



SERVICIOS DE INGENIERIA – CESI  
AGUASCALIENTES. MEXICO

## MEMORIA DE CÁLCULO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

---

Ref. AC\_Rev. 01

Febrero 2018.



RIBERO BORLELL – GUTARQS  
A r q u i t e c t o s

**ingenor**

ENGINEERING >  
ARCHITECTURE >  
PROJECT >

		<b>CECI Y DELEGACIÓN AGUASCALIENTES</b>			
Nº: <b>AC-E-MC</b>	TÍTULO: <b>MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
FECHA: <b>14/02/2018</b>					
ADJUNTO: <b>-</b>	COPIAS	CONSTRUCTOR			
		<b>1</b>			

## Índice

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROYECTO ELÉCTRICO</b>	<b>3</b>
2.1	Normas y reglamentos aplicables.	3
2.2	Descripción del proyecto.	3
<b>3</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE LA INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>4</b>
3.1	Cálculos en baja tensión.	4
3.1.1	Selección de equipos primarios.	4
3.1.2-	Intensidad máxima admisible Alimentador Principal.	5
3.1.3	-Cálculo de la caída de tensión Alimentador Principal.	7
3.1.4	-Cálculo de circuitos derivados por intensidad de corriente y caída de tensión.	8
3.2	Cálculos generales de la instalación.	9
3.2.1-	Cálculo de las protecciones.	9
3.2.2-	Cálculo de los conductores del circuito.	10
3.2.3	Cálculo y selección de las canalizaciones de circuito.	11
3.2.4-	Puesta a tierra.	12
3.2.5-	Selección del Transformador en base al criterio de CFE.	13
3.2.6-	Sistema de Protección contra tormentas eléctricas.	13
3.3-	Cálculo de Corto Circuito.	16
3.4-	ANEXO 1: Cuadros de Carga.	18
3.5-	ANEXO 2: Diagrama Unifilar.	24



## 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El proyecto denominado CESIS Y DELEGACION AGUASCALIENTES consiste en la construcción de dos áreas de oficinas denominadas DELEGACION y CESI respectivamente.

El diseño eléctrico para estos niveles se realiza en base a las normas para instalaciones eléctricas descritas más adelante y los requerimientos del cliente.

Se presenta a continuación una memoria descriptiva que se complementa con los planos de la ingeniería desarrollada para el área eléctrica.

## 2 PROYECTO ELÉCTRICO

### 2.1 NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES

Para la elaboración de este documento y el plano correspondiente, se han tomado como base las siguientes Normas para la instalación eléctrica.

- NOM-001 SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas.
- NOM-013 ENER 2013 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.
- NOM-007 ENER 2014 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-025-STPS 2008 Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.

Para la contratación del servicio con CFE se considera una acometida en media tensión con transición aérea subterránea en 13.8 kV en el límite del predio. La cual se deberá verificar con un estudio de factibilidad de la tensión de suministro proporcionado por CFE.

### 2.2 Descripción del proyecto

Partimos de la acometida en media tensión a 13.8kV transición aérea subterránea alimentando el lado primario del transformador tipo pedestal de 225 kVA, obteniendo una tensión del secundario de 220/127V, posteriormente pasa a un interruptor principal, y de ahí al tablero principal TG1, donde se alimentan los tableros A, B, FC, FD Y BOMBA PCI en servicio normal. Del tablero TG1 sale un circuito que se conecta al tablero de transferencia para alimentar al tablero de emergencia y soportar la carga mediante una planta de emergencia cuando se interrumpa el suministro de energía.

El tablero de emergencia alimenta a los tableros U, R y a la bomba jockey, finalmente una UPS respalda los tableros U y R.



### 3.- MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 3.1 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN

##### 3.1.1 Selección de equipos primarios.

Para seleccionar los equipos primarios de la instalación eléctrica necesitamos los datos detallados de las diferentes tipos de cargas que se instalaran, a continuación se realiza una tabla con la relación de cargas para el dimensionamiento del Transformador, Planta de Emergencia y UPS.

CARGA	CARGA INSTALADA KW	F.D.	F.P	DEMANDA MAXIMA KW	KVA	TR-KVA COMERCIAL
TAB. "A"	10.851	0.8	0.9	9.023	10.025	
TAB. "B"	31.104	0.8	0.9	25.683	28.536	
TAB. "FC"	9.433	0.8	0.9	7.544	8.382	
TAB. "FD"	104.310	0.8	0.9	83.448	92.72	
BOMBA PCI	29.840	0.8	0.9	23.87	26.52	
TAB. "EME"	42.558	0.8	0.9	34.046	37.82	
<b>TOTAL</b>	<b>228.096</b>			<b>183.614</b>	<b>204.003</b>	<b>225 KVA</b>

TRANSFORMADOR COMERCIAL PROPUESTO PARA LA CARGA DEMANDADA ES DE 225 KVA  
MARCA PROLEC, RADIAL, 13.8 KV /220-127V DELTA – ESTRELLA.

CARGA	CARGA INSTALADA KW	F.D.	F.P	DEMANDA MAXIMA KW	PLANTA EMERGENCIA KW
TAB. "R"	16.047	0.8	0.9	12.862	
TAB. "U"	25.019	0.8	0.9	20.214	
BOMBA "J"	1.492	0.8	0.9	1.194	
<b>TOTAL</b>	<b>42.558</b>			<b>34.27</b>	<b>40 KW</b>

PLANTA DE EMERGENCIA PROPUESTA DE 40KW MARCA IGSA CON TABLERO DE TRANSFERENCIA DE 150 A, CON UN TANQUE DE DIESEL DE 230 Lts.

CARGA	CARGA INSTALADA KW	F.D.	F.P	DEMANDA MAXIMA KW	UPS KVA
TAB. "R"	16.047	0.8	0.9	12.862	
TAB. "U"	25.019	0.8	0.9	20.214	
<b>TOTAL</b>	<b>41.066</b>			<b>33.076</b>	<b>40 KVA</b>

UPS PROPUESTA DE 40 KVA MARCA EATON.



### **3.1.2- Intensidad máxima admisible Alimentador Principal.**

Se aplicará para el cálculo por calentamiento lo expuesto en las tablas 310-15(d) 310-15(g) y 310-16 de la NOM y a las tablas de fabricante. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene indicada en tablas. En función de la instalación adoptada y del tipo de cable, se elegirá la tabla de intensidades máximas que hay que utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc., que, generalmente, reducen su valor.

La distribución se realizará de tres maneras:

- En tubo en falso plafón
- En tubo empotrado en pared
- En tubo subterráneo
- En charola eléctrica tipo escalera

El tipo de tubo utilizado es:

- Tubo conduit pared gruesa pvc para trayectorias subterráneas o embebidas en loza
- Tubo conduit pared delgada para trayectorias visibles, en plafón o embebidas en muro falso
- Liquid Tight para trayectorias finales a equipos de HVAC, salidas a luminarias y equipos especiales
- Cable forrado sin canalización para bajadas a luminarias colgantes
- Ducto cuadrado embisagrado de 6" para llegada a tableros

La capacidad de los tubos y los factores de corrección por temperatura y agrupación de conductores en el mismo tubo se han calculado de acuerdo a las tablas 10.1 y 10.4 del capítulo 10 de la NOM.

Para determinar la intensidad de corriente máxima que admiten los cables se aplicarán los factores reductores por agrupación correspondientes a cada tipo de instalación. Aplicando este factor de corrección a la intensidad máxima que admiten los cables, se obtiene la intensidad máxima real. Este valor se comparará con el de la intensidad nominal que va a circular por los cables para comprobar que la sección elegida es la adecuada.

La intensidad de corriente que circula por un circuito viene dada por las siguientes expresiones:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cos\phi} \quad (\text{Circuito trifásico a 3 fases})$$

$$I = \frac{P}{2 \cdot U \cos\phi} \quad (\text{Circuito trifásico a 2 fases})$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} \quad (\text{Circuito monofásico})$$



Dónde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V (monofásica) y [V]: 220V (trifásica).
- I Intensidad [A]
- Cos  $\varphi$  Factor de potencia

### **DESARROLLO MATEMÁTICO:**

Calculando la Corriente de la Carga Demandada:

$$I = \frac{183616(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.9)} = 535.40A$$

*(CONSIDERANDO 183.616 kW carga demandada en TG)*

Con base a las tablas de la NOM-001-SEDE-2012 se realiza el cálculo del Alimentador principal.

- Ajuste del valor de corriente por agrupamiento en configuración triangular sección 318-11 FCA = 1
- Selección de la temperatura de operación para el aislamiento THHW-90°, en ambiente seco, ver tabla 310-104(a). Temperatura de operación = 90 °C
- Ajuste del valor de corriente por temperatura ambiente del aislamiento tabla 310-15(b)(2)(b) T AMB = 40°C AISLAMIENTO THHW-90°C  
I corregida = 535.40 / 1 = 535.40 A.
- Valor de corriente para cada conductor ( 2 conds/fase) = 267.7 A
- Selección del tamaño mínimo del conductor por capacidad de corriente.  
Tabla 310-15(b)(20) 350 KCM 464A THHW-90°C > 267.7 A.  
350 KCM 310A THHW-75°C > 267.7 A.
- EL CONDUCTOR 350 KCM THHW-75°C ES ADECUADO



### **3.1.3 -Cálculo de la caída de tensión Alimentador Principal**

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencial transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por la NOM en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Este método permite limitar la caída de tensión acumulada en toda la instalación, fijando unas caídas de tensión máximas del 3% para los circuitos derivados de acuerdo a la NOTA 4, del Artículo 210-19 de la NOM y del 5 % para la caída de tensión total acumulada del receptáculo más alejado.

#### **DESARROLLO MATEMÁTICO:**

Con base a la NOM-001-SEDE-2012 se realiza el cálculo de caída de tensión del Alimentador principal por impedancia.

- Revisión por caída de tensión considerando  $L= 15$  mts del alimentador 6-350 KCM + 2N-350 KCM, 1d-1/0 AWG.
- De la tabla 10-5 y 10-8 de la NOM obtenemos la impedancia del alimentador  $Z = 0.1513 \text{ ohm} / 1000\text{m}$ .
- Impedancia del conductor a 15 mts =  $0.00226 \text{ ohm/m}$
- $e\% = 267.5\text{A} \times 0.00226 = 0.6045 \text{ V}$
- $e\% = (0.6045 \text{ V} / 127 \text{ V}) \times 100 = 0.475\%$
- EL CONDUCTOR 350 KCM THHW-75°C ES ADECUADO  $0.475\% < 2\%$  SEGÚN LA NOM-001-SEDE-2012.



### **3.1.4 –Cálculo de circuitos derivados por intensidad de corriente y caída de tensión.**

Para el cálculo de corriente del circuito derivado se toma como ejemplo el circuito A2 del tablero “A”, el cual tiene una carga instalada de 1296W y una carga demandada de 1037W, con una longitud de 10 mts.

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{Cos}\phi} \quad (\text{Circuito monofásico}) \qquad I = \frac{1,037(W)}{127(V) * (0.9)} = 9.07A$$

De la tabla 310-15(b)(16) seleccionamos el conductor 12 AWG.

Para el cálculo de la caída de tensión se empleó la siguiente fórmula:

$$\Delta U(\%) = \frac{4 \cdot I \cdot L}{SU} \quad (\text{Sistema monofásico}) \qquad \Delta U = \frac{4 * 9.07 * 10}{127(V) * (5.26)} = 0.543$$

Dónde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- U Tensión nominal
- L Longitud del cable, sólo ida [m]
- I Intensidad [A]
- S Sección transversal del conductor (mm<sup>2</sup>)



### **3.2 CÁLCULOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

Para realizar dicho cálculo se debe tomar en cuenta primero los tipos de carga incluidos en la instalación, siendo los que muestran las siguientes tablas:

DESCRIPCIÓN	CONSUMO (W)	VOLTAJE DE TRABAJO (V)
CONTACTO POLARIZADO DUPLEX	162	127
CONTACTO DE CON FALLA A TIERRA	162	127

La instalación de iluminación y contactos se divide eléctricamente en 2 tableros de distribución general (TG1 y Emergencia), que a su vez derivan en 6 tableros, 4 en sistema normal y 2 en sistema de emergencia.

#### **3.2.1-Cálculo de las protecciones**

Para el cálculo de las protecciones termomagnéticas se calculará primero la corriente demandada, para lo cual se utilizara la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{Cos}\varphi} * 1.25 \quad (\text{Circuito monofásico})$$

Dónde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V(monofásica)
- I Intensidad [A]
- Cos φ Factor de potencia

El valor del factor de potencia se utilizará en 0.9 debido al tipo de cargas mayormente resistivos.

Y el valor de la corriente de protección se obtiene mediante la multiplicación de la corriente demandada por un factor de 1.25, posterior a esto se selecciona la protección con el valor comercial inmediato superior a la corriente obtenida.

#### **DESARROLLO MATEMÁTICO:**

$$I = \frac{183,616(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.9)} = 535.4A$$

PROTECCIÓN COMERCIAL DE 3 x 600AM, MGA36600 35KA

*(CORRIENTE PARA LA SELECCIÓN DE EL TERMOMAGNÉTICO PPAL DE TG)*



### 3.2.2-Cálculo de los conductores del circuito

Para el cálculo y selección de los equipos se deberá plantear primero que el requerimiento de la instalación será la utilización de cableado de cobre, con calibre mínimo 12 AWG, aislamiento tipo THHN o THWN para 90°C y 600 volts.

A continuación se deberá seleccionar de la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-SEDE-2012 (mostrada a continuación) basándose en los valores de corriente nominal calculados en el apartado anterior la ampacidad del conductor a utilizar.

**Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\***

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	90 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TB8, SA, S18, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, S18, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18**	—	—	14	—	—	—
1.31	16**	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Posteriormente se deberá verificar que los valores de ampacidad de los conductores cumplan con los parámetros de porcentaje de caída de tensión requeridos en la NOM-001-SEDE-2012, que indican no deberá ser un valor mayor al 3% en circuitos derivados y no más del 5% desde la acometida hasta la carga.



### 3.2.3-Cálculo y selección de las canalizaciones de circuito.

Se utilizará por normatividad del edificio como conducción principal tubería metálica tipo conduit, según lo referido en la tabla 1 a 4 del capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012, mostradas a continuación, el dimensionamiento de la tubería se realizará como sigue.

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	
456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	
760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	3.31	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	5.26	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8.37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13.3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116



### 3.2.4-Puesta a tierra

El calibre del conductor de puesta a tierra será seleccionada de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 tomando en cuenta la protección del circuito de alimentación principal, mostrada a continuación:

**Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Los calibres seleccionados se muestran en los cuadros de carga en el anexo correspondiente.



### **3.2.5-SELECCION DEL TRANSFORMADOR EN BASE AL CRITERIO DE CFE.**

El transformador se designara con respecto a la carga demandada y la ubicación asignada para la subestación, la cual será interior en planta de estacionamiento.

Carga demandada: **204.03 kVA**

Para cumplir con los criterios de CFE en los que el transformador debe estar entre el 90% y el 60% de demanda.

$$225\text{KVA}/204\text{KVA} = 90\% \approx 225\text{kVA}$$

Transformador tipo pedestal de 225kVA

### **3.2.6-SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA TORMENTAS ELÉCTRICAS**

Principalmente se analizara la necesidad de un sistema contra tormentas como lo indica en la **NMX-J-549-ANCE-2005**, por medio de la siguiente formula y tabla extraída de dicha norma.

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Dónde:

$N_o$  = Frecuencia promedio anual de rayos a una estructura.

$N_g$  = Densidad promedio anual de rayos a tierra

$A_e$  = Área equivalente de captura en  $m^2$



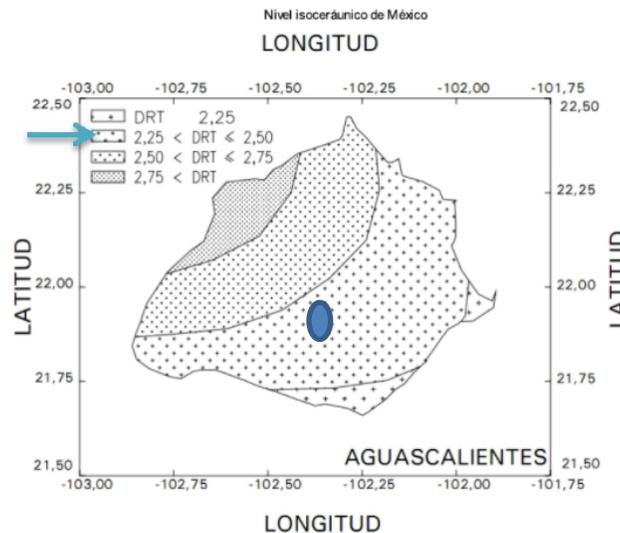
**TABLA 1.- Frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes**

Estructuras comunes	Efectos de las tormentas eléctricas	Frecuencia (N <sub>d</sub> )
Residencia	Daño a instalación eléctrica, equipo y daños materiales a la estructura. Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra.	0,04
Granja	Riesgo principal de incendio y potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos para animales.	0,02
Tanques de agua elevados: metálicos, Concreto con elementos metálicos salientes.	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua.	0,04
Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano.	Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Hospital Asilo Reclusorio	Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Industria tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelería, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras.	Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción.	0,01
Museos y sitios arqueológicos	Pérdida de vestigios culturales irremplazables	0,02
Edificios de telecomunicaciones Véase nota	Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas por falta de continuidad de servicio.	0,02

**NOTAS**

- Para cualquier estructura común debe evaluarse el nivel de riesgo en función de su localización, densidad, altura y área equivalente de captura, para decidir la protección.
- Para estructuras en zonas con densidad de rayos a tierra mayor a 2, y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja), debe instalarse un SEPTTE.

Para conocer la densidad promedio anual de rayos a tierra en la zona donde se instalara dicho sistema, se extrae la zona de un mapa de nivel isoceráunico de la república mexicana.



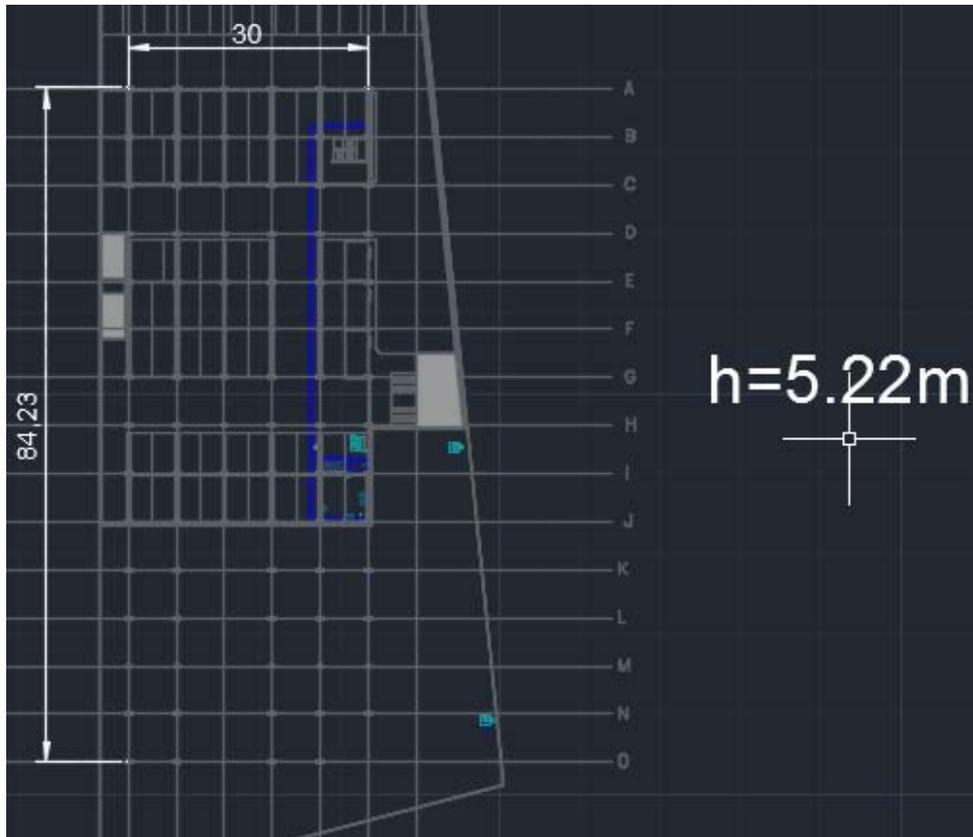


Por ultimo para conocer el área equivalente de captura, se requiere la siguiente formula y datos.

$$A_e = ab + 6h_e(a+b) + 9\pi h_e^2$$

En donde:

- $A_e$       área equivalente de captura en  $m^2$
- $a$         longitud de uno de los lados de la estructura en m
- $b$         longitud del otro lado de la estructura en m
- $h_e$       es la altura equivalente de la estructura



Sustituyendo los valores en la formula.

$$A_e = (84.23 \times 30) + ((6 \times 5.22)(84.22+30)) + (9\pi \times 5.22^2) = 6874.7m^2$$

Sustituyendo en formula:

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

$$N_o = 2.5 \times 6874 \times 10^{-6} = 0.0171$$

Como podemos observar en la tabla 1 de la NMX-J-549, para edificios de servicios el valor mínimo es 0.02, por lo tanto estamos por debajo de la frecuencia media anual permitida.

Con esto demostramos que el pararrayos no es necesario para este proyecto.



### 3.3-CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

MEMORIA DE CALCULO DE CORTO CIRCUITO						
OBRA:		CESI AGUASCALIENTES				
<b>Capacidad Transformador</b>	225	kVA	Voltaje entre fases		13.8	kV
Corriente nominal	9.41	A	Capacidad de fusibles		<b>10</b>	K
<b>LADO DE BAJA TENSION</b>						
<b>Capacidad Transformador</b>	225	kVA	Voltaje entre fases		220	V
Corriente nominal	590.49	A	1.25 x In=	738.11	A	
Capacidad de Interruptor termomagnetico			<b>600</b>	A		
Temperatura Ambiente	<b>30</b>	°C	Factor de Temperatura :		1	
Corriente corregida / temp.	590.49	A				
Tipo de carga mayoritaria	No lineal			Factor de Agrupamiento:	1.00	
Corriente corregida / agrup.	590.49	A				
Conductor seleccionado	350	AWG	Capacidad de Corriente:		310	A
Conductores por fase:	2			Capacidad corregida :	620	A
Sección transversal	177.00	mm <sup>2</sup>				
Tipo de canalización	Fe			Impedancia conductor:	0.15	Ω/km
Distancia del conductor:	15	m				
Caída de tensión por Impe.	0.53	%		Conductor electrodo de tierra	1/0	
Caída tensión / Resistencia	0.39	%		Conductor puesta a tierra de equipos	2/0	
<b>Capacidad Transformador</b>	225	kVA				
Corriente nominal	590.49	A		Z =	5.00	%
I cc sim =	<b>11,809.78</b>	A		Corriente asimétrica	<b>14,762.23</b>	A
<b>Carga Instalada</b>	228,096	W	Factor de demanda:		0.81	
<b>Carga Demandada</b>	183,617	W	Voltaje entre fases		220	V
Corriente nominal	535.43	A	1.25 x In=	669.28	A	
Capacidad de Interruptor termomagnetico			600	A		
Temperatura Ambiente	30	°C	Factor de Temperatura :		1	
Corriente corregida / temp.	535.43	A				
Tipo de carga mayoritaria	No lineal			Factor de Agrupamiento:	1.00	
Corriente corregida / agrup.	535.43	A	267.71	A		
Conductor seleccionado	350	AWG	Capacidad de Corriente:		310	A
Conductores por fase:	2			Capacidad corregida :	620	A
Sección transversal	177.00	mm <sup>2</sup>				
Tipo de canalización	Fe			Impedancia conductor:	0.15	Ω/Km
Distancia del conductor:	15	m				
Caída de tensión por Impe.	1.05	V		0.48	%	
Caída tensión / Resistencia	0.36	%				



### **DESARROLLO MATEMÁTICO:**

Debido a que no se cuenta con el dato preciso de la corriente de corto circuito en el punto de conexión por la compañía suministradora, se considera un valor promedio para realizar nuestro cálculo, el cual será de 10,000 A.

De acuerdo a nuestra carga conectada se cuenta con una corriente de 665 A, alimentada por transformador de 225 KVA a 13.8 KV – 220/127V. Para realizar nuestro cálculo de manera práctica se toma el valor de la corriente nominal la cual es de 665 A y se multiplica por 5.

Obtenemos un valor de 3325 A la cual es el valor de corriente de corto circuito de nuestra carga, adicionalmente se le suma el valor de corriente de corto circuito promedio de la compañía suministradora la cual será de 10,000 A.

Nuestro resultado obtenido es de 13325 A o 13.3 KA este valor es la corriente de corto circuito total obtenida. Al realizar una comparación de este resultado con el obtenido en nuestro programa de simulación concluimos que el valor de corriente de corto circuito es muy parecido ubicándose en un rango de los 11KA y los 14KA.



### 3.4-ANEXO 1: CUADROS DE CARGA

PROYECTO:		INFONAVIT PROYECTO CESI AGUASCALIENTES										LOCALIZACIÓN:		CESI														
DESCRIPCIÓN:		CENTRO DE CARGA ALUMBRADO, CONTACTOS Y FUERZA MENOR										TAG:		TAB "A"														
SISTEMA:		3F-4H, 220/120 V										TABLERO SELECCIONADO:		NQ184AB100														
VIENE DE:		TG1										CORRIENTE TOTAL:		31.64														
EQUIPO	CONTACTO DUPLEX 127 V	L2	L3	L4	L5	L6	FAN & COIL 0.22HP	FAN & COIL 0.44HP	VE	FP	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSION		POTENCIA		
VA	W									W		W	V	A	A		AGRUPAMI ENTO	TEMPERATU RA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	FA	FB	FC		
CTO. (POLO)																												
A1 / 1	8									0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.07	11.34	1 x 15 A	0.80	1.00	11.34	10	10	5.26	0.54	1296			
A2 / 16	10									0.9	1,620	0.80	1,296	127	11.34	14.17	1 x 15 A	0.80	1.00	14.17	28	10	5.26	2.38		1620		
A3 / 3	5									0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	50	10	5.26	2.12		810		
A4 / 4	5									0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	30	10	5.26	1.27		810		
A5 / 7	5									0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	33	10	5.26	1.40	810			
A6 / 6	5									0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	50	10	5.26	2.12			810	
A7 / 11		8	9	5		1				0.9	464	1.00	464	127	4.06	5.07	1 x 15 A	0.80	1.00	5.07	30	12	3.31	1.45		464		
A8 / 12			17							0.9	255	1.00	255	127	2.23	2.79	1 x 15 A	0.80	1.00	2.79	30	12	3.31	0.80		255		
A9 / 9						12				0.9	264	1.00	264	127	2.31	2.89	1 x 15 A	0.80	1.00	2.89	30	12	3.31	0.82		264		
A10 / 8	5									0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	30	10	5.26	1.27	810			
A12 / 14			2		6	10				0.9	730	1.00	730	127	6.39	7.98	1 x 15 A	0.80	1.00	7.98	35	12	3.31	2.66	730			
A15 / 17	4									0.9	648	0.80	518	127	4.54	5.67	1 x 15 A	0.80	1.00	5.67	35	10	5.26	1.19			648	
A18 / 18							2	2	4	0.9	1,525	0.80	1,220	127	10.67	13.34	1 x 15 A	0.80	1.00	13.34	34	10	5.26	2.72			1525	
CANTIDAD																												
W	7,614	72	420	235	480	506	328	656	540																			
VA	8,460	80	476	261	533	562	365	729	600																3646	3504	3702	

POTENCIA INSTALADA	W	VA	FACTOR DE DEMANDA	0.83
POTENCIA DEMANDADA	9023.98	10026.64	DESBALANCEO=	5.34%
CARGA FUTURA TOTAL	9475.175	10527.92		









EQUIPO		CONTACTO DUPLEX 127 V	L1	L3	EQUIPO IT POR OTROS	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAIDA DE TENSION	POTENCIA			
VA		180	5	17	2,778		W		W	V	A	A		AGRUPAME NTO	TEMPERATU RA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	FA	FB	FC	
W		162	4.5	15	2,500																			
CTO. POLO																								
R1 (1)		9				0.9	1,458	0.80	1,166	127	10.20	12.76	1 x 15	A	0.80	1.00	12.76	28	10	5.26	1.71	1458		
R2 (2)		5				0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15	A	0.80	1.00	7.09	25	10	5.26	0.85	810		
R3 (3)		5				0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15	A	0.80	1.00	12.76	28	10	5.26	0.95		810	
R4 (4)		5				0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15	A	0.80	1.00	7.09	15	10	5.26	0.64		810	
R5 (5)		6				0.9	778	0.80	778	127	6.80	8.50	1 x 15	A	0.80	1.00	8.50	25	10	5.26	1.27		972	
R6 (6)		4				0.9	648	0.80	518	127	4.54	5.67	1 x 15	A	0.80	1.00	5.67	50	10	5.26	1.70		648	
R7 (11)		5				0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15	A	0.80	1.00	7.09	50	10	5.26	2.12		810	
R8 (8)		5				0.9	810	0.80	648	127	5.67	7.09	1 x 15	A	0.80	1.00	7.09	35	10	5.26	1.49	810		
R9 (9)		8				0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.06	11.33	1 x 15	A	0.80	1.00	11.33	26	10	5.26	1.76		1296	
R10 (17)			14	4		0.9	123	1.00	123	127	1.07	1.34	1 x 15	A	0.80	1.00	1.34	18	12	3.31	0.23		123	
R13,15(13,15)					1	0.9	2,500	0.80	2,000	220	8.74	10.93	2 x 15	A	0.80	1.00	10.93	35	10	5.26	1.14	1250	1250	
R16,18 (16,18)					1	0.9	2,500	0.80	2,000	220	8.74	10.93	2 x 15	A	0.80	1.00	10.93	35	10	5.26	1.14		1250	1250
R12,14 (12,14)					1	0.9	2,500	0.80	2,000	220	8.74	10.93	2 x 15	A	0.80	1.00	10.93	35	10	5.26	1.14	1250	1250	
CANTIDAD																								
W		52	14	4	3																			
VA		8,424	63	60	7,500																			
VA		9,360	70	68	8,334																		5578 5416 5453	

	W	VA
POTENCIA INSTALADA	16,047	17,830.0
POTENCIA DEMANDADA	12,862	14,291.3
CARGA FUTURA TOTAL	13505.31	15,005.9

FACTOR DE DEMANDA	0.80
DESBALANCEO=	2.90%

EQUIPO		POLO	ALUM. Y CONT.	ALUM. Y CONT.	JOKY	FP	POTENCIA INSTALADA	FD	POTENCIA DEMANDADA	V	I (INSTALADA)	I (DEMANDADA)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	ALIMENTADORE	SECCIÓN	CAIDA DE TENSION	CONDUCTO R DEL NEUTRO	CONDUCTO R DE PUESTA A TIERRA	POTENCIA			
VA		FASE	27,799	17,830	1,658		W		W	V	A	A	A		RUPAMEN	TEMPERATU RA DE 30°C	A	m	AWG ó Kcmil	mm²	e%	AWG	AWG	FA	FB	FC	
W		A B C	25,019	16,047	1,492																						
CTO.																											
TAB U		1 3 5	1			0.9	25,019	0.80	20,015	220	72.95	58.36	72.95	3 x 70	A	0.80	1.00	72.95	50	4	21.15	2.88	4	8	8339	8340	8340
TAB R		2 4 6		1		0.9	16,047	0.80	12,838	220	46.79	37.43	46.79	3 x 50	A	0.80	1.00	46.79	25	6	13.30	1.42	6	10	5349	5349	5349
JOKY		7 9 11			1	0.9	1,492	0.80	1,194	220	4.35	3.48	4.35	3 X 15	A	1.00	1.00	13.05	15	10	8.37	2.45	10	12	497	498	498
CANTIDAD																											
W			25,019	16,047	1,492																						
VA			27,799	17,830	1,658																					14185 14187 14187	

	W	VA
CARGA INSTALADA	42,558.00	47286.7
CARGA DEMANDADA	34,046.40	37829.3
CARGA FUTURA TOTAL	35748.72	39720.80

FACTOR DE DEMANDA	0.80
DESBALANCEO	0.01%





### 3.5-ANEXO 2: DIAGRAMA UNIFILAR

