

## Anexo A.

### Artículos utilizados de la NOM-001-SEDE-2005.

**110-3. Instalación y uso de los equipos.** Los equipos y en general los productos eléctricos utilizados en las instalaciones eléctricas deben usarse o instalarse de acuerdo con las indicaciones incluidas en la etiqueta, instructivo o marcado.

**110-14. Conexiones eléctricas.** Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

**a) Empalmes.** Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.

**110-16. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos).** Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

### 210-7. Receptáculos y conectores para cordones

**a) Con conexión de puesta a tierra.** Los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 A y 20 A debe ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra deben instalarse sólo en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados, excepto lo establecido en las Tablas 210-21(b)(2) y (b)(3). **d) Reemplazo de receptáculos.** Cuando se reemplacen receptáculos deben cumplirse las siguientes condiciones (1), (2) y (3) cuando proceda.

**1)** Cuando haya instalado un medio de puesta a tierra o un conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, según la Excepción de la Sección 250-50(b), deben utilizarse receptáculos con conexión de puesta a tierra y deben conectarse al conductor de tierra, según 210-7(c) o de acuerdo a la Excepción de 250-50(b).

**2)** Cuando se reemplacen receptáculos protegidos con interruptor de circuito por falla a tierra, deben ser sustituidos sólo por otros del mismo tipo, en donde sea requerido por esta NOM.

**3)** Cuando no haya conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

**210-19. Conductores:** Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos General. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la capacidad nominal del circuito derivado. Los cables armados cuyo conductor neutro sea más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro). 210-19. Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos

**a) NOTA 4:** Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta la toma de corriente eléctrica más lejana no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento. Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos alimentadores.

**210-20. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores de circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste.

**220-13. Cargas para receptáculos en inmuebles que no sean de vivienda.** En inmuebles que no sean de vivienda, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para receptáculos de no más de 180 VA por salida, según

220-3(c) (7), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-11 o también sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-13.

**TABLA 220-13.- Factores de demanda para cargas de receptáculos que no son unidades de vivienda**

Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

### 230-2 Número de acometidas

**b) Identificación.** Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida, identificando todas las demás acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase 225-8(d).

**d) Conductores en derivación.** Se permite que los conductores en derivación estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en 210-19 (c), 240-21, 364-11, 364-12 y 430-53(d).

**Conductores en derivación:** conductores derivados que se unen permanentemente a otros conductores principales o a ductos con barras o cajas de barras.

**e) Conductores para circuitos de aparatos eléctricos a motor.** Se permite que los conductores de los circuitos de aparatos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según se establece en las Partes B y D del Artículo 422.

**250-5. Sistemas y circuitos de c.a. que deben ser puestos a tierra.** Los sistemas y circuitos de c.a. deben ser puestos a tierra, según se establece en los siguientes incisos:

**NOTA:** Un ejemplo de un sistema que puede ser puesto a tierra es una conexión en delta del transformador con un vértice puesto a tierra. Para el conductor que debe ser puesto a tierra, véase 250-25 (4).

**a) Circuitos de c.a. de menos de 50 V.** Los circuitos de corriente alterna de menos de 50 V se deben poner a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- 1) Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de suministro del transformador excede de 150 V a tierra.
- 2) Cuando estén alimentados por transformadores si el sistema que alimenta al transformador no está puesto a tierra.
- 3) Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de los inmuebles.

### 300-10. Continuidad eléctrica de envolventes y canalizaciones metálicas.

**a) Fijación correcta.** Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permite como único soporte a los alambres de soporte no fijados de una parte rígida.

**240-3. Protección de los conductores.** Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados:

**250-26. Puesta a tierra de los sistemas de c.a. derivados separadamente.** Un sistema de c.a. derivado separadamente que requiera ser puesto a tierra, debe hacerse según se especifica a continuación:

**a) Puente de unión.** Se debe instalar un puente de unión, de tamaño nominal que cumpla lo establecido en 250-79 (d) para los conductores de fase derivados para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo del sistema derivado al conductor puesto a tierra. Excepto como se permite en las

Excepciones 4 o 5 de 250-23(a), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

**250-43. Equipo fijo o conectado de forma permanente.** Se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación ((a) a (j)), y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envolventes descritas en (k) y (l):

**b) Armazones y estructuras de tableros de distribución.** Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

**250-50. Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo.** Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo en la fuente de suministro de los sistemas derivados separadamente, se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 250-26(a). Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida, se deben hacer según los siguientes incisos:

**a) En sistemas puestos a tierra.** La conexión se debe hacer por la unión del conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor puesto a tierra de la acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**b) En sistemas no puestos a tierra.** La conexión se debe hacer por la unión del conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**250-74. Conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja.** Se debe realizar una conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja de conexiones efectivamente puesta a tierra.

**250-79. Puente de unión principal y puente del equipo**

**a) Material.** Los puentes de unión principal y del equipo deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal o un puente de unión según lo exigido en 250-26(a) puede ser un cable, alambre, tornillo o conductor equivalente adecuado.

**300-6. Protección contra la corrosión.** Las canalizaciones metálicas, armaduras metálicas de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos, uniones y accesorios, soportes y sus herrajes, deben ser de materiales aprobados conforme con 110-2 para el medio ambiente donde se instalen.

**a) Disposiciones generales.** Las canalizaciones de fierro, armaduras y cubiertas de cables, cajas, gabinetes, codos metálicos y accesorios, soportes y sus herrajes de materiales ferrosos, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión en su interior y en su exterior (excepto las roscas en las uniones) por una capa de material aprobado como resistente a la corrosión, tal como zinc, cadmio o esmalte. En los casos en que la protección contra la corrosión sea solamente por medio de esmalte, no se deben usar en exteriores o en lugares húmedos, tales como los descritos en (c) de esta Sección.

**NOTA:** En general, los lugares en los cuales se manejan y almacenan productos químicos, ácidos y alcalinos pueden presentar condiciones severas de corrosión especialmente si son lugares húmedos o mojados. Existen condiciones severas de corrosión en áreas de plantas empacadoras de carne, tenerías, pegamentos, algunos establos, instalaciones cercanas al mar, albercas, áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros, crudos, materiales para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos.

**310-11 Marcado a) Información necesaria.** Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable descrito en 310-11(b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto existentes:

1) La tensión eléctrica nominal máxima.

2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables, tal como se especifica en otros lugares de esta Norma.

3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

4) El tamaño nominal en mm<sup>2</sup> (AWG o kcmil)

5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase. **NOTA** - Para mayor información ver el Apéndice B.1 informativo.

### 310-12. Identificación de los conductores

**a) Conductores puestos a tierra.** Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Los cables multiconductores planos de tamaño nominal de 21,2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayores pueden llevar un borde exterior sobre el conductor puesto a tierra.

**Excepción 1:** Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el artículo 402.

**Excepción 2:** Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

**Excepción 3:** Un conductor de circuitos derivados identificado como se establece en 210-5(a).

**Excepción 4:** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de un borde situado en el exterior del cable, lo cual permita identificarlo. Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris claro, pero con hilos de color en la malla para identificar al fabricante, cumplen lo establecido en esta Sección.

**NOTA:** Para los requisitos de identificación de conductores mayores de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG), véase 200-6.

**b) Conductores de puesta a tierra.** Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

**Excepción 1:** Se permite identificar permanentemente, en el momento de la instalación, a un conductor aislado o cubierto de tamaño mayor que 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.

c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

**Excepción 2:** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo personal calificado tiene acceso a la misma, se permite identificar permanentemente un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor esté accesible, en el momento de la instalación, por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.

c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o la cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

**c) Conductores de fase.** Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas, o una serie de marcas iguales espaciadas de manera uniforme. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales que se exigen en 310-11(b)(1).

### 300-15. Cajas, cajas de paso o accesorios

**a) Caja de salida o caja de paso o de empalme.** Debe instalarse una caja de salida o caja de paso o de empalme, que cumpla lo establecido en 370-16 y 370-28, para cada punto de conexión de empalme de conductores, salida, punto de conexión, punto de unión, o punto de jalado, para la conexión de tubo (conduit), canalizaciones de superficie u otras canalizaciones.

**354-6. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalme.

**324-12. Empalmes.** Los empalmes deben estar soldados, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión mecánica.

**331-13. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y las derivaciones sólo deben hacerse en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso.

**342-5. Empalmes y derivaciones.** Las extensiones deben consistir en un ensamble continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios. Se permiten las derivaciones cuando se utilicen accesorios de conexión aprobados que las cubran completamente. Los cables aéreos y sus conectores deben ir dotados de un medio aprobado para señalar la polaridad. Los conectores derivados tipo contacto deben contar con un mecanismo de candado.

**384-13. Disposiciones generales.** Todos los tableros de alumbrado y control deben tener parámetros nominales no menores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en el artículo 220. Los tableros de alumbrado y control deben estar marcados de forma duradera por el fabricante con su capacidad de conducción de corriente y tensión eléctrica nominales, el número de fases para los que están proyectados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible tras su instalación y sin que las marcas estorben la distribución o cableado interior. Todos los circuitos de un tablero de alumbrado y control y sus modificaciones, deben identificarse de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un *directorio* situado en el frente de la puerta del panel gabinete o en su interior.

**450-9. Ventilación.** La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

**450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas.** No deben almacenarse materiales dentro de las bóvedas de los transformadores.

**551-42. Circuitos derivados requeridos.**

**d) Más de cinco circuitos sin un sistema administrador de energía aprobado.** Un conjunto alimentador de 50 A, 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V debe ser utilizado cuando se emplean seis o más circuitos. La distribución de carga debe asegurar un razonable balanceo de corrientes entre fases.

**924-8. Protección contra incendio.** Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijen en esta Sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios.

**a) Extintores.** Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones.

Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperaturas mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal instalados en redes de distribución no se requiere colocar extintores de incendio.

## Anexo B

### Memoria de cálculo de corriente corto circuito para el Colegio de Ciencias y humanidades plantel Vallejo.

Esta memoria debe contener ecuaciones, diagramas y operaciones propiamente indicadas.

Datos del transformador de la subestación, el cual se tomó como base para realizar los cálculos correspondientes en PU (Por unidad):  
Capacidad 750 [kVA].  
Impedancia  $Z_T=6.1\%$

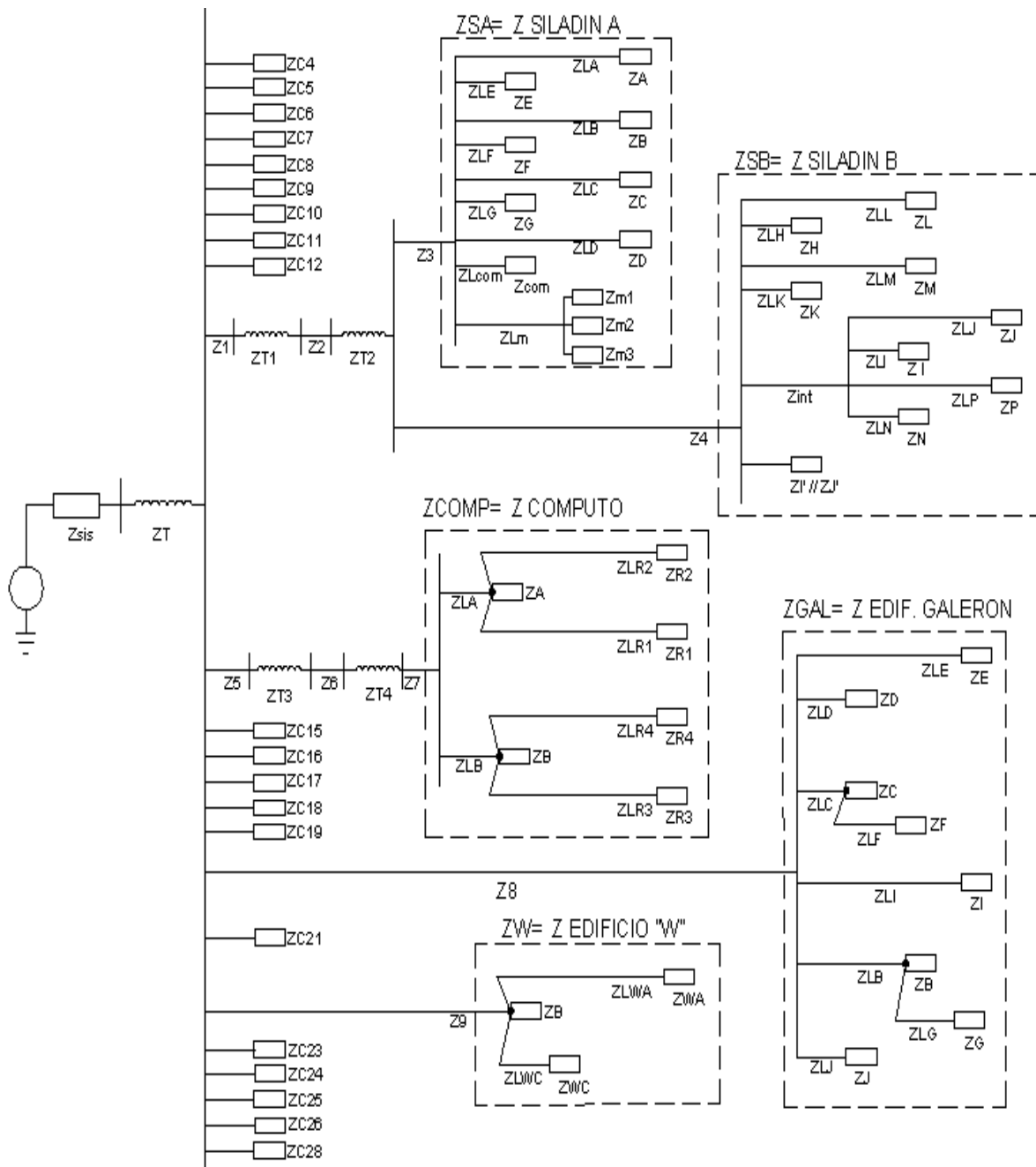


Figura1. Diagrama Unifilar de Impedancias de los edificios SILADIN A, B, W, edificio de cómputo y edificio Galerón.

Se realizó la reducción de impedancias del diagrama unifilar, para obtener la impedancia equivalente y calcular la corriente de corto circuito, para esto, manejamos las impedancias del diagrama unifilar en PU (por unidad). Encontramos la impedancia base, la cual se calculó con la siguiente expresión.

$$Z_{base} = \frac{kV_{base}^2}{MVA_{base}} = Z_{bb}$$

Voltaje del lado de baja tensión del transformador: 220 [V].

MVA base=750 [kVA]

KV base=0.22 [kV]

Zbase= 0.0645334 [ $\Omega$ ]

### Reducción de impedancias del edificio SILADIN A.

La Tabla 1 muestra las impedancias en PU de cada alimentador del diagrama unifilar para el SILADIN A según la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 ° C, 3 fases, CA a 60 [Hz], calculamos la impedancia de los conductores.

IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES SILADIN "A"							
TABLERO	#C X FASE	CALIBRE [AWG]	LONGITUD [m]	X [ $\Omega$ /Km]	Y [ $\Omega$ /Km] j	X [PU]	Y [PU] j
ZLA	1	8	29.5	0.213	2.56	0.097368	1.170249
ZLB	1	8	34	0.213	2.56	0.112221	1.348761
ZLC	1	10	14.8	0.207	3.9	0.047473	0.894422
ZLD	1	8	4	0.213	2.56	0.013202	0.158678
ZLE	1	4	28.2	0.197	1.02	0.086086	0.445723
ZLF	1	4	39	0.197	1.02	0.119055	0.616426
ZLG	1	6	13.6	0.21	1.61	0.044256	0.339298
Zlcom	1	6	46.7	0.21	1.61	0.151968	1.165088
Zlmot	1	4	44.7	0.197	1.02	0.136455	0.706519
Z3	1	300	9	0.167	0.148	0.02329	0.020641

TABLA 1. Impedancia de los Alimentadores en PU SILADIN A.

Calculamos la impedancia en los tableros considerando el triangulo de potencias formado por la Potencia Real P[W], y la carga Reactiva Q[VAR], con un factor de potencia (fp) de 0.9.

De la expresión  $P=VI$  [W] y  $V=ZI$  [V];

$$\text{Obtenemos } Z[R] = \frac{V^2 [V]}{P [W]}$$

$$\text{Para } Z[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} j,$$

$$S[VA] = \frac{P}{FP} [W]$$

Para la potencia reactiva Q:  
 $Q [VAR]=S[VA] \text{ Seno}(\text{Angcos}(0.9))$

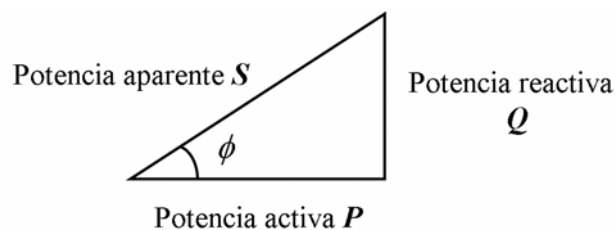


Figura 2. Triangulo de potencias

Siendo nuestro voltaje de 220 V, tenemos todas los elementos necesarios para encontrar la impedancia y posteriormente la impedancia en PU.

$$Z[R] = \frac{V^2 [V]}{P [W]}; \quad Z[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]}$$

La impedancia ZA en pu, se obtuvo utilizando las ecuaciones anteriores, ver el ejemplo siguiente:

$$Z_{A[R]} = \frac{220^2 [V]}{3855.1 [W]} = 12.5547975 [\Omega]$$

$$Z_{A[i]} = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} = \frac{220^2}{3855.1(\text{seno}(\text{ang cos}(0.9)))} \frac{[V]}{[VAR]} = 25.9232[\Omega]$$

0.9

$$Z_{A[R]pu} = \frac{12.5547975}{0.0645334} = 194.547583pu$$

$$Z_{Apu[i]} = \frac{25.9232842}{0.0645334} = 401.703992pu$$

IMPEDANCIA DE LOS TABLEROS SILADIN "A"					
Z bb=	0.0645334	[Ω]			
Nombre de los tableros	POTENCIA (P) [W]	Calculando Z		X [PU]	Y [PU] j
		X [Ω]	Y [Ω] j		
ZA	3855.1	12.5548	25.923284	194.547282	401.70337
ZB	4147.6	11.6694	24.095104	180.82728	373.37416
ZC	3382.6	14.30852	29.54439	221.722706	457.81548
ZD	3752.5	12.89807	26.632073	199.866549	412.68665
ZE	17949.2	2.696499	5.5677608	41.7845489	86.277197
ZF	14524.5	3.332301	6.880571	51.636836	106.62031
ZG	15657.5	3.09117	6.3826826	47.9003178	98.905104

TABLA 2. Impedancia en PU de los Tableros SILADIN A.

La impedancia Zm (Impedancia de 3 motores) y Zcom (Impedancia de 1 compresor), fue obtenida con la siguiente relación:

$$X_{pu} = \frac{X_{pu} (kVA_{base})}{kVA_{motor}}$$

Tenemos que tenemos para Zcom;

$$X_{pu}=0.25$$

$$kVA_{base}=750[kVA]$$

$$kVA_{motor \ a \ rotor \ bloqueado}=5.9 [kVA]$$

$$\text{Por lo tanto } Z_{com} \text{ en PU} = \frac{0.25 (750kVA)}{5.9kVA} = 31.8 jpu ;$$

Zm es la impedancia equivalente tres motores conectados en paralelo con la misma impedancia

$$(Z_{m1} = Z_{m2} = Z_{m3}):$$

$$X_{pu}=0.25$$

$$kVA_{base}=750[kVA]$$

$$kVA_{motor \ a \ rotor \ bloqueado}=7.5 [kVA]$$



$$\text{Por lo tanto } Z_m \text{ en PU} = \frac{1}{3} \frac{0.25 (750\text{kVA})}{7.5\text{kVA}} = 8.3 \text{ jpu};$$

Comenzamos con la reducción del diagrama de impedancias del SILADIN A, como los tableros se encuentran en serie con la impedancia que los conecta al tablero general del SILADIN A (TGSA), sumamos cada impedancia de conductor con el tablero que le corresponde.

Realizamos las sumas de impedancias para el SILADIN A, con el fin de generar la Tabla 41.

Ejemplo:

$$Z_{S1} = (194.54758 + 401.70399j) + (0.097368 + 1.170249j) = 194.645 + 402.8742j \text{ pu}$$

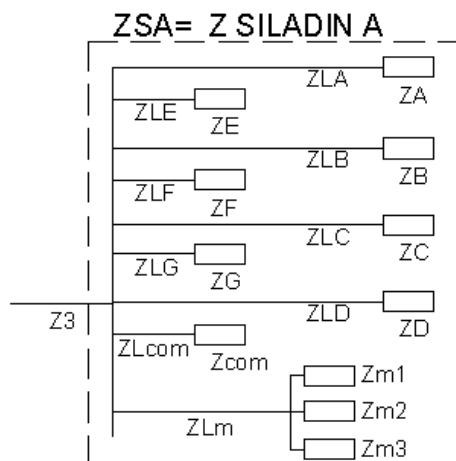


Figura 3. Diagrama de impedancias, conductores y tableros del SILADIN A.

Operación	X [PU]	Y [PU] j
ZS1= ZA+ZLA	194.6449514	402.8742
ZS2= ZB+ZLB	180.939781	374.7235
ZS3= ZC+ZLC	221.7705227	458.7106
ZS4= ZD+ZLD	199.8800612	412.846
ZS5= ZE+ZLE	41.87069944	86.72305
ZS6= ZF+ZLF	51.75597088	107.2369
ZS7= ZG+ZLG	47.9446482	99.24455
ZS8= Zlcom+Zcom	0.151968054	32.94475
ZS9= Zlmot+Zmot	0.136455132	9.03985

Tabla 3. Reducción de impedancias en PU del edificio SILADIN A.

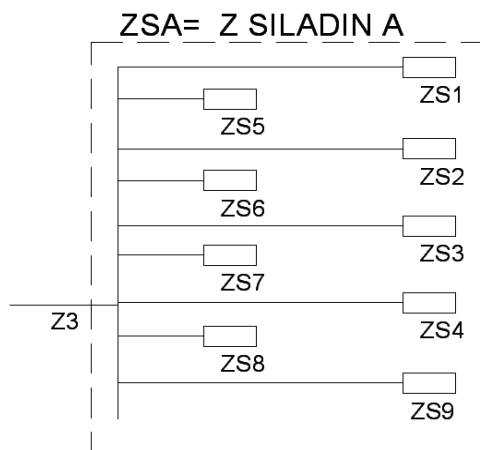
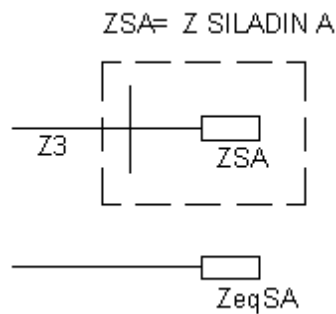


Figura 6. Diagrama de impedancias del SILADIN A.

Encontramos la impedancia equivalente:

$$Z_{SA} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{S1}} + \frac{1}{Z_{S2}} + \frac{1}{Z_{S3}} + \frac{1}{Z_{S4}} + \frac{1}{Z_{S5}} + \frac{1}{Z_{S6}} + \frac{1}{Z_{S7}} + \frac{1}{Z_{S8}} + \frac{1}{Z_{S9}}}$$



$$Z_3 = 0.02329 + 0.020641 j \text{ pu}$$

$$Z_{SA} = 0.58040647 + 5.68993471 j \text{ pu}$$

$$Z_{eqSA} = Z_3 + Z_{SA} = 0.603697 + 5.71057521 j \text{ pu}$$

Figura 4. Diagrama de impedancia equivalente del edificio SILADIN A.

#### 4.1.2 Reducción de impedancias del edificio SILADIN B.

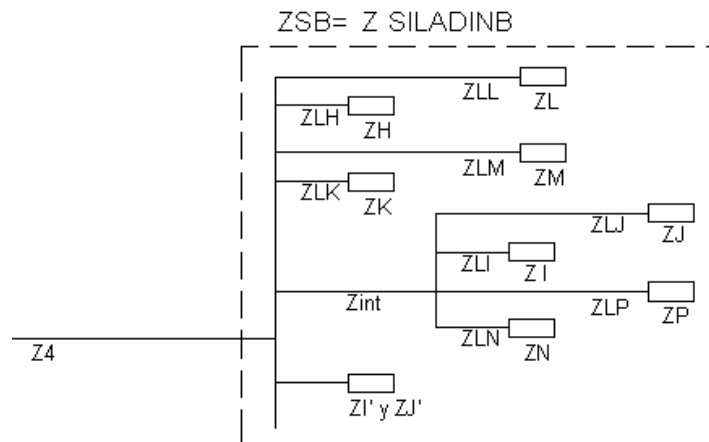


Figura 5. Diagrama de impedancias del Siladin B.

Basándonos en la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 °C, 3 fases, CA a 60 [Hz], calculamos la impedancia de los conductores del SILADIN B, Tabla 4.

IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES SILADIN "B"							
Imp. Conductor	#C X FASE	CALIBRE [AWG]	LONGITUD [m]	X [ $\Omega$ /Km]	Y [ $\Omega$ /Km] j	X [PU]	Y [PU] j
<b>ZLL</b>	1	4	91	0.197	1.02	0.2777946	1.43832719
<b>ZLH</b>	1	4	37	0.197	1.02	0.1129494	0.58481435
<b>ZLM</b>	1	4	14.7	0.197	1.02	0.0448745	0.23234516
<b>ZLN</b>	1	10	3	0.207	3.9	0.0096229	0.18130175
<b>ZLI</b>	1	6	14	0.21	1.61	0.0455579	0.34927704
<b>ZLJ</b>	1	6	17.5	0.21	1.61	0.0569473	0.4365963
<b>ZLP</b>	1	8	3	0.213	2.56	0.0099019	0.11900833
<b>ZLK</b>	1	6	2.5	0.21	1.61	0.0081353	0.0623709
<b>Zint</b>	1	1/0	34	0.18	0.39	0.0948348	0.20547531
<b>Z4</b>	1	300	2.5	0.167	0.148	0.0064695	0.00573347

Tabla 4. Impedancia de los alimentadores SILADIN B.

Calculamos la impedancia de los tableros en base a la potencia real y reactiva, tal como se hizo para el SILADIN A, como ejemplo calculamos ZL en por unidad (Impedancia en por unidad del tablero L).

$$ZL[R] = \frac{220^2 \text{ [V]}}{21492.5 \text{ [W]}} = 2.25194[\Omega]$$

$$ZL[i] = \frac{V^2 \text{ [V]}}{Q \text{ [VAR]}} = \frac{220^2 \text{ [V]}}{21,492.5(\text{seno}(\text{ang} \cos(0.9))) \text{ [VAR]}} = 4.64985 [\Omega]$$

$$ZL[R]pu = \frac{2.2519484}{0.0645334} = 34.8959 pu$$

$$ZLpu[i] = \frac{4.64985}{0.0645334} = 72.0534 pu$$

La siguiente Tabla para la impedancia de los tableros SILADIN B, esta elaborada con las ecuaciones anteriores.

IMPEDANCIA DE LOS TABLEROS SILADIN 'B'

$$Z_{bb} = 0.0645334 \text{ } [\Omega]$$

Impedancia de tableros	POTENCIA (P) [W]	Voltaje	Calculando Z			
			X [Ω]	Y [Ω] j	X [PU]	Y [PU] j
ZL	21492.5	220	2.2519484	4.64985	34.8959	72.053463
ZH	18940	220	2.5554382	5.2765	39.5988	81.763942
ZM	16152.5	220	2.9964402	6.18708	46.4325	95.874265
ZN	540	127	29.868519	61.6728	462.839	955.67476
ZI	9900	220	4.8888889	10.0946	75.7576	156.42516
ZJ	8100	220	5.9753086	12.3379	92.5926	191.1863
ZP	360	127	44.802778	92.5093	694.258	1433.5121
ZK	92449.02	220	0.5235318	1.08099	8.11258	16.750952
Zi'	877.5	127	18.380627	37.9525	284.824	588.10754
Zj'	1170	127	13.78547	28.4644	213.618	441.08066

Tabla 5. Impedancia de los Tableros SILADIN B.

Comenzamos con la reducción de impedancias para el SILADIN B, como ejemplo ZSB1:

$$ZSB1 = (0.197 + 1.02j) + (34.8959 + 72.053463j) = 35.1737 + 73.4918jpu, \text{ ver Tabla 44.}$$

Operación	X [PU]	Y [PU] j
ZSB1= ZL+ZL	35.1737065	73.49179
ZSB2= ZLH+ZH	39.7117027	82.34876
ZSB3= ZLM+ZM	46.4773393	96.10661
ZSB4= ZLN+ZN	462.848475	955.8561
ZSB5= ZLI+ZI	75.8031728	156.7744
ZSB6= ZLJ+ZJ	92.6495878	191.6229
ZSB7= ZLP+ZP	694.268181	1433.631
ZSB8= ZLK+ZK	8.12071876	16.81332

Tabla 6. Impedancias en PU del edificio SILADIN B.

Para Zi' y Zj', realizamos el equivalente, dado que están conectados en paralelo:

$$ZSB9 = \frac{1}{\frac{1}{Zi'} + \frac{1}{Zj'}} = \frac{1}{\frac{1}{284.82 + 588.107j} + \frac{1}{213.618 + 441.08066j}} = 122.0673897 + 252.04609j pu$$

El nuevo diagrama de impedancias resulta:

ZSB= Z SILADINB

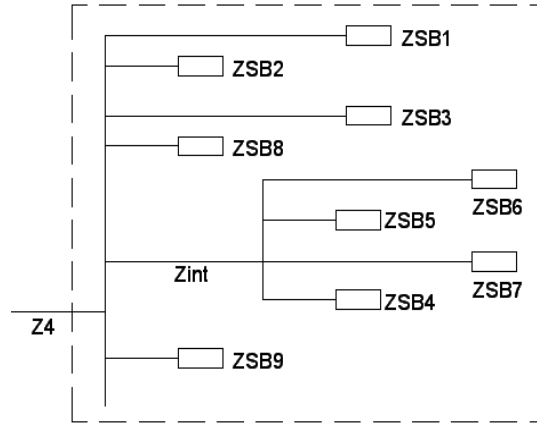


Figura 6. Diagrama de impedancias del SILADIN B, primera reducción.

$$Z_{Eq\ 4,5,6,7} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{SB4}} + \frac{1}{Z_{SB5}} + \frac{1}{Z_{SB6}} + \frac{1}{Z_{SB7}}} = 36.249864 + 74.9575435j\ pu$$

$$Z_{EQB} = Z_{int} + Z_{Eq\ 4,5,6,7}$$

$$Z_{EQB} = Z_{int} + Z_{Eq\ 4,5,6,7} = (0.0948348 + 0.20547531j) + (36.249864 + 74.9575435j) =$$

$$Z_{EQB} = 36.3446991 + 75.16302j\ pu$$

ZSB= Z SILADINB

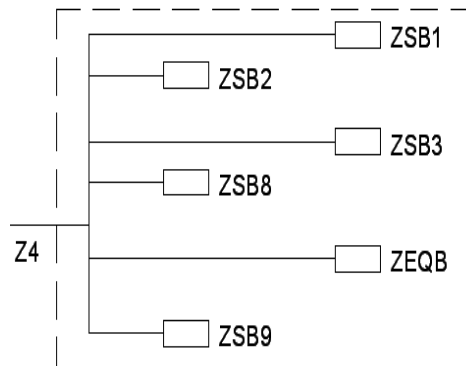
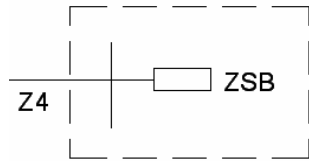


Figura 7. Diagrama de impedancia del SILADIN B, segunda reducción.

$$Z_{SB} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{SB1}} + \frac{1}{Z_{SB2}} + \frac{1}{Z_{SB3}} + \frac{1}{Z_{SB4}} + \frac{1}{Z_{SB5}} + \frac{1}{Z_{SB6}}} = 4.2739771 + 8.85708816j\ pu$$

$$Z_{SB} = Z_{SILADINB}$$

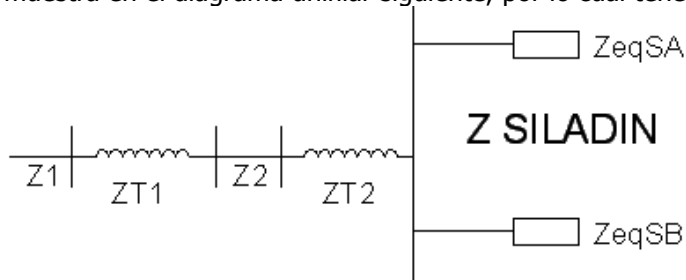


$$Z_{eqSB} = Z_4 + Z_{SB} = 4.28044659 + 8.86282163 j \text{ pu}$$

Figura 8. Impedancia equivalente del Edificio Siladin B.

### Reducción de impedancias del conjunto SILADIN.

El edificio SILADIN en conjunto, esta formado por el SILADIN 'A' Y 'B', los cuales están conectados como se muestra en el diagrama unifilar siguiente, por lo cual tenemos que la impedancia total del conjunto SILADIN es ZS:



$$Z_S = \frac{1}{\frac{1}{Z_{eqSA}} + \frac{1}{Z_{eqSB}}}$$

Figura 9. Diagrama de impedancia conjunto SILADIN a tablero en subestación.

$$Z_S = \frac{1}{\frac{1}{0.603697 + 5.71057521 j \text{ pu}} + \frac{1}{4.28044659 + 8.86282163 j \text{ pu}}}$$

$$Z_S = 0.8450326 + 3.57877979 j \text{ pu}$$

Basándonos en la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 °C, 3 fases, CA a 60 [Hz], calculamos la impedancia de los conductores Z1 y Z2 para el diagrama anterior que interconectan a la subestación con los transformadores y posteriormente alimentan al conjunto SILADIN. (Ver Tabla 7).

### IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES Z1 y Z2

$$Z_{bb} = 0.0645334 \quad \Omega$$

DE TABLAS

Imp. Conductor	#C X FASE	CALIBRE	LONGITUD [m]	X [Ω/Km]	Y [Ω/Km] j	X [PU]	Y [PU] j
Z1	2	3/0 AWG	10	0.171	0.259	0.01293906	0.01146695
Z2	1	400 kCM	271	0.161	0.115	0.67610056	0.48292897

Tabla 7. Impedancia en PU de los alimentadores Z1 y Z2.

Para calcular la impedancia de un transformador en pu:

$$Z_{pu} = \frac{\% Z x kVA_{base}}{kVA_{transf}} (100)$$

Donde:

Para ZT2

%Z=6.2% para el transformador T2.

$$kVA_{base} = 750[kVA]$$

$$kVA_{transformador} = 150[kVA]$$

$$ZT2 = \frac{6.2\% 750[kVA]}{150[kVA]} = 0.31 jpu$$

Para ZT1

%Z=6.2% para el transformador T1.

$$kVA_{base} = 750[kVA]$$

$$kVA_{transformador} = 150[kVA]$$

$$ZT1 = \frac{6.2\% 750[kVA]}{150[kVA]} = 0.31 jpu$$

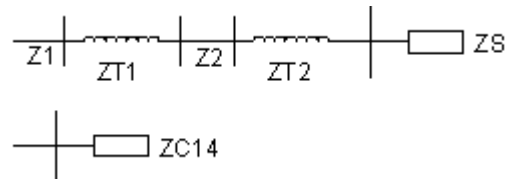


Figura 10. Diagrama de impedancia total del conjunto SILADIN a la subestación.

Dado que las impedancias Z1, ZT1, Z2, ZT2 y ZS, están conectados en serie, obtenemos:

$$ZC14 = Z1 + ZT1 + Z2 + ZT2 + ZS$$

$$ZC14 = (0.01293906 + 0.01146695 j) + 0.31 j + (0.676100560.48292897) + 0.31 j + (0.8450326 + 3.57877979 j) = 1.53407221 + 4.69317571 j pu$$

Siendo esta impedancia la impedancia total desde la subestación hasta el ultimo tablero del edificio SILADIN, conectada en el circuito 14 de la subestación.

### Reducción de impedancias del edificio de cómputo.

Se realizó la reducción de impedancias del edificio de cómputo, el cual presenta el siguiente diagrama de impedancias, desde la subestación hasta los tableros derivados en la dependencia.

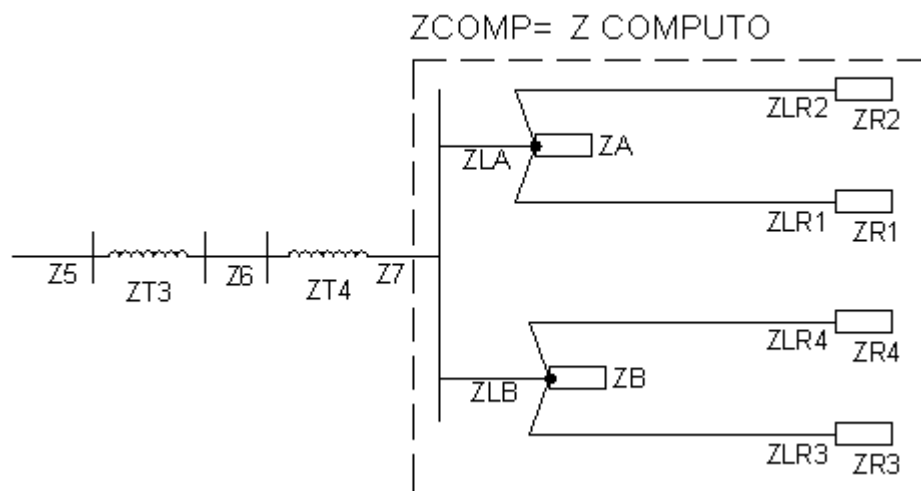


Figura 11. Diagrama de impedancias del edificio de cómputo a la subestación.

Encontramos las impedancias de los conductores, basándonos en la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 °C, 3 fases, CA a 60 [Hz].

IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES EDIFICIO DE CÓMPUTO A LA SUBESTACIÓN.

Imp. de alimentadores	#C X FASE	CALIBRE[AWG]	LONGITUD[m]	X [Ω/Km]	Y [Ω/Km] j	X [PU]	Y [PU] j
ZLR2	1	4	2.42	0.197	1.02	0.007388	0.03825
ZLR1	1	4	1.98	0.197	1.02	0.006044	0.031295
ZLR4	1	4	2.42	0.197	1.02	0.007388	0.03825
ZLR3	1	4	2.42	0.197	1.02	0.007388	0.03825
ZLA	1	2/0	2.5	0.177	0.33	0.006857	0.012784
ZLB	1	2/0	7	0.177	0.33	0.019199	0.035795
Z7	1	3/0	30	0.171	0.259	0.079494	0.120403
Z6	1	3/0	282	0.171	0.259	0.747242	1.131788
Z5	2	3/0	12	0.171	0.259	0.015899	0.024081

Tabla 8. Impedancia de los Alimentadores del Edificio de Cómputo a la subestación.

Posteriormente calculamos la impedancia en los tableros R1, R2, R3, R4, como se calculó anteriormente a partir de la carga y sabiendo que V=220[V], las ecuaciones son:

$$Z[R] = \frac{V^2 [V]}{P [W]} \quad , \quad Z[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} j \quad \text{y} \quad Q [VAR] = S[VA] \sin(\text{Angcos}(0.9))$$

Como ejemplo calculamos ZR2 (Impedancia del tablero R2) en por unidad:

$$ZR2[R] = \frac{220^2 [V]}{23,040 [W]} = 2.100694 [\Omega]$$

$$ZR2[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} = \frac{220^2}{\frac{23,040(\text{seno}(\text{ang} \cos(0.9)))}{0.9} [VAR]} \frac{[V]}{[VAR]} = 4.337537 [\Omega]$$

$$ZR2[R]pu = \frac{2.100694}{0.0645334} = 32.5521pu$$

$$ZR2pu[i] = \frac{4.337537}{0.0645334} = 67.213935pu \quad ; \quad \text{ver Tabla 47.}$$

IMPEDANCIA DE LOS TABLEROS EDIFICIO DE CÓMPUTO

$$Z_{bb} = 0.0645334 \quad [\Omega]$$

Nombre de los tableros	POTENCIA (P) [W]	Calculando Z			
		X [ $\Omega$ ]	Y [ $\Omega$ ] j	X [PU]	Y [PU] j
ZR2	23040	2.100694	4.337537	32.5521001	67.213935
ZR1	9720	4.979424	10.281569	77.1605337	159.32192
ZR4	13500	3.585185	7.4027298	55.5555843	114.71178
ZR3	11160	4.336918	8.9549151	67.2043358	138.76425
ZA	18428.4	2.626381	5.4229804	40.698074	84.033831
ZB	20182.2	2.398153	4.9517324	37.1614783	76.73143

Tabla 9 Impedancia en PU de los Tableros en el edificio de cómputo.

Calculamos la impedancia ZCE1 como ejemplo del modo de realización de la Tabla 10.

$$ZCE1 = (0.007388 + 0.03825j) pu + (32.5521001 + 67.213935j) pu = 32.5594 + 67.25218 pu$$

	OPERACIÓN	X [PU]	Y [PU] j
ZCE1=	ZLR2+ZR2	32.559487	67.25218
ZCE2=	ZLR1+ZR1	77.1665	159.3532
ZCE3=	ZLR4+ZR4	55.562971	114.75
ZCE4=	ZLR3+ZR3	67.211723	138.8025

Tabla 10. Impedancias en PU del Edificio de Cómputo.

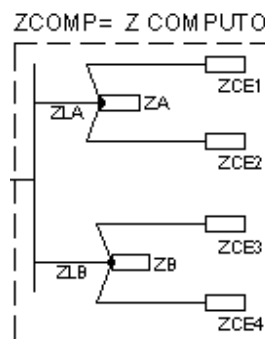


Figura 11. Diagrama de impedancia Edificio de cómputo.

$$Zeq1 = \frac{1}{ZCE1 + ZA + ZCE2}$$

$$Zeq2 = \frac{1}{ZCE3 + ZB + ZCE4}$$

Realizando las operaciones indicadas:

$$Zeq1 = \frac{1}{(32.559487 + 67.25218j) + (40.698074 + 84.033831j) + (77.1665 + 159.3532j)} pu =$$

$$Zeq1 = 14.6534793 + 30.2620006j pu$$

$$Zeq2 = \frac{1}{(55.56297176 + 114.75j) + (37.1614783 + 76.73143j) + (67.21172329 + 138.8025j)} pu =$$

$$Zeq2 = 16.7264526 + 34.5404712j pu$$



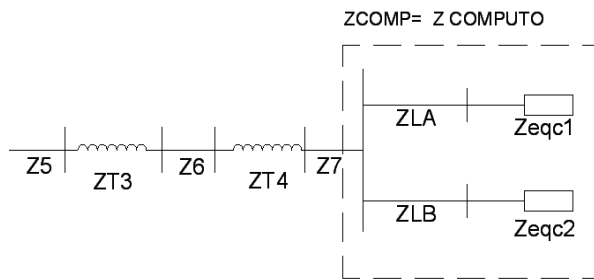


Figura 12. Diagrama de impedancias equivalente del edificio de cómputo a la subestación.

	OPERACIÓN	X [PU]	Y [PU] j
Zca=	ZLA+Zeqc1	14.66033625	30.27478
Zcb=	ZLB+Zeqc2	16.74565199	34.57627

Tabla 10. Impedancia en PU de los alimentadores Zca y Zcb.

$$Z_{COMP} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{ca}} + \frac{1}{Z_{cb}}} = \frac{1}{\frac{1}{14.66033625 + 30.27478j} + \frac{1}{16.745651 + 34.57627j}} \text{ pu}$$

$$Z_{COMP} = 7.81688154 \text{ } 5 + 16.1414349 \text{ } 8 \text{ j pu}$$

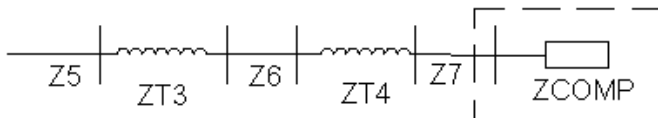


Figura 13. Diagrama de impedancia del edificio de cómputo a la subestación.

La impedancia de un transformador en pu se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Z_{pu} = \frac{\% Z x kVA_{base}}{kVA_{transf} (100)}$$

Donde:

Para ZT4

%Z=4.7% para el transformador T4.

$$kVA_{base} = 750[kVA]$$

$$kVA_{transformador} = 150[kVA]$$

$$ZT2 = \frac{4.7\% 750[kVA]}{150[kVA]} = 0.235 \text{ jpu}$$

Para ZT3

%Z=4.7% para el transformador T3

$$kVA_{base} = 750[kVA]$$

$$kVA_{transformador} = 150[kVA]$$

$$ZT3 = \frac{4.7\% 750[kVA]}{150[kVA]} = 0.235 \text{ jpu}$$

Tenemos un circuito conectado en serie, sumamos las impedancias que fueron obtenidas previamente:

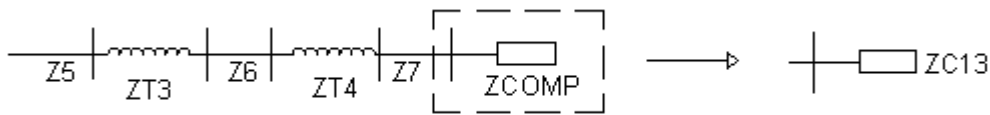


Figura 14. Diagrama de impedancia total del edificio de cómputo a la subestación.

$$Z_{C13} = Z_{COMP} + Z_7 + Z_{T4} + Z_6 + Z_{T3} + Z_5 =$$

$$Z_{C13} = (7.816881 + 16.14143j) + (0.079494 + 0.120403j) + (0.235 j) +$$

$$+ (0.747242 + 1.131788j) + (0.235 j) + (0.015899 + 0.024081j) pu =$$

$$Z_{C13} = 8.659516277 + 17.88770631j pu$$

**Reducción de impedancias del edificio Galerón.**

Diagrama de impedancias del edificio Galerón.

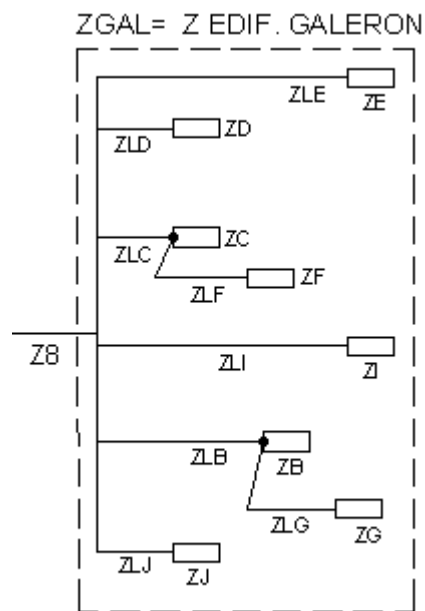


Figura 15. Diagrama de impedancia del edificio Galerón.

Basándonos en la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 °C, 3 fases, CA a 60 [Hz], calculamos la impedancia de los conductores del edificio Galerón, ver Tabla 11.

IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES 'EDIFICIO GALERÓN'

Imp. del conductor	#C X FASE	CALIBRE [AWG]	LONGITUD [m]	X [Ω/Km]	Y [Ω/Km] j	X [PU]	Y [PU] j
ZLE	1	6	11	0.21	1.61	0.035795	0.274432
ZLD	1	8	33	0.213	2.56	0.108921	1.309092
ZLI	1	10	94	0.207	3.9	0.301519	5.680788
ZLG	1	10	25.3	0.207	3.9	0.081153	1.528978
ZLB	1	8	65	0.213	2.56	0.21454	2.578514
ZLF	1	6	16	0.21	1.61	0.052066	0.399174
ZLC	1	6	66.8	0.21	1.61	0.217376	1.66655
ZLJ	1	6	20	0.21	1.61	0.065083	0.498967
ZLA	1	1/0	245	0.18	0.39	0.683368	1.480631
Z8	1	2/0	246	0.177	0.33	0.674721	1.257955

Tabla 11. Impedancia de los Alimentadores Edificio Galerón.

Posteriormente calculamos la impedancia en los tableros de la dependencia, con las siguientes ecuaciones:

$$Z[R] = \frac{V^2 [V]}{P [W]} \quad , \quad Z[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} j \quad \text{y} \quad Q [VAR] = S[VA] \sin(\text{Angcos}(0.9))$$

A partir de la carga y sabiendo que V=220[V], ver Tabla 12:

IMPEDANCIA DE LOS TABLEROS 'EDIFICIO GELERON'

$$Z_{bb} = 0.0645334 \quad [\Omega]$$

Imp. de los tableros	POTENCIA (P) [W]	Voltaje [V]	Calculando Z			
			X [Ω]	Y [Ω] j	X [PU]	Y [PU] j
ZE	7989.95	220	6.058	12.508	93.868	193.820
ZD	5400	220	8.963	18.507	138.889	286.779
ZI	1109	220	43.643	90.114	676.285	1396.401
ZG	2106	220	22.982	47.453	356.126	735.332
ZB	11775.5	220	4.110	8.487	63.692	131.511
ZF	2729.8	220	17.730	36.610	274.746	567.298
ZC	16717.18	220	2.895	5.978	44.864	92.636
ZJ	6378.7	220	7.588	15.667	117.579	242.778

Tabla 12. Impedancia de los Tableros del Edificio Galerón.

Realizamos las sumas correspondientes para obtener la primera reducción, (Ver Tabla 13).

Operación	X [PU]	Y [PU] j
$Z_e = Z_{LE} + Z_E$	93.904	194.094
$Z_d = Z_{LD} + Z_D$	138.998	288.089
$Z_i = Z_{LI} + Z_I$	676.587	1402.082
$Z_g = Z_{LG} + Z_G$	356.207	736.861
$Z_f = Z_{LF} + Z_F$	274.798	567.697
$Z_j = Z_{LJ} + Z_J$	117.644	243.277

Tabla 13. Impedancias en PU del Edificio Galerón.

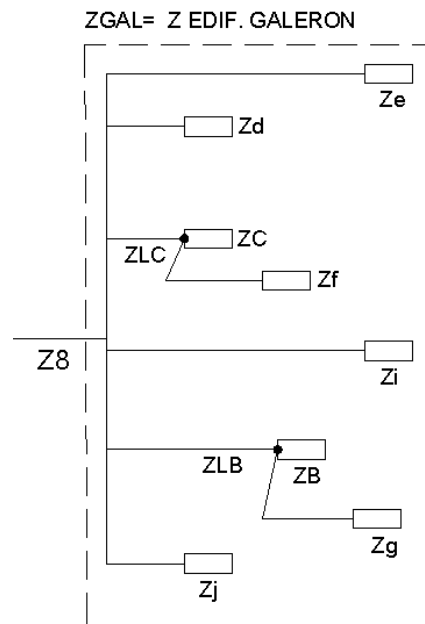


Figura 16. Diagrama de impedancias edificio Galerón primera reducción.

Realizamos los equivalentes en paralelo correspondientes, como ejemplo se calculó Zed (Ver Tabla 14):

$$Z_{ed} = \frac{1}{\frac{1}{Z_e} + \frac{1}{Z_d}} = \frac{1}{\frac{1}{(93.904 + 194.094) pu} + \frac{1}{(138.998 + 288.089 j) pu}} = 56.043 + 115.965 j pu$$

	OPERACIÓN (Paralelo de impedancias)	X [PU]	Y [PU] j
Zed=	Ze//Zd	56.043	115.965
ZCF=	ZC//Zf	38.567	79.640
ZBG=	ZB//Zg	54.031	111.594

Tabla 14. Operación en paralelo en PU de Zed, Zcf y Zbg.

	OPERACIÓN	X [PU]	Y [PU] j
ZCF=	ZLC+ZCF	38.785	81.307
ZBG=	ZLB+ZBg	54.245	114.173

Tabla 15. Operación en serie en PU de ZCF y ZBG.

$$Z_{GAL} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{ed}} + \frac{1}{Z_{CF}} + \frac{1}{Z_i} + \frac{1}{Z_{BG}} + \frac{1}{Z_j}}$$

Posteriormente de encontrar ZGAL, podemos encontrar  
 $Z_{C20} = Z_{GAL} + Z_8$ .

$$Z_{GAL} = \frac{1}{\frac{1}{56.043 + 115.965j} + \frac{1}{38.785 + 81.307j} + \frac{1}{676.587 + 1402.082j} + \frac{1}{54.245 + 114.173j} + \frac{1}{117.644 + 243.277j}}$$

$$Z_{C20} = Z_{GAL} + Z_8$$

$$Z_{GAL} = 13.88182145 + 28.98176755j pu.$$

$$Z_{C20} = (3.88182145 + 28.98176755j) + (0.674721 + 1.257955j) pu$$

$$Z_{C20} = 14.5565429 + 30.2397227 j pu.$$

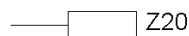
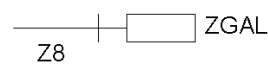


Figura 18. Impedancia equivalente total del edificio Galerón a la subestación.

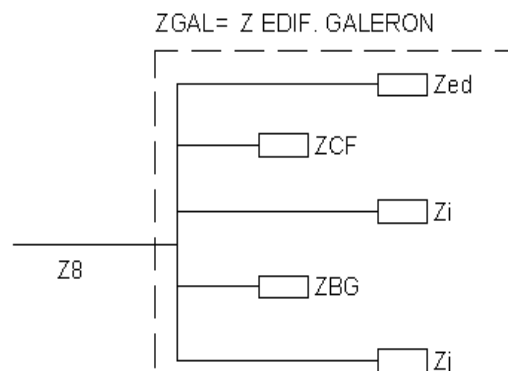


Figura 17. Diagrama de impedancia edificio Galerón segunda reducción.

**Reducción de impedancias del edificio W.**

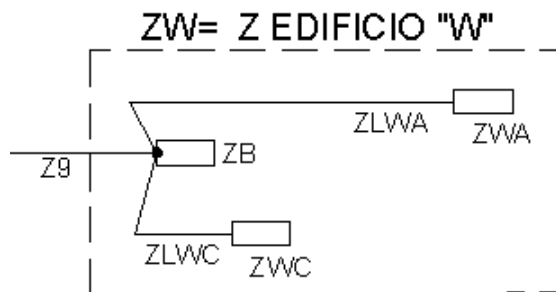


Figura 18. Diagrama de Impedancias del edificio W.

Basándonos en la Tabla 9 (NEC).- Resistencia y reactancia para cables a 600V, a 75 °C, 3 fases, CA a 60 [Hz], se calculó la impedancia de los conductores (Ver Tabla 16).

**IMPEDANCIA DE LOS ALIMENTADORES 'EDIFICIO W'**

TABLERO	#C X FASE	CALIBRE[AWG]	LONGITUD[m]	X [Ω/Km]	Y [Ω/Km] j	X [PU]	Y [PU] j
ZLWA	1	6	3	0.21	1.61	0.009762	0.074845
ZLWC	1	1/0	3	0.18	0.39	0.008368	0.01813
Z9	1	1/0	290	0.18	0.39	0.808885	1.752584

Tabla 16. Impedancia de los Alimentadores Edificio W.

Calculo de la impedancia en los tableros de la dependencia, en base a las siguientes ecuaciones:

$$Z[R] = \frac{V^2 [V]}{P [W]} \quad , \quad Z[i] = \frac{V^2 [V]}{Q [VAR]} j \quad \text{y} \quad Q [VAR] = S[VA] \sin(\text{Angcos}(0.9))$$

A partir de la carga y sabiendo que V=220[V], (Ver Tabla 56):

**IMPEDANCIA DE LOS TABLEROS 'EDIFICIO W'**

$$Z_{bb} = 0.0645334 \quad [\Omega]$$

Nombre de los tableros	POTENCIA (P) [W]	Voltaje [V]	Calculando Z			
			X [Ω]	Y [Ω] j	X [PU]	Y [PU] j
ZWA	6684.4	220	7.241	14.951	112.202	231.675
ZB	19007	220	2.546	5.258	39.459	81.476
ZWC	17458.5	220	2.772	5.724	42.959	88.702

Tabla 17. Impedancia de los Tableros del Edificio W.

Reduciendo el diagrama de impedancias:

	OPERACIÓN	X [PU]	Y [PU] j
Z <sub>A</sub> =	Z <sub>LWA</sub> +Z <sub>WA</sub>	112.211	231.750
Z <sub>C</sub> =	Z <sub>LWB</sub> +Z <sub>WB</sub>	42.967	88.720

Tabla 18. Impedancia de los Alimentadores Za y Zc.

$$Z_W = \frac{1}{\frac{1}{Z_B} + \frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_C}}$$

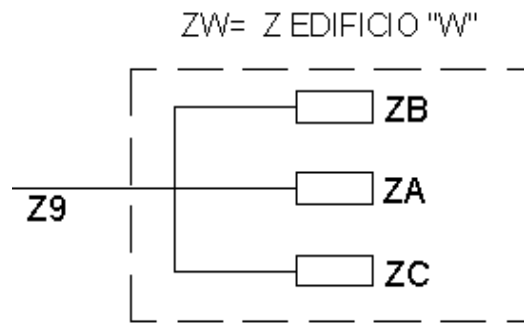


Figura 19. Diagrama de impedancias del edificio W, primera reducción.

$$Z_W = \frac{1}{\frac{1}{39.459 + 81.476j} + \frac{1}{112.202 + 231.675j} + \frac{1}{42.959 + 88.702j}} \text{ pu} = 17.38288 + 35.89382j \text{ pu}$$

$$Z_{C22} = Z_W + Z_9 = (17.38288 + 35.89382j) + (0.808885 + 1.752584j) \text{ pu}$$

$$Z_{C22} = 18.1917663 + 37.6464003j \text{ pu}$$

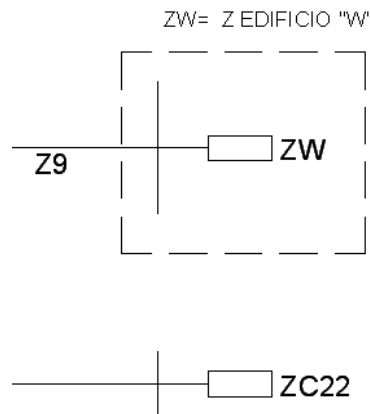


Figura 20. Diagrama de impedancia total del edificio W a la subestación.

Para los circuitos ZC4-ZC12, ZC16-ZC19, ZC21, ZC23, ZC28, se calculó la impedancia basándonos en 'Ley de Ohm' y la capacidad de corriente de cada interruptor (Ver Tabla 19).

$V = ZI$ , considerando un voltaje de 220 V, y un FP unitario.

$$Z = \frac{220[V]}{I[A]}$$

En la siguiente Tabla se colocaron los circuitos de la subestación de los cuales no se identificaron las cargas para encontrar la impedancia, se utilizó la corriente permisible del conductor instalado y la tensión entre líneas que se tenían.

Zbase=0.0645334 Ω				
Circuito No.	Interruptor Polo-Amp	Corriente [A]	IMPEDANCIA pu	$\frac{1}{Z}$
ZC1	Libre			
ZC2	Libre			
ZC3	3x100	S/C		
ZC4	3x100	100	34.09	0.03
ZC5	3x100	100	34.09	0.03
ZC6	3x70	70	48.70	0.02
ZC7	3X100	100	34.09	0.03
ZC8	3X100	100	34.09	0.03
ZC9	3x175	175	19.48	0.05
ZC10	3x150	150	22.73	0.04
ZC11	3x125	125	27.27	0.04
ZC12	3x125	125	27.27	0.04
ZC15	3X225	225	15.15	0.07
ZC16	3X225	225	15.15	0.07
ZC17	SIN DATO	225	15.15	0.07
ZC18	3X150	150	22.73	0.04
ZC19	3X125	125	27.27	0.04
ZC21	3X200	200	17.05	0.06
ZC23	3X70	70	48.70	0.02
ZC24	3X100	100	34.09	0.03
ZC25	3X100	100	34.09	0.03
ZC26	3X100	100	34.09	0.03
ZC27	VACIO			
ZC28	3X70	70	48.70	0.02
$\frac{1}{ZC\ 4} + \frac{1}{ZC\ 5} + \frac{1}{ZC\ 6} + \dots + \frac{1}{ZC\ 28} =$				<b>0.77</b>

Tabla 19. Impedancia de los alimentadores que no se identificaron las cargas.

Para el circuito ZC17, no se tenía la capacidad del interruptor por lo que se tomó en cuenta la corriente dada por la TABLA 310-17 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2 000 V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30 °C, de la NOM-001.

Dado que tiene un conductor de 2/0 AWG, su capacidad es de 225 [A] (Ver Tabla 19).

La impedancia total de los circuitos ZC4 A ZC28 en la subestación, esta dada por la siguiente ecuación:

$$ZC = \frac{1}{\frac{1}{ZC4} + \frac{1}{ZC5} + \frac{1}{ZC6} + \dots + \frac{1}{ZC28}} = 1.29\ pu$$



## ANEXO C

### Memoria de cálculo de la malla del sistema de tierras para el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Vallejo, conforme lo establece la IEEE STD 80-2000.

Se realizó el diseño de la malla del sistema de tierras con el fin de que pueda disipar la máxima corriente de corto circuito que se pueda presentar<sup>1</sup> en el CCH Vallejo, dicho diseño implica haber calculado previamente la resistividad del terreno ver capítulo<sup>2</sup>.

Tabla de datos para obtener la resistividad del terreno basándonos en el método de puente de Wenner:

Núm. de medición	Distancia de separación	Dirección 1 [Ω]	Dirección 2 [Ω]	Dirección 3 [Ω]	Dirección 4 [Ω]	Promedio [Ω]	Promedio [Ω m]
1	4.5	0.21	0.31	0.21	0.34	0.2675	
2	3	0.51	0.87	0.45	0.58	0.6025	
3	2	1.51	1.39	0.98	1.28	1.29	
Promedio total						0.72	14.326

Tabla de datos para obtener la resistividad del terreno.

Equipo utilizado, Medidor de resistividad de tierra (Megger), marca AEMC, modelo 4600.

Se presentan las características de la malla, la cual debe cumplir con los potenciales de paso y de contacto.

DATOS	Valor	Unidades
Resistividad terreno ( $\sigma$ )	14.33	[Ωm]
Iccf-t	34569.47	[A]
X"/R	20	
Tiempo de falla ( $t_{falla}$ )	0.5	[s]
Largo de la malla (b)	16	[m]
Ancho de la malla (a)	8	[m]
Resistencia del material cont. ( $\sigma_s$ )	5000	[Ωm]
Espesor material ( $h_s$ )	0.2	[m]
Profundidad de la red (h)	0.6	[m]
Longitud de la varilla ( $L_v$ )	3.00	[m]
Diámetro de la varilla	0.0159	[m]
Calibre del conductor	4/0	AWG
Diámetro conductor (d)	0.0134	[m]
*Factor de decremento ( $D_f$ )	1.03	
Factor de proyección ( $F_p$ )	1	
No. de conductores verticales (cv)	21	
No. conductores horizontales. (ch)	11	
Separación entre conductores. (D)	0.8	[m]
No. de varillas (#v)	3	
Profundidad de referencia ( $h_o$ )	1	[m]

Memoria de cálculo de la malla del sistema de tierras para el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Vallejo.

<sup>1</sup> Ver Tabla 4.3 y anexo B para mayor información de este calculo.

<sup>2</sup> Ver capítulo 1.4..

\*La relación X/R, esta dada por la impedancia en el bus de la falla, el cual tuvo un valor próximo de 20, por lo que tenemos que el factor de decremento por Tablas y para un tiempo de duración de la falla de 0.5 s, tenemos:

\*El factor de decremento ( $D_F$ ) esta en función de  $t_{falla}$  y  $\frac{X}{R}$  (0.5, 20); y su valor se obtiene de Tablas.  
Corriente de falla máxima a tierra en la malla

$$I_{max\ cc} = (I_{cct-t})(Df)(Fp) = 34569.47 [A](1.03) * 1 = 35,606.554 [A]$$

Factor de reflexión (K)

$$k = \frac{\sigma - \sigma_s}{\sigma + \sigma_s} = \frac{14.33[\Omega m] - 5000[\Omega m]}{14.33[\Omega m] + 5000[\Omega m]} = -0.99428609$$

Factor de reducción (Fr):

$$F_r = 1 - \frac{0.09(1 - \frac{\sigma}{\sigma_s})}{2h_s + 0.09} = 1 - \frac{0.09(1 - \frac{14.33}{5000})}{2(0.2[m]) + 0.09} = 0.816853$$

Potenciales tolerables para el cuerpo humano con un peso corporal de 70 [kg]

$$E_{contacto} = \frac{(1000 + 1.5Fr\sigma_s) * 0.157}{\sqrt{t_{falla}}} = \frac{(1000 + 1.5(0.816853)5000) * 0.157}{\sqrt{0.5}} = 5,663.04[V]$$

$$E_{paso} = \frac{(1000 + 6Fr\sigma_s)0.157}{\sqrt{t_{falla}}} = \frac{(1000 + 6(0.8168)5000)0.157}{\sqrt{0.5}} = 1,582.28[V]$$

Longitud total de las varillas (lvT)

$$L_{vt} = (\# v)(lv) = 3 * 3 = 9[m]$$

Longitud total de la malla (LT) considerando longitud total de las varillas (lvT); (Varillas ubicadas en las esquinas de la cuadrícula de la malla)

$$L_T = (cv * a) + (ch * b) + L_{vt} = (21 * 8[m]) + (11 * 16[m]) + 9[m] = 353[m]$$

Área de la malla ( $A_m$ )

$$A_m = a(b) = 8[m] * 16[m] = 128[m^2]$$

Resistencia de malla ( $R_g$ )

Utilizando la fórmula de Sverak para redes de tierra de una subestación recomendada por IEEE-STD 80-2000.

$$R_g = \rho \left( \frac{1}{L_T} + \left( \frac{1}{\sqrt{20 * A_m}} \right) * \left( 1 + \frac{1}{1 + \left( \frac{20}{h * \sqrt{A_m}} \right)} \right) \right)$$

$$Rg = \sigma \left( \frac{1}{L_T} + \left( \frac{1}{\sqrt{20 * Am}} \right) * \left( 1 + \frac{1}{1 + \left( h * \sqrt{\frac{20}{Am}} \right)} \right) \right)$$

$$Rg = 14.33[\Omega m] \left( \frac{1}{353[m]} + \left( \frac{1}{\sqrt{20 * 128[m^2]}} \right) * \left( 1 + \frac{1}{1 + \left( 0.6 * \sqrt{\frac{20}{128[m^2]}} \right)} \right) \right) = 0.55[\Omega]$$

Para esta subestación de distribución la resistencia debe ser menor a 5Ω.

Factor de esparcimiento para la tensión de malla (km)

$$km = \frac{1}{2\pi} \left( \ln \left( \frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8hd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{k_{ii}}{k_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right)$$

Donde:  $k_{ii}=1$  para mallas con varillas de aterrizaje en sus esquinas.

LC = longitud total del conductor en la malla

$$Lc = (cv * a) + (ch * b) = 21 * 8[m] + 11 * 16[m] = 344[m]$$

LP = longitud perimetral de la malla

$$Lp = (2 * 16[m]) + (2 * 8[m]) = 48[m]$$

$$n = \frac{2 * Lc}{Lp} = 2 \frac{344[m]}{48[m]} = 14.33$$

$$kh = \sqrt{1 + \frac{h}{ho}} = \sqrt{1 + \frac{0.6}{1}} = 1.26$$

Entonces se obtiene el valor km.

$$km = \frac{1}{2\pi} \left( \ln \left( \frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8hd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{k_{ii}}{k_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right)$$

$$km = \frac{1}{2\pi} \left( \ln \left( \frac{1[m]^2}{16 * 0.6[m] * 0.0134 [m]} + \frac{(1[m] + 2 * 0.6[m])^2}{8 * 0.6[m] * 0.0134 [m]} - \frac{0.6[m]}{4 * 0.0134} \right) + \frac{1}{1.26} \ln \left( \frac{8}{\pi(2 * 14.33 - 1)} \right) \right)$$

$$km = 0.34$$

Potencial de contacto de la malla.

$$Ki = 0.645 + (0.172 * n) = 0.656 + (0.172 * 14.33) = 3.1$$

Donde:  $k_i$  = Factor de corrección para la geometría de la malla

Entonces

$$E_{CONTACTO} = \frac{\sigma * Km * Ki * I_{max cc}}{L_T} = \frac{14.33[\Omega m] * 0.34 * 3.1 * 36,367.08 [V]}{353[m]}$$

$$E_{CONTACTO} = 1,562.7 [V]$$

Donde:

$$ks = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D(1-0.5^{n-2})} \right)$$

$$ks = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2 * 0.6[m]} + \left( \frac{1}{1[m] + 0.6[m]} \right) + \frac{1}{1[m](1-0.5^{14.33-2})} \right) = 0.89$$

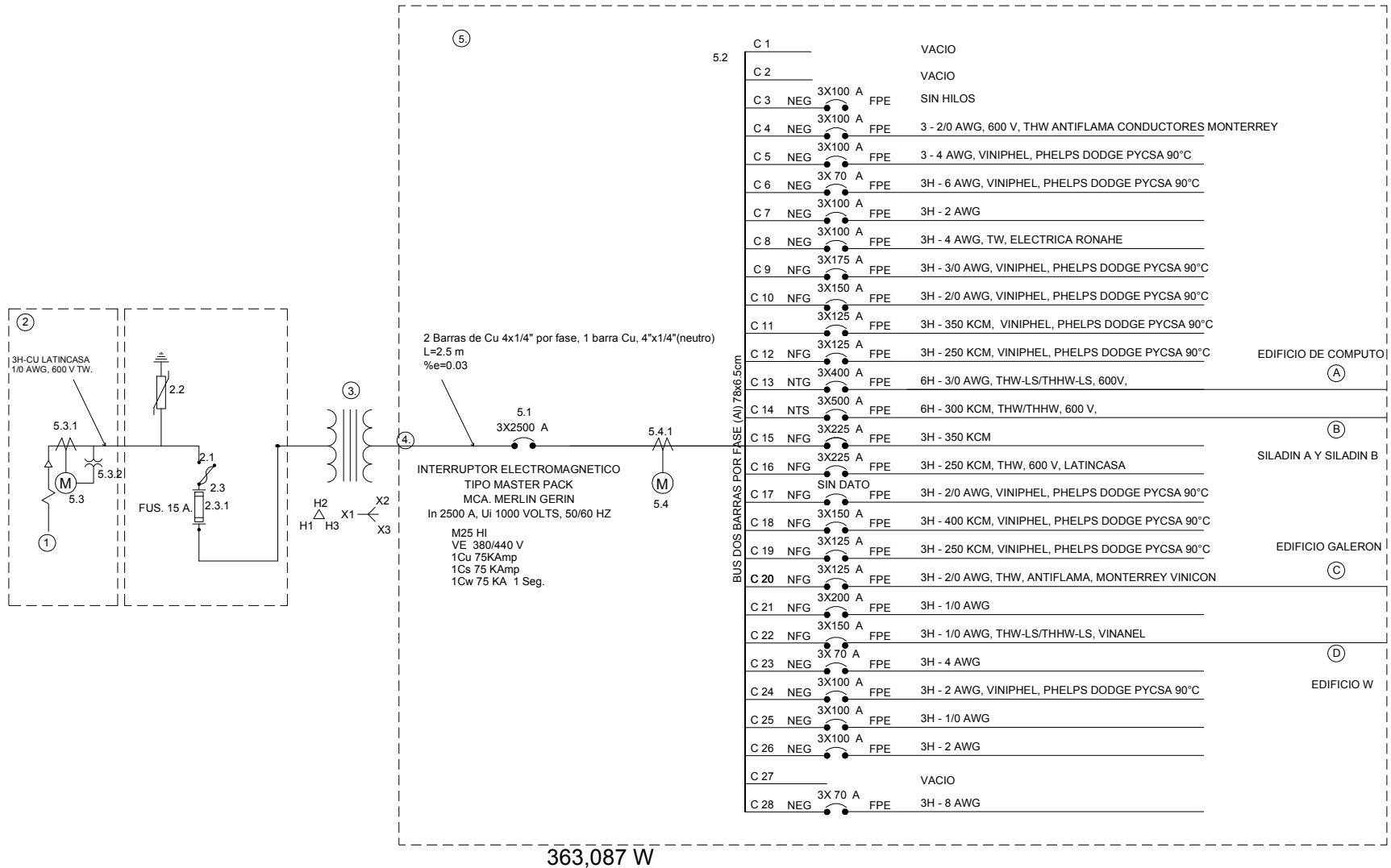
$$E_{paso} = \frac{\sigma * k_s * k_t * I_{max cc}}{0.75L_C + 0.85L_{VT}}$$

$$E_{paso} = \frac{14.33[\Omega m] * 0.89 * 3.1 * 36,367.08}{0.75 * 344[m] + 0.85 * 9[m]} = 5,432.46[V]$$

# ANEXO D

Diagrama Unifilar del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Vallejo.

## TABLERO GENERAL SUBESTACION

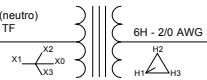


EDIFICIO DE COMPUTO

(A)

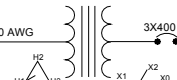
6H-3/0 AWG  
2H-3/0 AWG (neutro)  
1H-2/0 AWG, TF  
L=12 m  
%e=0.35

(T3)  
TRANSFORMADOR SECO  
220/440 VOLTS  
150 KVA, TRIFASICO, 60 HZ  
DE SUBESTACION A EDIFICIO COMPUTO



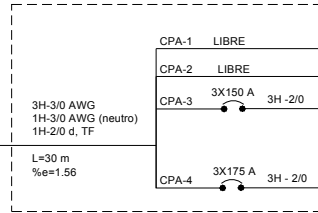
3X200 A  
3H-3/0 AWG  
1H-3/0 AWG (neutro)  
1H-2/0 AWG, TF  
L=282m  
%e=7.31

(T4)  
TRANSFORMADOR SECO  
440/220 VOLTS  
150 KVA, TRIFASICO, 60 HZ  
EDIFICIO COMPUTO



3X200 A  
3H - 3/0 AWG  
3X400 A

# CPA



96,029.6 W

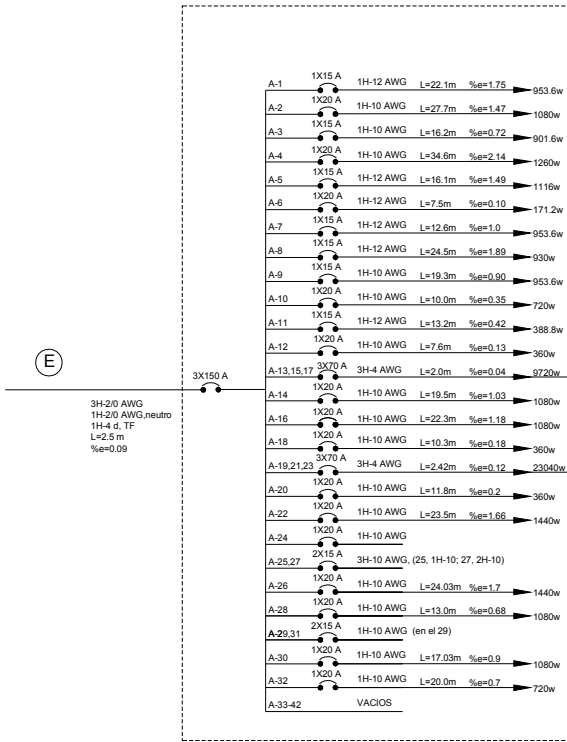
TAB A EDIF. DE COMPUTO

(E)

TAB B EDIF. DE COMPUTO

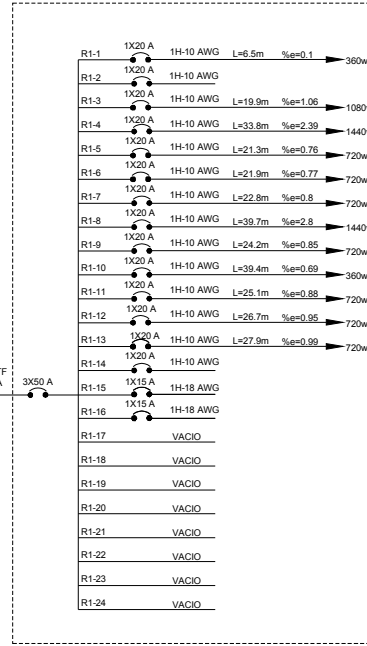
(F)

# A



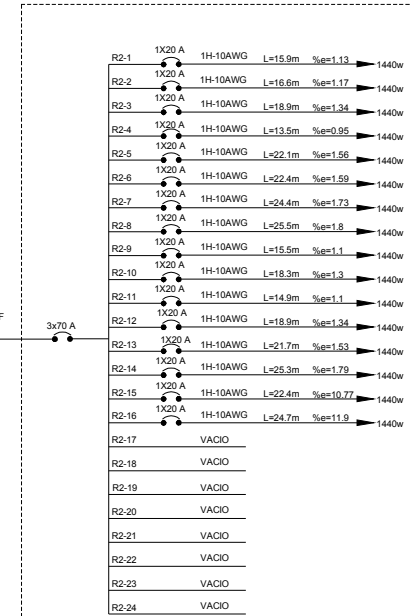
51,188.4 W

# R1



9,720 W

# R2



23,040 W

ADICIONADOR DE LINEA

ADICIONADOR DE LINEA

E

3H-2/0 AWG  
1H-2/0 AWG neutro  
1H-4 d. TF  
L=2.5 m  
%e=0.09

3H-4AWG  
1H-4AWG, N  
1H-8AWG, TA  
L=1.98m  
%e=0.04

3x50 A

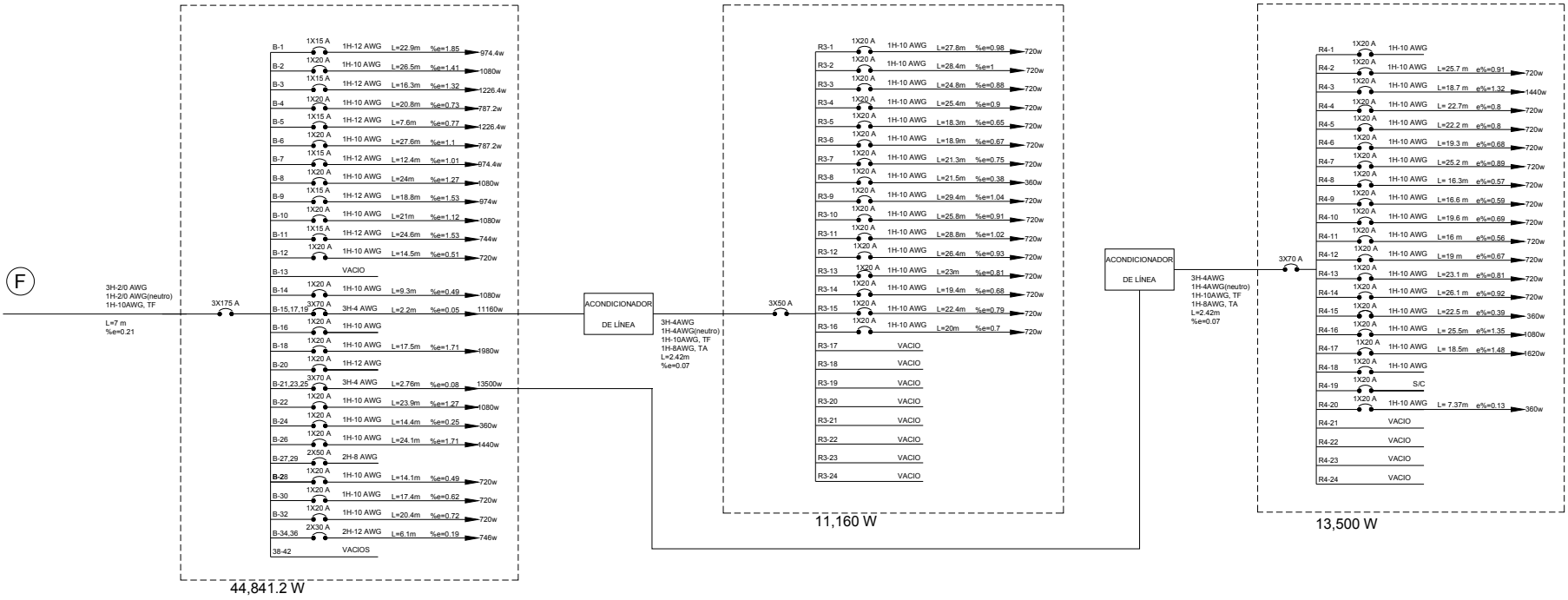
3H-4AWG, N  
1H-10AWG, TF  
1H-8AWG, TA  
L=2.42m  
%e=0.12

3x70 A

# B

# R3

# R4



44,841.2 W

11,160 W

13,500 W



**B**

3H-300 kCM  
1H-300 kCM (NEUTRO)  
L=10 m  
%e=0.52

3X500 A

3H-400 kCM



3H-400 kCM



**(T1)**  
TRANSFORMADOR SECO  
220/440 VOLTS  
150 KVA, TRIFASICO, 60 HZ  
DE SUBESTACIÓN A EDIFICIO SILADIN

3X250 A

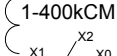
3H-400 kCM  
1H-300 kCM (NEUTRO)  
L=271 m  
%e=5.29

3X250 A

3H-400 kCM



3-400kCM



**(T2)**  
TRANSFORMADOR SECO  
440/220 VOLTS  
150 KVA, TRIFASICO, 60 HZ  
EDIFICIO SILADIN

**SILADIN 'A'**

**G**

3H-300 kCM  
1H-300 kCM (NEUTRO)  
1H-4 d, TF  
L=9 m  
%e=0.22

3X500 A

**SILADIN 'B'**

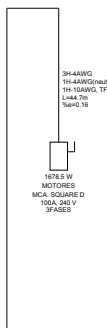
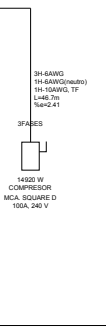
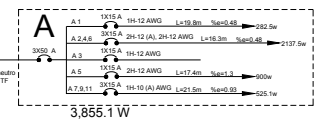
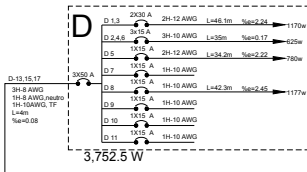
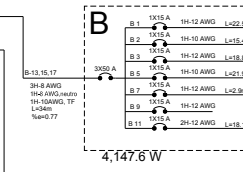
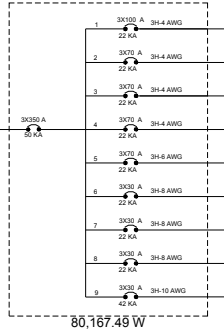
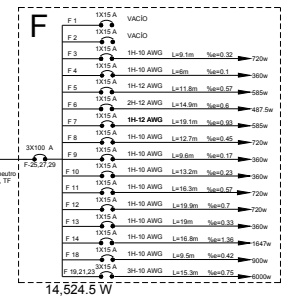
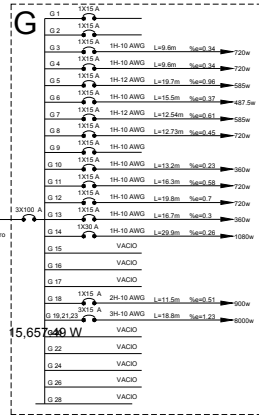
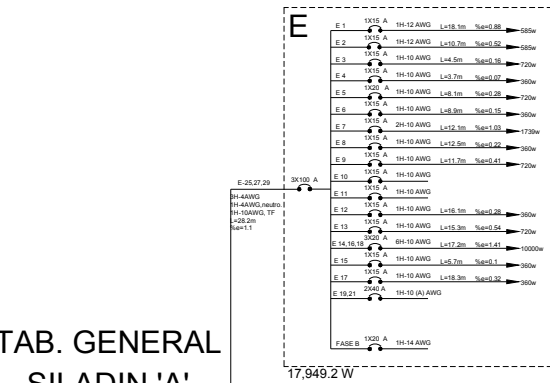
**H**

3H-300 kCM  
1H-300 kCM (NEUTRO)  
1H-4 d, TF  
L=61 m  
%e=1.7

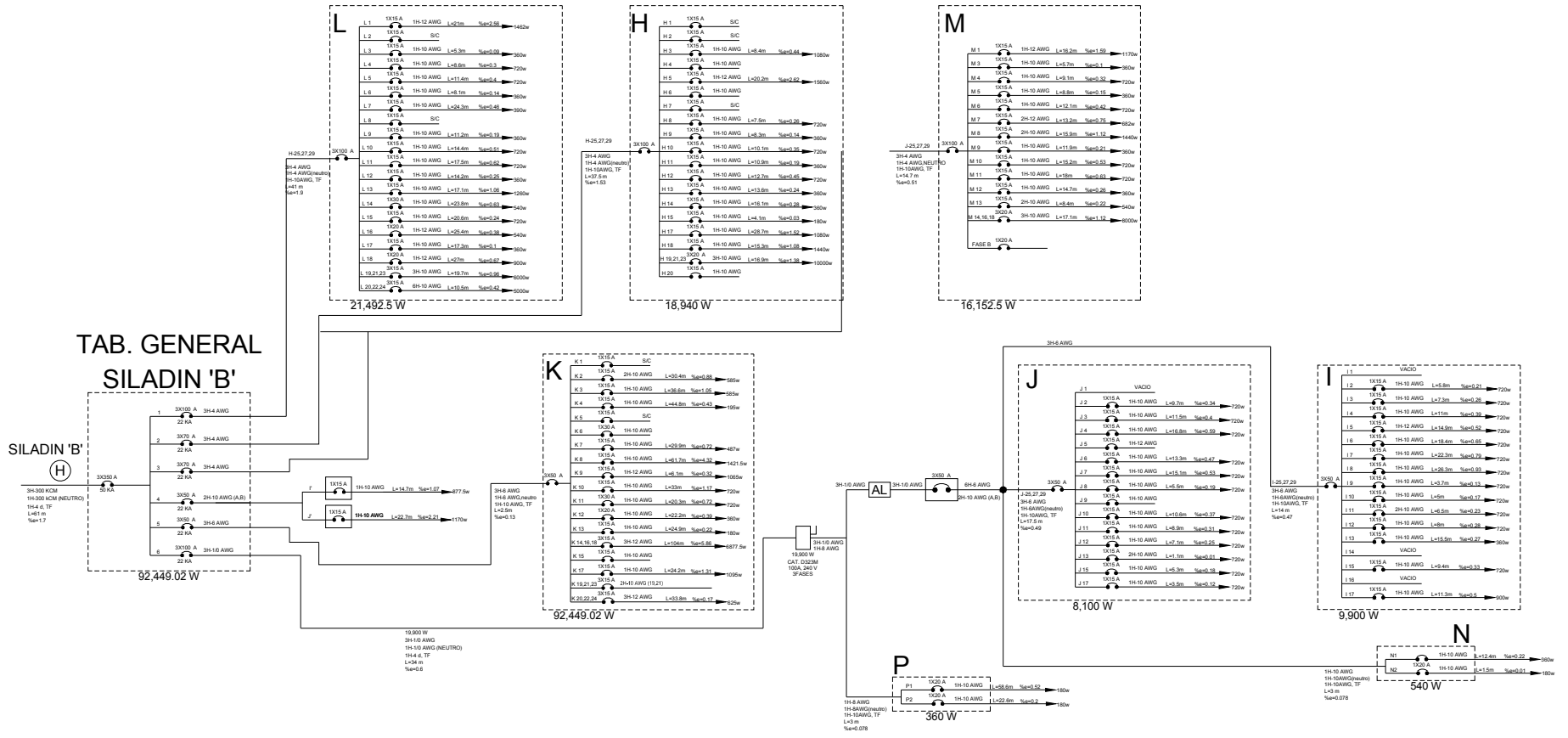
# TAB. GENERAL SILADIN 'A'

SILADIN 'A'  
Ⓢ

3x300 KCM  
1H-4 & TF  
L=48.0m  
%a=0.22



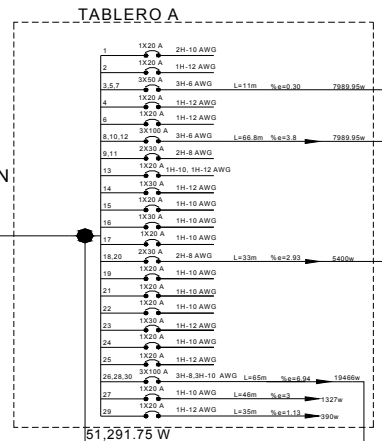
# TAB. GENERAL SILADIN 'B'



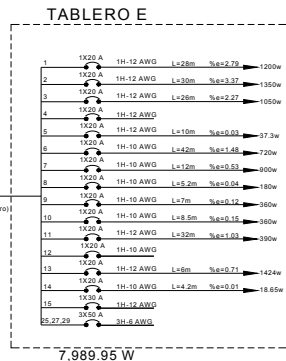
EDIFICIO GALERÓN

©

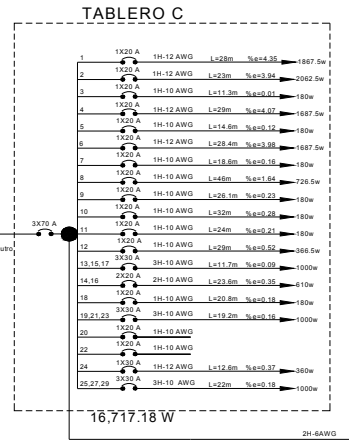
3H-2.0 AWG  
1H-2.0 AWG (neutro)  
1H-2.0 AWG. TF  
L=245m  
%e=0.56



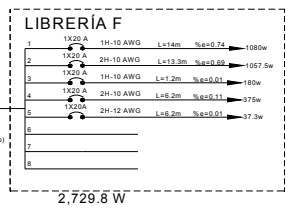
51,291.75 W



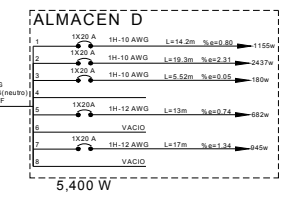
7,989.95 W



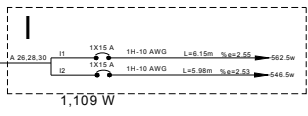
16,717.18 W



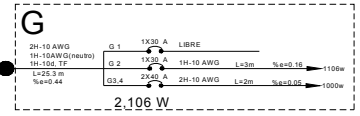
2,729.8 W



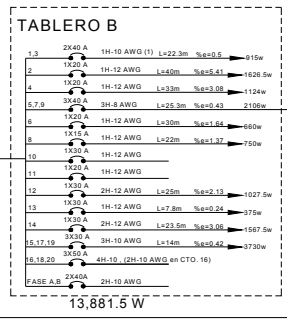
5,400 W



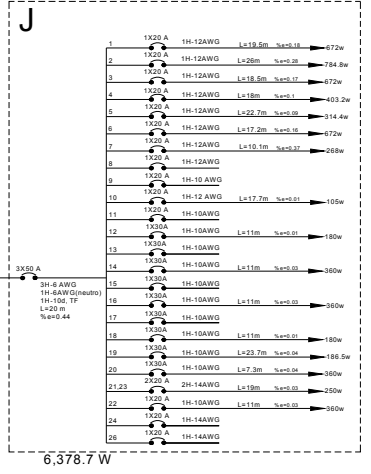
1,109 W



2,106 W



13,881.5 W



6,378.7 W

# EDIFICIO W

## WB

WB-1	1X15 A	1H-12 AWG	L=33m	%e=3.69	1344w
WB-2	1X20 A	1H-10 AWG	L=41m	%e=1.09	540w
WB-3	1X15 A	1H-12 AWG	L=17m	%e=1.52	1075.2w
WB-4	1X20A	1H-10 AWG	L=35m	%e=1.05	360w
WB-5	1X15 A	1H-12 AWG	L=28m	%e=1.56	672w
WB-6	1X20 A	1H-10 AWG	L=38m	%e=1.68	900w
WB-7	1X15 A	1H-12 AWG	L=36m	%e=1.94	650.4w
WB-8	1X20 A	1H-10 AWG	L=43m	%e=1.90	900w
WB-9	1X15 A	1H-12 AWG			
WB-10	1X20 A	1H-10 AWG	L=35m	%e=1.55	900w
WB-11	1X20 A	1H-12 AWG	L=20m	%e=0.78	470.4w
WB-12	1X20 A	1H-10 AWG	L=34m	%e=1.20	720w
WB-13		VACIO			
WB-14	1X20 A	1H-10 AWG	L=33.2m	%e=1.17	720w
WB-15		VACIO			
WB-16	1X20 A	1H-10 AWG	L=28.8m	%e=1.27	900w
WB-17	1X20 A	1H-12 AWG			
WB-18	1X20 A	1H-10 AWG	L=20m	%e=1.69	1726.5w
WB-19	1X20 A	1H-12 AWG			
WB-20	1X20 A	1H-10 AWG	L=17m	%e=0.30	360w
WB-21	1X20 A	1H-10 AWG			
WB-22	1X20 A	1H-10 AWG	L=18.8m	%e=0.82	900w
WB-23	1X20 A	1H-10 AWG			
WB-24	1X20 A	1H-10 AWG	L=14m	%e=0.49	720w
WB-25,27,29	3X70 A	3H-6 AWG	L=3m	%e=0.18	17458.5w
WB-26	1X20 A	1H-10 AWG	L=35m	%e=1.55	900w
WB-28	1X20A	1H-10 AWG	L=53.2m	%e=2.35	900w
WB-30	1X20 A	1H-10 AWG	L=28.5m	%e=2.16	1546.5w
WB-31,33,35	3X30 A	3H-8 AWG			
WB-32	1X20 A	1H-10 AWG	L=32m	%e=1.13	720w
WB-34	1X20 A	1H-10 AWG	L=31.2m	%e=1.38	900w
WB-36	1X20 A	1H-10 AWG			
WB-37,39,41	3X50 A	3H-6 AWG	L=3m	%e=0.07	6686.4w
WB-38	1X20 A	1H-10 AWG	L=26.3m	%e=0.23	180w
WB-40		VACIO			
WB-42		VACIO			

43,149.9 W

## WC

WC-1	1X15 A	1H-12 AWG	L=41.5m	%e=3.05	882w
WC-2	1X20 A	1H-12 AWG	L=52m	%e=3.9	900w
WC-3	1X15 A	1H-12 AWG	L=51m	%e=3.0	705.6w
WC-4		VACIO			
WC-5	1X15 A	1H-12 AWG	L=35.7m	%e=1.31	441w
WC-6	1X20 A	1H-10 AWG	L=46.2m	%e=2.05	900w
WC-7	1X15 A	1H-12 AWG	L=41.5m	%e=1.8	488.7w
WC-8	1X20 A	1H-10 AWG	L=40.5m	%e=1.79	900w
WC-9		VACIO			
WC-10	1X20 A	1H-10 AWG	L=43.6m	%e=1.93	900w
WC-11	1X15 A				
WC-12	1X20 A				
WC-13	1X20 A	1H-10 AWG			
WC-14	1X20 A	1H-10 AWG	L=38.5m	%e=1.71	900w
WC-15		VACIO			
WC-16	1X20 A	1H-10 AWG	L=38m	%e=1.59	900w
WC-17		VACIO			
WC-18	1X20 A	1H-10 AWG	L=28.2m	%e=1.75	1260w
WC-19	1X20 A	1H-10 AWG			
WC-20	1X20 A	1H-10 AWG	L=39.0m	%e=1.07	559.5w
WC-21	1X20 A	1H-10 AWG	L=33.0m	%e=1.52	933w
WC-22	1X20 A	1H-10 AWG	L=31.5m	%e=1.40	900w
WC-23		VACIO			
WC-24	1X20 A	1H-10 AWG	L=31.5m	%e=1.39	900w
WC-25	1X20 A	1H-10 AWG	L=44.3m	%e=1.96	900w
WC-26	1X20 A	1H-10 AWG	L=31.0m	%e=1.37	900w
WC-27	1X20 A	1H-10 AWG	L=37.5m	%e=1.66	900w
WC-28	1X20A	1H-10 AWG			
WC-29		VACIO			
WC-30	1X20A	1H-10 AWG	L=36.0m	%e=1.91	1080w
WC-31-42		VACIOS			

17,458.5 W

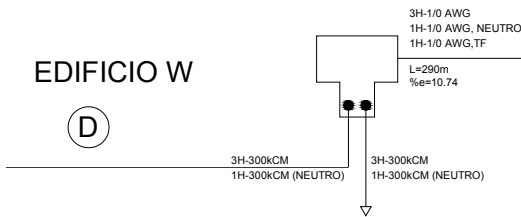
## WA

WA-1	1X15 A	1H-12 AWG	L=22m	%e=1.96	1075.2w
WA-2	1X15 A	1H-12 AWG	L=38m	%e=4.25	1344w
WA-3	1X15 A	1H-12 AWG	L=40m	%e=4.47	1344w
WA-4	1X20A	1H-10 AWG	L=45m	%e=1.99	900w
WA-5	1X15 A	1H-12 AWG	L=28m	%e=0.87	403.2w
WA-6	1X20 A	1H-10 AWG	L=24m	%e=0.85	720w
WA-7,9	2X15 A	S/C			
WA-8	1X20 A	1H-10 AWG	L=45m	%e=1.99	900w

6,684.4 W

EDIFICIO W

(D)



3H-1/0 AWG  
1H-1/0 AWG (neutro)  
1H-6 AWG, TF

3X70 A  
25kA

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18

L=3m  
%e=0.18