se dan de forma efectiva mediante el empleo de nuevas tecnologías?</p> <p>Ítem 13 ¿Las edificaciones cuentan regularmente con servicio de internet?</p> <p>Ítem 14 ¿Las instituciones de seguridad y control delictivo operan de manera eficiente y permanente apoyándose en recursos tecnológicos?</p> <p>Ítem 15 ¿Las instituciones de salud pública y privada prestan un servicio de calidad a los ciudadanos mediante el empleo de recursos tecnológicos?</p> <p>Ítem 16 ¿El servicio de transporte atiende de forma efectiva a los ciudadanos brindando un servicio de calidad, a través de recursos informáticos?</p> <p>Ítem 17 ¿Se emplean recursos tecnológicos para el manejo y control de la movilidad?</p> <p>Ítem 18 ¿Los servicios de recolección de desechos y control del ambiente emplean técnicas informáticas?</p> <p>Ítem 19 ¿Se cumplen las condiciones de sostenibilidad urbana mediante el empleo de edificios inteligentes y mantenimiento controlado de áreas verdes?</p>

En la Tabla 3 se muestra los resultados obtenidos sobre la variable red de distribución eléctrica en el centro histórico de Portoviejo.

Tabla 3. Resultados de la encuesta de la variable red de distribución

Confiabilidad	Continuidad	Flexibilidad	Seguridad	Economía	Estética	Mantenimiento
						
100% siempre y casi siempre el sistema es Confiable	100% siempre y casi siempre es continuo	100% siempre y casi siempre es flexible	80% siempre y casi siempre es seguro.	80% siempre y casi siempre es económico	100% siempre es estético	siempre y casi siempre mantenible
Flujo Energético				Diseño de Red		
Se establece que nivel de flujo energético que se distribuye es de calidad y eficiente, debido a que el suministro es permanente con un nivel mínimo de fallas, bajo tiempo de interrupción, mayor nivel de absorción de cargas y buen índice de seguridad.				Se concluye que el diseño de red reúne buena capacidad de adecuación a los parámetros de operatividad y a las variaciones que surjan en el ambiente para adaptarse las exigencias de energía y al cambio de tecnologías, ya que los niveles de inversión son adecuados, presenta un buen aspecto visual y permite mantenimientos efectivos		

- **Caracterización de la variable: Red de Distribución eléctrica smart cities**

Tomando en cuenta la caracterización de las dimensiones flujo energético y diseño de red se puede establecer que la red de distribución eléctrica presenta las potencialidades para establecer un enfoque smart cities, ya que el flujo energético tiene una buena caracterización paramétrica funcional considerando que la misma es continua, confiable, flexible y segura. Por otra parte el diseño de red es adecuado ya que puede albergar los parámetros que demanda el enfoque smart cities por su economía, estética y facilidad de mantenimiento. Esta variable condiciona la factibilidad de incorporar una red exprés solo para disponer sobre él, la instalación de unos postes inteligentes que contiene todo los elementos para caracterizar el servicio urbotico.

Seguidamente en la tabla 4 se muestra los resultados de la encuestas sobre la variable servicio urbotico aplicado a trabajadores municipales y personas que hacen vida en el Centro Histórico.

Tabla 4. Resultados de la encuesta de la variable servicio urbotico

1 Servicio en línea *85% siempre y casi siempre se tiene servicio en línea	3 Conexión *65% casi siempre y siempre presenta conexión	5 Educacion *75% casi siempre y siempre valora la educación	7 Seguridad *70% casi siempre y siempre se tiene seguridad	9 Transporte Efic *90% nunca y casi nunca el transporte es eficiente	11 Gestión *90% nunca y casi nunca presenta una gestión informatica eficiente en el manejo de desechos
2. Infraestructura física *70% algunas veces y casi nunca usan la infraestructura	4 Oportunidad *90% casi nunca y algunas veces se aprovecha la oportunidad de emprender	6 Integracion *75% siempre y casi siempre manejan los principios de integración	8 Salud *70% casi siempre y siempre hay salud publica	10 Infraestructura técnica *90% nunca y casi nunca es adecuada la infraestructura tecnológica para la movilidad.	12 Sostenibilidad *90% nunca y casi nunca es sostenible en el ámbito urbano.
Gobierno	Economía	Sociedad	Calidad de vida	Movilidad	Ambiente
No se aprovecha los recursos tecnológicos eficientemente en la administración porque aunque los tramites son hechoso vía online, no se registra las actuaciones sobre el rendimiento laboral de quienes efectúan el proceso.	El desarrollo económico no es pleno ya que no se aprovecha las ventajas de la administración basadas en las Tics, como medio de estímulo a nuevos emprendimientos comerciales y de negocios.	Como sociedad no se visualiza como equitativa ya que la administración del ámbito educativo es efectiva, pero están limitados por los bajos índices de acceso al internet en las edificaciones por parte de sus ciudadanos	Se puede afirmar la presencia de una buena calidad de vida por el aprovechamiento de los recursos tecnológicos para la prevención de la inseguridad y la prestación de acciones para la prevención de la salud.	El control de la movilidad urbana no es efectivo porque los recursos informáticos y tecnológicos no se emplean para solucionar los problemas en esta área.	Se considera que las acciones para la preservación de los recursos naturales no toman en cuenta los factores tecnológicos para una gestión sostenible.

- **Variable: Servicio Urbótico**

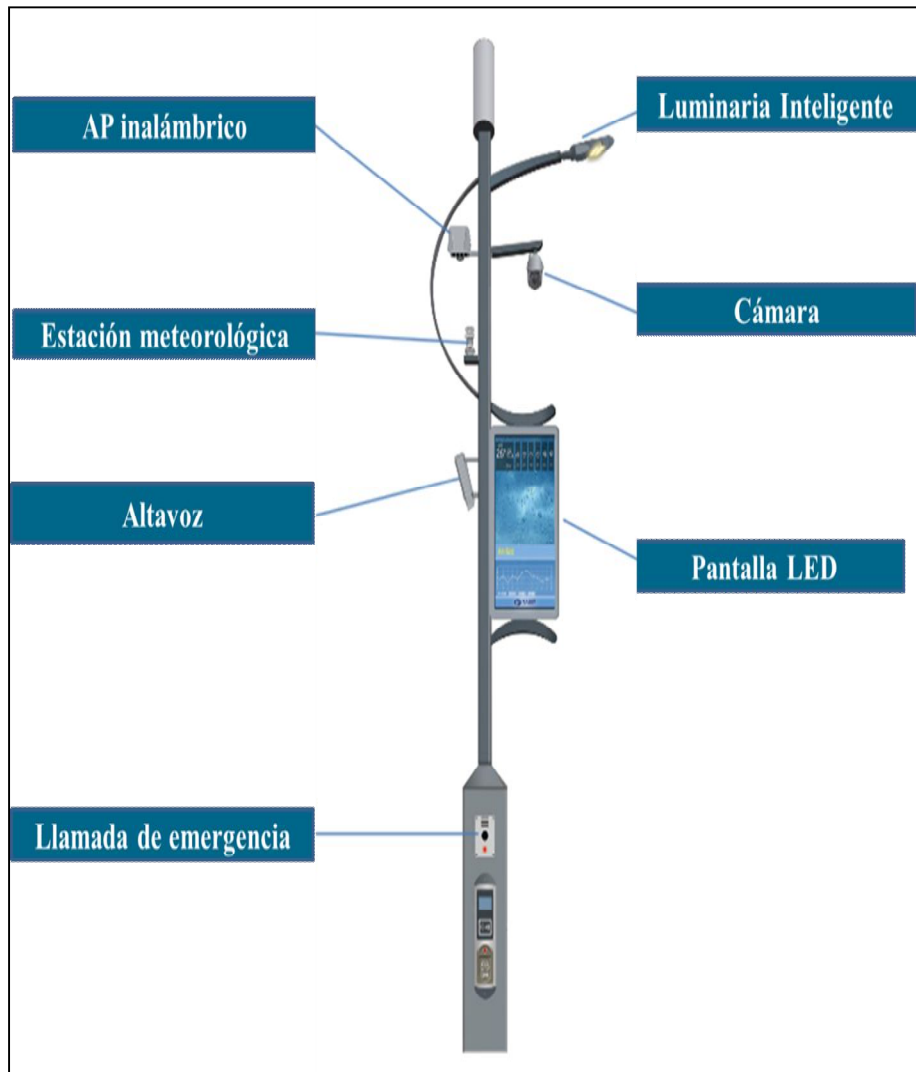
Cabe señalar que tomando en consideración las dimensiones, deben mejorarse muchos aspectos para cambiar las percepciones que tienen los ciudadanos (Rodríguez Borges, Perez Rodriguez,, Lituma y Perez , 2020); en ese sentido a nivel gubernamental se deben aplicar políticas para el fomento de las tecnologías en los servicios que prestan los trabajadores de esta área; esto favorecería la aparición de nuevas empresas y negocios que tomen en cuenta en uso de las tecnologías para optimizar la calidad de los servicios. Como sociedad se puede aprovechar el uso de las Tics como herramienta de formación educativa (Pérez Rodríguez, Rodríguez-Borges, Pérez y Bowen, 2020), pero se deben aplicar para que un mayor sector de la población tenga acceso al servicio de internet (Rodríguez-Borges et al., 2021). Los ámbitos de movilidad y ambiente son mal percibidos por los ciudadanos, por lo que se crea la oportunidad de mejora si las acciones del servicio urbótico se enfoque al empleo de semáforos inteligentes y control de emisiones, para beneficios colectivos en la ciudad.

Establecimiento de los elementos vinculados al enfoque de smart cities, según las normas que la rige para las redes de distribución

Como parte de estos desarrollos, es que en la presente investigación se busca diseñar un nuevo subsistema a la red de distribución eléctrica que garantice la adaptabilidad de los equipos tecnológicos para alcanzar una categorización del centro histórico de Portoviejo, como una zona inteligente. En este sentido uno de los elementos claves para ser desarrollado es la incorporación de postes inteligentes de última generación, figura 2, que permitirán a la infraestructura proyectada, interactuar simultáneamente con varios sistemas a través de desarrollos de software, cuya plataforma de manejo y procesamiento es adecuado para ser operado eficientemente por personas adscritas al municipio.

A continuación se detalla en la figura 1, la conformación del poste con los kits de servicio urbótico proyectado, cuyo fabricante es Fonda Technology.

Figura 1. Poste inteligente fabricante Fonda Technology



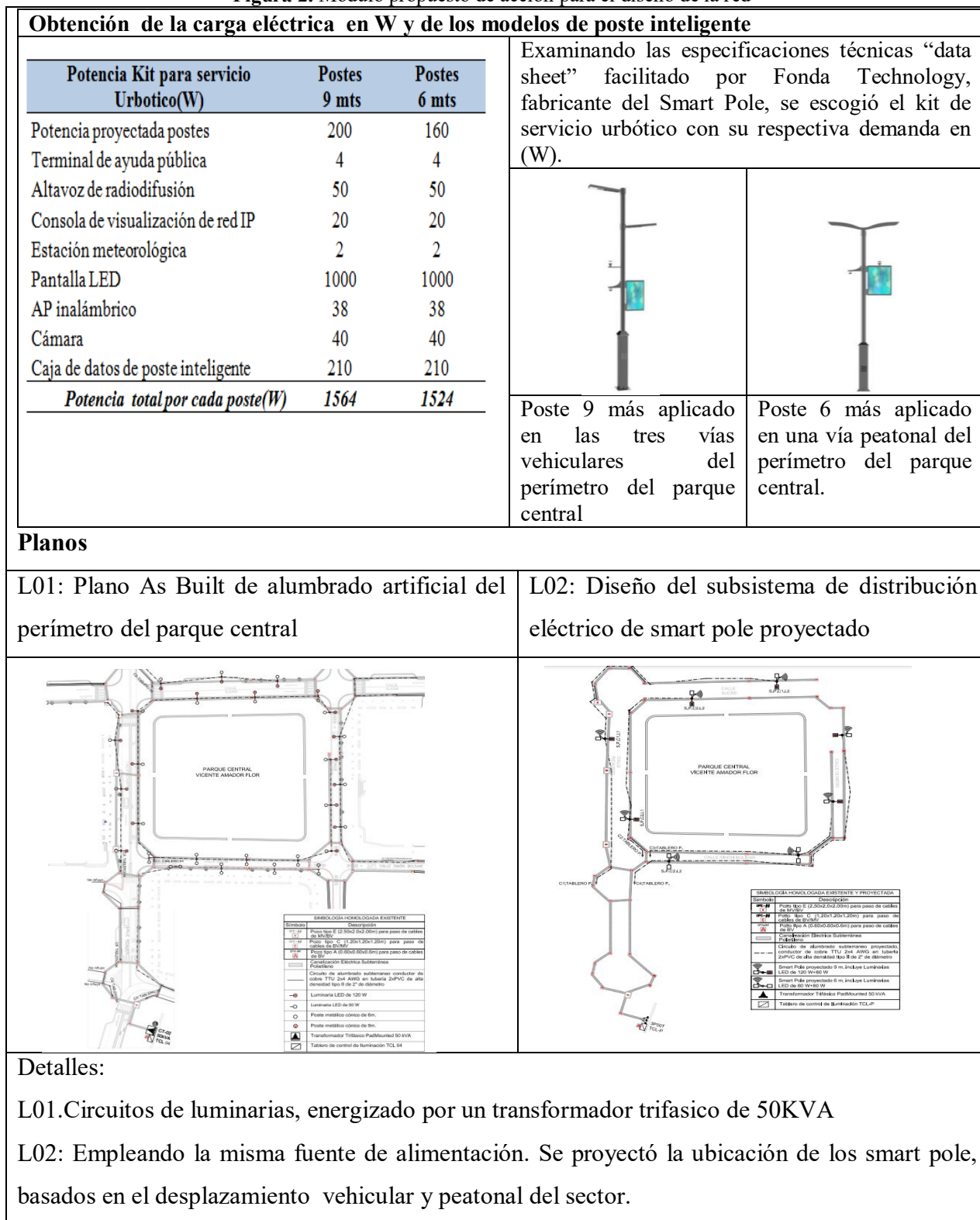
Fuente: Fonda Technology

(2021)

Modelamiento del diseño de transformación del subsistema de distribución eléctrica, basado en el concepto smart cities, mediante un plan estratégico de adecuaciones.

A continuación se presenta el desarrollo propuesto de los Módulos de acción para el diseño de la red, estableciendo la secuencia básica, a partir de datos y consideraciones, hasta obtener resultados, tal como se muestra en la figura 2

Figura 2. Modulo propuesto de acción para el diseño de la red



Seguidamente en la figura 3 se muestra la Evaluación de carga y calidad de energía eléctrica del sistema de alumbrado público del parque central “Vicente Amador Flor” y sectores lindantes.

Figura 3. Evaluación de carga y calidad de energía eléctrica del sistema de alumbrado público del parque central “Vicente Amador Flor” y sectores lindantes.

Evaluación de carga y calidad de energía eléctrica del sistema de alumbrado público del parque central “Vicente Amador Flor” y sectores lindantes.	
<p>Con el objeto de evaluar las magnitudes del sistema de alumbrado público del parque central “Vicente Amador Flor” y sectores lindantes; se instaló el analizador de redes obteniendo los perfiles de carga y de calidad eléctrica en el punto de medición. El estudio de estos parámetros permite generar dos alcances: (a) determinar el estado del sistema eléctrico existente y, (b) dimensionar su proyección futura en función de su comportamiento dinámico actual.</p>	
<p>Características de la fuente de alimentación del sistema de alumbrado público del parque central “Vicente Amador Flor” y sectores lindantes: Alimentador trifásico #2 Celda de derivación y protección Salida de carga 1; conductor de Cu. XLPE 15kV: 3X2/0+2/0 AWG Transformador trifásico: 50 kVA Grupo de conexión: Dy5 Nivel de voltaje: 13800V/ 220V Tipo Pad-Mounted-Malla Ubicado: Coordenadas UTM, Zona= 17; x= 561128.95; y=9882985.52</p>	<p>Demanda eléctrica * El transformador, atenderá exclusivamente la carga eléctrica de alumbrado público *El alumbrado artificial, cuenta con dos tipos de escenarios: 1. Calles para desplazamiento vehicular. – Luminarias LED de (120 W + 90 W), instaladas por poste de 9 m, doble brazo dispuesto a diferentes alturas. 2. Calles para desplazamiento peatonal. – Luminarias LED de (90 W + 90 W), instaladas por poste de 6 m, doble brazo dispuesto a la misma altura.</p>

Resultados de evaluación de carga y calidad de energía eléctrica

En función de los registros obtenidos y basados en Resolución Nro. ARCONEL-053/18, REGULACIÓN No. ARCONEL 005/18, se concluyen los siguientes puntos:

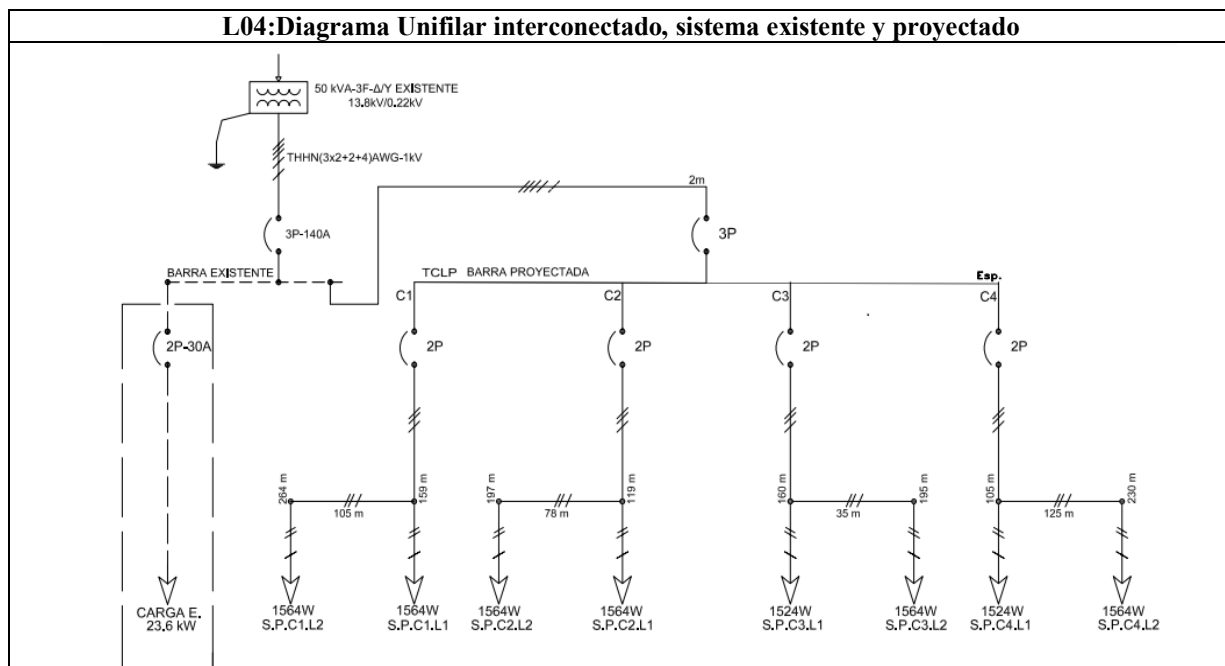
- La distribuidora cumple con la entrega óptima de calidad de voltaje y frecuencia en el punto de medición demostrado que el 95% de las variaciones de estos dos parámetros, en el período de evaluación de 7 días continuos, registrados en intervalos de 10 minutos, está por debajo del rango admisible.
- El sistema de alumbrado existente; desde el punto de medición, su evaluación de calidad es óptima. El 95% de todos sus parámetros, en el período de evaluación de 7 días continuos, registrados en intervalos de 10 minutos, está por debajo del rango admisible.

Registros de demandas activas y aparentes.

- El analizador de redes registró una demanda máxima de potencia aparente de 23.866 KVA-3F, representando el 47,732% de la potencia instalada del transformador de 50 KVA-3F.
- El transformador dispone de potencia instalada, lo que me permite proyectar el subsistema de distribución requerida por los smart pole
- Se determinó que el sistema de alumbrado público del parque central, se encuentra libre de perturbaciones electromagnéticas y cuenta con la infraestructura redundante de ducterías y barras de derivación en bajo voltaje.

A continuación en la figura 4, se presenta la estructura de diagrama unifilar actual y el propuesto, analizando los elementos relevantes para la propuesta

Figura 4. Diagrama Unifilar interconectado, sistema existente y proyectado



En L04: Se propone un diagrama unifilar, considerando la factibilidad del sistema existente.

- Diagrama unifilar de interconexión entre el sistema existente y el proyectado.
- Del juego de barras del tablero de control existente TCL, se proyecta un nuevo tablero con su respectivo juego de barras, contiguo a este (2m), para alimentar al subsistema proyectado.

A continuación en la Tabla 5, se presenta el desarrollo modelado del sistema, el cual se basa en el diseño representado por su diagrama unifilar con los respectivos parámetros de campo y de carga eléctrica. Para la simulación se utilizó el software de CYME 9.0 que es el estándar homologado en las distribuidoras de electricidad del Ecuador

Tabla 5. Estudio de flujos de cargas y caída de voltaje

Simulación del sistema	Objetivos específicos de la simulación
<p>Condiciones iniciales</p> <p>*Se aprovechó la infraestructura eléctrica de alumbrado convencional existente</p> <p>*Se diseñará un circuito exprés para energizar los smart poles proyectados</p> <p>*La máxima potencia demandada es de apenas 23.8 KVA</p> <p>*Se mantendrá la misma fuente de alimentación, correspondiente a un transformador trifásico de 50KVA</p> <p>* Se considera la factibilidad del sistema existente según el diagnóstico hecho del análisis de carga</p> <p>* Se diseñó el subsistema eléctrico conformado por 4 circuitos y, cada uno de ellos alimentan a dos smart pole, distribuidos en forma equidistante en el perímetro del parque.</p> <p>* La selección de ubicación de los postes inteligentes, obedece a un criterio práctico de desplazamiento peatonal y vehicular del sector</p>	<p>*Realizar el estudio de flujos de cargas en el subsistema proyectado, constituido por barras y conductores a 220V-2F, desde el transformador trifásico de 50 kVA, ubicado en las coordenadas UTM X=561128; Y=9882985, en el perímetro del parque central de la zona regenerada del centro histórico de Portoviejo.</p> <p>*Realizar el estudio de coordinación de protecciones y sobre corriente considerando la implementación de flujos de potencia y su comportamiento bajo fallas del subsistema proyectado.</p> <p>* Conclusiones y recomendaciones en función de los resultados obtenidos.</p>

Como siguiente paso, se presenta la figura 6 donde se obtiene el calibre óptimo de conductor que requiere el sistema

Figura 5. Caracterización por Tramo

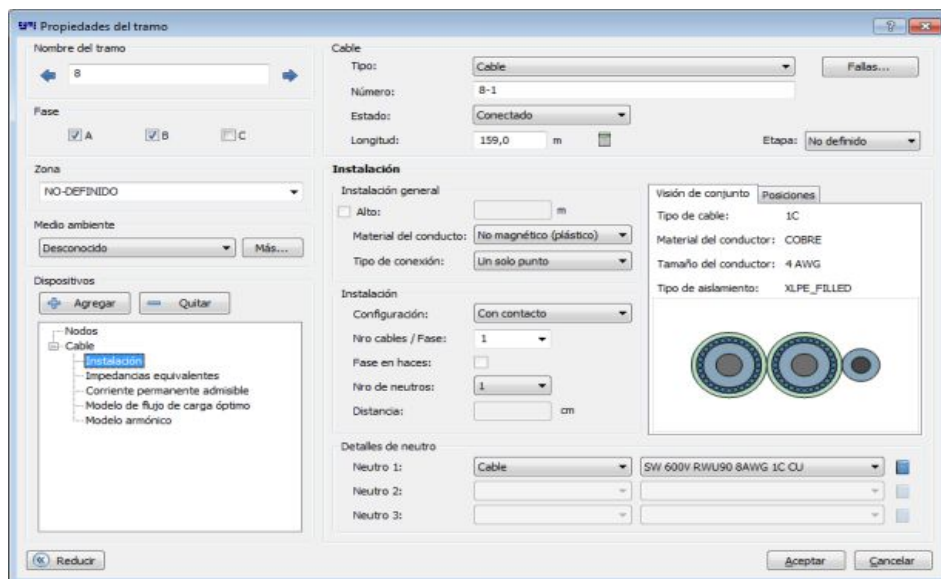
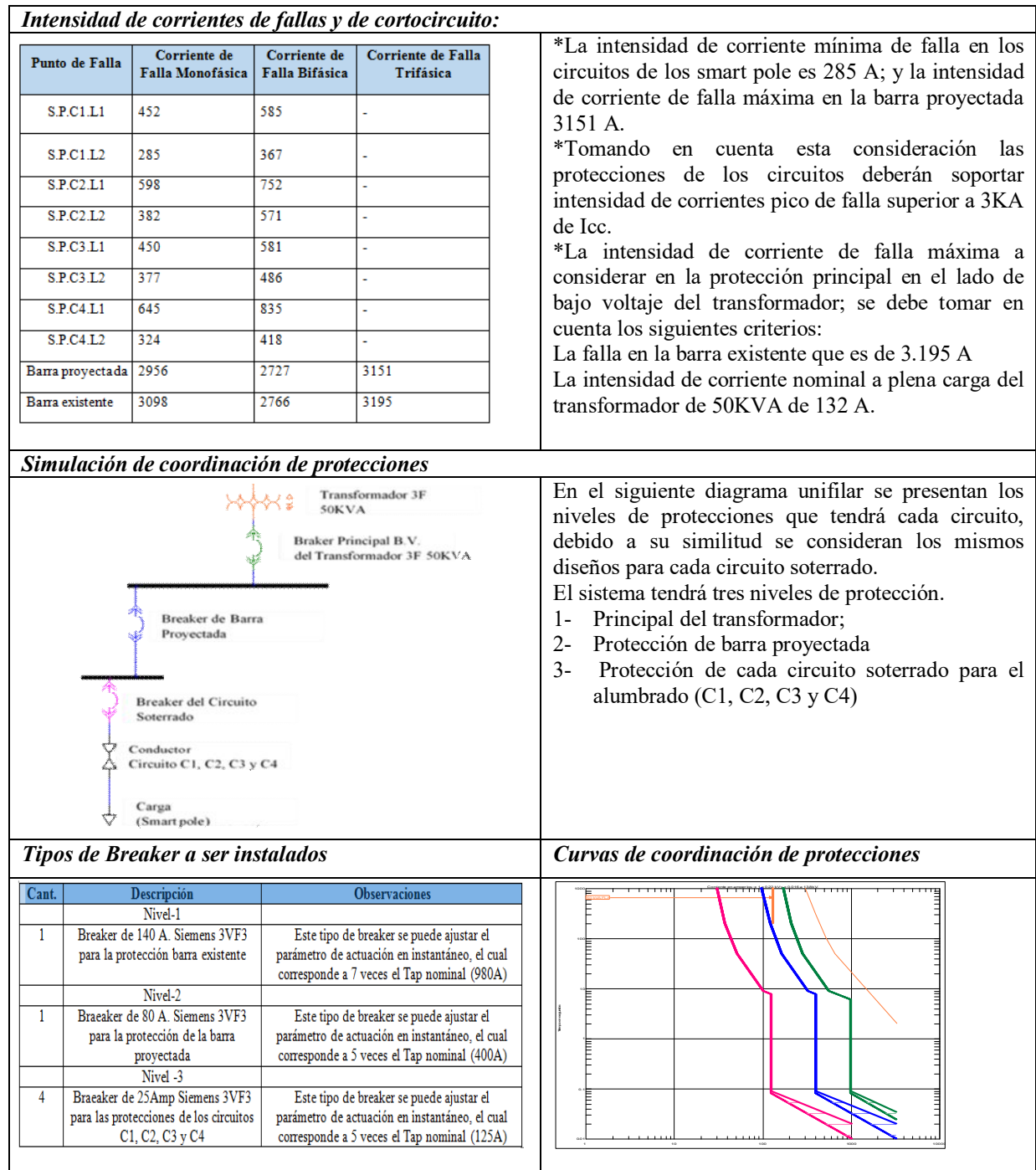


Tabla 6. Resultados de tipo y calibre de conductor aplicado al subsistema proyectado

<i>Sección del circuito</i>	<i>Calibre</i>
De barra existente a proyectada	Tipo: Superflex; Calibre: (#2-F+#4-N/T) AWG-1kV-Cu
De barra proyectada a base de smart pole	Tipo: XLPE; Calibre: (#4-F/T) AWG-1kV-Cu
De base smart pole y recorrido interior de este	Tipo: THHN; Calibre: (#10-F+#12-T) AWG-0.6kV-Cu

Obtención de las protecciones eléctricas por cada circuito y de la fuente de alimentación

Figura 6. Estudio de coordinación de protecciones y sobre corriente



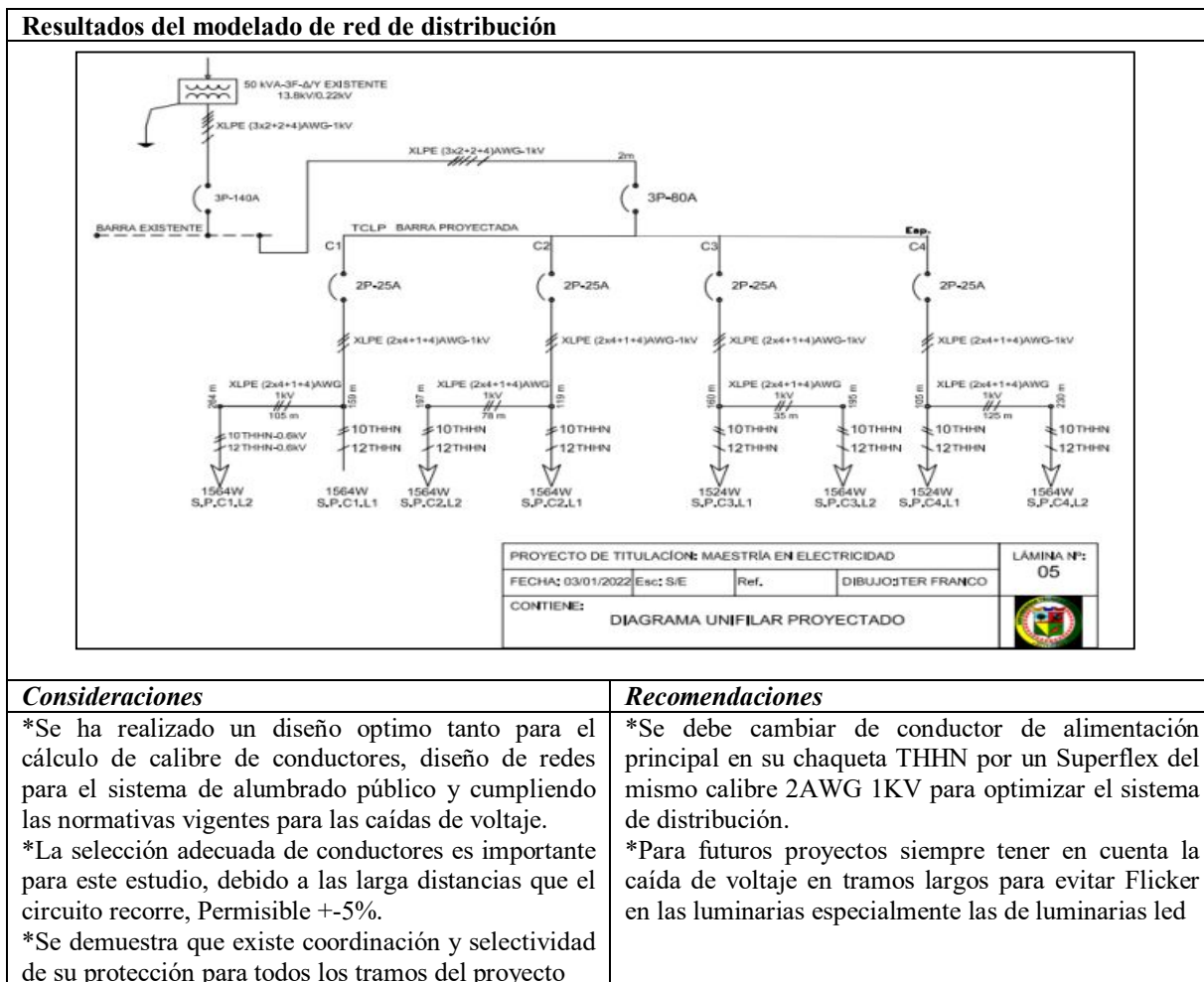
Los equipos coordinan perfectamente en los tres niveles de protecciones, ordenados de la siguiente manera:

- Morado Tercer nivel: Circuitos de los smart pole C1, C2, C3 y C4
- Azul Segundo Nivel: Protección a barra proyectada
- Verde Primer Nivel: Protección Principal en la barra existente que corresponde a la alimentación principal del transformador 50KVA.
- Las líneas Naranjas representan la Cargabilidad Nominal del transformador (135 A) y la curva de daño térmico; cómo se puede apreciar.
- La protección del transformador (curva Verde) está por encima de la capacidad nominal del transformador y por debajo de la curva de daño.

Por lo tanto, se concluye que este sistema de protecciones cumple con la función de proteger los circuitos y en caso de fallas del subsistema proyectado

Se concluye el proceso mediante la caracterización mostrada en la figura 8

Figura 7. Resultados inscritos en el unifilar del sistema proyectado



Conclusiones

El diseño de un nuevo subsistema de red de distribución eléctrica estuvo basado en la incorporación de postes inteligentes de última generación, con un variado set de kits para garantizar el servicio urbano a los ciudadanos como un referente piloto para su posterior expansión. La red fue diseñada aplicando criterios y normas técnicas, partiendo de un análisis de potencia y calidad de la energía eléctrica, que dio como resultado, buenos niveles de operatividad.

Seguidamente se presentó un modelado de red aplicando el software CYME 9.0, que devino en la obtención de un diagrama unifilar con todas las caracterizaciones de la nueva red. A nivel de movilidad y ambiente los postes inteligentes tendrán una buena capacidad para monitorear los parámetros correlacionados que están en función de la caracterización del área de estudio no así para el resto de las áreas, dejando claro que se pueden instalar kits respectivos tales como semaforización, emisiones contaminantes, manejo de desechos y electro linieras para vehículos, que no están constituidos en el Centro Histórico, pues su enfoque está orientado a lo peatonal.

Adicionalmente; es necesario destacar que la acertada aplicación de las soluciones smart está basada en un concepto holístico y sostenible de parte de los planificadores de la ciudad.

Se espera que esta investigación sirva de referencia para el apoyo de la municipalidad en las acciones futuras para que Portoviejo sea considerada como una ciudad Inteligente.

Referencias

1. Arias, J. (2020). *Proyecto de Tesis. Guia para la elaboracion* . Arequipa. Peru: Jose Luis Arias.
http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf
2. Calderon , A. (2016). *Analisis de Estandares Usados en la Urbotica, Para Propuesta de Diseño de una Ciudad Inteligente* . Quito: Pontificia Universidad Catolica de Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11277>
3. Cedeño, D., & Zamora , A. (2017). *Diseño, Cálculo e Implementación de Acometida y Tableros de Distribución para el Bloque dos de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica de Manabí. Fase I*. Manabi: Universidad Tecnica

- de Manabi. <https://docplayer.es/95629838-Universidad-tecnica-de-manabi-facultad-de-ciencias-matematicas-fisicas-y-quimicas-carrera-de-ingenieria-electrica.html>
4. Cohem, B., & Obediente, E. (2014). *Estudio: Ranking de Ciudades Inteligentes en Chile*. Santiago de Chile: Fundacion Pais Digital y Universidad del Desarrollo. <https://dg6223fhe15c2.cloudfront.net/PD/wp-content/uploads/2014/06/Ranking-Ciudades-Inteligentes-en-Chile.pdf>
 5. Cuichan, D., & Saravia, B. (2020). *Diseño e implementación de un sistema autosustentable como aplicación de Smart Cities para información automatizada de variables meteorológicas*. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/21664>
 6. Flores , E. (2020). *Contenedores de Basura Inteligentes empleando la Red LoRaWAN*. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/22143>
 7. Hernandez, R. (2017). *Metodología de la investigación: Ruta cuantitativa, cualitativa y mixta* . Mexico: McGrawHill.
 8. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
 9. Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
 10. Moncayo, J. (2017). *Caracterización de las redes eléctricas para su empleo en las redes energeticas inteligentes*. Guayaquil: Universidad Catolica Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8351>
 11. Moreira , E. (2018). *Diseño de un modelo de infraestructura de telecomunicaciones en Smartcity orientado a la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32569>
 12. Neill, D., & Cortez, L. (2017). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Machala Ecuador: UTMACH. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf?fbclid=IwAR0IDJcRgTOIoCgI36WsbKeaFw9QJm3qpgG80uXJ0prjLIQ_Nd1-Ma_GJr0
 13. Loor-Castillo, G. A., Castro-Fernández, M., & Pérez-Rodríguez, J. A. (2021). *Modelación y Simulación de la Microrred Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí*. Dominio

- de las Ciencias, 7(3), 209-229.
<https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1990/0>
14. Palma, M. (2019). *Factores que Determinan al GAD de Portoviejo como un Modelo de Ciudad Inteligente*. Guayaquil: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. <http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/bitstream/handle/123456789/252/FACTORES-QUE-DETERMINAN-AL-GAD-DE-PORTOVIEJO-COMO-UN-MODELO-DE-CIUDAD-INTELIGENTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Peñaherrera, J. (2017). *Diseño óptimo de una red eléctrica inteligente con criterios de eficiencia energética en la demandada, a partir de la infraestructura eléctrica existente en el sector del parque bicentenario en el área de servicio de la empresa eléctrica Quito S.A.* Quito: Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17427>
16. Quezada, C. (2020). *Análisis descriptivo del soterramiento de las redes de distribución de electricidad en la regeneración urbana del Céntrico Histórico de la Ciudad de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22974>
17. Pérez-Rodríguez, J. A., Díaz-Briceño, L. R., Llosas-Albuerno, Y. E., Rodríguez-Borges, C. G., & Cuenca-Álava, L. A. (2021). *Aspectos Prácticos del Control PID en Procesos Industriales*. Dominio de las Ciencias, 7(3), 98-120.
HYPERLINK "<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1984>"
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1984>
18. Pérez Rodríguez, J. A., Rodríguez Borges, C. G., Pérez, A. V., & Bowen, C. A. (2020). Emulation of System as Strategy for Teaching of Mechanical System. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(2). <https://www.psychosocial.com/article/PR200368/9917/>
19. Ramos, M. (2020). *Propuesta de modelo de un parque inteligente para la optimización de los servicios de áreas recreativas. Caso Urbanización Santa Margarita Distrito Veintiséis de Octubre - Piura*. Piura: Universidad Nacional de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2335>
20. Rodríguez-Borges, C. G., Pérez-Rodríguez, J. A., Bracho-Rodríguez, A. M., Cuenca-Álava, L. A., & Henríquez-Coronel, M. A. (2021). Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales. Dominio

de las Ciencias, 7(3), 82-97.

<https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1983>

21. Rodríguez Borges, C. G., Pérez Rodríguez, J. A., Lituma Ramírez, E. D., & Pérez Baltar, A. B. (2020). Software Development for Transformer Model Supporting Significant Learning Electrical Machines. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(2). <https://www.psychosocial.com/article/PR200373/9933/>
22. Rivera, R. (2019). *Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14023>
23. Salavarría, O. (2018). *Smart city: Diagnostico de la ciudad de Guayaquil (Ecuador)*. Guayaquil: Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/98485/Smart%20City.%20Diagnostico%20de%20la%20ciudad%20de%20Guayaquil%20%28Ecuador%29.pdf?sequence=1>
24. Saltos, J. (2020). *Análisis de los sistemas de puesta a tierra de las Subestaciones Eléctricas Portoviejo 1°, Manta 3° y Montecristi 1° de 69/13.8 kV pertenecientes a la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocio Manabí para establecer un plan de mantenimiento p.* Portoviejo: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/23110>
25. Valle, J. (2016). *Análisis de los parámetros eléctricos de la red subterránea de distribución a 13.8kva., lo que permitirá encontrar puntos críticos del alimentador 12 de Noviembre del Cantón Ambato, año 2015*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2154/1/T-UTC-3791.pdf>
26. Vélez, M. F. A., & Rodríguez-Borges, C. G. (2021). La gestión ambiental una propuesta de planificación en cooperativas de ahorro y crédito. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 569-590.
 HYPERLINK "https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926849"
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926849> .