

PROYECTO JARDÍN INFANTIL CAMPO VERDE

MEMORIAS DE CÁLCULO

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
2. CÁLCULOS DE CARGA.....	5
3. CÁLCULOS DE ACOMETIDAS Y REGULACIÓN	11
4. CÁLCULO DE CANALIZACIONES	13
5. ANÁLISIS ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS SEGÚN NFPA 101	13
6. ANÁLISIS DE RIESGOS COMUNES DE ORIGEN ELÉCTRICO	14
7. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS NORMA NTC 4552 IEC 62305-2	18
8. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO	23
9. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS.....	23

Fecha de elaboración: noviembre de 2018

ELABORA: Ingrid Giovanna Barón	REVISAR: Libardo Martínez Restrepo	APRUEBA: Libardo Martínez Restrepo
FECHA: 2015-09-19	FECHA: 2015-09-19	FECHA: 2015-09-19
FECHA DEL CAMBIO:	DESCRIPCION DEL CAMBIO:	

EL DISEÑO DETALLADO SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN Y COMPLEJIDAD DEBERÁ CUMPLIR LOS ASPECTOS QUE LE APLIQUEN DE LA SIGUIENTE LISTA.		
	Apl.	No Apl.
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	x	
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	x	
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	x	
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	x	
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos enfocado capítulo 2 RETIE 2013.	x	
f. Análisis del nivel tensión requerido.		x
g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1		x
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.		x
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.		x
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	x	
k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242 , capítulo 9 o equivalente.		x
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	x	
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.		x
n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).		x

o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	x	
p. Cálculos de regulación.	x	
q. Clasificación de áreas.		x
r. Elaboración de diagramas unifilares.	x	
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	x	
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	x	
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.		x
v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.		x
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		x

NOTA 1: La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación, para lo cual debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño.

NOTA 2: El diseñador deberá hacer mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no apliquen.

NOTA 3: Para un análisis de riesgos de origen eléctrico, el diseñador debe hacer una descripción de los factores de riesgos potenciales o presentes en la instalación y las recomendaciones para minimizarlos.

f. Al tratarse de un proyecto de baja tensión no requiere análisis del nivel de tensión requerido, ya que el operador de red y en Colombia se maneja una tensión de 120/208V (nivel 1) en baja tensión.

g. los cálculos electromagnéticos son requeridos para proyectos con niveles de tensión superiores a los 50kV.

h. Para el proyecto no se requiere realizar cálculos de transformador ya que la conexión se realizará en baja tensión desde el TGD del proyecto aledaño.

i. Para el presente proyecto no se requiere cálculo de la malla de puesta a tierra. Se usará el sistema de puesta a tierra previsto por la subestación de la cual se conectará el proyecto.

k. Las protecciones se dimensionan según la capacidad de carga, los tipos de carga y las corrientes nominales finales, con el fin de mitigar las fallas en el tablero de los circuitos.

l. no se requiere cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos, los materiales utilizados cuentan con el aval del uso que se les dio en la obra civil.

m. Las protecciones están coordinadas aguas arriba en el transformador con las curvas de protecciones de Codensa S.A.

n. Todas las tuberías y canalizaciones se seleccionan conforme el reglamento RETIE y bajo la tabla de ocupación C1 de la NTC-2050.

q. No se registran áreas clasificadas o especiales en el proyecto.

u. Todos los equipos usados en el proyecto son de frente muerto por lo que no se requiere establecer distancias de seguridad.

v. No es necesario hacer ninguna desviación de la NTC-2050.

w. No se requieren estudios adicionales para el uso de la instalación por la ubicación en el que se encuentra.

NOMBRE: Libardo Rafael Martínez Restrepo

MATRÍCULA PROFESIONAL: CN205-09032

FIRMA:  **FECHA:** 08/11/2018

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto JARDÍN INFANTIL CAMPO VERDE es un espacio destinado a prestar servicios sociales de atención integral a niños y jóvenes de escasos recursos en el sector de Campo Verde en la localidad de Bosa en Bogotá. Contará con servicios de oficinas, aulas para diferentes actividades lúdicas y restaurante. Está ubicado en la Carrera 95A # 85-80 Sur, localidad de Bosa en Bogotá.

El sistema de distribución eléctrica contempla una alimentación en baja tensión proveniente del Tablero General de Acometidas ubicado en el proyecto aledaño y distribuye la alimentación a cada uno de los tableros distribuidos en la edificación para suplir las necesidades de carga del proyecto.

El proyecto contará con un sistema de suplencia total por medio de un grupo electrógeno de 65KW aproximadamente, el cual entrará automáticamente en servicio por medio de un sistema de transferencia automático (ATS) cuando se presente una falla en el suministro del fluido eléctrico proveniente del operador de red.

La distribución de baja tensión interna se realiza a un nivel de tensión de 208/120 Voltios en configuración trifásica tetrafilar. Los espacios se alimentarán con una acometida independiente para suplir las necesidades de carga y finalizará en un tablero de distribución de circuitos ramales N ubicado en el interior del área y conectado al ATS. Se dispondrá de un tablero de distribución de circuitos exclusivo para los servicios de cocina conectado al tablero principal N. De igual manera, se dispondrá de un tablero exclusivo para los equipos de fuerza motriz.

El sistema de extinción de incendio estará conectado directamente desde el armario de medida ubicado en el cuarto eléctrico de Centro Día Campo Verde ubicado en el predio aledaño y del tablero de distribución del grupo electrógeno. El Armario de medida de la bomba contra incendio será parte de este proyecto.

Con el fin de incluir las fuentes de energías alternativas y renovables en el proyecto, se proyecta la instalación de luminarias tipo alumbrado público con panel solar y batería integrados.

Para el sistema de puesta a tierra se ha proyectado la conexión al sistema de puesta tierra de la subestación de donde se conectará el proyecto.

2. CÁLCULOS DE CARGA

Al ser un proyecto destinado para usos varios, con conexiones mixtas como computadores, equipos electrónicos e iluminación, un alto porcentaje de la carga es de tipo resistivo. El factor de potencia por criterio de diseño se ha estimado en 0.90 y la carga total para el local es la siguiente, tal como se muestra en los cuadros de carga de los planos:

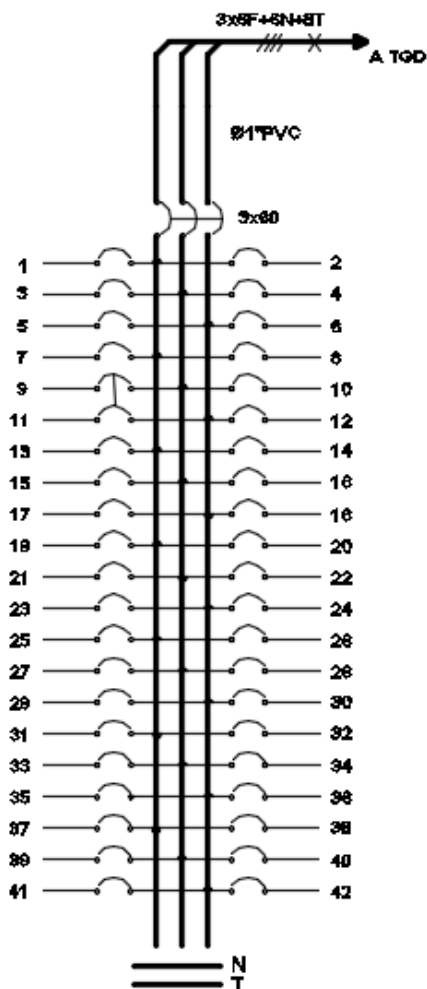
2.1. TABLERO RED NORMAL "N"

Carga conectada: 26.23KVA
Carga demandada: 18.11kVA
Nivel de tensión: 208/120V
Frecuencia: 60Hz
Configuración: 3 fases, 4 hilos y tierra
Corriente Nominal: 50.32A

CUADRO DE CARGAS TABLERO NORTE "N"

Circuito No	Salidas VA				Cargas			P	A
	Ilum 40 VA	Ilum 20 VA	Toma 180 VA	Esp	1Ø	2Ø	3Ø		
1	CARGADOR				1	0,50		1	20
3	2		3	1		0,75		1	20
5	CABINA ASCENSOR				1		0,50	1	20
7			8		1,44			1	20
9	PRECALENTADOR				1		1,00	2	20
11							1,00		
13	NEVERA				1	0,75		1	20
15			10			1,80		1	20
17	40						1,60	1	20
19		14			0,28			1	20
21	RSV								
23	RSV								
25	RSV								
27	RSV								
29	RSV								
31	RSV								
33	RSV								
35	RSV								
37	RSV								
39	RSV								
41	RSV								
2					0,00			1	20
4						0,00		1	20
6							0,00	1	20
8	5	5			0,50			1	20
10	21					0,84		1	20
12			9				1,62	1	20
14	21	12			1,42			1	20
16	21	6				0,96		1	20
18			11				1,98	1	20
20			8		1,44			1	20
22	2	13				0,34		1	20
24	17	14					1,23	1	20
26	VIDEOBEAM				1	1,00		1	20
28			10			1,80		1	20
30			11				1,98	1	20
32				2	1,50			1	20
34									
36									
38									
40									
42									
Total	129	64	70	8	8,83	7,49	9,91		
CARGA CONECTADA					26,23			KVA	
CARGA AL 100%					10,00			KVA	
CARGA AL 50%					8,11			KVA	
CARGA DEMANDADA					18,11			KVA	
CORRIENTE NOMINAL					50,32			A	

DIAGRAMA
3F. 4H, 120 V, 60 Hz, 225 A, 42 CTS



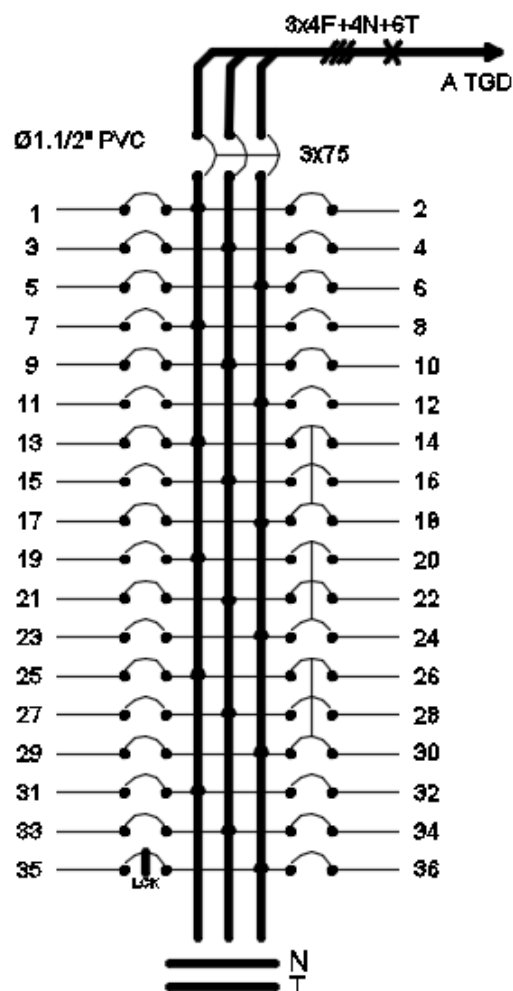
2.2. TABLERO DE COCINA "C"

Carga conectada: 34.40kVA
Carga demandada: 20.30kVA
Nivel de tensión: 208/120V
Frecuencia: 60Hz
Configuración: 3 fases, 4 hilos y tierra
Corriente Nominal: 56.39A

CUADRO DE CARGAS TABLERO COCINA "C"

Circuito No.	Salidas VA				Cargas			P	A
	Illum 20VA	Illum 40 VA	Toma 180 VA	Esp	1Ø	2Ø	3Ø		
1	RSV								
3	RSV								
5	RSV								
7			1		0,18			1	20
9			1			0,18		1	20
11			4				0,72	1	20
13			2		0,36			1	20
15	LAVAPLATOS				1	1,50		1	20
17		11					0,44	1	20
19	21		6		1,50			1	20
21	RSV								
23	RSV								
25	RSV								
27	RSV								
29	RSV								
31	RSV								
33	RSV								
35	RSV								
2	NEVERA				1	1,00		1	20
4	NEVERA				1		1,00	1	20
6	NEVERA				1		1,00	1	20
8			4		0,72			1	20
10	CALENTADOR ELÉCTRICO				1		4,00	3	40
12							4,00		
14							4,00		
16	CALENTADOR ELÉCTRICO				1		4,00	3	40
18							4,00		
20							4,00		
22	CAMPANA EXTRACTORA				1		0,60	3	20
24							0,60		
26							0,60		
28	RSV								
30	RSV								
32	RSV								
34	RSV								
36	RSV								
Total	21	11	18	7	12,36	11,28	10,76		
CARGA CONECTADA					34,40			KVA	
CARGA AL 100%					4,30			KVA	
CARGA CALENTADORES					16,00			KVA	
CARGA DEMANDADA					20,30			KVA	
CORRIENTE NOMINAL					56,39			A	

DIAGRAMA
3F. 4H, 120 V, 60 HZ, 225 A, 36 CTS



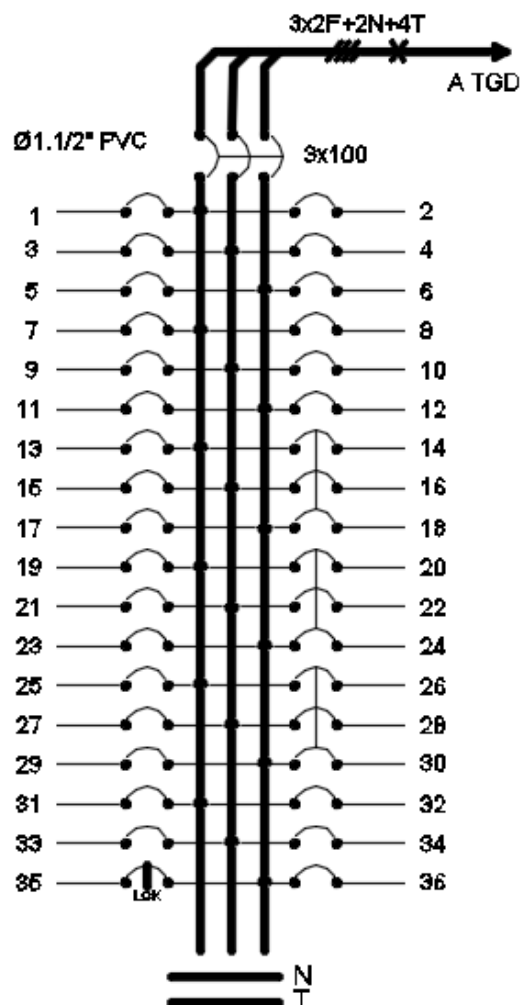
2.3. TABLERO LAVANDERÍA Y CALENTADORES "L"

Carga conectada: 41.44kVA
Carga demandada: 19.44kVA
Nivel de tensión: 208/120V
Frecuencia: 60Hz
Configuración: 3 fases, 4 hilos y tierra
Corriente Nominal: 54.00A

CUADRO DE CARGAS TABLERO LAVANDERÍA Y CALENTADORES "L"

Circuito No.	Salidas VA				Cargas			P	A
	Illum 20VA	Illum 40 VA	Toma 180 VA	Esp	1Ø	2Ø	3Ø		
1					4,00			3	40
3	CALENTADOR ELÉCTRICO			1		4,00			
5							4,00		
7					4,00			3	40
9	CALENTADOR ELÉCTRICO			1		4,00			
11							4,00		
13					4,00			3	40
15	CALENTADOR ELÉCTRICO			1		4,00			
17							4,00		
19	RSV								
21	RSV								
23	RSV								
25	RSV								
27	RSV								
29	RSV								
31	RSV								
33	RSV								
35	RSV								
2	LAVADORA				1,00			1	20
4	LAVADORA					1,00		1	20
6	LAVADORA						1,00	1	20
8	LAVADORA				1,00			1	20
10	LAVADORA					1,00		1	20
12		2	2				0,44	1	20
14									
16									
18									
20									
22	RSV								
24	RSV								
26	RSV								
28	RSV								
30	RSV								
32	RSV								
34	RSV								
36	RSV								
Total	0	2	2	3	14,00	14,00	13,44		
CARGA CONECTADA					41,44			KVA	
CARGA AL 100%					3,44			KVA	
CARGA LAVADORAS Y CALENTADORES					16,00			KVA	
CARGA DEMANDADA					19,44			KVA	
CORRIENTE NOMINAL					54,00			A	

DIAGRAMA
3F. 4H, 120 V, 60 Hz, 225 A, 36 CTB



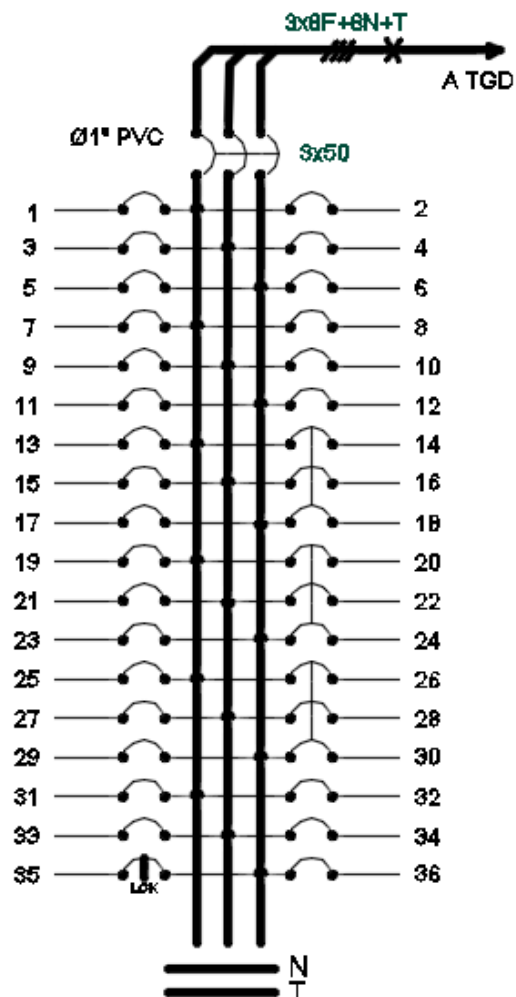
2.4. TABLERO SEGURIDAD "S"

Carga conectada: 11.30kVA
Carga demandada: 10.65kVA
Nivel de tensión: 208/120V
Frecuencia: 60Hz
Configuración: 3 fases, 4 hilos y tierra
Corriente Nominal: 29.58A

CUADRO DE CARGAS TABLERO SEGURIDAD "S"

Circuito No.	Salidas VA				Cargas			P	A
	Illum 20VA	Illum 40 VA	Toma 180 VA	Esp	1Ø	2Ø	3Ø		
1	14	20			1,08			1	20
3	2	21				0,88		1	20
5		6					0,24	1	20
7			9		1,62			1	20
9			10			1,80		1	20
11	RSV								
13	17				0,34			1	20
15	RSV								
17	RSV								
19	RSV								
21	RSV								
23	RSV								
25	RSV								
27	RSV								
29	RSV								
31	RSV								
33	RSV								
35	RSV								
2	12	20			1,04			1	20
4	2	21				0,88		1	20
6			9				1,62	1	20
8			10		1,80			1	20
10	RSV								
12	RSV								
14	RSV								
16	RSV								
18	RSV								
20	RSV								
22	RSV								
24	RSV								
26	RSV								
28	RSV								
30	RSV								
32	RSV								
34	RSV								
36	RSV								
Total	47	88	38	0	5,88	3,56	1,86		
CARGA CONECTADA					11,30			KVA	
CARGA AL 100%					10,00			KVA	
CARGA AL 50%					0,65			KVA	
CARGA DEMANDADA					10,65			KVA	
CORRIENTE NOMINAL					29,58			A	

DIAGRAMA
3F. 4H, 120 V, 60 Hz, 225 A, 36 CTS



Carga conectada:	75KVA
Carga demandada:	75kVA
Nivel de tensión:	208/120V
Frecuencia:	60Hz
Configuración:	3 fases, 4 hilos y tierra
Corriente Nominal:	208.33A

[illegible]

(K) ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO PARA QUE AL MOMENTO DE ACCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE EXTINCIÓN DE INCENDIO O EL EPO SE REALICE LA APERTURA DE LOS INTERRUPTORES ASOCIADOS.

3. CÁLCULOS DE ACOMETIDAS Y REGULACIÓN

A continuación, se muestran los cálculos de carga, factor de potencia, corriente nominal, interruptor general, acometidas, regulación y pérdidas en el conductor, así como la equivalencia entre la acometida en AWG Cu y mm² Al para la acometida desde punto de conexión hasta el medidor. Aguas abajo del medidor la totalidad de los conductores serán en cobre AWG.

3.1. EQUIVALENCIAS ACOMETIDA PRINCIPAL

3.1.1. ACOMETIDA PRINCIPAL EN COBRE AWG

CÁLCULOS DE ACOMETIDAS Y REGULACIÓN A INTERIORES										COBRE AWG	
PUNTO DE CONEXIÓN	CARGA kVA		AMP 0,36	AMP 1,25	BREAKER	Long. (m)	ACOMETIDA COBRE AWG O kcmil THHN	k % / kVA - m	% Regulación		
	INSTALADA	DEMANDADA A									
TGD	75,00	75,00	208,3	260,4	300	70	(3x350 F + 350 N + 4T) Cu - Φ3" PVC	3,35979E-04	1,764		
BI	30,00	30,00	83,3	583,3	500	70	(3x2 F + 6T) Cu - Φ3" PVC	1,30761E-03	2,746		

3.1.2. ACOMETIDA PRINCIPAL EN ALUMINIO

CÁLCULOS DE ACOMETIDAS Y REGULACIÓN A INTERIORES ALUMINIO mm2									
PUNTO DE CONEXIÓN	CARGA kVA		AMP 0,36	AMP 1,25	BREAKER	Long. (m)	ACOMETIDA ALUMINIO mm2	k % / kVA - m	% Regulación
	INSTALADA	DEMANDADA							
TGD	75,00	75,00	208,3	260,4	300	70	(3x240mm2F + 240mm2N + 70mm2T) Cu - Φ4" PVC	3,70405E-04	1,945
BI	30,00	30,00	83,3	583,3	500	70	(3x70mm2F + 25mm2T) Cu - Φ3" PVC	1,07129E-03	2,250

3.2. CORRIENTE E INTERRUPTOR

Tablero	Carga				Tensión (V)	Corriente Nominal (A)	Corriente x 1.25 (A)	Interruptor (A)
	Carga Instalada (kW)	PF	Carga Instalada (kVA)	Carga Demandada (kVA)				
N	23,61	0,9	26,2	18,1	208/120	50,31	62,88	60
C	30,96	0,9	34,40	20,3	208/120	56,39	70,49	75
L	37,30	0,9	41,44	19,4	208/121	54,00	67,50	100
S	10,17	0,9	11,30	10,6	208/120	29,33	36,67	50
F1	3,00		3,00	3,0	208/120	8,33	10,42	20
F2	4,00		4,00	4,0	208/120	11,11	13,89	20
F3	5,00		5,00	5,0	208/121	13,89	17,36	30
F4	2,00		4,00	2,0	208/122	5,56	6,94	20
ASC	10,00		10,0	10,0	208/120	27,78	34,72	50

3.3. ACOMETIDA Y REGULACIÓN

Tablero	Carga Demandada (kVA)	Distancia Estimada (m)	Acometida en Cobre AWG	k %/kVA-m	% Pérdidas
N	18,1	10	3x6F+6N+8T - Φ 1,1/2" PVC	3,12E-03	0,565
C	20,3	20	3x4F+4N+6T - Φ 1,1/2" PVC	2,01E-03	1,383
L	19,4	15	3x2F+2N+4T - Φ 1,1/2" PVC	1,31E-03	1,764
S	10,6	50	3x8F+8N+10T - Φ 1" PVC	4,92E-03	2,608
F1	3	25	3x10F+10T - Φ 1/2" PVC	6,33E-03	0,474
F2	4	26	3x10F+10T - Φ 1/2" PVC	6,33E-03	0,658
F3	5	30	3x10F+10T - Φ 1/2" PVC	6,33E-03	0,949
F4	2	35	3x10F+10T - Φ 1/2" PVC	6,33E-03	0,443
ASC	10,0	35	3x8F+10T - Φ 1" PVC	4,92E-03	1,722

3.4. PÉRDIDAS EN EL CONDUCTOR

Tablero	Carga Demandada (kVA)	Corriente Nominal (A)	R. Equiv. Ω /Km	Distancia Estimada (m)	Pérdidas $I^2 \cdot Z$ (W)	Acometida en Cobre AWG	k %/kVA-m	Precio KWh codensa \$
N	18,1	50,28	1,4812	10	37,44	3x6F+6N+8T - Φ 1,1/2"PVC	3,12E-03	\$ 512,4
C	20,3	56,39	0,93144	20	59,23	3x4F+4N+6T - Φ 1,1/2"PVC	2,01E-03	\$ 512,4
L	19,4	53,89	0,58578	15	25,52	3x2F+2N+4T - Φ 1,1/2"PVC	1,31E-03	\$ 512,4
S	10,6	29,44	2,35448	50	102,06	3x8F+8N+10T - Φ 1"PVC	4,92E-03	\$ 513,4

4. CÁLCULO DE CANALIZACIONES

Según la Tabla C1 de la NTC2050:

Letras de tipo	Sección transversal del conductor		Tamaño comercial									
	mm ²	AWG/ kcmil	16 ½	21 ¾	27 1	35 1 ¼	41 1 ½	53 2	63 2 ½	78 3	91 3 ½	103 4
THHN, THWN, THWN-2	2,08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	3,30	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	5,25	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8,36	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13,29	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	21,14	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	26,56	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	33,62	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	42,20	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	53,50	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	67,44	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	85,02	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	107,21	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	126,67	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	152,01	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177,34	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	202,68	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253,35	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304,02	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	354,69	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380,02	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405,36	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456,03	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	506,70	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Las tabla C1 de ocupación de ductos de la NTC2050 tiene el 40% de ocupación de ductos.

5. ANÁLISIS ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS SEGÚN NFPA 101

Por disposición de la SDIS y la consultoría del proyecto y por ser un espacio destinado a personas con movilidad reducida, se optó por usar cables libres de halógenos y baja emisión de humo para la totalidad de la edificación.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS COMUNES DE ORIGEN ELÉCTRICO

	<p style="text-align: center;">ARCOS ELÉCTRICOS.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p style="text-align: center;">AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p style="text-align: center;">CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
	<p style="text-align: center;">CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>

	<p>CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>
	<p>EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p>SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>
	<p>TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p>TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla,</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

RIESGO A EVALUAR					ARCOS ELÉCTRICOS		EN		TABLEROS 120/208v	
C O N S E C U E N C I A	POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA					
						E	D	C	B	A
	en personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional	contaminación irreparable	internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos Interrupción temporal	contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves no interrupción	sin efecto	interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

RIESGO A EVALUAR					CONTACTO DIRECTO		EN		TABLEROS 120/208v	
C O N S E C U E N C I A	POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA					
					E	D	C	B	A	
	en personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional	contaminación irreparable	internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos Interrupción temporal	contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves no interrupción	sin efecto	interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

RIESGO A EVALUAR					CORTO CIRCUITO	EN	TABLEROS 120/208V			
CONSECUENCIAS	POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA					
					E	D	C	B	A	
	en personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional	contaminación irreparable	internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos Interrupción temporal	contaminación localizada	Regional	3	BAJO	<div></div>	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves no interrupción	sin efecto	interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

RIESGO A EVALUAR					TENSIÓN DE CONTACTO		EN		TABLEROS 120/208V	
CONSECUENCIAS	POTENCIAL		REAL			FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	en personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional	contaminación irreparable	internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos Interrupción temporal	contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves no interrupción	sin efecto	interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

7. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS NORMA NTC 4552 IEC 62305-2

FUENTES DE DAÑO:

Para el alcance se consideran las siguientes fuentes de daño:

S1 – Descargas sobre la estructura

TIPOS DE DAÑO:

Para el alcance se consideran los siguientes tipos de daño:

D1 – Lesiones a seres Vivos

D2 – Daños físicos

TIPOS DE PÉRDIDAS:

Para el alcance se consideran los siguientes tipos de pérdidas:

L1 – Pérdida de vida humana

L4 – Pérdida Económica

RIESGOS TOLERABLES:

Se han definido los siguientes valores de riesgo tolerable:

$R_T = 10^{-5}$ Para pérdida de vidas o lesiones permanentes

$R_T = 10^{-3}$ Para pérdida de Servicio

COMPONENTES DE RIESGO PARA CADA TIPO DE PÉRDIDA EN LA ESTRUCTURA:

Fuente de daño	Descargas sobre la estructura S1			Descargas cercanas a la estructura S2	Descargas sobre las acometidas de servicios S3			Descargas cercanas a las acometidas de servicios S4
Componente de Riesgo	RA	RB	RC	RM	Ru	Rv	Rw	Rz
R1	x	x	-	-	x	x	-	-
R2	-	-	-	-	-	-	-	-
R3	-	-	-	-	-	-	-	-
R4	-	x	x	-	-	-	-	-

NÚMERO DE EVENTOS PELIGROSOS

Para el cálculo del número de eventos peligrosos se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_D = DDT * A_d * C_d * 10^{-6}$$

Donde:

DDT=1 (Tabla A.6 NTC4552-1)

$A_d = LW + 6H(L+W) + 9p(H)^2$ Donde: L=20 m. W=14m. H= 15m. (Ecuación 6)

$C_d = 0,25$ (Tabla 10 NTC4552-2)

L= 18 m

W= 8 m

H= 6 m

$A_d = 2097,9$

DDT= 2

$C_c = 0,5$ (Tabla 10 NTC 4552-2) rodeado de objetos iguales o menor altura

$N_D = 0,0021$

EVALUACIÓN DE LAS COMPONENTES DE RIESGO:

$$R_x = N_x P_x L_x$$

Riesgos De Lesiones A Seres Vivos R_A Y R_U

$$R_A = N_d * P_A * L_A$$

Probabilidad de daño P_A :

Entre las medidas de protección adoptadas para la edificación se encuentran:

- Equipotencialización efectiva del suelo: 10^{-2}
- Aislamiento eléctrico de bajantes: 10^{-2}
- Avisos de advertencia: 10^{-1}

$$P_A = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-1} = 10^{-5}$$

$$L_A = r_a \times L_t$$

Donde:

$$r_a = 10^{-2} \quad (\text{Tabla 27 NTC4552-2})$$

$$L_t = 5 \times 10^{-2} \quad (\text{Tabla 26 NTC4552-2})$$

$$L_A = 5 \times 10^{-4}$$

Reemplazando los valores obtenidos en R_A se obtiene:

$$R_A = 0,048 * 10^{-5} * 5 \times 10^{-4}$$

$$R_A = 2.40 \times 10^{-10}$$

$$R_U = N_d * P_U * L_U$$

Probabilidad de daño P_U

Los dispositivos DPS cumplen con los requerimientos de equipotencialización de NTC 4552-3 luego el valor de P_U es el valor P_{DPS}

$$P_U = 0,005 \quad (\text{Tabla 16 NTC4552-2})$$

Por información asumida del total de las 50 personas que se considera para el edificio, se sugiere considerar en el estudio 1 persona en peligro.

$$L_U = r_U \times L_t$$

Donde:

$r_U = 10^{-2}$ (Tabla 27 NTC4552-2) (Superficie
Concreto)

$$L_t = (n_p / n_t) (t_p / 8760)$$

$$n_p = 1 \quad n_t = 50 \quad t_p = 72$$

$$L_t = 0.44$$

$$L_U = 4,4 \times 10^{-3}$$

Reemplazando los valores obtenidos en R_U se obtiene:

$$R_U = 0,048 * 0,005 * 4,4 \times 10^{-3}$$

$$R_U = 1,06 \times 10^{-6}$$

El riesgo debido a lesiones en seres vivos R_s para las condiciones de la edificación está dado por:

$$R_s = R_A + R_U$$

$$R_s = 2.4 \times 10^{-10} + 1,06 \times 10^{-6}$$

La sumatoria de los componentes de riesgo debido a lesiones en seres vivos R_s de la edificación es menor al Riesgo Tolerable establecido de $R_T = 10^{-5}$ Para pérdida de vidas o lesiones permanentes

$$2.4 \times 10^{-10} + 1,06 \times 10^{-6} < R_T = 10^{-5}$$

Se concluye que la edificación está protegida para este riesgo.

Conclusión:

De los cálculos anteriores se concluye que la estructura no requiere apantallamiento ya que la edificación está protegida para este riesgo .

Riesgos De Daños Físicos R_B Y R_V

$$R_B = N_d * P_B * L_B$$

Probabilidad de daño P_B

Nivel de protección contra Rayos de la edificación: NIVEL IV

$$P_B = 0,03$$

Se tiene en cuenta un nivel de riesgo medio para el proyecto.

$$L_B = r_p \times h_z \times r_f \times L_f \quad (\text{Ecuación 18})$$

$$r_p = 0,2 \quad (\text{Tabla 28 NTC4552-2})$$

$$h_z = 1,0 \quad (\text{Tabla 30 NTC4552-2})$$

$$r_f = 10^{-2} \quad (\text{Tabla 29 NTC4552-2}) \quad (\text{Riesgo Ordinario})$$

$$L_f = 10^{-1} \quad (\text{Tabla 26 NTC4552-2})$$

$$L_B = 2 \times 10^{-3}$$

$$R_B = N_d \times P_B \times L_B$$

$$R_B = 0,048 \times 0,03 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$R_B = 3 \times 10^{-6}$$

$$R_V = N_d \times P_V \times L_V$$

Probabilidad de daño P_V

Los dispositivos DPS cumplen con los requerimientos de equipotencialización de NTC 4552-3 luego el valor de P_V es el valor PDPS

$$P_V = 0,005 \quad (\text{Tabla 16 NTC4552-2})$$

$$L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f$$

$$r_p = 0,2 \quad (\text{Tabla 28 NTC4552-2})$$

$$h_z = 1,0 \quad (\text{Tabla 30 NTC4552-2})$$

$$r_f = 10^{-1} \quad (\text{Tabla 29 NTC4552-2})$$

$$L_f = 10^{-1} \quad (\text{Tabla 26 NTC4552-2})$$

$$L_V = 2 \times 10^{-3}$$

Reemplazando los valores obtenidos en R_U se obtiene:

$$R_U = 0,048 \times 0,005 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$R_U = 7,30 \times 10^{-8}$$

El riesgo debido a Daños Físicos R_f para las condiciones de la edificación está dado por:

$$R_f = R_B + R_V$$

$$R_f = 3.0 \times 10^{-6} + 7.30 \times 10^{-8}$$

La sumatoria de los componentes de riesgo debido a daños físicos R_f de la edificación es menor al Riesgo Tolerable establecido de $R_T = 10^{-3}$

$$3.0 \times 10^{-6} + 7.30 \times 10^{-8} < R_T = 10^{-3}$$

Se concluye que la edificación está protegida para este riesgo.

Conclusión:

De los cálculos anteriores se concluye que la estructura no requiere apantallamiento ya que la edificación está protegida para este riesgo.

8. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

Todos los equipos y materiales presentes en el proyecto están diseñados por los fabricantes los cuales garantizan un nivel de aislamiento para resistir las tensiones a las que están expuestos. De igual manera se cumplen las distancias de seguridad expuestas en el artículo 116-16 de la NTC2050

9. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS

No aplica para la configuración que se presenta en el proyecto.