

Model for the Conversion to an Underground System of the Network of Electric Energy Air Distribution in the Sector of the Centenary Campus of the Salesian Polytechnic University

Diseño para la Conversión a un Sistema Subterráneo de la Red de Distribución Aérea de Energía Eléctrica en el Sector del Campus Centenario de la Universidad Politécnica Salesiana

R. Rodríguez¹

D. H. Avilés²

¹Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: robertorr10@hotmail.es

²CNEL EP, Guayaquil, Ecuador

Email: danilo.aviles@hotmail.com

Abstract

This article presents a conversion model of public air distribution networks of electric energy in medium and low voltage, to underground networks of electric energy distribution around the Salesian Polytechnic University in Guayaquil. This conversion enables the modernisation of the public electric system, the prevention of accidents and energy cuts due to deteriorated systems, and the improvement of visual impact in the area. In order to elaborate this model, a collect of information of the existing electric system was conducted and the current and projected demand was determined. Furthermore, an estimation of the consumption of every user of induction cooker was made. The model of distribution system in medium voltage, of centres of power distribution, of centres of transformation, and of necessary conductors and protections was elaborated. According to the projections produced, the outlined model will feed the current power and its increase in the next ten years.

Index Terms-- Underground electrical networks, demand, REA.

Resumen

En este artículo se presenta un diseño de conversión de redes de distribución de energía eléctrica aéreas públicas en medio y bajo voltaje, a redes de distribución de energía eléctrica subterránea en los alrededores de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, permitiendo la modernización del sistema eléctrico público, prevención de accidentes, cortes de energía por sistemas deteriorados y mejorar el impacto visual de la zona. Para la elaboración del diseño se realizó el levantamiento de información del sistema eléctrico existente, se determinó la demanda actual y la demanda proyectada, además se estimó el consumo por cocina de inducción para cada usuario. Se realizó el diseño del sistema de distribución en medio voltaje, los centros de distribución de carga, centros de transformación, conductores y protecciones necesarias. De acuerdo a las proyecciones realizadas, el diseño planteado alimentará la carga actual y la que se incrementará en los próximos 10 años.

Palabras Clave-- Redes eléctricas subterráneas, demanda, transformadores, REA.

Recibido: 18-05-2020, Aprobado tras revisión: 16-07-2020

Forma sugerida de citación: Rodríguez R.; Avilés D. (2020). "Diseño para la conversión de un sistema subterráneo de la red de distribución de energía eléctrica en el sector del campus centenario de la Universidad Politécnica Salesiana". Revista técnica "energía". No. 17, Issue I, Pp. 52-59.

ISSN On-line: 2602-8492 - ISSN Impreso: 1390-5074

© 2020 Operador Nacional de Electricidad, CENACE

1. INTRODUCCION

Los organismos internacionales y gobiernos de los países en el mundo están orientados en desarrollar políticas y normas para mejorar los servicios básicos. Entre ellos la calidad del servicio de energía eléctrica que garantice la continuidad del servicio, bajar los índices de accidentes, el deterioro de la salud humana y del ambiente. Así mismo las legislaciones nacionales e internacionales contemplan que los nuevos equipos cumplan con las normas de seguridad y calidad, las mismas que cada vez son más exigentes.

Todos los materiales y equipos tienen un tiempo de vida útil, por lo que se hace necesario cambiarlos cada vez que este tiempo termina. En ocasiones y con ciertos materiales o equipos se pueden restaurar, haciéndole una adecuada rehabilitación de los mismos para que puedan seguir operando, otros hay que necesariamente cambiarlos debido a que su restauración no es posible o muy costosa. En un recorrido por Guayaquil, centro y parte del sur de la ciudad podemos observar que su sistema de distribución eléctrica no es nuevo, por lo contrario, fácilmente se puede ver su vetustez, y en algunos casos, las reparaciones a las que ha sido objeto.

Conforme indica el Cuerpo de Bomberos, muchos incendios que se producen en la ciudad son causados por sistemas eléctricos que fallan, que están en mal estado o que son manipulados en forma anti-técnica y por personas que no tienen los conocimientos adecuados.

Uno de los casos anteriormente indicados es el Barrio Cuba, sector donde se encuentra ubicado el Campus Centenario de la Universidad Politécnica Salesiana, donde al revisar el sistema eléctrico actual se determinó que no se cuenta con un estudio del sistema eléctrico del sitio, lo cual desata una gran preocupación que nos lleva a analizar cada una de las situaciones negativas, obteniendo con ello resultados que ayuden a reforzar puntos débiles del servicio y de la seguridad para de esa forma ponerlos en consideración en el nuevo sistema eléctrico a proyectar, y que estos no tengan los problemas del anterior sistema.

CNEL EP Unidad de Negocio Guayaquil está interesada en corregir falla técnica o estructural con la finalidad de evitar accidentes y cortes de energía eléctrica, es por esto la necesidad de hacer un estudio que nos lleve a conocer el origen de los problemas dentro del perímetro escogido para corregirlos ahora e implementarlo en el nuevo sistema.

Este trabajo de investigación es absolutamente necesario para encontrar un sistema eléctrico que elimine las actuales desconexiones, accidentes y que otros problemas se sigan suscitando; además reducir el impacto visual que produce el sistema eléctrico aéreo obsoleto y

contribuir con la modernización y el ornato de la ciudad, que ayude a prevenir cortes de energía, flagelos y accidentes debe ser un estudio completo que permita analizar y prever posibles problemas y con ello descubrir cuáles son las principales causas de los mismos.

Es por ello que el presente diseño se realizó en base a la normativa del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, aplicando la simbología en los planos de diseño, el sistema de identificación de las unidades de propiedad, materiales y equipos de las unidades de construcción homologados. Con esto también se da cumplimiento al Acuerdo Ministerial de Soterramiento del sistema eléctrico en el Ecuador.

Los fundamentos teóricos para el desarrollo del proyecto serán revisados en la parte 2, se analizarán conceptos importantes como: las normas MERNNR, normas NATSIM, redes eléctricas subterráneas, alimentadores, tipos de transformadores, conectores aislados separables, medidores eléctricos, demanda, factor de demanda, método de la REA. La parte 3 detalla el trabajo de campo, así como el área de estudio y levantamiento de información, a partir de esto se notará la demanda actual y la proyección de la misma. Los cálculos para el dimensionamiento de conductores, transformadores, luminarias, interruptor de distribución subterránea y centro de distribución de carga serán revisadas en la parte 4, y finalmente las conclusiones. El estudio servirá de base para diseños de redes eléctricas subterráneas en el país porque se aplica la normativa del MERNNR, que está homologado a nivel nacional, además permitirá la renovación del sistema eléctrico en los alrededores de la Universidad Politécnica Salesiana, en un área específicamente conformada entre las calles Domingo Comín, Estrada Coello, Gral. Francisco Robles y Chambers. Barrio Cuba, cediendo una mayor confiabilidad, mayor seguridad en las personas y menor impacto visual resaltando así la belleza arquitectónica del sector.

2. ESTADO DEL ARTE

Según Enríquez Harper [2], la energía eléctrica se obtiene en las centrales de generación, las cuales están determinadas por la fuente de energía que se utiliza para mover el motor. A su vez, estas fuentes de energías pueden ser renovables o no. Una vez que se ha generado la energía eléctrica por alguna de las técnicas precedentes, se procede a dar paso a la fase de transmisión. Para ello, se envía la energía a las subestaciones ubicadas en las centrales generadoras por medio de líneas de transmisión, las cuales pueden estar elevadas (si se encuentran en torres de sustentación) o subterráneas. El último paso antes de obtener la electricidad en los hogares es el que corresponde

a la distribución. Este sistema de suministro eléctrico tiene como función abastecer de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales, ver Fig. 1.

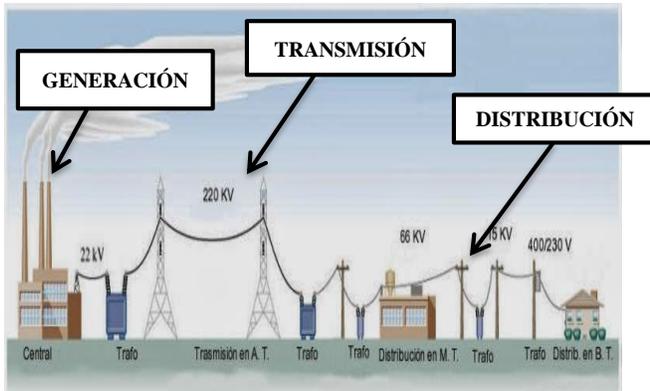


Figura 1- Esquema de un sistema eléctrico de potencia.
Fuente: Enríquez Harper.

Según José García Trasancos [3], una red eléctrica subterránea es aquella que transporta energía eléctrica a través de conductores que se encuentran ubicados bajo tierra en banco de ductos, permitiendo tener una mayor confiabilidad y reduciendo al mínimo los accidentes.

Las normas MERNNR constituyen un conjunto de criterios y recomendaciones básicas de orden práctico, conformadas con el propósito de ordenar y orientar la ejecución y el diseño de redes de distribución a ser realizado por el personal de la Empresa o por profesionales independientes para instalaciones localizadas dentro del área de servicio de la empresa eléctrica de Guayaquil, CNEL EP; además, se describen criterios técnicos a considerar para el diseño de redes de distribución [1]. La aplicación de estas normas se encuentra orientado preponderantemente hacia el diseño de las redes de distribución en áreas urbanas y rurales en las cuales se proyecten nuevos desarrollos urbanísticos que se incorporen al sistema de la Empresa como parte del proceso de ampliación del área de suministro.

El objetivo principal de las normas NATSIM es establecer reglas y disposiciones para el correcto diseño e instalación de acometidas de servicio eléctrico, así como para construcción de módulos de medición individuales, tableros de medidores, cámaras de transformación, para inmuebles de tipo residencial, comercial, industrial entre otros [4]. Además, cabe mencionar que todo trabajo de proyecto eléctrico debe llevar la firma de responsabilidad de un profesional de esta rama en ejercicio de sus derechos y título certificado por el Senescyt.

Criterios Básicos o criterios importantes:

Los conectores aislados separables son dispositivos encargados de unir los diferentes equipos de la red eléctrica subterránea. Es decir, permiten la conexión entre transformadores, celdas, conductores, etc. Los conectores ofrecen la configuración de frente muerto que elimina las partes vivas y por lo tanto evita el riesgo de contacto accidental [1]. Además, están en la capacidad de brindar blindaje en casos de una inundación de las cámaras donde se ubiquen, por lo que deben ser completamente sumergibles. Los medidores eléctricos son equipos que nos permite observar el consumo de energía eléctrica de las viviendas y se instalan de forma vertical y de libre acceso con el propósito de tener una mejor exactitud de la demanda establecida [4].

Para los sistemas de distribución la demanda es de vital importancia, pues ésta es la base primordial para el dimensionamiento de equipos eléctricos y conductores, así mismo el debido cálculo de la demanda representa reducción de los costos al momento de adquirir materiales y equipos, así como también en el pago del servicio de energía eléctrica en el futuro [5].

La demanda máxima se puede definir como la mayor coincidencia de cargas eléctricas funcionando al mismo tiempo en un intervalo de tiempo. Mientras que la demanda máxima coincidente es la coincidencia entre usuarios, por lo tanto, es la demanda de un conjunto de diversos consumidores calculada en un intervalo de tiempo. Por lo general tiene una magnitud inferior que la suma de las demandas máximas individuales, otro aspecto importante es el factor de demanda que es la relación entre la demanda máxima en el intervalo considerado y la potencia total instalada [5].

$$\text{Fact de demanda} = (D \text{ máx.}) / (P \text{ inst.}) \quad (1)$$

El factor de coincidencia es la relación que existe entre la demanda máxima coincidente de un conjunto de consumidores y la suma de las demandas máximas individuales de los mismos consumidores y el factor de diversificación es el inverso al factor de coincidencia [6].

$$\text{Factor de coincidencia} = \frac{D_{\text{máx. coince}}}{\sum D_{\text{máx. indiv}}} \quad (2)$$

El factor de potencia básicamente se define como la relación entre la potencia activa (W, KW, MW) y la potencia aparente (KVA, MVA, VA), establecido en el sistema o en alguno de sus componentes [7].

$$\cos \phi = \frac{\text{potencia activa}}{\text{potencia aparente}} \quad (3)$$

El método de la REA ha establecido dos ecuaciones para el cálculo de la demanda, éstas han sido utilizadas para realizar tablas que indican una demanda aproximada en función del número de usuarios y un consumo promedio [8].

$$\text{FACTOR A} = n (1 - 0.4 * n + 0.4 (n^2 + 40) \frac{1}{2}) \quad (5)$$

Dónde:

n= número de Usuarios

$$\text{FACTOR B} = 0.0005929 * C_e^{0.885} \quad (6)$$

Dónde:

Ce = Consumo Energético (KWh / mes / usuario)

La demanda máxima coincidente (DMC) se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{DMC} = \text{FACTOR A} * \text{FACTOR B} \quad (7)$$

Además, dado que el Factor A está en función de la coincidencia entre usuarios se puede determinar la ecuación para establecer el factor de coincidencia:

$$\text{Factor de coincidencia} = \frac{\text{Factor A}}{3.29 * n} \quad (8)$$

Siendo n el número de usuarios y 3.29 el Factor A para un solo consumidor. Esta ecuación ha sido definida en base a los cálculos hechos por la REA, al igual que los que determinan los factores A y B.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El Barrio Cuba se encuentra alimentado en medio voltaje a través de la “ALIMENTADORA FRANCISCO SEGURA” que sale desde la subestación “ESMERALDAS” con una red aérea de 13,8 KV distribuyendo hacia los transformadores que se encuentran dentro del sector. En estos transformadores se reduce el voltaje a 240/120 voltios con lo que se distribuye la energía eléctrica hacia las acometidas y así hasta los medidores de los usuarios. En la Fig. 2 se observa que cada manzana ha sido numerada, esto se realizó para obtener de forma ordenada la demanda actual de cada manzana y el número de clientes existentes en cada una de ellas. En la actualidad se encuentran 14 transformadores alimentando el área de estudio, con una potencia instalada de 700KVA abasteciendo energía eléctrica a 203 usuarios.

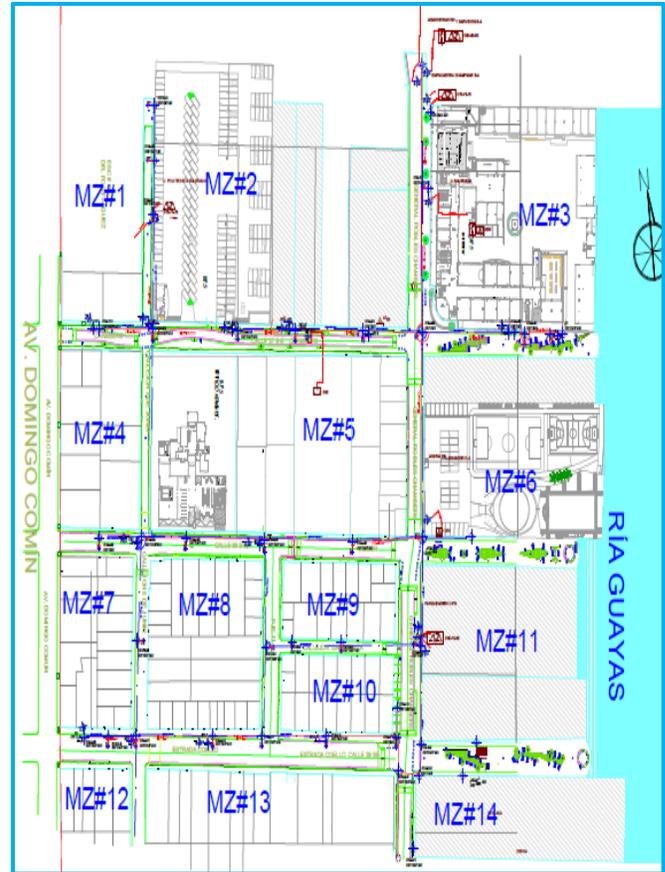


Figura 2: Plano de redes existentes
Fuente: Los autores

Se determina la demanda actual que tiene el área, mediante un estudio del consumo por usuario de los últimos ocho meses [9]. A partir de esto se obtiene cuáles son las manzanas y clientes que tienen grandes consumos, para luego, saber cómo abastecerlos debido a sus exigencias. Como punto de partida para la elaboración del levantamiento de información se solicitó a CNEL EP UNG, la información del consumo de los medidores de los últimos ocho meses que se encuentran dentro del área de estudio [10]. Luego se realizó el recorrido de toda la zona, predio por predio, identificando cada uno de los componentes existentes en el sistema de distribución, el número de medidores de cada predio, los códigos, el tipo de medidor y ubicación de los mismos. Por último, se organiza la información para obtener el consumo por cada manzana y el número de clientes perteneciente a cada una de ellas. Estos son los datos fundamentales para la aplicación del método de la REA y así calcular la demanda máxima coincidente por manzana y total. En la tabla 1 muestra la aplicación del método de la REA, este método permitió determinar la demanda máxima coincidente esto se obtiene determinando primero el FACTOR A (ver ecuación 5), a través del número total de usuarios por cada

manzana y el FACTOR B (ver ecuación 6) que está relacionado con el consumo de energía eléctrica.

Tabla 1: Cálculo de la demanda del área

MANZANA		1	2	4	5	7	8	9	10	11	13		
TIPO DE CUENTE	RESIDENCIAL	FACTOR A	3,16	0	9,57	30,85	23,71	46,95	26,79	36,91	5,71	18,43	
		FACTOR B	0		0,54	0,92	0,35	0,81	0,75	0,59	0,82	1,36	
		DMC(KW)	4,30	0	5,19	28,41	8,29	38,24	20,22	21,67	4,68	25,07	
	TERCERA EDAD	FACTOR A	0	0	3,16	9,57	3,16	17,33	7,80	11,12	0	0	
		FACTOR B	0	0	0,57	0,96	0,79	0,70	0,47	0,83	0	0	
		DMC(KW)	0	0	1,81	9,16	2,48	12,09	3,70	9,18	0	0	
	COMERCIAL SIN DEMANDA	FACTOR A	0	5,71	0	13,82	3,16	15,03	5,71	7,80	9,57	3,16	
		FACTOR B	0	1,18	0	1,22	3,76	1,47	1,23	0,51	1,08	1,89	
		DMC(KW)	0	6,73	0	16,79	11,89	22,13	7,03	3,95	10,31	5,96	
	COMERCIAL CON DEMANDA	FACTOR A	3,16	0	3,16	0	0	0	0	0	0	0	
		FACTOR B	6,27	0	6,24	0	0	0	0	0	0	0	
		DMC(KW)	19,82	0	19,73	0	0	0	0	0	0	0	
ASISTENCIA SOCIAL CON DEMANDA	FACTOR A	0	0	0	3,16	0	0	0	0	0	0		
	FACTOR B	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0		
	DMC(KW)	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0		
LEY DE DISCAPACIDADES	FACTOR A	3,16	0	0	5,71	0	0	0	0	0	0		
	FACTOR B	2,54	0	0	1,40	0	0	0	0	0	0		
	DMC(KW)	8,04	0	0	7,98	0	0	0	0	0	0		
ENEFICIO PUBLICO SIN DEMANDA	FACTOR A	3,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	FACTOR B	5,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	DMC(KW)	17,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL	
TOTAL	USUARIOS	4	2	6	37	18	57	24	37	6	12	203	
	DMC(KWh)	49,64	6,73	26,73	63,11	22,65	72,46	30,94	34,80	14,99	31,04	353,10	
	DMC(KVA)	53,96	7,32	29,05	68,59	24,62	78,76	33,63	37,83	16,30	33,73	383,80	

Fuente: Los autores

El resultado final se obtiene con el producto de estos dos factores (ver ecuación 7), se considera un factor de potencia de 0.92, cuyo valor es regulado e impuesto por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), que es el límite para no cobrar con cargos por bajo factor de potencia. Los cálculos se realizaron para cada una de las manzanas, dando como resultado que el área de estudio tiene una demanda de 383.80 kVA, En la manzana 3 y 6 son pertenecientes a la Universidad Politécnica Salesiana la cual esta alimentada por una red en media tensión y no existen cargas en dichas manzanas por tal motivo no se considera en el análisis. En la actualidad tiene una potencia instalada de 700 kVA indicando que tiene la potencia suficiente para alimentar la actual demanda. Se realizó el recorrido de la zona y se identificó el número y ubicación de los diferentes medidores controladores de circuito, CNEL EP UNG [11] facilitó la información de los dos últimos años de los medidores controladores de circuito de los transformadores que se encuentran en el área de estudio, obteniendo el consumo durante el primer año de 1283092 kwh y en el segundo año de 1311308 kwh, esto equivale a un 2.20 por ciento, es decir que para los años siguientes se prevé el mismo crecimiento de la demanda.

4. RESULTADOS

Se obtuvo 10 centros de transformación, los cuales 2 poseerán una capacidad de 100 KVA tipo frente muerto, 6 de 100 KVA tipo Pad mounted y 2 de 75 kVA tipo Pad mounted, ubicados de acuerdo a los espacios adecuados en el área y se calcularon en base a la demanda proyectada en cada una de las manzanas. Cada equipo tiene su correcta protección para alargar la vida útil del mismo y evitar fallas que puedan producir cortes de energía o accidentes. De acuerdo al nivel de voltaje del sistema 13800V se escoge el interruptor de distribución subterránea para 15 kV. (Switch) considerando la utilización que se dará al mismo y su configuración en base a los centros de distribución de carga en media tensión principales proyectados.

Se instalará un interruptor de distribución subterránea Tipo Pedestal (Pad Switch) que recibirá la alimentación para el sector y desde este se alimentarán dos centros de distribución de carga en media tensión. Se eligió un conductor 500 MCM, CU, 15 kV para cada una de las fases y un conductor 4/0 AWG, CU desnudo para el neutro en la red de media tensión [12], el cual alimentará desde la transición aérea -subterránea hasta el Pad Switch, Además se escoge un conductor 2/0 AWG, CU, 15KV para suplir la demanda, el motivo por el que se escoge 500 MCM, CU, 15 kV es porque CNEL EP, UNG utiliza normalmente estos calibres para la alimentación de los switch debido a que los seccionados interruptores de carga son de 600 A, con esto se deja previsto cualquier aumento de carga futura y en el momento en que sea necesario cambiar la configuración del switch no sea preciso cambiar el conductor (ver tabla 2). Para el centro de distribución de carga # 1 se escoge un conductor 1/0 AWG, CU, 15 kV para cada una de las fases y un conductor # 2 AWG, CU desnudo para el neutro.

El conductor #1/0 AWG. 15kV soporta una corriente de 200 A. Para el centro de distribución de carga # 2, se escoge un conductor 1/0 AWG, CU, 15 kV para cada una de las fases y un conductor # 2 AWG, CU desnudo para el neutro. La elección de estos conductores se debe también a que la corriente que soporta el barraje desconectable a utilizar es de 200 A y los interruptores de falla del Pad Switch también es de 200 A, dejando previsto un aumento de carga futura en el sector. El mínimo calibre de conductor que utiliza CNEL EP UNG en su sistema subterráneo en medio voltaje es # 2 AWG, CU, 15 kV, por lo que todas las demás alimentaciones en medio voltaje de este proyecto se utilizó conductor 2 AWG, CU, 15 kV para las fases y un conductor # 4 AWG, CU desnudo para el neutro.

La elección de los alimentadores para bajo voltaje se realiza en función de la capacidad de los transformadores a instalar en el diseño considerando también las caídas de voltaje que tienen por distancias para 120/240 voltios que se maneja en el secundario.

Tabla 2- Cálculo de corriente, conductores

BANCO DE TRANSFORMADORES EXISTENTES	TRANSFORMADORES	CAPACIDAD (KVA)	CORRIENTE (AMP)	FASE A	FASE B	FASE C	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	75	9,5	9,5	9,5	9,5	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	333	42,58	42,58	42,58	42,58	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	100	12,78	12,78	12,78	12,78	
TRIFÁSICO	1	500	20,91	20,91	20,91	20,91	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	250	31,78	31,78	31,78	31,78	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	50	6,39	6,39	6,39	6,39	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	75	9,59	9,59	9,59	9,59	
TRIFÁSICO	1	500	20,91	20,91	20,91	20,91	
MONOFÁSICO	1	100	12,79			12,79	
MONOFÁSICO	1	50	6,39		6,39		
TRIFÁSICO	1	250	10,45	10,45	10,45	10,45	
BANCO DE TRANSFORMACIÓN	3	2x50+1x75	6,39	9,6	6,39	9,59	6,39
	TRANSFORMADORES PROYECTADOS	CAPACIDAD (KVA)	CORRIENTE (AMP)	A	B	C	
	1	100	12,78	12,78			
	1	100	12,78	12,78			
	1	100	12,78		12,78		
	1	100	12,78			12,78	
	1	100	12,78	12,78			
	1	100	12,78		12,78		
	1	100	12,78			12,78	
	1	100	12,78			12,78	
	1	75	9,59	9,59			
	1	75	9,59			9,59	
		TOTAL		216,02	219,21	222,4	

Fuente: Los autores

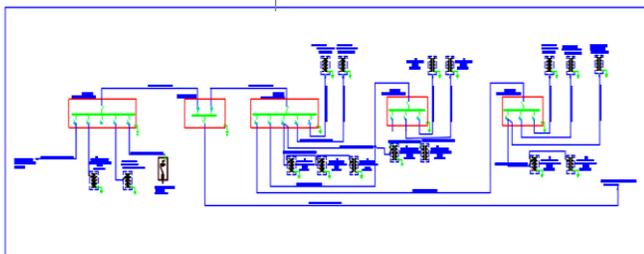


Figura 3- Diagrama unifilar en medio voltaje
Fuente: Los autores

La potencia total se obtuvo con la sumatoria de todas las demandas (ver tabla 2), a partir de esta se diseñaron los diferentes transformadores que fueron distribuidos de tal manera que abastezcan energía eléctrica sin interrupciones y de manera eficiente. Las acometidas subterráneas parten desde la red de distribución hacia los medidores de los diferentes usuarios, en estos no se toma en cuenta la caída de voltaje ya que son distancias cortas. Según las Normas del MERNNR el calibre mínimo para acometidas en bajo voltaje es el número 6 TTU, para 6 medidores será un número 2 AWG tipo SER (TTU), tomando en cuenta las características del conductor. Para el cálculo luminotécnico se aplicó las normas CIE 95 [13], en el que es importante conocer el tipo de calle y el dato existente en el sector, para poder obtener los datos fotométrico aspectos significativos para el cálculo, así se establece la ubicación de las luminarias, la distancia entre cada una de ellas y la

iluminación que suministran al área de estudio [14], el diseño tiene luminarias tipo vapor de sodio estándar ovoide con una potencia de 150W con corriente en atraso de 0.85. Además, se realizó el cálculo de caída de tensión, por cada circuito que tenga los centros de transformación [15], el diseño tiene una configuración monofásica a 3 hilos donde se utilizan los siguientes calibres de conductores. 350 MCM, 600 MCM, 250 MCM, 4/0MCM, 2/0 MCM, 1/0 MCM, se considera las características de los conductores, esto se hace para cumplir con la norma de 4% admisible como caída de tensión. La tendencia a nivel mundial es ir migrando al uso de luminarias led para los diferentes sistemas de alumbrado, por las ventajas que tiene en cuanto a consumo de energía, aumento de vida útil y menores costos de mantenimiento.

Tabla 3- Demanda de Diseño

MANZANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAL
USUARIOS	4	2	---	6	37	---	18	57	24	37	---	6	12	---	203
DEMANDA ACTUAL (KVA)	53,96	7,32	---	29,05	68,59	---	24,62	78,76	33,63	37,8	---	16,3	33,7	---	383,8
INCREMENTO EN 10 AÑOS	22%	22%	---	22%	22%	---	22%	22%	22%	22%	---	22%	22%	---	22%
DEMANDA PROYECTADA (KVA)	65,83	8,93	---	35,44	83,69	---	30,04	96,09	41,03	46,2	---	19,88	41,2	---	468,2
USUARIOS CON COCINA DE INDUCCION	2	---	---	5	29	---	17	49	22	34	---	2	11	---	
DEMANDA POR COCINA DE INDUCCION	6,68	---	---	13,02	43,19	---	28,95	51,41	34,92	49,07	---	6,68	21,56	---	
ALUMBRADO PÚBLICO	LUMINARIAS	2	10	9	2	9	7	2	6	3	4	7	---	---	2
	P. POR LUMINARIAS (KW)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	---	---	---	0,15
	P.TOTAL(KVA)	0,35	1,76	1,59	0,35	1,59	1,24	0,35	1,06	0,53	0,71	1,24	---	---	0,35
DEM. DISEÑO (KVA)	72,86	10,69	1,59	48,81	128,46	1,24	59,34	148,56	76,48	95,92	1,24	26,56	62,72	0,35	

Fuente: Los autores

5. CONCLUSIONES

Con la utilización de la normativa del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables vigente los diseños están homologados a nivel nacional, por lo que pueden ser interpretados por cualquier profesional de la rama eléctrica. El presente diseño quedará en la Universidad Politécnica Salesiana y servirá como base para futuros diseños de este tipo.

El impacto social que generan los proyectos eléctricos implementados en la ciudad ha reflejado en el cambio, solución y atención a las problemáticas que presentan. En los casos donde los proyectos eléctricos van acompañados

con la regeneración urbana el impacto es mayor, observando en estas zonas el mejoramiento del impacto visual, el ornato y la subida de la plusvalía, por lo que la implementación de este proyecto conllevará al progreso y desarrollo arquitectónico del área.

La implementación de nuevas redes garantiza la continuidad del servicio y confiabilidad del sistema, lo cual no permitirá que se generen los problemas que causan los sistemas obsoletos. Los estudios técnicos aplicados en cada uno de las partes de este proyecto y la utilización de las normas vigentes avalan el mismo, de tal forma que su buen funcionamiento está garantizado.

La nueva red ha sido diseñada para alimentar la carga actual y la que se incrementará en los próximos diez años, considerando la carga por cocinas de inducción de acuerdo al Plan Nacional del Gobierno Central. En el área de estudio se ha considerado la instalación de materiales y equipos que cumplan con las normas establecidas en este país, utilizando también la normativa vigente para su instalación.

6. RECOMENDACIONES

Es recomendable que CNEL EP UNG coordine con la M. I. Municipalidad de Guayaquil, todos los trabajos inherentes al proyecto con la finalidad de prevenir inconvenientes durante y luego de la construcción.

Se recomienda que los materiales y equipos sean determinados con criterios de estandarización, y escogiendo los de mejor calidad y fácil operación de tal manera que garanticen el nuevo sistema, su implementación sea sencilla y su operación no requiera de mucha instrucción.

La canalización propuesta debe ser ubicada en los lugares óptimos para poder servir de a mejor manera a los usuarios, coordinando con la ubicación de otras canalizaciones de los otros servicios.

Los equipos deben ser instalados en los lugares más idóneos, tomando en consideración que también existirán equipos de otros servicios que serán instalados en el lugar del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No
[1] Renovables, « redes de distribución de energía eléctrica,» [En línea]. Available: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/>

- [2] E. Harper, Los conceptos básicos de generación, transmisión, transformación y distribución de energía eléctrica, Mexico: Limusa, 2014.
- [3] J. García Carrasco, Instalaciones eléctricas en media y baja tensión, España: Paraninfo, 2002.
- [4] NATSIM, Normas para acometidas, cuartos de transformación y sistemas de medición para el suministro de electricidad, 2012.
- [5] S. Ramírez, Redes de distribución de energía, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- [6] M. Gusow, Fundamentos de electricidad, McGraw Hill, 2014.
- [7] B. Gonzáles, M. Milanés y E. Romero, Fundamentos de instalaciones eléctricas, Ibergarceta, 2012.
- [8] J. Sanz y J. Toledano, Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación, España: Paraninfo, 2009.
- [9] R. Mujal, Cálculo de líneas y redes eléctricas, España, 2013.
- [10] CNEL. EP. UNG, Análisis de consumos, Guayaquil, 2016.
- [11] CNEL. EP. UNG, Medidores controladores de circuito, Guayaquil, 2016.
- [12] G. Electrocables, «Características de conductores electricos,» [En línea]. Available: <http://electrocable.com/productos/cobre/TTU-20.html>.
- [13] CIE 95, «Valores mínimos de estudio lumínico,» [En línea]. Available: http://www.iac.es/adjuntos/otpc/NivelesUneEN13201_2009.pdf.
- [14] J. Garcia Fernandez, «Calculo de alumbrado público,» [En línea]. Available: http://recursos.citcea.upc.edu/llum/externor/vias_p.html. [Último acceso: 22 Noviembre 2016].



Roberto Rodríguez Jijón. Nació en Esmeraldas en 1990, obtuvo el título Universitario de Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil-Ecuador, actualmente se encuentra cursando sus estudios de Magister en Electricidad en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil.



Danilo Heraldo Avilés Martínez

Nació en Guayaquil en 1960, obtuvo el título Universitario de Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil-Ecuador, y el título de Magister Sistemas Integrados De Gestión De La Calidad Ambiente y Seguridad, actualmente trabaja en

CNEL EP. Guayaquil -Ecuador.