



Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica

Diseño técnico de un sistema soterrado de MV, BV y alumbrado público con telegestión e iluminación led dimerizable que permita el uso eficiente de la energía en el centro del cantón Saquisilí, concesión de ELEPCO S.A.

Ortiz Santiana, Kevin Alexander
Patiño Pérez, Erika Rossana

Ing. Freire Llerena, Washington Rodrigo

Latacunga, 01 de Diciembre 2021



Agenda

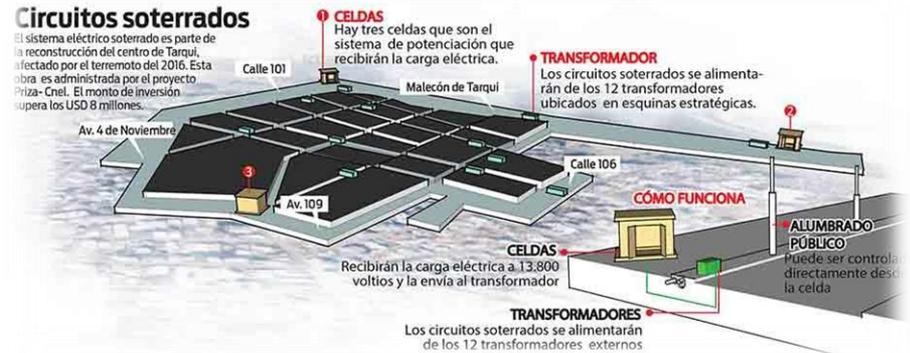
- Motivación
- Planteamiento del problema
- Justificación e Importancia
- Objetivos
- Hipótesis
- Fundamentación Teórica
- Diseño del sistema
- Análisis de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía



Motivación

El sistema eléctrico soterrado es una de las mejores opciones de mejoramiento estético en lugares urbanos, además de ser un factor clave en la disminución de pérdidas eléctricas, proporcionando servicio de calidad a la ciudadanía.

El alumbrado público inteligente se ha convertido en una de las mejores opciones de ahorro energético, además de ser un factor clave de desarrollo, haciendo del lugar un área segura y atractiva para los ciudadanos.



Planteamiento del problema

El sistema eléctrico del centro histórico del cantón Saquisilí data del año 1982, hasta la fecha ha cumplido con su vida útil, por lo que este no presenta un servicio de calidad.



Surge la necesidad de realizar un proyecto de investigación, que garantice el cumplimiento de todas las norma establecidas en la construcción de un diseño del sistema soterrado y alumbrado público con tecnología led y telegestión.

elepcosa

*Energía al
Servicio*



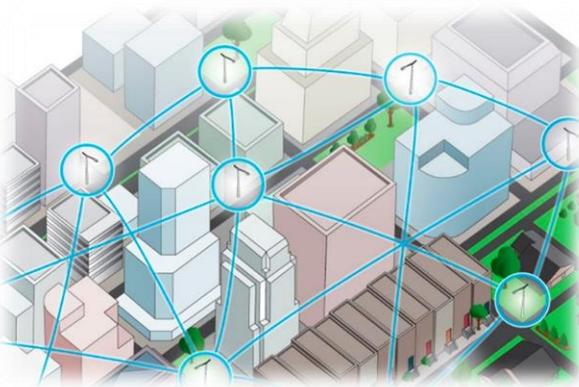
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Justificación e Importancia

El sistema de soterramiento es un sistema seguro que reduce la contaminación visual, pérdidas técnicas y está menos expuesto a posibles daños.

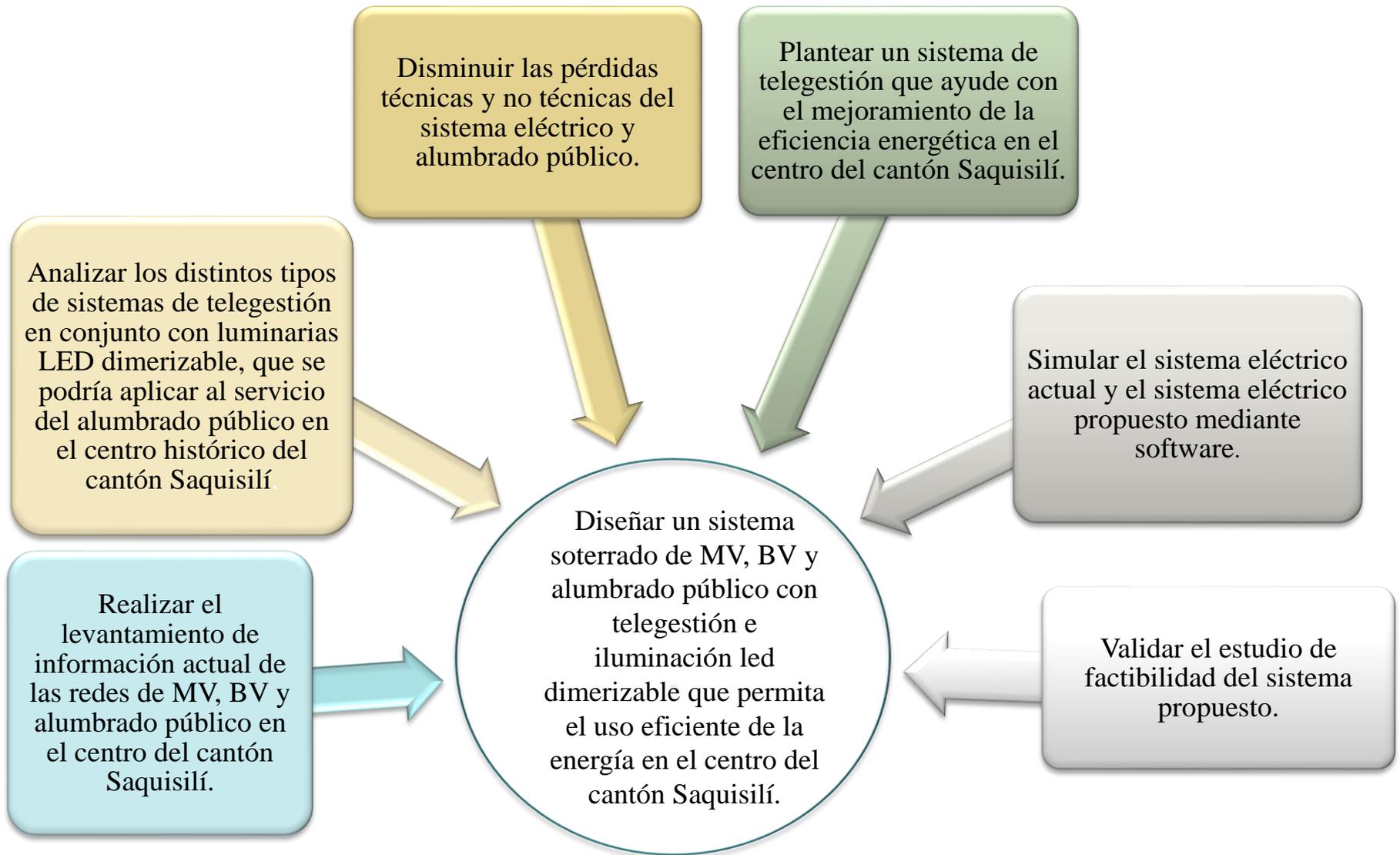


Aprovechar de mejor manera la energía eléctrica mediante el uso de nuevas tecnologías.



Luminarias led dimerizable con sistema de telegestión, para la detección de inconsistencias y mayor vida útil de las mismas.

Objetivos



Hipótesis



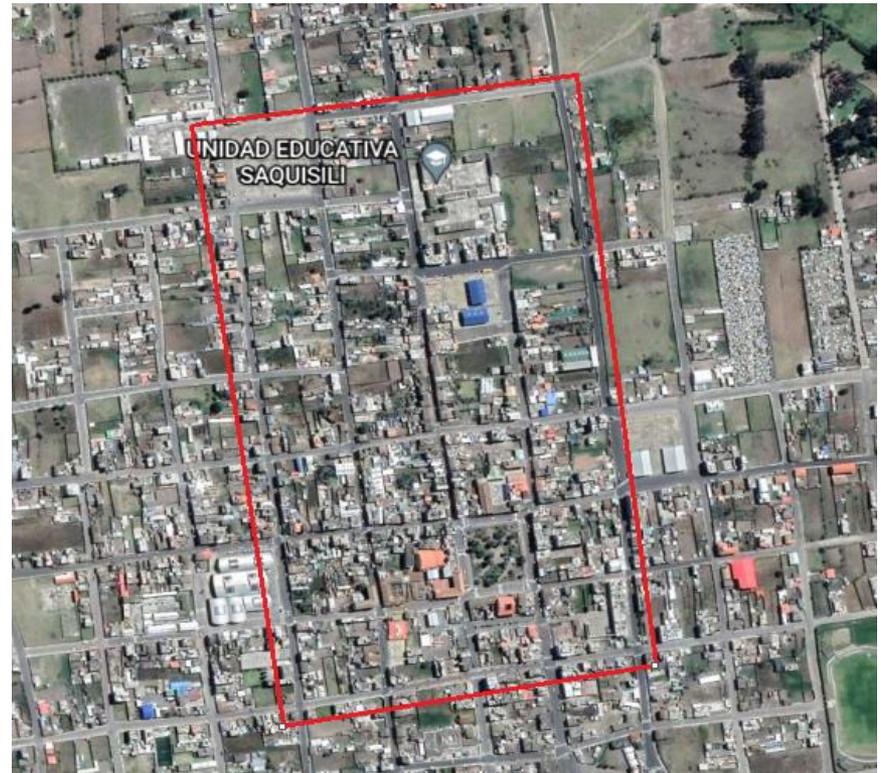
¿El diseño técnico de un sistema soterrado de MV, BV y alumbrado público con telegestión e iluminación led dimerizable permitirá el uso eficiente de la energía eléctrica en el centro del cantón Saquisilí?



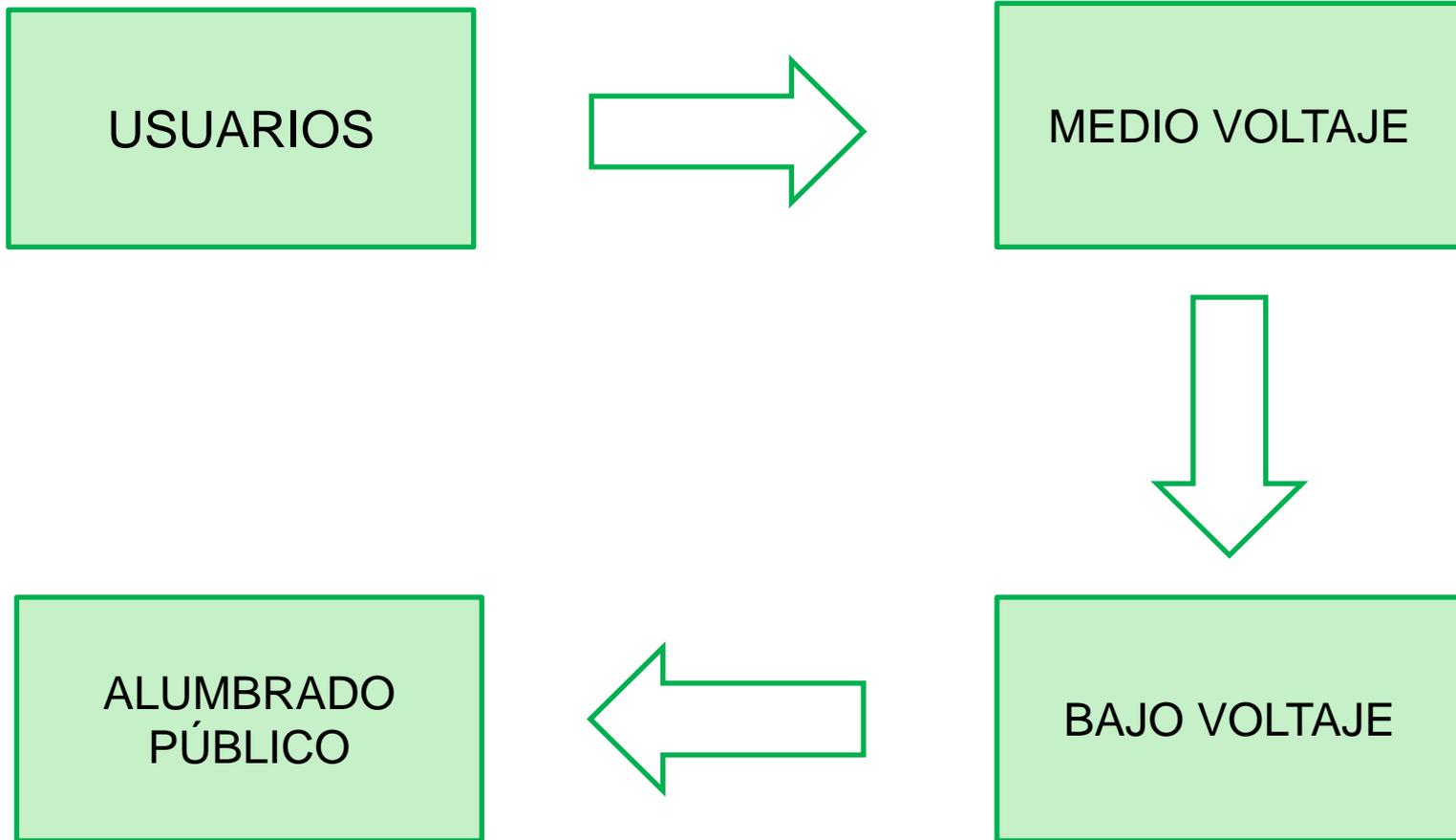
Fundamentación Teórica

Área de estudio

El cantón Saquisilí perteneciente a la provincia de Cotopaxi cuenta con una superficie de 208km^2 , de los cuales se ha considerado como área de estudio el centro histórico como se muestra en la figura, esta zona se encuentra delimitada al norte por la calle Manuel J. Calle, al Sur por la calle Pichincha, al este por la calle Abdón Calderón y al oeste por la calle Gonzales Suárez.

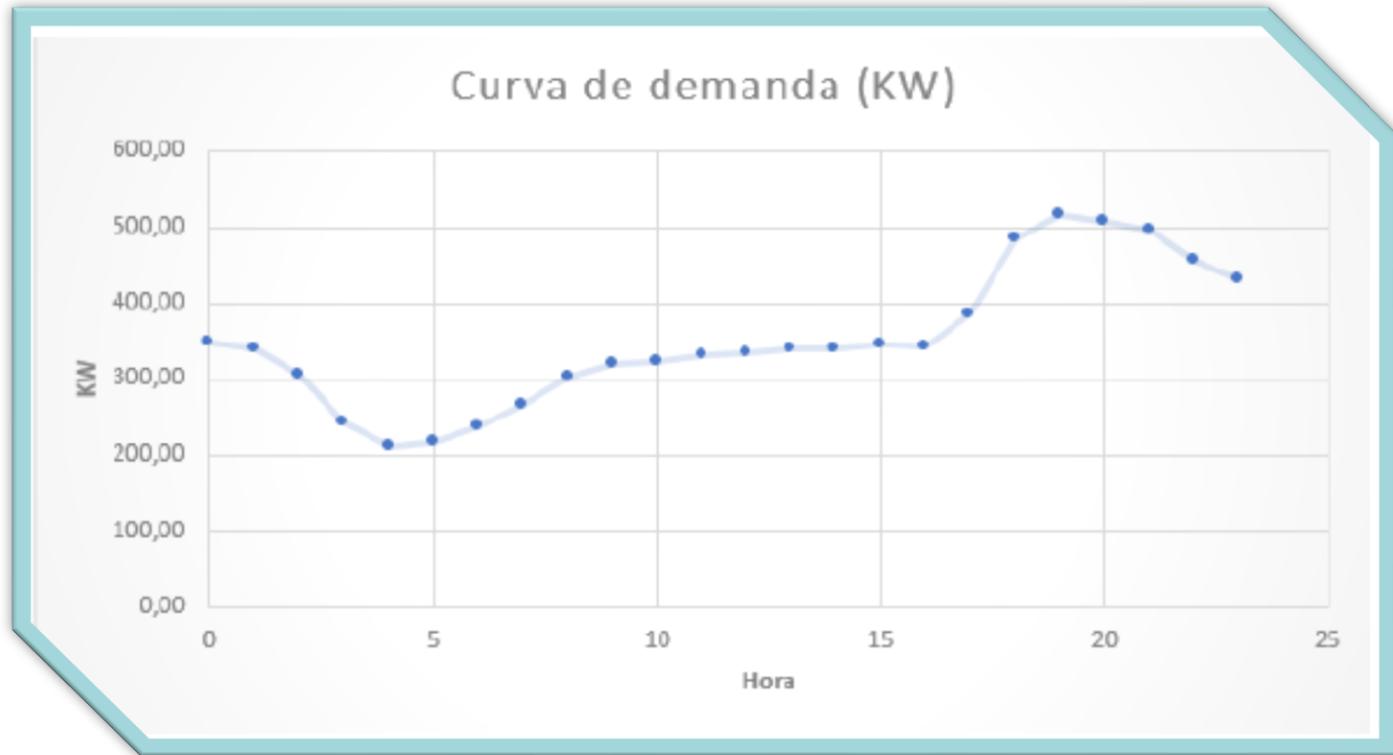


Levantamiento de información



Demanda actual

En la actualidad el alimentador que brinda suministro de energía eléctrica al centro del cantón Saquisilí es el 0604ML0T02 (Saquisilí – Guaytacama), presentando 516,1 KW como demanda máxima a las 19:00.



Proyección de la demanda

$$DMU_p = DMU * \left(1 + \frac{Ti}{100}\right)^t$$

Donde:

t: tiempo expresado en años.

Ti: Tasa de crecimiento.

DMU: Demanda máxima unitaria.

DMU_p: Demanda máxima unitaria proyectada.

Año	Dmáx (KW)
2017	626,19
2018	635,58
2019	645,12
2020	654,79
2021	664,61
2022	674,58
2023	684,69
2024	694,67
2025	705,39
2026	715,67
2027	726,71
2028	737,61
2029	748,68

Año	Dmáx (KW)
2030	759,91
2031	771,30
2032	782,87
2033	794,62
2034	806,54
2035	818,64
2036	830,91
2037	843,38
2038	856,03
2039	868,87
2040	881,90

Parámetros a considerar para el diagnóstico de la red



Perfil de voltaje en el punto más alejado del sistema



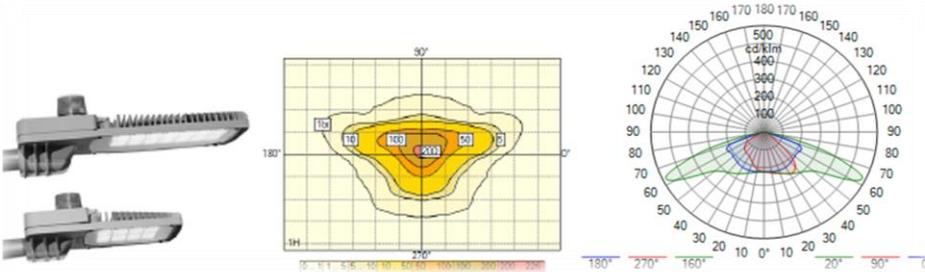
Pérdidas a demanda máxima



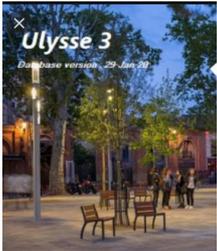
Comportamiento de los transformadores

Iluminación LED y telegestión

Lámpara LED AVENTO
5156



Arquitectura telegestión
Owlet Nightshift



Software Ulysse

Diseñado para
modelamiento de
iluminación, proporciona
gráficas y valores de
forma rápida.



Metodología

Sistema actual
de MV Y BV

Simulación del circuito actual mediante el
software Cymdist de CYME

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Simulación del circuito propuesto mediante el
software Cymdist de CYME

Sistema actual
de alumbrado
público

Simulación actual de las calles que se toman como
muestra en el software Ulysse

Alumbrado
público con
sistema LED

Simulación del sistema propuesto tomando como
referencia las calles del sistema actual

Sistema de
telegestión

Obtener el sistema de telegestión adecuando para el
área de estudio

Modelado del circuito de MV

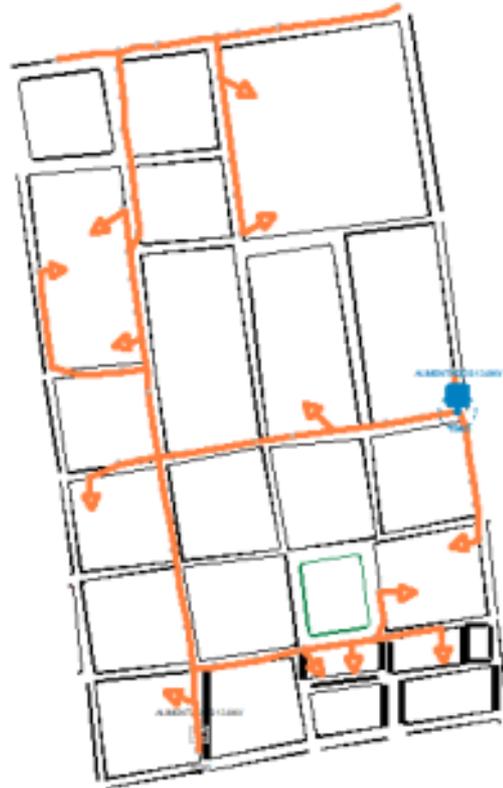
Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión



Conductor calibre
2AWG ACSR.

Modelado del circuito de BV

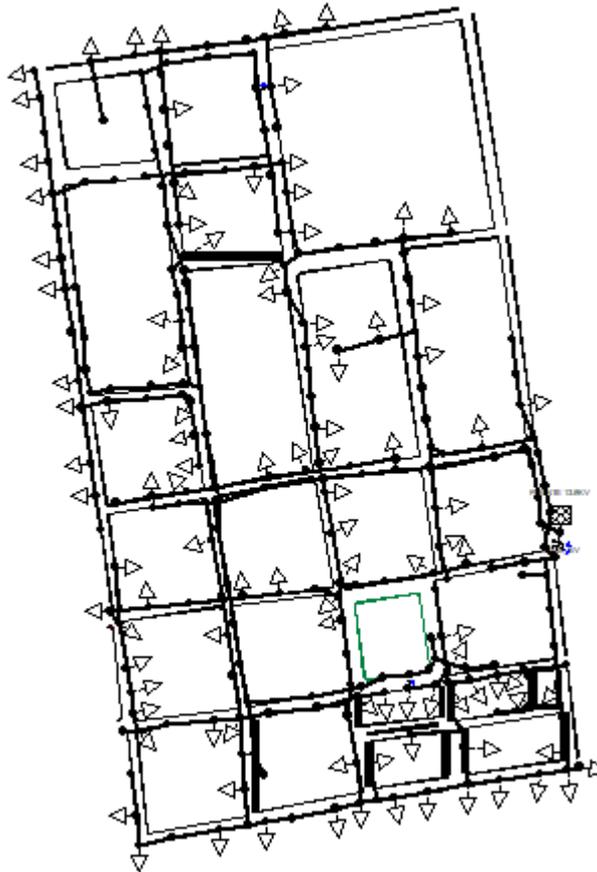
Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión



Conductor calibre
2/0AWG para las
fases y 1/0AWG para
el neutro.

Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

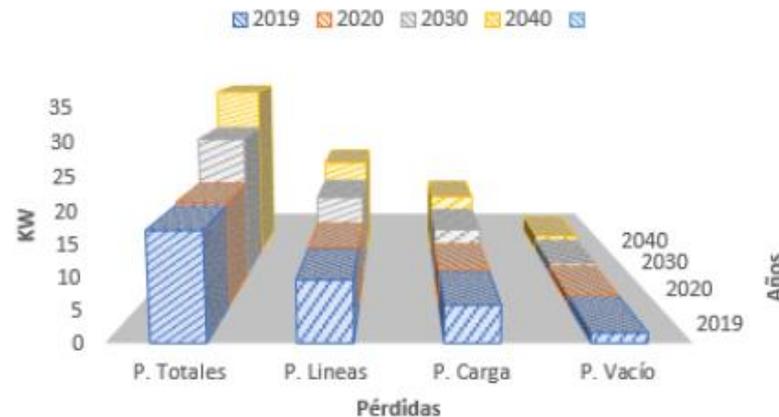
Sistema de telegestión

Obtención de pérdidas totales

Pérdidas	KW	KVAR	KVA
P. en las líneas	6,61	12,42	13,97
P. de carga del transformador	3,80	15,19	15,65
P. en vacío del transformador.	1,58	0	1,58
P. Totales	11,79	27,60	30,01

Pérdidas para años futuros

RESUMEN DE PÉRDIDAS



Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

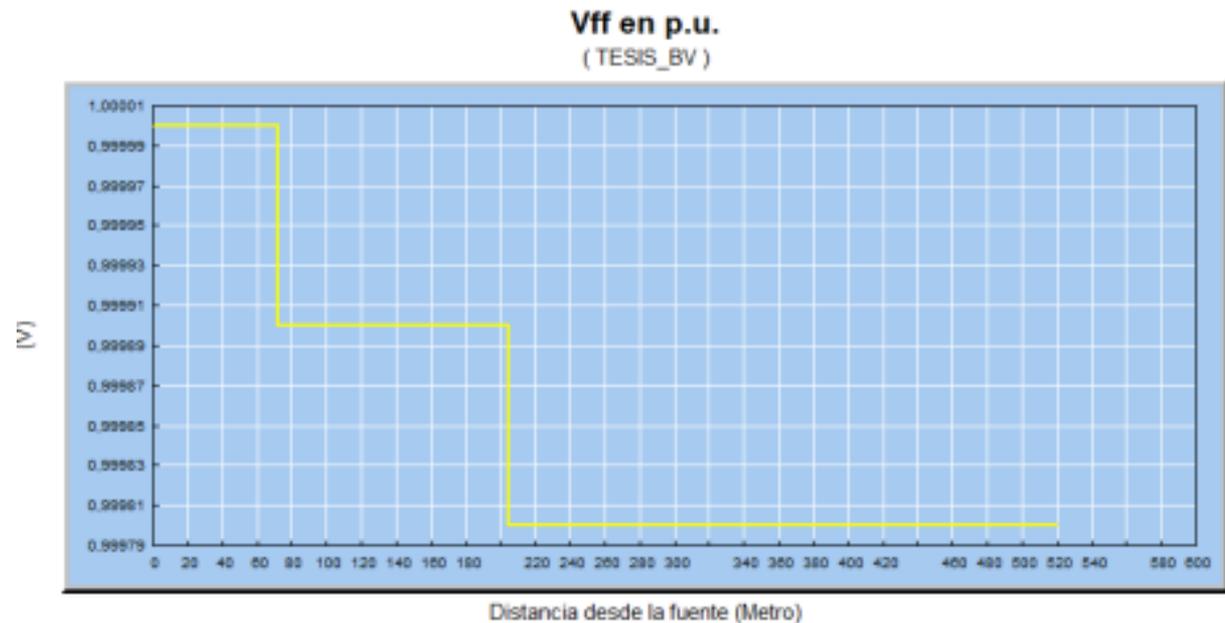
Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Transformadores sobrecargados

Código	% Carga	Capacidad
1291	103,3	112kva
8871	107,9	30kva
9145	106,7	45kva
11596	111,8	15kva

Perfil de voltaje en el nodo más lejano



Caídas de voltaje en el circuito actual

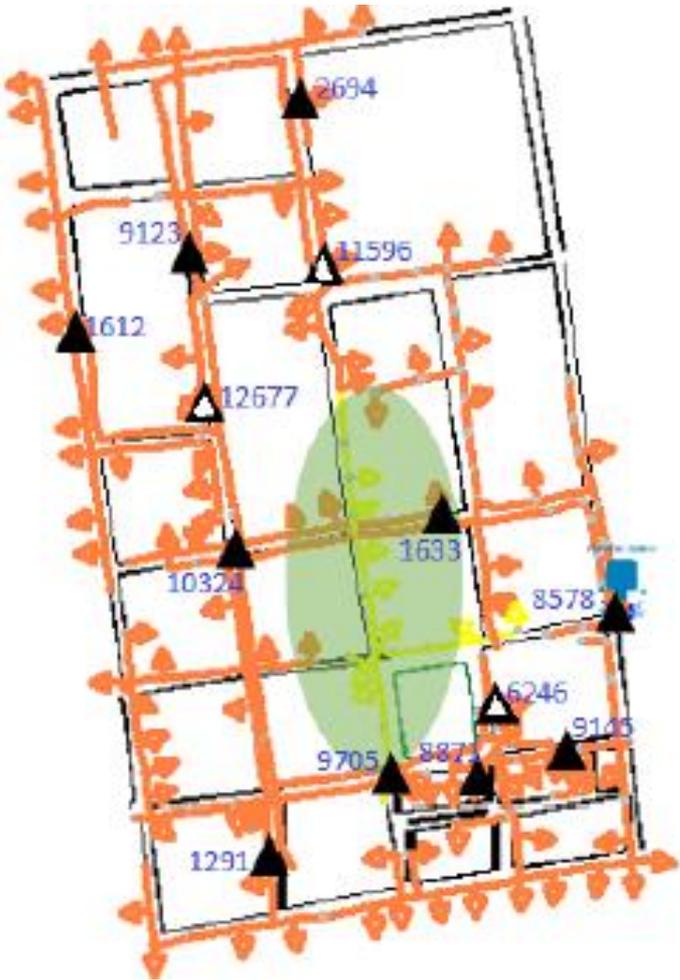
Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión



Voltaje menor del 97% del voltaje nominal.

Modelado del circuito de MV

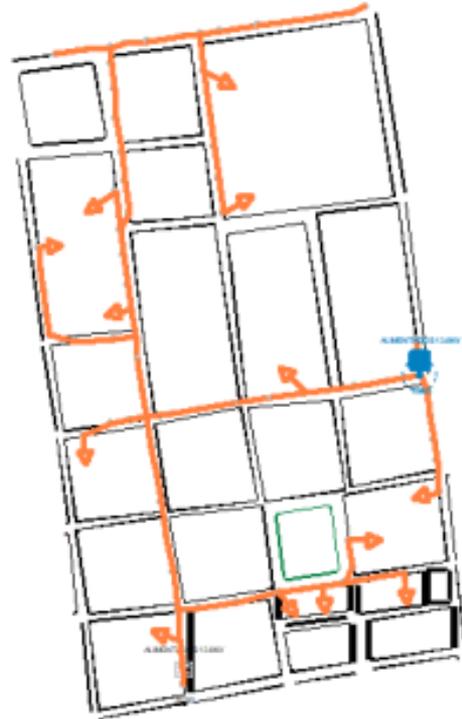
Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

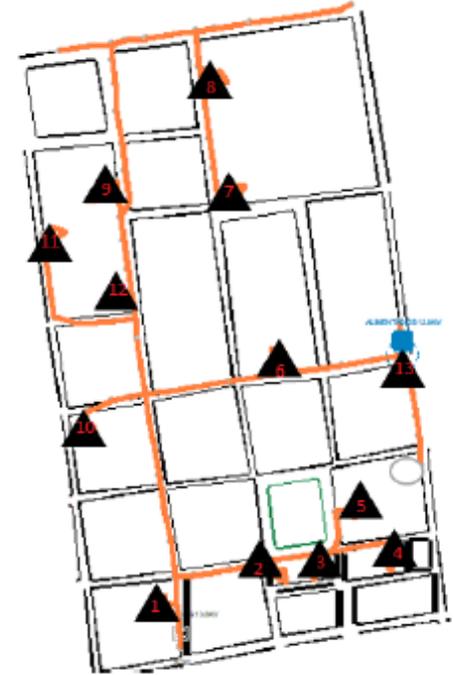
Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión



Calibre del conductor 2 AWG



Dimensionamiento de
transformadores.

Modelado del circuito de BV

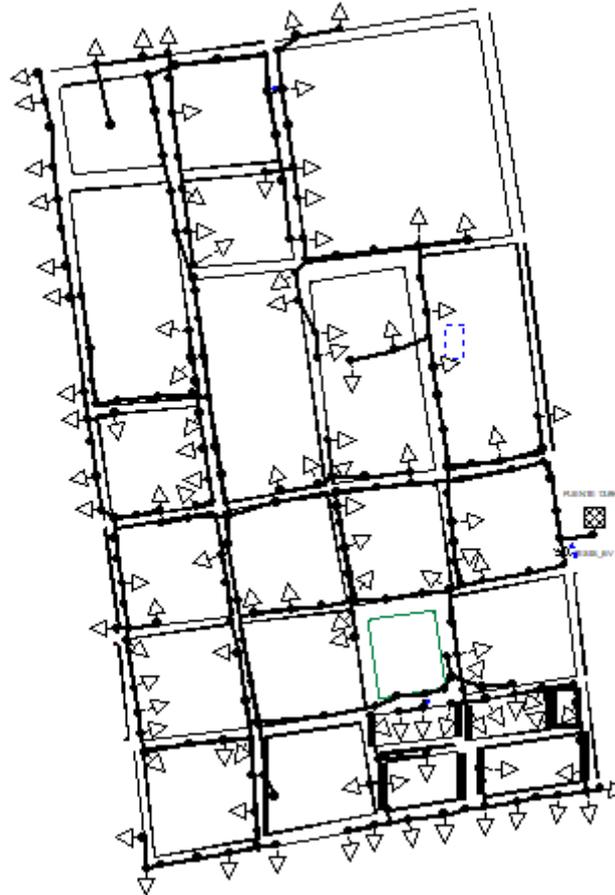
Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión



Determinación del
calibre del conductor
de 3/0AWG para las
fases y 1/0AWG para
el neutro.

Pérdidas para años futuros

Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Año	Dmáx (KW)	P. en las líneas (KW)	P. en carga del transformador (KW)	P. en vacío del transformador (KW)	P. Totales (KW)
2019	645,12	4,32	2,58	1,58	8,48
2020	654,79	4,45	2,65	1,6	8,7
2030	759,91	5,98	3,57	2,2	11,75
2040	881,90	8,02	4,80	3,06	15,88

Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

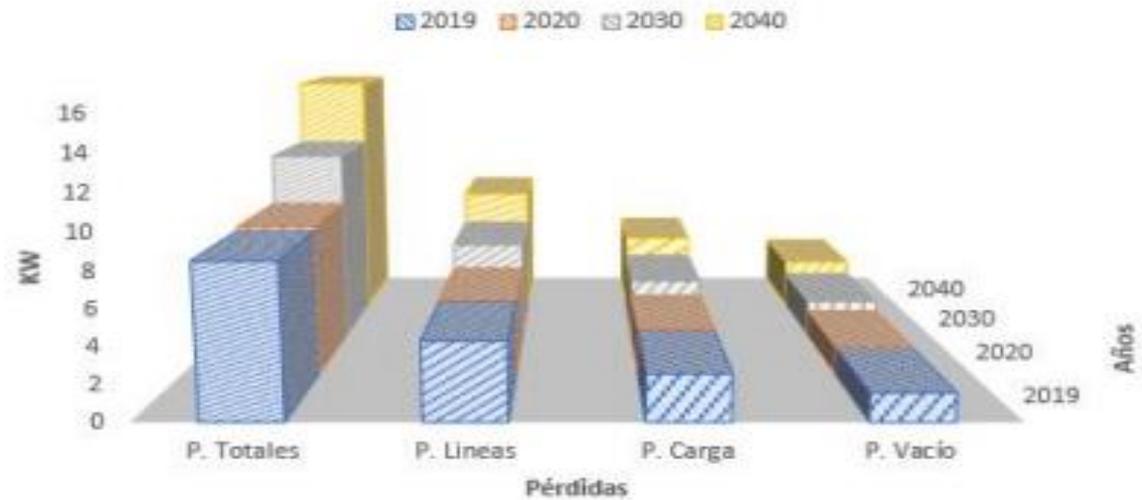
Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Pérdidas para años futuros

RESUMEN DE PÉRDIDAS



Pérdidas circuito actual vs. circuito propuesto

Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Pérdidas circuito actual vs circuito propuesto



Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de BV
Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Se toma como muestra la calle 9 de Octubre y 24 de Mayo

Medición de calles			
Nombre	Cuadras	Calzada (m)	Acera (m)
24 de <u>Mayo</u>	1	6	1,21-1,30
	2	6,3	1,94-3,92
	3	6,1	1,25-1,17
	4	6,1	2,00-1,60
	5	9,4	1,46-1,47

Medición de calles			
Nombre	Cuadras	Calzada (m)	Acera (m)
9 de <u>Octubre</u>	1	5,5	1,31-1,75
	2	6,3	1,16-1,15
	3	5,5	1,23-1,90
	4	9,4	1,56-1,46
	5	9,4	1,65-1,47
	6	9,4	1,49-0,00



Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de BV
Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Tipo de vía según norma **CONELEC 008/11**

Calle 9 de Octubre

Categoría M3:

- Mezcla de composición de tráfico (1)
- Sin separación de vías (1)
- Se permite vehículos parqueados (0,5)
- Guías visuales, pobres (0,5)

Calle 24 de Mayo

Categoría M5:

- Volumen de tráfico elevado (1)
- Mezcla de composición de tráfico (1)
- Sin separación de vías (1)
- Alta densidad de intersección (1)
- Se permite vehículos parqueados (0,5)
- Guías visuales pobres (0,5)



Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Simulación con luminaria de sodio

Los valores solicitados por el software se obtienen
por medio de medición de campo

Parámetros	Via 1 (9 de octubre)	Via 2 (24 de mayo)	Observación
Pared	5 m	5 m	Las casas que se encuentran en la vía son de 2 pisos en su mayoría
Acera	1,5 m	1,5 m	Ninguna
Retroceso	0,3 m	0,3 m	Ninguna
Interdistancia	25 m	15 m	Ninguna
Calzada	9 m (2 carriles)	6 m (1 carril)	Ninguna
Superficie	R3007	R3007	Tipo de material de la vía (asfalto)
Altura de poste	8 m	6 m	Ninguna
Inclinación del brazo	5°	5°	Ninguna
Retranqueo del brazo	0,7 m	0,7 m	Ninguna
Tipo de luminaria	ARC90_400W.010210.02_1C G	CELSA VENUS 250 W Na 052670_2010-1	Ninguna
Configuración	Unilateral	Tres Bolillos	Ninguna
Altura de Acera	0,2 m	0,2 m	Ninguna
Clase	CIE140\M3	CIE140\M5	Ninguna

Sistema actual de MV Y BV

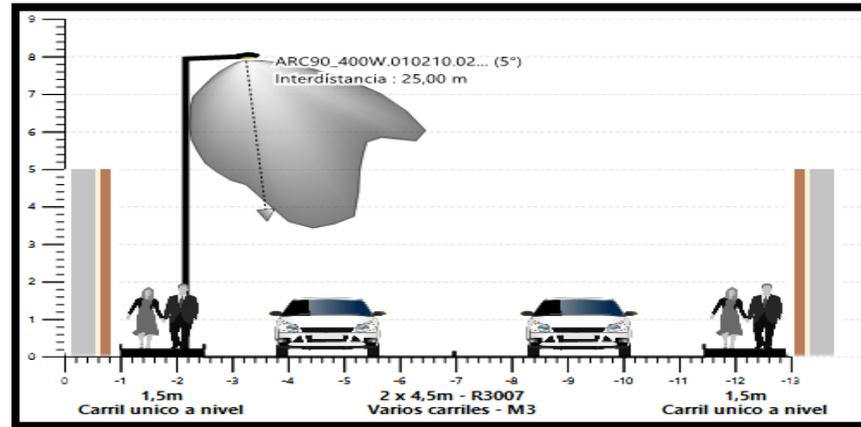
Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

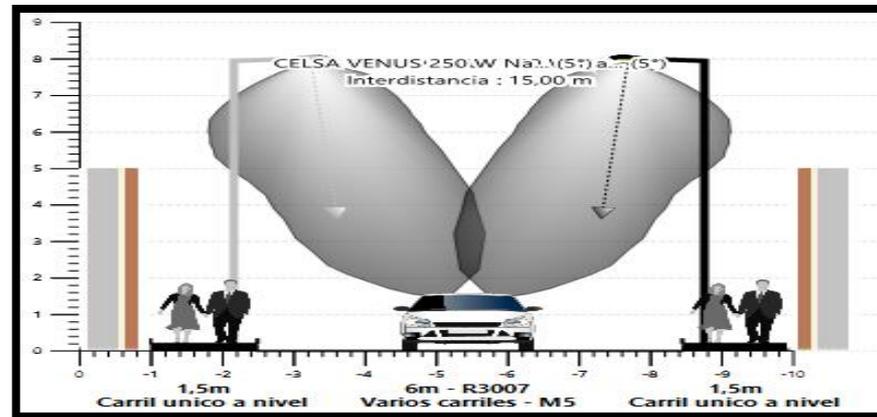
Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Simulación de la vía 1 (9 de Octubre)



Simulación de la vía 2 (24 de Mayo)



Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Resultado de la simulación actual vía 1 y vía 2

Parámetros fotométricos para 6 clases de iluminación

Clase de Iluminación	Tipo de superficie				Incremento de Umbral	Relación de alrededor
	Seco		Mojado			
	Lay(cd/m ²) Mínimo	Uo % Mínimo	UL% Mínimo	Uo % Mínimo		
M1	2	40	70	15	10	0,5
M2	1,5	40	70	15	10	0,5
M3	1	40	60	15	15	0,5
M4	0,75	40	60	15	15	0,5
M5	0,5	35	40	15	15	0,5
M6	0,3	35	40	15	20	0,5

Parámetros	Vía 1 (9 de Octubre)	Vía 2 (24 de Mayo)
Tipo de vía	M3	M5
Luminancia (cd/m ²) Observador 1	0,11 cd/m ²	9,23cd/m ²
Luminancia (cd/m ²) Observador 2	0,1 cd/m ²	-
Uo Observador 1	40%	77%
Uo Observador 2	40%	-
UL Observador 1	68%	81%
UL Observador 2	69%	-
Ti %	4,9%	12,2%
SR	0,6	1,1
Resultado	No cumple	Cumple



Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Simulación con luminaria LED

Los valores solicitados por el software se obtienen por medio de medición de campo

Parámetros	Vía 1 (9 de octubre)	Vía 2 (24 de mayo)	Observación
Pared	5 m	5 m	Las casas que se encuentran en la vía son de 2 pisos en su mayoría
Acera	1,5 m	1,5 m	
Retroceso	0,3 m	0,3 m	
Interdistancia	25 m	15 m	
Calzada	9 m (2 carriles)	6 m (1 carril)	
Superficie	R3007	R3007	Tipo de material de la vía (asfalto)
Altura de poste	8 m	6 m	
Inclinación del brazo	5°	5°	
Retranqueo del brazo	0,7 m	0,7 m	
Tipo de luminaria	AVENTO 1144 LED'S 116mA	AVENTO 1144 LED'S 116mA	
Configuración	Unilateral	Tres Bolillos	
Altura de Acera	0,2 m	0,2 m	
Clase	CIE140\M3	CIE140\M5	

Sistema actual de MV Y BV

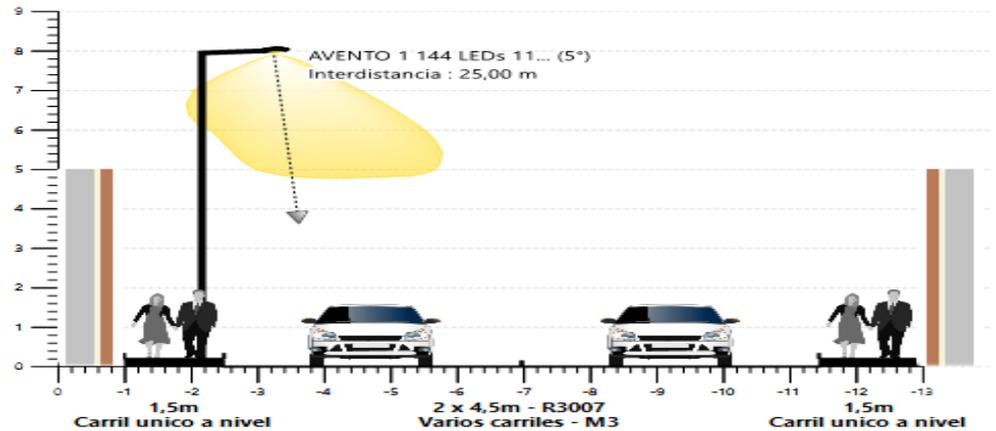
Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

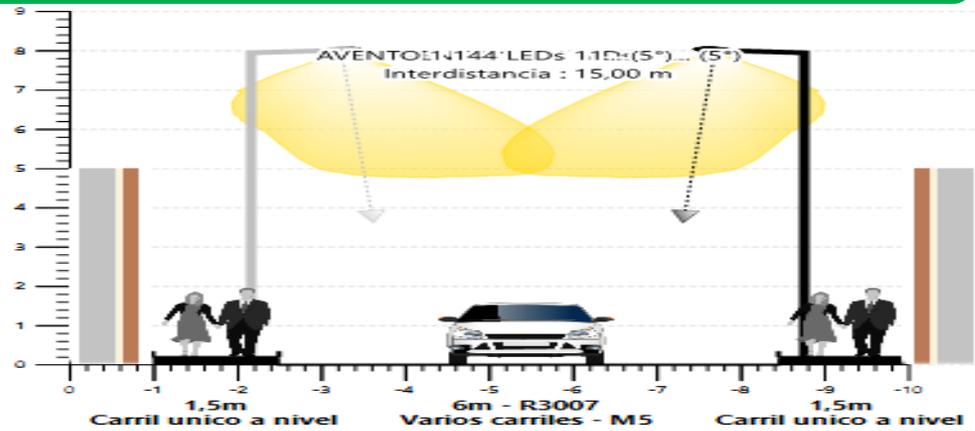
Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Simulación de la vía 1 (9 de Octubre)



Simulación de la vía 2 (24 de Mayo)



Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

Sistema de telegestión

Resultado de la simulación propuesta de la vía 1 y vía 2

Parámetros fotométricos para 6 clases de iluminación

Clase de Iluminación	Tipo de superficie				Incremento de Umbral	Relación de alrededor	
	Lav(cd/m ²) Mínimo	Seco		Mojado			
		Uo % Mínimo	UL % Mínimo	Uo % Mínimo			Ti % Máximo
M1	2	40	70	15	10	0,5	
M2	1,5	40	70	15	10	0,5	
M3	1	40	60	15	15	0,5	
M4	0,75	40	60	15	15	0,5	
M5	0,5	35	40	15	15	0,5	
M6	0,3	35	40	15	20	0,5	

CALLES PRINCIPALES DE SAQUISILÍ		
Parámetros	Vía 1 (9 de Octubre)	Vía 2 (24 de Mayo)
Tipo de vía	M3	M5
Luminancia (cd/m ²) Observador 1	1,21 cd/m ²	1,91cd/m ²
Luminancia (cd/m ²) Observador 2	1,11 cd/m ²	-
Uo Mínimo Observador 1	60%	72%
Uo Mínimo Observador 2	63%	-
UL Mínimo Observador 1	83%	82%
UL Mínimo Observador 2	85%	-
Ti %	7,9%	9,5%
SR	0,5	1
Resultado	Cumple	Cumple

Selección del sistema de telegestión

Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

Sistema de
telegestión

Sistema de
control de
la luminaria
AVENTO

La marca
Schereder
ofrece tres
tipos de
sistemas de
control.

	SISTEMAS DE CONTROL		
	Bluetooth	Schröder EXEDRA	Owlet Nightshift
Ahorro de energía	0	1	1
Mantenimiento	0	0	1
Comunicación	0	1	1
Almacenamiento de datos	0	1	1
Sustentabilidad	1	1	1
Seguridad	0	1	1
Prevención de fallas	0	1	1
Eficiencia	0	1	1
Capacidad de actualización	1	1	1
Control de luz individual	0	1	1
Reportes	1	1	1
Compatibilidad	0	1	1
Alcance	1	0	1



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
EQUADOR
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sistema Owlet Nightshift

Sistema actual
de MV Y BV

Diseño del
sistema
soterrado de
BV Y MV

Sistema actual
de alumbrado
público

Alumbrado
público con
sistema LED

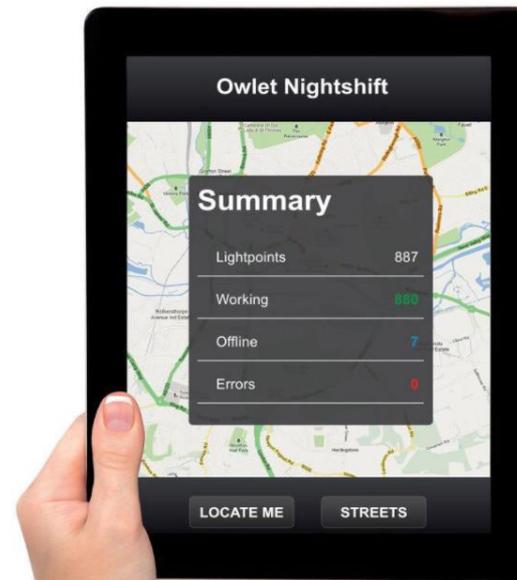
Sistema de
telegestión

Ahorro de energía total del 85%

Monitoreo independiente, sello y ubicación geográfica.

50 veces más rápida por su conectividad bidireccional.

Red inalámbrica mediante su módulo de conectividad.



Arquitectura del sistema Owlet Nightshift

Sistema actual de MV Y BV

Diseño del sistema soterrado de BV Y MV

Sistema actual de alumbrado público

Alumbrado público con sistema LED

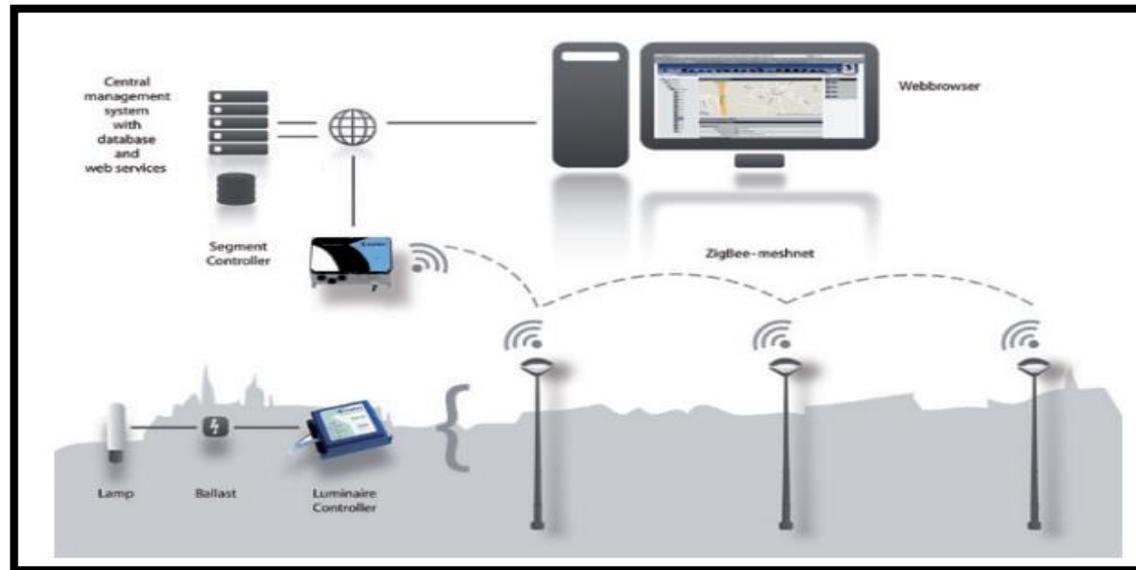
Sistema de telegestión

Controlador SeCo
(Segment Controller)

Recepta señales de cada luminaria y emite la información a los servidores.

Controlador LuCo-P7
(Luminaire Controller)

Monitorea el comportamiento de cada luminaria y emite información al controlador SeCo.



Análisis de Resultados

Análisis del consumo energético con tecnología LED dimerizable

Ahorro de energía del 30% para la vía 1 y el 50% para la vía 2

Dimerización del 70% la vía 9 de Octubre y 50% la vía 24 de Mayo

Las lámparas de sodio requieren del 100% de su capacidad de potencia

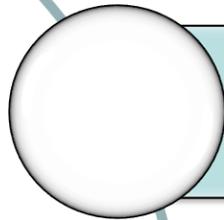
Las lámparas LED requieren no menos del 50% de su capacidad de potencia

Ahorro del consumo energético del 30.2% con lámparas LED dimerizable

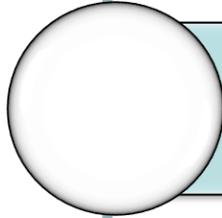


Análisis de Resultados

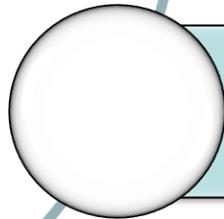
Análisis del sistema soterrado de medio y bajo voltaje



Reducción de pérdidas técnicas, de 30 KW a 12 KW en el año máximo proyectado.



Determinación de 4 transformadores sobrecargados actualmente.



El circuito propuesto cumple con los requerimientos técnicos de servicio.

Análisis de Resultados

Análisis económico del sistema soterrado de medio y bajo voltaje

Elevado costo de implementación.

El tiempo de recuperación de la inversión es muy amplio.

Descripción	USD (\$)
Materiales	1 372 274,07
Obra civil	2 015 577,38
Mano de obra	74 077,90
Costos Indirectos	865 482,33
Subtotal	4 327 411,68
IVA	519 289,40
Total	4 846 701,08

Conclusiones

- El levantamiento de la red de medio voltaje, red de bajo voltaje y alumbrado público del centro histórico del cantón Saquisilí en conjunto con el sistema GeoPortal de la ELEPCO S.A., permitió la actualización de 1 transformador (cod.12677) que eran inexistentes en dicha plataforma.
- Gracias a la red subterránea propuesta, en la figura 31 se puede evidenciar que las pérdidas técnicas al año proyectado se reducen alrededor de un 50%, disminuyéndose de 30 KW a 12 KW aproximadamente.
- Gracias a la simulación del sistema eléctrico actual realizado en el software CYMDIST se determinó que en fechas ocasionales en el centro histórico del cantón Saquisilí 4 de los transformadores se encuentran sobrecargados.
- Se desarrolló la simulación del sistema eléctrico proyectado en el software CYMDIST validando que los circuitos y equipos a implementarse cumplen con los requerimientos de calidad de servicio eléctrico.
- El sistema propuesto con luminarias led tiene un ahorro energético del 30,2%, por otro lado, la implementación de telegestión OWLET NIGHTSHIFT en el sistema de iluminación aporta un monitoreo absoluto permitiendo al usuario conocer el comportamiento del mismo, así también permite realizar la dimerización de manera conveniente hasta un máximo de 50% de potencia de la luminaria.
- El sistema eléctrico y alumbrado público propuesto no es económicamente factible, pues la ventana de recuperación de la inversión se aproxima a 35 años, sin embargo, existe otra 111 variante de sistema de alumbrado público (LEDEX SOLARIS B4847 120W) la cual cumple con los requerimientos de la normativa INEN-IEC 62560 con un ahorro económico de aproximadamente 55 000 USD, la elección es a libre disposición de la empresa eléctrica



Recomendaciones



- Es importante tener conocimiento previo sobre el manejo del software CYMDIST, pues su entorno gráfico no es tan amigable con el usuario debido a su gran cantidad de herramientas.
- Se recomienda para las calles donde la acera es de poca anchura realizar cámaras subterráneas de transformación, pues el transformador obstaculiza total o parcialmente la acera dificultando el tránsito de los peatones.
- Se recomienda realizar una dimerización de luminaria que no sea menor al 50% para obtener una iluminación de calidad.
- Es importante tomar en cuenta el tipo de red que se va a utilizar en el sistema de telegestión, el mismo que es de suma importancia ya que de esto depende la cantidad de luminarias que puede abarcar el sistema.

Bibliografía

- Alcaraz, J., & Jiménez, J. (2018). La aplicación de la agricultura de precisión en el proceso de fertilización: un caso de estudio para el sector bananero de Urabá-Anioqueño. Medellín: Universidad EAFIT.
- Almazan, R. C. (2003). Apuntes de la Materia de Riego y Drenaje . San Luis Potosí.
- Alocén, J. C. (2007). Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego . Honduras.
- Appelbaum, J. (2016). Bifacial photovoltaic panels field. *Renewable Energy*, 338-343.
- Arias, M. P. (2012). Diseño de un sistema de riego por aspersión con automatización para el sector de Ugñag, cantón Penipe. En G. A. Patricia, Diseño de un sistema de riego por aspersión con automatización para el sector de Ugñag, cantón Penipe (pág. 40). Riobamba.
- Earth, G. (2020). *Google Earth*. Recuperado el 12 de 3 de 2021, de Google Earth: <https://earth.google.com/web/@-0.93490023,-78.60220615,2780.42332586a,214.54272997d,35y,359.22202748h,0t,0r>
- ESPA. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2018. Quito: ESPA.
- FAO. (2018). El trabajo de la FAO sobre el cambio climático (Vol. I). París: FAO.
- FCCyT. (2018). Agricultura de precisión. México: INCyTU.
- Fierro, A. (2019). Diseño e implementación de un sistema de irrigación inteligente en la hacienda cochicaranqui ubicada en el canton ibarra. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Electrica y Electrónica, Sangolqui.
- INEC. (2020). Proyección de la Población Ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-2020. Quito: INEC.
- Jensen, M. E. (1963). Estimating evapotranspiration from solar radiation. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE* 89(LR4). Proceedings of the America Society of Civil Engineers.
- Li, M., & Chung, S. (2015). Special issue on precision agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 112-117.



Bibliografía

- Parvaresh, A., Ashrafzadeh, A., & Ramezani, A. (2019). A financial comparative study of solar and regular irrigation pumps: Renewable Energy, 1096-1103.
- Pedrollo. (2020). *Pedrollo*. Obtenido de Pedrollo:
https://www.pedrollo.com/public/allegati/CP%200.25-2.2%20kW_ES_60Hz.pdf
- Pereira, L. S. (2010). *El Riego y sus Tecnologías*. Lisboa : Europa-América.
- Plastigama. (22 de 02 de 2021). *Plastigama Wavin*. Obtenido de Plastigama Wavin:
<http://plastigama.com/wp-content/uploads/2018/09/Tuberi%CC%81as-y-accesorios-de-PVC-y-PE-BD-uso-agri%CC%81cola.pdf>
- Richard G. Allen, L. S. (s.f.). *Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* . Roma.
- Rodriguez, K., De Moure, F., & Quiñones , J. (2020). Energía solar fotovoltaica. CIENCIA, vol 71, número 3, 1-6.
- Romero, J. (2015). Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y su utilización en las regiones de la costa y sierra del Ecuador. Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Sánchez, F. J. (2017). *Hidrología Superficial y Subterránea*. España.
- Zavala, V., Lopez, R., Reca, J., Martinez, J., & Lao, M. (2020). Optimal management of a multisector standalone direct pumping photovoltaic irrigation system. *Applied Energy*.
- Zhang , B., Jiang, H., & Han , X. (2015). Study on Corn Water Saving Irrigation Decision-making Model. *Advance Journal of Food Science and Technology* , 9-12.
- Venegas, M., Villicaña, E., & Arrieta, L. (2015). Quantification and characterization of solar radiation at the departament of La Guajira-Colombia by calculating atmospheric transmissivity. *Prospect*, Vol 13, N° 2, 54-63.
- Veziñ, T., Meunier, S., Quéval, L., Cherni, J., Vido, L., Darga, A., . . . Marchand, C. (2020). Borehole water level model for photovoltaic water pumping systems. *Applied Energy*.



GRACIAS

