

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Consideraciones.....	4
3. Diseño de redes aéreas en BT.....	5
3.1. Subestación de 100 KVA.....	5
3.2. Subestación de 160 KVA.....	10
3.3. Subestación de 250 KVA.....	14
4. Diseño de iluminación de las zonas.....	20
5. Resultados y conclusiones.....	23

INTRODUCCIÓN

El presente informe es un resumen del proyecto de diseño de redes aéreas en baja tensión, la zona a distribuir se encuentra en el mercado Sarita colonia en el Callao cuyos planos fueron proporcionados por el profesor a cargo del curso, al igual que las hojas de cálculo necesarias para obtener los resultados que serán evaluados posteriormente, el trabajo a desarrollar consiste en colocar la subestación en el lugar adecuado, ubicar los circuitos y postes de baja tensión a nuestro criterio pero cumpliendo con las normas correspondientes, se evaluarán la cantidad de circuitos, cantidad de postes de baja tensión, cantidad de usuarios atendidos, el tipo de conductor que será utilizado, la caída de tensión total, las pérdidas por tramo y los costos totales por diseño. Los cálculos que se efecturarán serán en base a la potencia del transformador para este caso tenemos tres de: 100 KVA, 160 KVA y 250 KVA.

De forma adicional decidimos implementar otras hojas de cálculo y realizar un estudio de los niveles de iluminación en las calles que serán iluminadas por los postes de baja tensión, los cálculos fueron realizados con el programa DIALux.

Finalmente se realizarán comparaciones entre las tres subestaciones para evaluar cuál de las tres es la más adecuada para su colocación e implementación y observaremos mediante un cálculo económico y de inversión los costos totales por pérdidas de energía y potencia en una proyección de 10 años.

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE REDES DE BT

1. Para Trabajos como este tipo hay que ser muy minuciosos y tener un criterio bien definido de cómo se va realizar dicho trabajo, por ello con el plano que nos dio el profesor y las ubicaciones de la zona, empezamos a navegar por internet y ubicar dichas direcciones mencionadas para luego hacer el levantamiento de los previos y llevarlo al programa DIALUX y simular el sistema de iluminación.
2. Al momento de ubicar los lotes tener en cuenta que nuestra subestación este lo mayor posible en el centro de la carga ya que esto nos ayudara a evitar una mayor de caída de tensión.
3. La separación entre poste y poste no debe ser mayos a 35 m además no serán ubicadas en las esquinas.
4. Tener en cuenta que no es muy recomendable sacar un solo circuito de la subestación ya que tendríamos una corriente muy alta y por ende una mayor sección de conductor; nuestro trabajo fue desarrollado con dos circuitos.
5. Al momento de ubicar los circuitos (las líneas) debemos tener en cuenta que tienen que estar más cerca al lado del frente que se va a alimentar.
6. Una red aérea alimenta ambos frentes a menos que supere los 12 m.
7. En el desarrollo del cálculo eléctrico tener en cuenta que se hace por circuito.
8. Para la sección del conductor a utilizar tener en cuenta que se deberá cumplir la caída de tensión (no mayor al 5% $V_n=11$ V).
9. Utilizaremos conductores del tipo N2XSy, cuyas características se encuentran en la siguiente tabla.

DATOS DE LOS CONDUCTORES							
Sección mm ²	Datos Técnicos						
	R (Ω/km) 20°C	R (Ω/km) 45°C	X (Ω/km)	Radio (mm)	Rad. Eq. (mm)	FCT	Capacidad I (A)
16	1.910	2.08190	0.10255	2.55	2.25676	0.003205	74
25	1.200	1.30800	0.10000	3.21	2.82095	0.002032	97
35	0.868	0.94612	0.09639	3.78	3.33779	0.001482	118
50	0.641	0.69869	0.09369	4.45	3.98942	0.001105	141
70	0.443	0.48287	0.09298	5.35	4.72035	0.000778	180

Para desarrollar el presente trabajo realizamos lo siguiente.

1. Ubicamos nuestra subestación en el lugar adecuado, según se nos dio indicación sobre su ubicación.
2. Con los datos que tenemos calculamos el número de lotes para las 3 subestaciones dadas luego ubicamos las cantidades de lotes en sus respectivas potencias.
3. Luego ubicamos los postes que sean necesarios.
4. Posteriormente ubicamos los circuitos.
5. Se realizó el cálculo eléctrico y la sección económica del conductor.

DISEÑO DE REDES AÉREAS EN BAJA TENSIÓN

1. SUBESTACION DE 100 KVA : La cantidad de viviendas atendidas por esta subestacion son 53 , el numero de circuitos en nuestro diseño son 2, el circuito 1 tendrá 3 ramales y el circuito 2 tendra 1 ramal, con un total de 18 postes de baja tensión, un metrado total de 0.25801 km y unas pérdidas totales de 1783.5771 kWh/año.

DATOS DE DISEÑO	
DISTRIBUCIÓN	Secundaria
Tipo Red	Aérea
Tipo de conductor	Autoportante de aluminio
Tensión (V)	220
Factor de potencia	0.95
Factor de carga	0.35
Factor de pérdidas	0.19075
Temperatura de trabajo °C	45
RESISTIVIDAD (20 °C) Ω-mm ² /km	32.32
RESISTIVIDAD (45 °C) Ω-mm ² /km	35.23
POT. MÁX./CONS. (W)	3000

Los datos variables en la hoja de cálculo son la Potencia máxima por consumo, el cual consideraremos para nuestro proyecto 3 kW y la potencia instalada.

DATOS DEL TRANSFORMADOR						Cables de Comunicación			
Transfo. N°	Pot. Inst (KVA)	Rel. Transf. (kV)	N° de Fases	f.s.	f.d.p.	Terna N°1	Terna N°2	Terna N°3	Terna N°4
1	100	10/0.22	3	0.5	0.95	240	240	-	-

DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS	
N° Circuitos	2
Ctdad. Ramal Circuito N°1	3
Ctdad. Ramal Circuito N°2	1
-	-
-	-
N° de Viviendas atendidas	53

Lotes

CIRCUITO N°1 PRINCIPAL: serán colocados 6 postes de BT, el número de consumidores son valores que se proporcionaran a la hoja de cálculo, el factor de simultaneidad se considerara 0.5, si se desean colocar cargas especiales se llenaran en las celdas correspondientes, la sección del conductor dependerá de la intensidad que deba soportar tal conductor, la longitud será una variable a colocar dependiendo de las distancias entre los postes, la caída de tensión se calcula de forma automática mediante una fórmula que depende de los datos del conductor, la

distancia y potencia total, las perdidas por tramo de igual forma se calculan de forma automática con nuestra hoja de cálculo.

CIRCUITO N°1							
N° POSTES	:	6					
Punto	:	1	2	3	4	5	6
Nc	:	0	9	3	17	4	4
Sum .Nc	:	37	37	28	25	8	4
f.s.	:	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:	55.5	55.5	42	37.5	12	6
Pot. C.E. (KW)	:	0	0	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)	:						
POT. TOTAL (KW)	:	55.5	55.5	42	37.5	12	6
Intensidad (A)	:	88.5167	88.5167	66.9856	59.8086	19.1388	9.5694
Sección (mm2)	:	25	25	25	25	25	25
Longitud (m)	:	1.5	6.14	22.23	12.16	20.81	31.81
Caída Tensión	:	0.1691	0.6923	1.8968	0.9264	0.5073	0.3878
Sumat. Caída Tensión.	:	0.1691	0.8614	2.7583	3.6847	4.1920	4.5798
Pérd. Por Tramo	:	77.0619	315.4401	654.0344	285.2060	49.9801	19.0998
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		1400.8224					

Imagen de valores obtenidos en el circuito principal N° 1

Con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **4.5798 V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **1400.8224 kWh/año**.

RAMALES DEL CIRCUITO N° 1:

- *Ramal N° 1 derivado del punto número 2*, tiene una caída de tensión total de 1.50287 V, y serán colocados 2 postes de BT.

Ramal / Punto	:	2		
N° POSTES	:	2		
Punto	:	2	2.1	2.2
Nc	:		2	7
Sum. Nc	:		9	7
f.s.	:		0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:		13.5	10.5
Pot. C.E. (KW)	:		0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)	:			
Pot. Total (KW)	:		13.5	10.5
Intensidad (A)	:		21.5311	16.7464115
Sección (mm2)	:		25	25
Longitud (m)	:		3.11	26.07
Caída Tensión	:	0.86145	0.08530	0.55613
Sumat. Caída Tensión.	:	0.86145	0.94674	1.50287
Pérd. Por Tramo	:		9.4534536	47.9382526
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)			57.3917	

- Ramal N° 2 y N° 3 derivados del punto número 4, se tiene una caída de tensión total de 4.00865V y 4.87485 V respectivamente y serán colocados 2 postes de BT por ramal.

Ramal / Punto				Ramal / Punto					
4				4					
N° POSTES				N° POSTES					
2				2					
Punto	:	4	4.1	4.2	Punto	:	4	4.1	4.2
Nc	:		0	5	Nc	:		6	6
Sum. Nc	:		5	5	Sum. Nc	:		12	6
f.s.	:		0.5	0.5	f.s.	:		0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:		7.5	7.5	Pot. S.P. (KW)	:		18	9
Pot. C.E. (KW)	:		0	0	Pot. C.E. (KW)	:		0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)	:				Sum.Pot.C.E. (KW)	:			
Pot. Total (KW)	:		7.5	7.5	Pot. Total (KW)	:		18	9
Intensidad (A)	:		11.961722	11.9617225	Intensidad (A)	:		28.708134	14.354067
Sección (mm2)	:		25	25	Sección (mm2)	:		25	25
Longitud (m)	:		5.22	16.04	Longitud (m)	:		23.55	17.99
Caída Tensión	:	3.68471	0.07954	0.24440	Caída Tensión	:	3.68471	0.86120	0.32894
Sumat. Caída Tensión.	:	3.68471	3.76424	4.00865	Sumat. Caída Tensión.	:	3.68471	4.54591	4.87485
Pérd. Por Tramo	:		4.8972875	15.04837	Pérd. Por Tramo	:		127.26193	24.3040557
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	:		19.9457		SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	:		151.5660	

En total serán alimentadas 37 viviendas con este circuito N°1 y se colocaran en total 12 postes. El metrado del circuito es de 186.63 m y un total de pérdidas de 1629.7257 kWh/año.

CIRCUITO N°2 PRINCIPAL: Serán colocados 4 postes de BT, con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **1.0021 V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **122.2055 kWh/año**.

Circuito N° 2					
N° POSTES					
4					
Punto	:	1	2	3	4
Nc	:	0	9	3	4
Sum .Nc	:	16	16	7	4
f.s.	:	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:	24	24	10.5	6
Pot. C.E. (KW)	:	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)	:				
POT. TOTAL (KW)	:	24	24	10.5	6
Intensidad (A)	:	38.2775	38.2775	16.7464	9.5694
Sección (mm2)	:	25	25	25	25
Longitud (m)	:	1.5	6.74	17.1	19.32
Caída Tensión	:	0.0731	0.3286	0.3648	0.2355
Sumat. Caída Tensión.	:	0.0731	0.4018	0.7666	1.0021
Pérd. Por Tramo	:	14.4104	64.7508	31.4440	11.6004
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	:		122.2055		

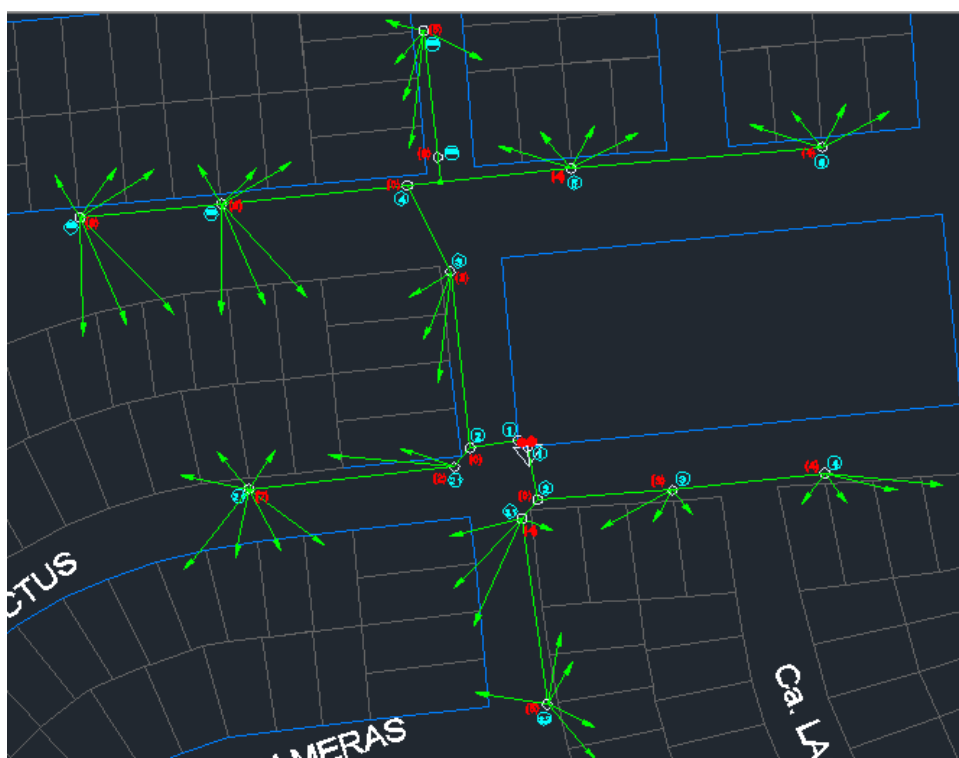
RAMALES DEL CIRCUITO N° 2:

- *Ramal N° 1 derivado del punto número 2, tiene una caída de tensión total de 0.84706 V, y serán colocados 2 postes de BT.*

Ramal / Punto	2		
N° POSTES	2		
Punto	2	2.1	2.2
Nc		4	5
Sum. Nc		9	5
f.s.		0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)		13.5	7.5
Pot. C.E. (KW)		0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)			
Pot. Total (KW)		13.5	7.5
Intensidad (A)		21.5311	11.961722
Sección (mm ²)		25	25
Longitud (m)		3.13	23.59
Caída Tensión	0.40177	0.08585	0.35944
Sumat. Caída Tensión.	0.40177	0.48762	0.84706
Pérd. Por Tramo		9.5142475	22.131611
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		31.6459	

En total serán alimentadas 16 viviendas con este circuito N°2 y se colocaran en total 6 postes. El metrado del circuito es de 71.38 m y un total de pérdidas de 153.8514 kWh/año.

IMAGEN DE LA UBICACIÓN DE LOS CIRCUITOS Y POSTES DE BAJA TENSIÓN DE LA S.A.B DE 100 KVA



COSTOS DE INVERSION DE LA SAB Y LAS REDES AEREAS:

Los costos correspondiente pertenecen al mercado actual mientras que el metrado fue calculado líneas arriba. La inversion total es la mostrada en US\$.

Sección mm ²	Costo US\$/km	Metrado km	Costo Total
3X25/25N	24 380.00	0.25801	6 290.28
Subestación de distribución trifásica biposte de 100 kVA, 10/0,38-0,22 kV			12300.00
TOTAL			18 590.28

CALCULO ECONOMICO

Para el cálculo económico utilizaremos la hoja de cálculo proporcionada por el profesor, los datos principales son los del costo de inversión y las pérdidas de energía en el año de diseño que ya fueron calculadas en las páginas anteriores.

Tipo de Conductor		AAAC
Área Geográfica		Costa Rural
Sección máxima utilizada (mm ²)		25
Longitud de Línea (km)		1.0
Tensión (kV) (10,13.8,30,60,138 ó 220)		10.0
Potencia (kW)		3 000.0
Factor de Potencia		0.95
Temperatura en Conductor (°C)		45.00
Costo de Pérdidas (Horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Pérdidas (Fuera de horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Potencia (\$/kW)		0.000
Costo de Línea (US \$/km)		18 590.28
Período de Evaluación (años)		10
Tasa de Crecimiento Demanda (%)		2.30
Tasa actualización anual (%)		12.00
Factor de Carga		0.350
Factor de Pérdida		0.19075
Intensidad de Corriente (A)		182.32
Resistividad a 20°C (Ohm.mm ² /km)		32.32
Resist. 45.00 °C (Ohm.mm ² /km)		35.23
% de Pérdidas de energía en Horas Punta		0.00
% costo de OyM/VNR		4.50
Pérdidas de Potencia Año de Diseño (kW)		0.00
Pérdidas de Energía Año de Diseño (kW.h/año)		1 783.58

El siguiente cuadro se generará a partir del primero, el periodo de evaluación de perdidas es de 10 años, se considerara un costo de operación y mantenimiento constante en los años evaluados y se actualizarán los costos de pérdidas de energía y potencia al año presente

Los costos totales actualizados ascienden a **23595.02 US\$**

Año	Pérdidas de Energía (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía en Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Potencia (kW/AÑO)	Costo de Pérdidas de Energía en Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Potencia (\$)	COyM (\$)	Costo Actualizado de OyM (\$)	Costo Total Actualizado de Pérdidas de Energía y Potencia (\$)
1	1 184.49	.0	1 184.49	.0	.0	41.46	.0	836.56	746.93	37.02
2	1 239.60	.0	1 239.60	.0	.0	43.39	.0	836.56	666.90	34.59
3	1 297.28	.0	1 297.28	.0	.0	45.40	.0	836.56	595.45	32.32
4	1 357.64	.0	1 357.64	.0	.0	47.52	.0	836.56	531.65	30.20
5	1 420.81	.0	1 420.81	.0	.0	49.73	.0	836.56	474.69	28.22
6	1 486.92	.0	1 486.92	.0	.0	52.04	.0	836.56	423.83	26.37
7	1 556.10	.0	1 556.10	.0	.0	54.46	.0	836.56	378.42	24.64
8	1 628.51	.0	1 628.51	.0	.0	57.0	.0	836.56	337.87	23.02
9	1 704.28	.0	1 704.28	.0	.0	59.65	.0	836.56	301.67	21.51
10	1 783.58	.0	1 783.58	.0	.0	62.43	.0	836.56	269.35	20.10

2. SUBESTACION DE 160 KVA : La cantidad de viviendas atendidas por esta subestacion son 84 , el numero de circuitos en nuestro diseño son 2, el circuito 1 tendrá 3 ramales y el circuito 2 tendra 1 ramal, con un total de 24 postes de baja tensión, un metrado total de 0.40837 km y unas pérdidas totales de 2327.0871 kWh/año.

DATOS DEL TRANSFORMADOR						Cables de Comunicación (NA2XSY)			
Transfo. N°	Pot. Inst (KVA)	Rel. Transf. (kV)	N° de Fases	f.s.	f.d.p.	Terna N°1	Terna N°2	Terna N°3	Terna N°4
1	160	10/0.23	3	0.5	0.95	240	240	-	-

DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS	
N° Circuitos	2
Ctdad. Ramal Circuito N°1	3
Ctdad. Ramal Circuito N°2	1
-	-
-	-
N° de Viviendas atendidas	84

Lotes

CIRCUITO N°1 PRINCIPAL: Serán colocados 7 postes de BT, con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **3.817425 V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **1467.5743 kWh/año**.

CIRCUITO N°1							
N° POSTES	7						
Punto	1	2	3	4	5	6	7
Nc	0	14	3	23	4	4	4
Sum .Nc	52	52	38	35	12	8	4
f.s.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	78	78	57	52.5	18	12	6
Pot. C.E. (KW)	0	0	0	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)							
POT. TOTAL (kW)	78	78	57	52.5	18	12	6
Intensidad (A)	124.4019	124.4019	90.9091	83.7321	28.7081	19.1388	9.5694
Sección (mm2)	50	50	50	50	50	50	50
Longitud (m)	1.5	6.14	22.23	12.16	20.82	31.82	32.63
Caída Tensión	0.1293	0.5293	1.4005	0.7056	0.4142	0.4220	0.2164
Sumat. Caída Tensión.	0.1293	0.6587	2.0592	2.7648	3.1790	3.601033	3.817425
Pérd. Por Tramo	81.3055	332.8104	643.4703	298.6012	60.0987	40.8227	10.4655
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	1467.5743						

RAMALES DEL CIRCUITO N° 1:

- *Ramal N° 1 derivado del punto número 2, tiene una caída de tensión total de 1.48218V, y serán colocados 3 postes de BT.*

Ramal / Punto	2			
N° POSTES	3			
Punto	2	2.1	2.2	2.3
Nc		2	6	6
Sum. Nc		14	12	6
f.s.		0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)		21	18	9
Pot. C.E. (KW)		0	0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)				
Pot. Total (KW)		21	18	9
Intensidad (A)		33.492823	28.708134	14.35407
Sección (mm2)		50	50	50
Longitud (m)		3.11	26.07	23.39
Caída Tensión	0.65866	0.07219	0.51866	0.23267
Sumat. Caída Tensión.	0.65866	0.73084	1.24951	1.48218
Pérd. Por Tramo		12.219075	75.253273	16.87931
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		104.3517		

- *Ramal N° 2 y N° 3 derivados del punto número 4, se tiene una caída de tensión total de 3.29135V y 3.95492V respectivamente y serán colocados 3 y 2 postes por ramal.*

Ramal / Punto	4			Ramal / Punto	4		
N° POSTES	3			N° POSTES	2		
Punto	4.1	4.2	4.3	Punto	4	4.1	4.2
Nc	0	6	5	Nc		6	6
Sum. Nc	11	11	5	Sum. Nc		12	6
f.s.	0.5	0.5	0.5	f.s.		0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	16.5	16.5	7.5	Pot. S.P. (KW)		18	9
Pot. C.E. (KW)	0	0	0	Pot. C.E. (KW)		0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)				Sum.Pot.C.E. (KW)			
Pot. Total (KW)	16.5	16.5	7.5	Pot. Total (KW)		18	9
Intensidad (A)	26.315789	26.315789	11.96172	Intensidad (A)		28.708134	14.354067
Sección (mm2)	50	50	50	Sección (mm2)		25	25
Longitud (m)	5.22	16.04	16.75	Longitud (m)		23.55	17.99
Caída Tensión	2.76478	0.09520	0.29252	Caída Tensión	2.76478	0.86120	0.32894
Sumat. Caída Tensión.	2.76478	2.85998	3.15250	Sumat. Caída Tensión.	2.76478	3.62598	3.95492
Pérd. Por Tramo	12.661284	38.905554	8.394149	Pérd. Por Tramo		127.26193	24.304056
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	59.9610			SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	151.5660		

En total serán alimentadas 52 viviendas con este circuito N°1 y se colocaran en total 15 postes. El metrado del circuito es de 259.42 m y un total de pérdidas de 1783.4530 kWh/año.

CIRCUITO N°2 PRINCIPAL: Serán colocados 6 postes de BT, con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **2.2624 V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **489.5965 kWh/año.**

Circuito N° 2							
N° POSTES	:	6					
Punto	:	1	2	3	4	5	6
Nc	:	0	13	3	4	6	6
Sum .Nc	:	32	32	19	16	12	6
f.s.	:	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:	48	48	28.5	24	18	9
Pot. C.E. (KW)	:	0	0	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)	:						
POT. TOTAL (KW)	:	48	48	28.5	24	18	9
Intensidad (A)	:	76.5550	76.5550	45.4545	38.2775	28.7081	14.3541
Sección (mm2)	:	50	50	50	50	50	50
Longitud (m)	:	1.5	6.74	17.1	19.32	28.69	20.44
Caída Tensión	:	0.0796	0.3576	0.5387	0.5125	0.5708	0.2033
Sumat. Caída Tensión.	:	0.0796	0.4372	0.9758	1.4883	2.0591	2.2624
Pérd. Por Tramo	:	30.7902	138.3508	123.7443	99.1446	82.8161	14.7504
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		489.5965					

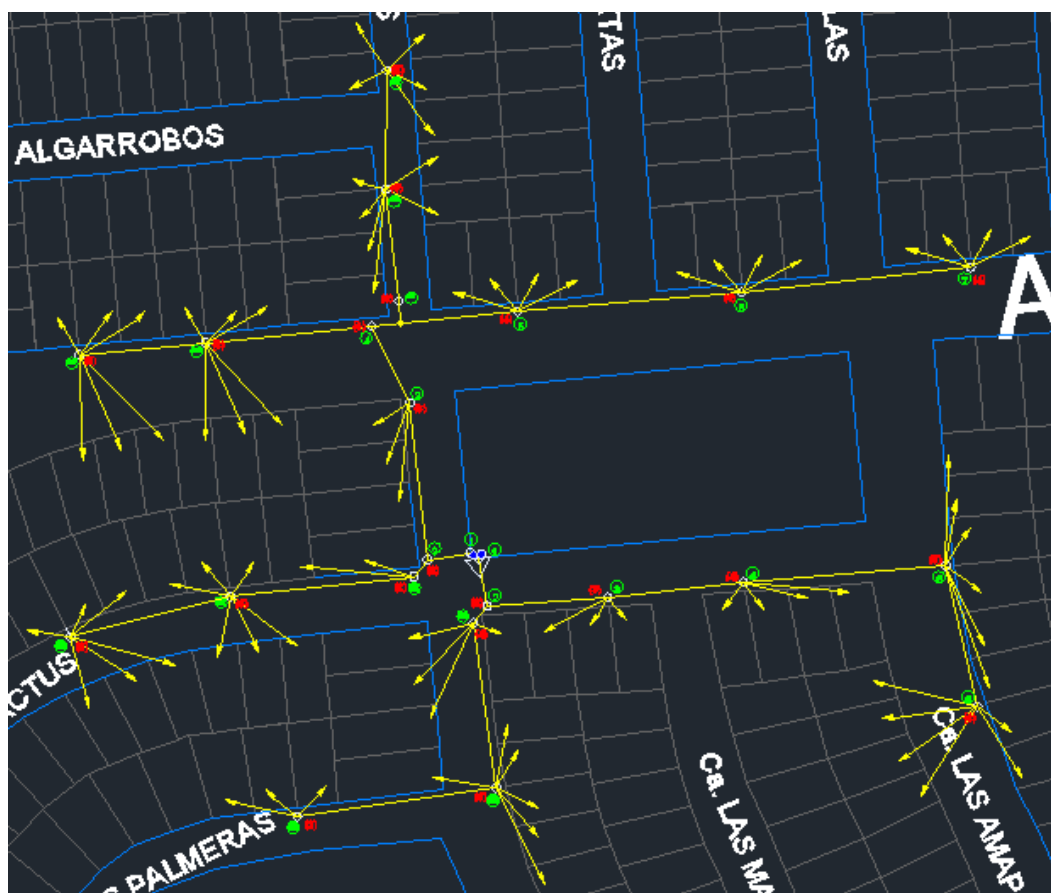
RAMALES DEL CIRCUITO N° 2:

- *Ramal N° 1 derivado del punto número 2, tiene una caída de tensión total de 2.43025 V, y serán colocados 3 postes de BT.*

Ramal / Punto						
		2				
N° POSTES	:	3				
Punto	:	2	2.1	2.2	2.3	
Nc	:		4	6	3	
Sum. Nc	:		13	9	3	
f.s.	:		0.5	0.5	0.5	
Pot. S.P. (KW)	:		19.5	13.5	4.5	
Pot. C.E. (KW)	:		0	0	0	
Sum.Pot.C.E. (KW)	:					
Pot. Total (KW)	:		19.5	13.5	4.5	
Intensidad (A)	:		31.100478	21.5311	7.1770335	
Sección (mm2)	:		50	50	50	
Longitud (m)	:		3.13	23.59	28.44	
Caída Tensión	:		0.43716	0.06746	0.35199	0.14145
Sumat. Caída Tensión.	:		0.43716	0.50462	0.85661	0.99807
Pérd. Por Tramo	:			10.60359	38.30318	5.130905
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)			54.0377			

En total serán alimentadas 32 viviendas con este circuito N°2 y se colocaran en total 9 postes. El metrado del circuito es de 148.95m y un total de pérdidas de 543.6342 kWh/año.

IMAGEN DE LA UBICACIÓN DE LOS CIRCUITOS Y POSTES DE BAJA TENSIÓN DE LA S.A.B DE 160 KVA



COSTOS DE INVERSIÓN DE LA SAB Y LAS REDES AEREAS:

Los costos correspondiente pertenecen al mercado actual mientras que el metrado fue calculado líneas arriba. La inversión total es la mostrada en US\$.

Sección mm ²	Costo US\$/km	Metrado km	Costo Total
3X50/25N	25 660.00	0.40837	10 478.77
Subestación de distribución trifásica biposte de 160 kVA, 10/0,38-0,22 kV			14200.00
TOTAL			24 678.77

CALCULO ECONOMICO

Para el cálculo económico utilizaremos la hoja de cálculo proporcionada por el profesor, los datos principales son los del costo de inversión y las pérdidas de energía en el año de diseño que ya fueron calculadas en las páginas anteriores.

Tipo de Conductor		AAAC
Área Geográfica		Costa Rural
Sección máxima utilizada (mm ²)		50
Longitud de Línea (km)		1.0
Tensión (kV) (10,13.8,30,60,138 ó 220)		10.0
Potencia (kW)		3 000.0
Factor de Potencia		0.95
Temperatura en Conductor (°C)		45.00
Costo de Pérdidas (Horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Pérdidas (Fuera de horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Potencia (\$/kW)		0.000
Costo de Línea (US \$/km)		24 678.77
Período de Evaluación (años)		10
Tasa de Crecimiento Demanda (%)		2.30
Tasa actualización anual (%)		12.00
Factor de Carga		0.350
Factor de Pérdida		0.19075
Intensidad de Corriente (A)		182.32
Resistividad a 20°C (Ohm.mm ² /km)		32.32
Resist. 45.00 °C (Ohm.mm ² /km)		35.23
% de Pérdidas de energía en Horas Punta		0.00
% costo de OyM/VNR		4.50
Pérdidas de Potencia Año de Diseño (kW)		0.00
Pérdidas de Energía Año de Diseño (kW.h/año)		2 256.48

El siguiente cuadro se generará a partir del primero, el periodo de evaluación de perdidas es de 10 años, se considerara un costo de operación y mantenimiento constante en los años evaluados y se actualizarán los costos de pérdidas de energía y potencia al año presente

Los costos totales actualizados ascienden a **2256.48 US\$**

Año	Pérdidas de Energía (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía en Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Potencia (kW/AÑO)	Costo de Pérdidas de Energía en Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Potencia (\$)	COyM (\$)	Costo Actualizado de OyM (\$)	Costo Total Actualizado de Pérdidas de Energía y Potencia (\$)
1	1 498.55	.0	1 498.55	.0	.0	52.45	.0	1 110.54	991.56	46.83
2	1 568.27	.0	1 568.27	.0	.0	54.89	.0	1 110.54	885.32	43.76
3	1 641.24	.0	1 641.24	.0	.0	57.44	.0	1 110.54	790.46	40.89
4	1 717.61	.0	1 717.61	.0	.0	60.12	.0	1 110.54	705.77	38.21
5	1 797.53	.0	1 797.53	.0	.0	62.91	.0	1 110.54	630.15	35.70
6	1 881.17	.0	1 881.17	.0	.0	65.84	.0	1 110.54	562.64	33.36
7	1 968.69	.0	1 968.69	.0	.0	68.90	.0	1 110.54	502.35	31.17
8	2 060.30	.0	2 060.30	.0	.0	72.11	.0	1 110.54	448.53	29.12
9	2 156.16	.0	2 156.16	.0	.0	75.47	.0	1 110.54	400.47	27.21
10	2 256.48	.0	2 256.48	.0	.0	78.98	.0	1 110.54	357.57	25.43

3. SUBESTACION DE 250 KVA : La cantidad de viviendas atendidas por esta subestacion son 132 , el numero de circuitos en nuestro diseño son 2, el circuito 1 tendrá 4 ramales y el circuito 2 tendra 2 ramales, con un total de 33 postes de baja tensión, un metrado total de 0.58072 km y unas pérdidas totales de 5428.4292 kWh/año.

DATOS DEL TRANSFORMADOR						Cables de Comunicación (NA2XSY)			
Transfo. N°	Pot. Inst (KVA)	Rel. Transf. (kV)	N° de Fases			Terna N°1	Terna N°2	Terna N°3	Terna N°4
				f.s.	f.d.p.				
1	250	10/0.23	3	0.5	0.95	240	240	-	-

DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS	
Nº Circuitos	2
Ctdad. Ramal Circuito Nº1	4
Ctdad. Ramal Circuito Nº2	2
-	-
-	-
Nº de Viviendas atendidas	132 Lotes

CIRCUITO Nº1 PRINCIPAL: Serán colocados 9 postes de BT, con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **5.762108V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **3219.4412 kWh/año**.

CIRCUITO Nº1									
Nº POSTES	9								
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nc	0	14	3	23	4	10	8	7	7
Sum .Nc	76	76	62	59	36	32	22	14	7
f.s.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	114	114	93	88.5	54	48	33	21	10.5
Pot. C.E. (KW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)									
POT. TOTAL (KW)	114	114	93	88.5	54	48	33	21	10.5
Intensidad (A)	181.8182	181.8182	148.3254	141.1483	86.1244	76.5550	52.6316	33.493	16.746
Sección (mm2)	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Longitud (m)	1.5	6.14	22.23	12.16	20.82	16.87	21.43	23.9	23.75
Caída Tensión	0.1330	0.5445	1.6083	0.8372	0.8746	0.6299	0.5501	0.390441	0.193995
Sumat. Caída Tensión.	0.1330	0.6775	2.2858	3.1230	3.9976	4.627531	5.177672	5.568113	5.762108
Pérd. Por Tramo	120.0290	491.3185	1183.8329	586.4151	373.8120	239.3220	143.6928	64.89654	16.12231
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	3219.4412								

RAMALES DEL CIRCUITO Nº 1:

- *Ramal Nº 1 derivado del punto número 2, tiene una caída de tensión total de 1.50106 V, y serán colocados 3 postes de BT.*

Ramal / Punto					
Nº POSTES	3				
Punto	2	2.1	2.2	2.3	
Nc		2	6	6	
Sum. Nc		14	12	6	
f.s.		0.5	0.5	0.5	
Pot. S.P. (KW)		21	18	9	
Pot. C.E. (KW)		0	0	0	
Sum.Pot.C.E. (KW)					
Pot. Total (KW)		21	18	9	
Intensidad (A)		33.492823	28.708134	14.354067	
Sección (mm2)		50	50	50	
Longitud (m)		3.11	26.07	23.39	
Caída Tensión		0.67754	0.07219	0.51866	0.23267
Sumat. Caída Tensión.		0.67754	0.74973	1.26839	1.50106
Pérd. Por Tramo		12.219075	75.253273	16.8793063	
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		104.3517			

- *Ramal N° 2 y N° 3 derivados del punto número 4, se tiene una caída de tensión total de 3.64956V y 3.77047V respectivamente y serán colocados 3 y 2 postes por ramal.*

Ramal / Punto	4			Ramal / Punto	4		
N° POSTES	3			N° POSTES	2		
Punto	4.1	4.2	4.3	Punto	4	4.1	4.2
Nc	0	6	5	Nc	6	6	6
Sum. Nc	11	11	5	Sum. Nc	12	6	6
f.s.	0.5	0.5	0.5	f.s.	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	16.5	16.5	7.5	Pot. S.P. (KW)	18	9	9
Pot. C.E. (KW)	0	0	0	Pot. C.E. (KW)	0	0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)				Sum.Pot.C.E. (KW)			
Pot. Total (KW)	16.5	16.5	7.5	Pot. Total (KW)	18	9	9
Intensidad (A)	26.315789	26.315789	11.9617225	Intensidad (A)	28.708134	14.354067	14.354067
Sección (mm2)	50	50	50	Sección (mm2)	50	50	50
Longitud (m)	5.22	16.04	16.75	Longitud (m)	23.55	17.99	17.99
Caída Tensión	3.12299	0.09520	0.29252	Caída Tensión	3.12299	0.46853	0.17896
Sumat. Caída Tensión.	3.12299	3.21819	3.51071	Sumat. Caída Tensión.	3.12299	3.59152	3.77047
Pérd. Por Tramo	12.661284	38.905554	8.39414934	Pérd. Por Tramo	67.979079	12.982416	12.982416
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	59.9610			SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	80.9615		

- *Ramal N° 4 derivado del punto número 6, tiene una caída de tensión total de 5.55018 V, y serán colocados 2 postes de BT.*

Ramal / Punto	6	
N° POSTES	2	
Punto	6	6.1
Nc	4	6
Sum. Nc	10	6
f.s.	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	15	9
Pot. C.E. (KW)	0	0
Sum.Pot.C.E. (KW)		
Pot. Total (KW)	15	9
Intensidad (A)	23.923445	14.354067
Sección (mm2)	50	50
Longitud (m)	21.94	32.63
Caída Tensión	4.62753	0.36375
Sumat. Caída Tensión.	4.62753	4.99128
Pérd. Por Tramo	43.980331	23.547318
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)	67.5276	

En total serán alimentadas 76 viviendas con este circuito N°1 y se colocaran en total 19 postes. El metrado del circuito es de 335.49m y un total de pérdidas de 3532.2430 kWh/año

CIRCUITO N°2 PRINCIPAL: Serán colocados 7 postes de BT, con los valores proporcionados necesarios obtuvimos una suma de caídas de tensión total de **3.780006 V** lo cual cumple la norma de que la máxima caída de tensión sea de 5% (11 V), y un total de pérdidas de **1503.2227 kWh/año**.

RAMALES DEL CIRCUITO N° 2:

Circuito N° 2								
N° POSTES	:	7						
Punto	:	1	2	3	4	5	6	7
Nc	:	0	18	3	16	7	6	6
Sum .Nc	:	56	56	38	35	19	12	6
f.s.	:	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pot. S.P. (KW)	:	84	84	57	52.5	28.5	18	9
Pot. C.E. (KW)	:	0	0	0	0	0	0	0
Sum .Pot. C.E. (KW)	:							
POT. TOTAL (KW)	:	84	84	57	52.5	28.5	18	9
Intensidad (A)	:	133.9713	133.9713	90.9091	83.7321	45.4545	28.7081	14.3541
Sección (mm2)	:	50	50	50	50	50	50	50
Longitud (m)	:	1.5	6.74	17.1	10.25	21.82	22.93	20.04
Caída Tensión	:	0.1393	0.6258	1.0773	0.5948	0.6873	0.4562	0.1993
Sumat. Caída Tensión.	:	0.1393	0.7650	1.8423	2.4371	3.1245	3.580658	3.780006
Pérd. Por Tramo	:	94.2951	423.6994	494.9772	251.6992	157.9006	66.1894	14.4618
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)		1503.2227						

- *Ramal N° 1 derivado del punto número 2, tiene una caída de tensión total de 1.9528961V, y serán colocados 4 postes de BT.*

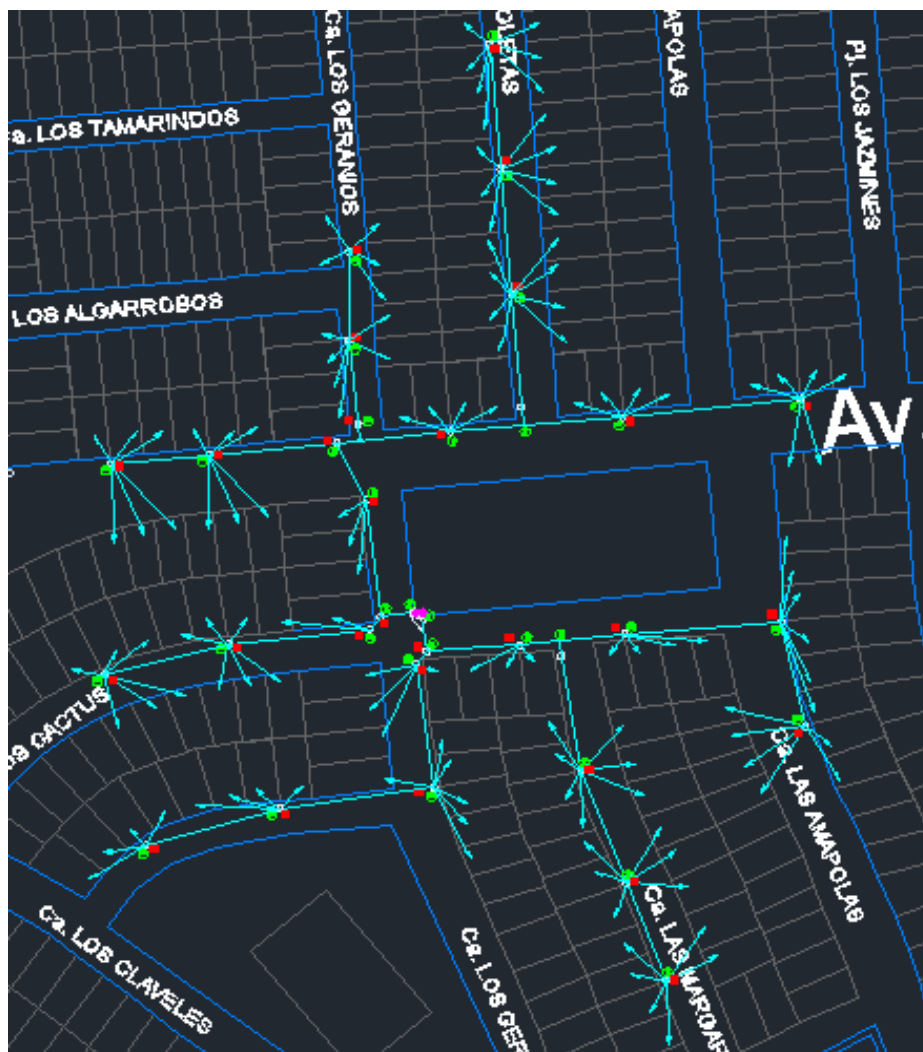
Ramal / Punto							
N° POSTES	:	4					
Punto	:	2	2.1	2.2	2.3	2.4	
Nc	:		4	6	4	4	
Sum. Nc	:		18	14	8	4	
f.s.	:		0.5	0.5	0.5	0.5	
Pot. S.P. (KW)	:		27	21	12	6	
Pot. C.E. (KW)	:		0	0	0	0	
Sum.Pot.C.E. (KW)	:						
Pot. Total (KW)	:		27	21	12	6	
Intensidad (A)	:		43.062201	33.492823	19.138756	9.569378	
Sección (mm2)	:		50	50	50	50	
Longitud (m)	:		3.13	23.59	28.44	25.59	
Caída Tensión	:		0.76503	0.09341	0.54754	0.37721	0.1697046
Sumat. Caída Tensión.	:		0.76503	0.85844	1.40598	1.7831915	1.9528961
Pérd. Por Tramo	:		20.328775	92.684238	36.486435	8.2075236	
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)			157.7070				

- *Ramal N° 2 derivado del punto número 4, se tiene una caída de tensión total de 3.6083449 V serán colocados 3 postes de BT.*

Ramal / Punto						
N° POSTES	:	3				
Punto	:	4	4.1	4.2	4.3	
Nc	:		4	6	6	
Sum. Nc	:		16	12	6	
f.s.	:		0.5	0.5	0.5	
Pot. S.P. (KW)	:		24	18	9	
Pot. C.E. (KW)	:		0	0	0	
Sum.Pot.C.E. (KW)	:					
Pot. Total (KW)	:		24	18	9	
Intensidad (A)	:		38.277512	28.708134	14.354067	
Sección (mm2)	:		50	50	50	
Longitud (m)	:		14.97	28.69	20.44	
Caída Tensión	:		2.43712	0.39710	0.57079	0.20333
Sumat. Caída Tensión.	:		2.43712	2.83423	3.40502	3.6083449
Pérd. Por Tramo	:		76.821651	82.816126	14.75045	
SUMAT. DE PÉRDIDAS (kWh/año)			174.3882			

En total serán alimentadas 56 viviendas con este circuito N°2 y se colocaran en total 14 postes. El metrado del circuito es de 245.23 m y un total de pérdidas de 1835.3179 kWh/año.

IMAGEN DE LA UBICACIÓN DE LOS CIRCUITOS Y POSTES DE BAJA TENSIÓN DE LA S.A.B DE 250 KVA



COSTOS DE INVERSION DE LA SAB Y LAS REDES AEREAS:

Sección mm ²	Costo US\$/km	Metrado km	Costo Total
3X70/25N	26 690.00	0.58072	15 499.42
Subestación de distribución trifásica biposte de 250 kVA, 10/0,38-0,22 kV			17530.00
TOTAL			33 029.42

Los costos correspondiente pertenecen al mercado actual mientras que el metrado fue calculado líneas arriba. La inversion total es la mostrada en US\$.

CALCULO ECONOMICO

Para el cálculo económico utilizaremos la hoja de cálculo proporcionada por el profesor, los datos principales son los del costo de inversión y las pérdidas de energía en el año de diseño que ya fueron calculadas en las páginas anteriores.

Tipo de Conductor		AAAC
Área Geográfica		Costa Rural
Sección máxima utilizada (mm ²)		70
Longitud de Línea (km)		1.0
Tensión (kV) (10,13.8,30,60,138 ó 220)		10.0
Potencia (kW)		3 000.0
Factor de Potencia		0.95
Temperatura en Conductor (°C)		45.00
Costo de Pérdidas (Horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Pérdidas (Fuera de horas Punta) (US \$/kW.h)		0.035
Costo de Potencia (\$/kW)		0.000
Costo de Línea (US \$/km)		33 029.42
Período de Evaluación (años)		10
Tasa de Crecimiento Demanda (%)		2.30
Tasa actualización anual (%)		12.00
Factor de Carga		0.350
Factor de Pérdida		0.19075
Intensidad de Corriente (A)		182.32
Resistividad a 20°C (Ohm.mm ² /km)		32.32
Resist. 45.00 °C (Ohm.mm ² /km)		35.23
% de Pérdidas de energía en Horas Punta		0.00
% costo de OyM/VNR		4.50
Pérdidas de Potencia Año de Diseño (kW)		.0
Pérdidas de Energía Año de Diseño (kW.h/año)		5 367.56

El siguiente cuadro se generará a partir del primero, el periodo de evaluación de perdidas es de 10 años, se considerara un costo de operación y mantenimiento constante en los años evaluados y se actualizarán los costos de pérdidas de energía y potencia al año presente

Los costos totales actualizados ascienden a **42264.01 US\$**

Año	Pérdidas de Energía (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía en Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (kW.h/AÑO)	Pérdidas de Potencia (kW/AÑO)	Costo de Pérdidas de Energía en Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Energía Fuera de Horas Punta (\$)	Costo de Pérdidas de Potencia (\$)	COyM (\$)	Costo Actualizado de OyM (\$)	Costo Total Actualizado de Pérdidas de Energía y Potencia (\$)
1	3 564.64	.0	3 564.64	.0	.0	124.76	.0	1 486.32	1 327.07	111.39
2	3 730.50	.0	3 730.50	.0	.0	130.57	.0	1 486.32	1 184.89	104.09
3	3 904.07	.0	3 904.07	.0	.0	136.64	.0	1 486.32	1 057.94	97.26
4	4 085.73	.0	4 085.73	.0	.0	143.0	.0	1 486.32	944.59	90.88
5	4 275.83	.0	4 275.83	.0	.0	149.65	.0	1 486.32	843.38	84.92
6	4 474.78	.0	4 474.78	.0	.0	156.62	.0	1 486.32	753.02	79.35
7	4 682.99	.0	4 682.99	.0	.0	163.90	.0	1 486.32	672.34	74.14
8	4 900.88	.0	4 900.88	.0	.0	171.53	.0	1 486.32	600.30	69.28
9	5 128.92	.0	5 128.92	.0	.0	179.51	.0	1 486.32	535.98	64.73
10	5 367.56	.0	5 367.56	.0	.0	187.86	.0	1 486.32	478.56	60.49

DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE LAS ZONAS ALIMENTADAS POR LA S.A.B

El propósito del cálculo de iluminación es comprobar si se cumplen los niveles de iluminación según el código nacional de electricidad, la ubicación de los postes se obtiene a partir del diseño de la S.A.B, el nivel de iluminación será obtenido utilizando el software DIALux, aplicaremos el programa para cada una de las potencias de diseño. Para los tres casos utilizaremos el tipo de luminaria convencional para postes en zonas urbanas (PHILIPS SGS 104). En los archivos adjuntos podremos observar las curvas fotométricas de la luminaria desde diferentes perspectivas.



PHILIPS SGS 104
1XSON-TPP150W TP P3X

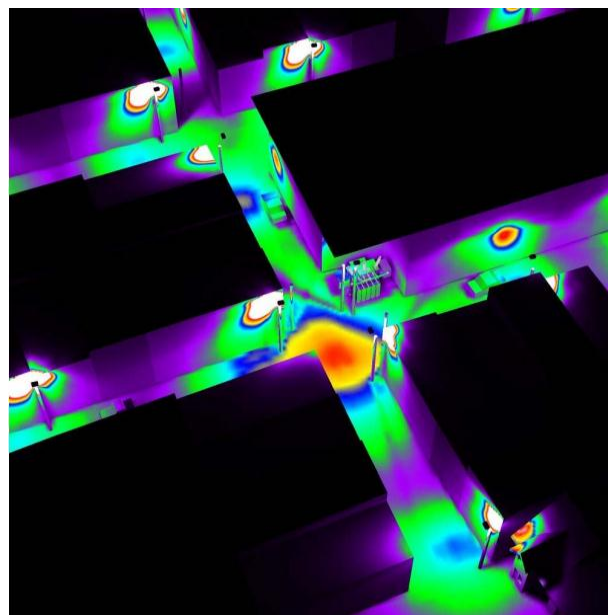
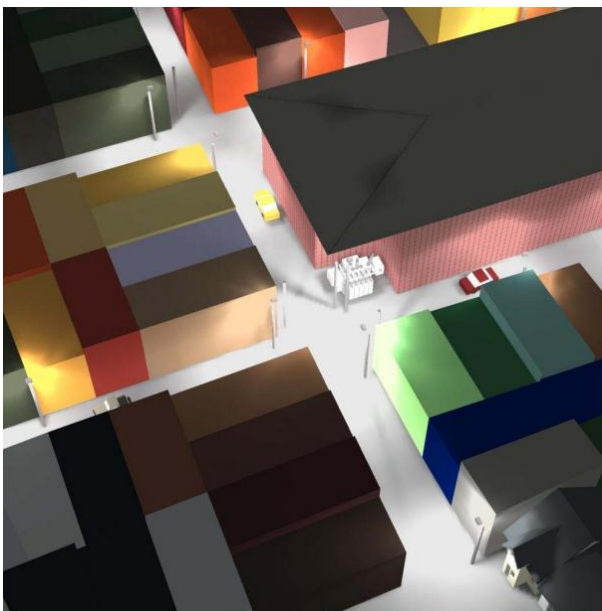
Iluminancia de la luminaria
(lm):13475

Iluminancia de la lámpara
(lm):17500

Potencia (W): 169

DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARA UNA S.A.B DE 100 KVA:

El número de luminarias para una iluminación óptima son **14 lámparas**. En las imágenes se logra apreciar el nivel de iluminación en las calles que serán alimentadas por la S.A.B, también se aprecia una imagen fotométrica de la zona.



Los niveles del flujo luminoso y potencia son:

Luminaria (lm):188650

Lámpara (lm):245000

Potencia (W): 2366

Niveles de Iluminancia:

$E_{media} : 22 \text{ lux}$ $E_{max} : 87 \text{ lux}$ $E_{min} : 0.14 \text{ lux}$

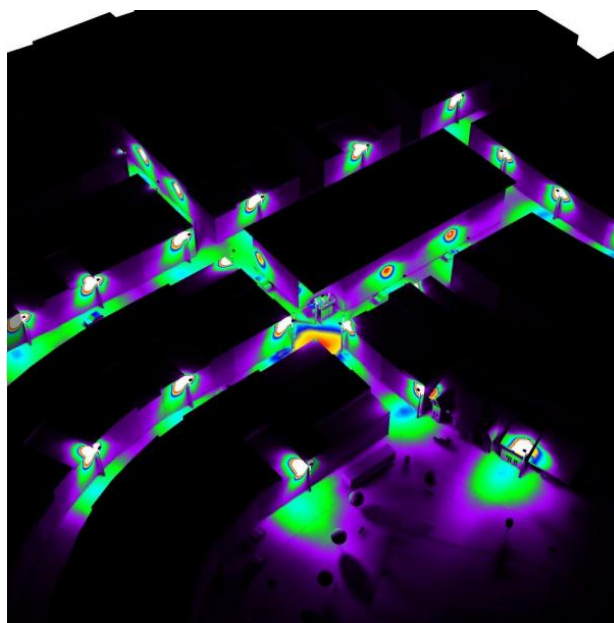
Niveles de luminancia (cd/m^2):

$L_{media} : 0.11$ $L_{max} : 7.4$ $L_{min} : 0.0$

DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARA UNA S.A.B DE 160 KVA:

El número de luminarias para una iluminación óptima son **22 lámparas**. En las imagines se logra apreciar el nivel de iluminación en las calles que serán alimentadas por la S.A.B, también se aprecia una imagen fotométrica de la zona.

Los niveles del flujo luminoso y potencia son:



Luminaria (lm):266450

Lámpara (lm):385000

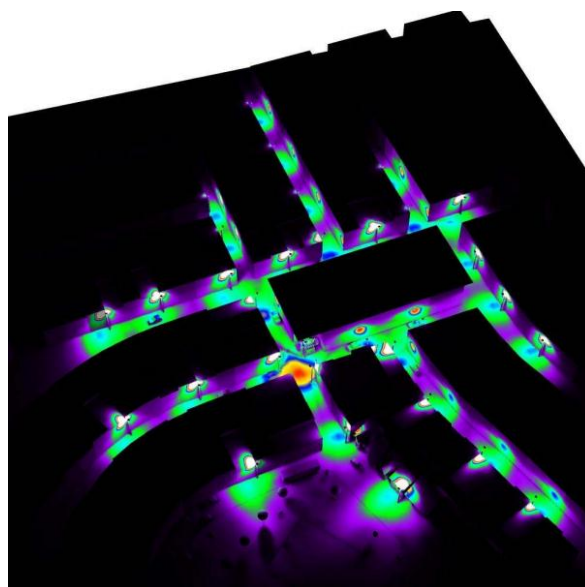
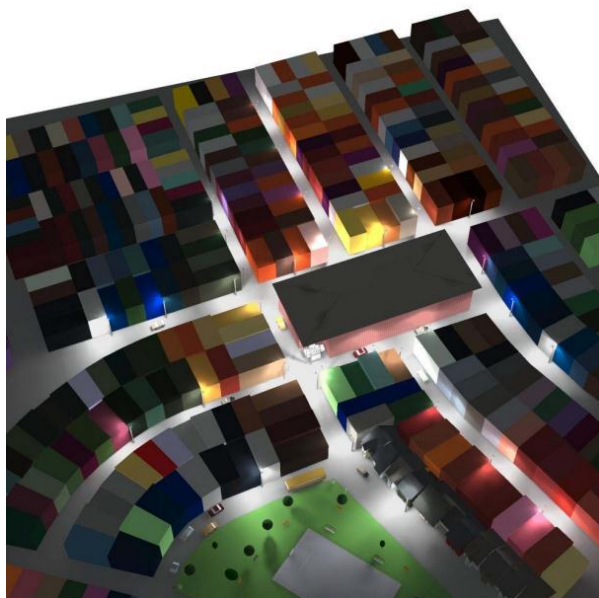
Potencia (W): 3718

Niveles de Iluminancia:

$E_{media} : 22 \text{ lux}$ $E_{max} : 87 \text{ lux}$ $E_{min} : 0.32 \text{ lux}$

DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARA UNA S.A.B DE 250 KVA:

El número de luminarias para una iluminación óptima son **32 lámparas**. En las imagines se logra apreciar el nivel de iluminación en las calles que serán alimentadas por la S.A.B, también se aprecia una imagen fotométrica de la zona.



Los niveles del flujo luminoso y potencia

son:

Luminaria (lm):431200

Lámpara (lm):560000

Potencia (W): 5408

Niveles de Iluminancia:

$E_{media} : 24 \text{ lux}$

$E_{max} : 86 \text{ lux}$

$E_{min} : 0.53 \text{ lux}$

Niveles de luminancia (cd/m^2):

$L_{media} : 0.24$

$L_{max} : 7.39$

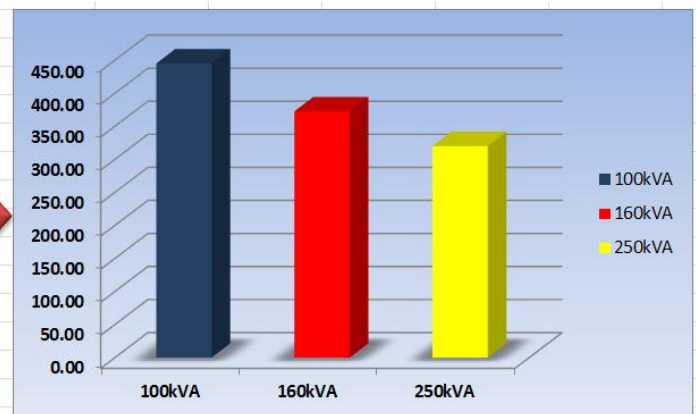
$L_{min} : 0.0$

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

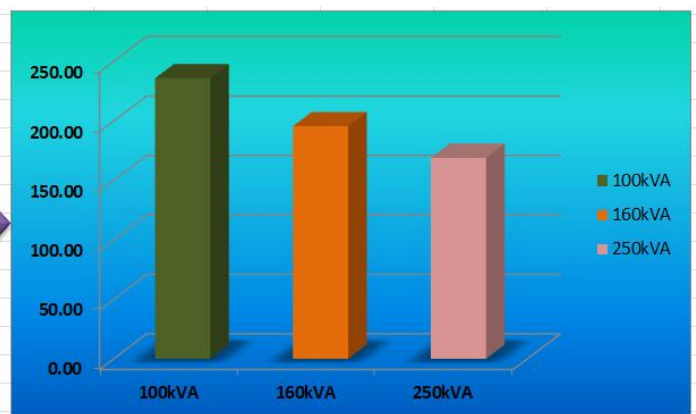
Después de haber cumplido con el procedimiento ya indicado, con la verificación optima del cálculo eléctrico, podemos llevar los costos económicos totales para cada subestación, a una tabla donde las relacionaremos junto con el número de usuarios a atender y con la potencia correspondiente de cada subestación, pues así analizaremos el menor costo para la implementación de los diseños de red aérea.

ITEM	SUBESTACIÓN	COSTO TOTAL US\$)	CANTIDAD DE USUARIOS	COSTO POR USUARIO (US\$)	COSTO POR kVA (US\$)
1	100kVA	23 595.02	53	445.19	235.95
2	160kVA	31 305.27	84	372.68	195.66
3	250kVA	42 264.01	132	320.18	169.06

Una vez finalizado los cálculos eléctricos, económicos y el costo de la inversión lo que hacemos es llevar estos resultado finales a una gráfica el cual nos ayudaran a elegir la subestación que va representar la menor cantidad de costo por cada usuario así como también la menor cantidad de costo por kVA.



También tenemos el costo por kVA.



Al observar ambas gráficas notamos que la opción más viable para la Implementación de la red aérea, es la de la subestación de 250kVA pues esta representa la menor cantidad de costo por cada usuario así como la menor cantidad de costo por kVA.