

## **NUMERO DE EXPEDINETE**

## **DISEÑO DEL PROYECTO**

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA.

### **PROYECTISTA**

ING. ADALBERTO NUÑEZ  
PEINADO

MP: CN205-73021

**UNIVERSIDAD DEL SINU MONTERIA - CORDOBA**

17 julio de 2026

PAGINA 1

DISEÑO:  
ADAL BERTO NUÑEZ PEINADO  
CN205-73021

VERSION 0.1

**MODIFICACIONES RESPECTO A LA EDICIÓN ANTERIOR**

| Edición. | Modificación.                                                                                                  | fecha            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| V 0.1    | CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA. | 17 julio de 2026 |

| Siglas de Responsables y Fechas de las Ediciones. |                     |                              |                  |         |            |
|---------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|---------|------------|
| Edición                                           | Objeto e Ed.        | Elaborado por:               | Fecha Elb.       | Revisó: | Fecha Rev. |
| V 0.1                                             | Proyecto Específico | ING. ADALBERTO NUÑEZ PEINADO | 17 julio de 2026 |         |            |
|                                                   |                     |                              |                  |         |            |
|                                                   |                     |                              |                  |         |            |
|                                                   |                     |                              |                  |         |            |
|                                                   |                     |                              |                  |         |            |

|                                                                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Elaborado Por:<br>ING. ADALBERTO NUÑEZ PEINADO                                      | Revisado Por:  |
|  |                |
| FIRMA<br>MP: 205-73021                                                              | FIRMA<br>M.P.: |

# INDICE

## 1 Memoria

### 1.2 Memoria descriptiva

- 1.1.1 Preamblelo
- 1.1.2 Peticionario y Objeto
- 1.1.3 Emplazamiento
- 1.1.4 Descripción de la instalación
  - 1.1.4.1. Circuito (s) Origen de MT
  - 1.1.4.2. Instalación de MT
  - 1.1.4.3. Instalación de BT
  - 1.1.4.4. Instalación CT
  - 1.1.4.5. Equipos de medida

### 1.2 Cálculos justificativos

LIBRO 3 - TITULO 3 - NUMERAL 3.3.1.1 HOJA 12

3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

3.3.1.1 - b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.

3.3.1.1 - c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

3.3.1.1 - d. Coordinación de aislamiento eléctrico.

3.3.1.1 - e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.

3.3.1.1 - f. Análisis del nivel tensión requerido.

3.3.1.1 - g. Cálculos de campos electromagnéticos.

3.3.1.1 - h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

3.3.1.1 - i. Sistema de puesta a tierra.

3.3.1.1 - j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

3.3.1.1 - k. Especificación 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 u otra equivalente.

3.3.1.1 - l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

3.3.1.1 - 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.

3.3.1.1 - n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

3.3.1.1 - o. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

3.3.1.1 - p. Cálculos de regulación de tensión.

3.3.1.1 - q. Áreas clasificadas como peligrosas

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA.

3.3.1.1 - r. Diagramas unifilares.

3.3.1.1 - s. Planos eléctricos para construcción.

3.3.1.1 - t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las del tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

3.3.1.1 - u. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.

3.3.1.1 - v. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

3.3.1.1 - w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

3.3.1.1 - x. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

## 1.3 Documentación para ejecución (Para redes Aéreas)

### 1.3.1. Red MT

1.3.1.1. Vanos ideales de regulación

1.3.1.2. Tablas de regulación MT

1.3.1.3. Tablas de cimentaciones postes MT

1.3.1.4. Tabla de PAT

1.3.1.5. Tabla de fusibles

## 1.4. Tramitaciones

1.4.1. Relación de bienes y derechos afectados

1.4.2. Tabla de cruzamientos, paralelismos y paso por zonas

## 2. Planos

2.1. Plano planta, de situación y emplazamiento.

2.2. Planos De Detalle para validar distancias de seguridad.

2.3. Diagramas Unifilares.

## 3. Anexos

3.1. Copia de Cédula de Ciudadanía.

3.2. Copia de Tarjeta Profesional.

Para proyectos específicos de redes abiertas o subterráneas se debe presentar el

3.3. documento de aprobación del diseño del alumbrado público por parte del Municipio y/o Concesión.

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA.

## 1. Memoria

### 1.1 Memoria descriptiva

#### 1.1.1. Preámbulo

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en las normas de AFINIA CARIBE MAR DE LA COSTA. Según aplique:

- ☐ Líneas aéreas de media tensión
- ☐ Redes de baja tensión
- ☐ Centro de transformación tipo poste.

#### 1.1.2. Peticionario y Objeto

Cliente/Dueño del proyecto:

NOMBRE COMPLETO DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

**MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO**

CÉDULA/NIT DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO: **8001933833 – 8**

CORREO ELECTRÓNICO DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO: \_\_\_\_\_

[alcaldia@cienagadeoro-cordoba.gov.co](mailto:alcaldia@cienagadeoro-cordoba.gov.co)

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO: \_\_\_\_\_

**7560781**

**Promotor:**

NOMBRE COMPLETO DEL PROMOTOR: **Adalberto Nuñez**

CÉDULA/NIT DEL PROMOTOR: **1.065.373127.**

DIRECCIÓN DEL PROMOTOR: **cra 1w cll 38-39**

CORREO ELECTRÓNICO DEL PROMOTOR: [eliassejin@gmail.com](mailto:eliassejin@gmail.com)

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR: **3214878789**

**Diseñador:**

NOMBRE COMPLETO DEL DISEÑADOR: **Adalberto Nuñez**

CÉDULA/NIT DEL DISEÑADOR: **1.065.373.127**

CORREO ELECTRÓNICO DEL DISEÑADOR: [eliassejin@gmail.com](mailto:eliassejin@gmail.com)

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR: **3214878789**

PAGINA 5

## CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA.

El objeto del presente documento es la obtención de las autorizaciones administrativas de la conexión del proyecto eléctrico a la red operada por AFINIA CARIBE MAR DE LA COSTA E.S.P. S.A.S

### 1.1.3. Emplazamiento

En la siguiente tabla se incluye la localización geográfica del proyecto.

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| <b>Departamento:</b>  | CORDOBA            |
| <b>Municipio:</b>     | CIENAGA DE ORO     |
| <b>Localidad:</b>     | K 15 8 65 ESTE     |
| <b>Área:</b>          | URBANA             |
| <b>Contaminación:</b> | CONTAMINADO NORMAL |

### 1.1.4. Descripción de la instalación

1.1.4.1. Circuito(s) Origen de MT: (Circuito aprobado en la factibilidad vigente del proyecto eléctrico).

1.1.4.2. Instalación de MT:

| DESCRIPCION                         | CARACTERÍSTICA |
|-------------------------------------|----------------|
| Tensión nominal de diseño (kV)      | 13,2           |
| Potencia máxima de transporte (KVA) | 50,00          |
| Conductor(es)                       | 3X1/0 ACSR     |
| N° Circuitos                        | S/E            |
| Longitud Red Aérea/subterránea (km) | 0,00           |

1.1.4.3. Instalación de BT:

| DESCRIPCION                      | CARACTERÍSTICA                         |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Tensión nominal de diseño (V)    | 220-127                                |
| Conductores                      | 2No. 350 + 1No. 350 AL S8000 THHN F,N) |
| Configuración de la línea de B.T | 2 FASES + 1 NEUTRO                     |
| Número de clientes/Tipo          | 1                                      |
| Longitud Red Subterránea (km)    | 0,048                                  |

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

1.1.4.4. Instalación CT:

| DESCRIPCION              | UNIDADES             | VALOR   |
|--------------------------|----------------------|---------|
| Potencia                 | Kva                  | 50      |
| Sistema                  | MONOFASICO           |         |
| Aislante                 | ACEITE               |         |
| Tensiones                | Vp                   | 13,2    |
|                          | Vs                   | 127/220 |
| Tipo de transformador    | poste o convencional |         |
| Grupo de conexión        | P.e: Dyn5            |         |
| Temperatura de aceite    | °C                   | 55      |
| Temperatura de devanados | °C                   | 55      |
| Bil                      | kV                   | 95      |
| Uz                       | %                    | 6       |

1.1.4.5. Equipos de medida (Tener presente RES CREG 038 de 2014):

| DESCRIPCION                       | UNIDADES | VALOR       |
|-----------------------------------|----------|-------------|
| Tipo de Medida                    |          | semidirecta |
| Tensión de servicio               | V        | 120 - 220   |
| Corriente de servicio             | A        | 5           |
| Clase de precisión                |          | 0,5s        |
| Transformadores de Medida         |          |             |
| Relación de transformación (TC's) | A        | 300/5 0.5s  |
| Relación de transformación (TP's) | V        |             |
| Tipo                              |          | EXTERIOR    |
| Clase de precisión                | 0,5s     |             |

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

1.1.4.7 Consolidado de cantidad de clientes por transformador y tipo de medida

| Capacidad en (KVA) | CANTIDAD DE TRANSFORMADORES | CANTIDAD DE SUMINISTROS POR TRANSFORMADOR |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| 50                 | 1                           | 1                                         |
|                    |                             |                                           |
|                    |                             |                                           |
|                    |                             |                                           |
|                    |                             |                                           |

| TIPO DE MEDIDA PROYECTADA |              |         |
|---------------------------|--------------|---------|
| CONVENCIONAL              | CENTRALIZADA | PREPAGO |
| X                         |              |         |
|                           |              |         |
|                           |              |         |

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

**1.2 Cálculos justificativos**

**1.2.1. Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad.**

3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis (ver hoja anexa).

3.3.1.1 - b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis (ver hoja anexa).

3.3.1.1 - c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis (ver hoja anexa).

3.3.1.1 - d. Coordinación de aislamiento eléctrico.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis en MT (ver hoja anexa).

3.3.1.1 - e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis en MT y BT (ver hoja anexa).

3.3.1.1 - f. Análisis del nivel tensión requerido.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

**Justificación:** Se realizó análisis (ver hoja anexa).

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

1.2 Cálculos justificativos

3.3.1.1 - g. Cálculos de campos electromagnéticos.

Aplica: ☐

No aplica: ☒

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | No hay líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, por lo tanto no se necesita un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas. |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3.3.1.1 - h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó cálculo de transformador (ver hoja anexa). |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|

3.3.1.1 - i. Sistema de puesta a tierra.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                                         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó cálculo de puesta a tierra (ver hoja anexa). |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|

3.3.1.1 - j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

Aplica: ☐

No aplica: ☒

|                       |                                        |
|-----------------------|----------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | ya que se escoge el cableado por norma |
|-----------------------|----------------------------------------|

3.3.1.1 - k. Especificación 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 u otra equivalente.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó análisis en MT y BT |
|-----------------------|--------------------------------|

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

**1.2 Cálculos justificativos**

3.3.1.1 - l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                                                    |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó calculo mecanico del poste proyectado (ver hoja anexa). |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|

3.3.1.1 - 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.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó análisis en MT y BT (ver hoja anexa). |
|-----------------------|--------------------------------------------------|

3.3.1.1 - n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                        |
|-----------------------|----------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realiza el calculo (ver hoja anexa) |
|-----------------------|----------------------------------------|

3.3.1.1 - o. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

Aplica: ☐

No aplica: ☒

|                       |                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Según el tipo de instalación son cargas resistivas |
|-----------------------|----------------------------------------------------|

3.3.1.1 - p. Cálculos de regulación de tensión.

Aplica: ☒

No aplica: ☐

|                       |                                                                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó análisis de regulación para la alimentación principal y sus derivadas. (ver hoja anexa). |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

**1.2 Cálculos justificativos**

3.3.1.1 - q. Áreas clasificadas como peligrosas

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se realizó análisis (ver hoja anexa). |
|-----------------------|---------------------------------------|

3.3.1.1 - r. Diagramas unifilares.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

|                       |                                              |
|-----------------------|----------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se anexan diagramas unifilares en los planos |
|-----------------------|----------------------------------------------|

3.3.1.1 - s. Planos eléctricos para construcción.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se anexan planos electricos |
|-----------------------|-----------------------------|

3.3.1.1 - t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las detipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

|                       |                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | Se anexa recomendaciones en planos anexos. |
|-----------------------|--------------------------------------------|

3.3.1.1 - u. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.

**Aplica:** ☒ X

**No aplica:** ☐

|                       |                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | se establecen distancias de seguridad según el RETIE |
|-----------------------|------------------------------------------------------|

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

**1.2 Cálculos justificativos**

3.3.1.1 - v. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

**Aplica:** ☐

**No aplica:** ☒

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| <b>Justificación:</b> | No aplica no es necesario. |
|-----------------------|----------------------------|

3.3.1.1 - w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

**Aplica:** ☐

**No aplica:** ☒

|                       |                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | No es necesario Anexar los demás cálculos de la instalación. |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|

3.3.1.1 - x. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

**Aplica:** ☐

**No aplica:** ☒

|                       |                                                                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Justificación:</b> | No se incluye sistemas de generacion de energia de ningun tipo |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|

### 1.2.1.1. ANALISIS DE CARGA

Las cargas a usar en este proyecto son:

- Cargas de iluminación de baja potencia.
- Tomas de uso general para alimentar equipos de variado uso y de baja potencia.

En este caso las cargas que podrían aportar armónicos en una cantidad importante a la red serían las de iluminación. Las luminarias fluorescentes y balastos electrónicos y con Leds que conforman la iluminación o las debemos considerar como aportante de armónicos.

Si hacemos un análisis de armónicos siguiendo la noma de la IEEE592-92 tenemos que de acuerdo al diagrama de flujo siguiente podemos lograr una aproximación adecuada, en el cuadro siguiente se muestran los limites armónicos según la IEEE592

**IEEE519**  
**Límites de la distorsión armónica en corriente en la acometida**

| $I_{cc}/I_L$             | TDD   | $h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $h \geq 35$ |
|--------------------------|-------|----------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| $V_n \leq 69 \text{ kV}$ |       |          |                  |                  |                  |             |
| $< 20$                   | 5.0%  | 4.0%     | 2.0%             | 1.5%             | 0.6%             | 0.3%        |
| 20-50                    | 8.0%  | 7.0%     | 3.5%             | 2.5%             | 1.0%             | 0.5%        |
| 50-100                   | 12.0% | 10.0%    | 4.5%             | 4.0%             | 1.5%             | 0.7%        |
| 100-1000                 | 15.0% | 12.0%    | 5.5%             | 5.0%             | 2.0%             | 1.0%        |
| $> 1000$                 | 20.0% | 15.0%    | 7.0%             | 6.0%             | 2.5%             | 1.4%        |

#### CONCLUSIONES.

Aunque teóricamente no se alcanza a cumplir con la norma, el aporte armónico lo produce una corriente de carga de iluminación fluorescente y por leds y por las cargas de tipo electrónico.

Para tratar el problema de armónicos se toman valores de peso armónico en cada una de las cargas y se valoran en los cuadros de carga (incluido en los planos), lo que conlleva a tener en cuenta las mayores corrientes que se puedan presentar en las redes y por lo tanto se calculan calibres de conductores de acuerdo a estos valores. Es de anotar que este método de cálculo no soluciona el problema de armónicos, aunque sí previene su impacto con el dimensionamiento adecuado de los conductores.

**CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA**

| 3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.                                                                         |                                                  |                                                      |                           |                            |           |                                          |                          |                           |                                             |                                          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| Tabla 1.5.1.4.1 Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo adoptada del RETIE de agosto 30 de 2013. |                                                  |                                                      |                           |                            |           |                                          |                          |                           |                                             |                                          |  |
| RIESGO A EVALUAR:                                                                                                                                       |                                                  | Electrocucion                                        |                           | Por                        |           | Contacto directo                         |                          | (al) o (en)               |                                             | Tableros de BT                           |  |
|                                                                                                                                                         |                                                  | EVENTO O EFECTO<br>(Ej: Quemaduras)                  |                           |                            |           | FACTOR DE RIESGO<br>(Ej: Arco Eléctrico) |                          |                           |                                             | FUENTE<br>(Ej: Cenda de 13,8kV)          |  |
| POTENCIAL                                                                                                                                               |                                                  | X                                                    | REAL                      |                            |           |                                          | FRECUENCIA               |                           |                                             |                                          |  |
|                                                                                                                                                         | En personas                                      | Economicas                                           | Ambientales               | En la imagen de la Empresa | N i v e l | E                                        | D                        | C                         | B                                           | A                                        |  |
|                                                                                                                                                         |                                                  |                                                      |                           |                            |           | No ha ocurrido en el sector              | Ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en la empresa | Sucede varias veces en el año en la Empresa | Sucede varias veces al mes en la Empresa |  |
| CONSECUENCIAS                                                                                                                                           | Una o más muertos                                | 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 (>1día)                     | Daños severos, Interrupción breve                    | 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 fiuncional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves No Interrupción.                         | Sin efecto                | Interna                    | 1         | MUY BAJO                                 | BAJO                     | BAJO                      | BAJO                                        | MEDIO                                    |  |

| RIESGO A EVALUAR: |                                                  | Daño de equipos                                      |                           |                            | Por              |                             | Cortocircuito            |                           | (al) o (en)                                 |                                          | Tablero de BT |  |
|-------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|--|
|                   |                                                  | EVENTO O EFECTO                                      |                           |                            | FACTOR DE RIESGO |                             | FUENTE                   |                           |                                             |                                          |               |  |
|                   |                                                  | (Ej: Quemaduras)                                     |                           |                            |                  |                             |                          |                           |                                             |                                          |               |  |
| POTENCIAL         |                                                  | X                                                    | REAL                      |                            | FRECUENCIA       |                             |                          |                           |                                             |                                          |               |  |
|                   | En personas                                      | Economicas                                           | Ambientales               | En la imagen de la Empresa | N i v e l        | E                           | D                        | C                         | B                                           | A                                        |               |  |
|                   |                                                  |                                                      |                           |                            |                  | No ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en la empresa | Sucede varias veces en el año en la Empresa | Sucede varias veces al mes en la Empresa |               |  |
| CONSECUENCIAS     | Una o más muertos                                | 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 (> 1día)                    | Daños severos, Interrupción breve                    | 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 fiuncional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves No Interrupción.                         | Sin efecto                | Interna                    | 1                | MUY BAJO                    | BAJO                     | BAJO                      | BAJO                                        | MEDIO                                    |               |  |

**CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA**

**3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.**

Tabla 1.5.1.4.1 Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo adoptada del RETIE de agosto 30 de 2013.

| RIESGO A EVALUAR: |                                                  | Electrización                                        |                           | Por                        |       | Electricidad estática       |                          | (al) o (en)               |                                             | Superficies metálicas                    |  |
|-------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|--|
|                   |                                                  | EVENTO O EFECTO                                      |                           |                            |       | FACTOR DE RIESGO            |                          |                           |                                             | FUENTE                                   |  |
|                   |                                                  | (Ej: Quemaduras)                                     |                           |                            |       | (Ej: Arco Eléctrico)        |                          |                           |                                             | (Ej: Cenda de 13,8kV)                    |  |
| POTENCIAL         |                                                  | X                                                    | REAL                      |                            |       |                             | FRECUENCIA               |                           |                                             |                                          |  |
|                   | En personas                                      | Economicas                                           | Ambientales               | En la imagen de la Empresa | Nivel | E                           | D                        | C                         | B                                           | A                                        |  |
|                   |                                                  |                                                      |                           |                            |       | No ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en la empresa | Sucede varias veces en el año en la Empresa | Sucede varias veces al mes en la Empresa |  |
| CONSECUENCIAS     | Una o más muertos                                | 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 (> 1día)                    | Daños severos, Interrupción breve                    | 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 fiuncional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves No Interrupción.                         | Sin efecto                | Interna                    | 1     | MUY BAJO                    | BAJO                     | BAJO                      | BAJO                                        | MEDIO                                    |  |

| RIESGO A EVALUAR: |  | Perdida y graves daños en bienes |      | Por                  |  | Rayos                 |            | (al) o (en) |  | Servicios de energía |  |
|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------|--|-----------------------|------------|-------------|--|----------------------|--|
|                   |  | EVENTO O EFECTO                  |      | FACTOR DE RIESGO     |  | FUEENTE               |            |             |  |                      |  |
|                   |  | (Ej: Quemaduras)                 |      | (Ej: Arco Eléctrico) |  | (Ej: Cenda de 13,8kV) |            |             |  |                      |  |
| POTENCIAL         |  | X                                | REAL |                      |  |                       | FRECUENCIA |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |
|                   |  |                                  |      |                      |  |                       |            |             |  |                      |  |

**CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA**

| 3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.                                                                         |                                                  |                                                      |                           |                            |                                          |                             |                          |                           |                                             |                                          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| Tabla 1.5.1.4.1 Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo adoptada del RETIE de agosto 30 de 2013. |                                                  |                                                      |                           |                            |                                          |                             |                          |                           |                                             |                                          |  |
| RIESGO A EVALUAR:                                                                                                                                       |                                                  | Incendios                                            |                           | Por                        |                                          | Sobrecarga                  |                          | (al) o (en)               |                                             | Circuitos ramales                        |  |
| EVENTO O EFECTO<br>(Ej: Quemaduras)                                                                                                                     |                                                  |                                                      |                           |                            | FACTOR DE RIESGO<br>(Ej: Arco Eléctrico) |                             |                          |                           |                                             | FUENTE<br>(Ej: Cenda de 13,8kV)          |  |
| POTENCIAL                                                                                                                                               |                                                  | X                                                    | REAL                      |                            | FRECUENCIA                               |                             |                          |                           |                                             |                                          |  |
|                                                                                                                                                         | En personas                                      | Economicas                                           | Ambientales               | En la imagen de la Empresa | Nivel                                    | E                           | D                        | C                         | B                                           | A                                        |  |
|                                                                                                                                                         |                                                  |                                                      |                           |                            |                                          | No ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en la empresa | Sucede varias veces en el año en la Empresa | Sucede varias veces al mes en la Empresa |  |
| CONSECUENCIAS                                                                                                                                           | Una o más muertos                                | 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 (>1día)                     | Daños severos, Interrupción breve                    | 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 fiuncional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves No Interrupción.                         | Sin efecto                | Interna                    | 1                                        | MUY BAJO                    | BAJO                     | BAJO                      | BAJO                                        | MEDIO                                    |  |

| INCIDENTES POR VEHICULOS EN VÍA PÚBLICA ANEXA |                                                  |                                                      |      |                           |     |                                         |                             |                          |                                 |                                             |                                          |          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|---------------------------|-----|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|----------|
| RIESGO A EVALUAR:                             |                                                  | Electrización                                        |      |                           | Por | Tensión de paso                         |                             |                          | (al) o (en)                     | Subestación                                 |                                          |          |
| EVENTO O EFECTO<br>(Ej: Quemaduras)           |                                                  |                                                      |      |                           |     | FACTOR DE RIESGO<br>(Ej: Arco Elctrico) |                             |                          | FUENTE<br>(Ej: Cenda de 13,8kV) |                                             |                                          |          |
| POTENCIAL                                     |                                                  | X                                                    | REAL |                           |     |                                         | FRECUENCIA                  |                          |                                 |                                             |                                          |          |
|                                               |                                                  |                                                      |      |                           |     | N<br>i<br>v<br>e<br>l                   | E                           | D                        | C                               | B                                           | A                                        |          |
| En personas                                   |                                                  | Economicas                                           |      | 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 en el año en la Empresa | Sucede varias veces al mes en la Empresa |          |
| CONSECUENCIAS                                 | Una o más muertos                                | 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 (>1día)                     | Daños severos, Interrupción breve                    |      | 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 fiuncional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves No Interrupción.                         |      | Sin efecto                |     | Interna                                 | 1                           | MUY BAJO                 | BAJO                            | BAJO                                        | BAJO                                     | MEDIO    |

**CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA**

**3.3.1.1 - a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.**

Tabla 1.5.1.4.1 Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo adoptada del RETIE de agosto 30 de 2013.

Los conceptos evaluativos se han plasmado en la siguiente tabla, que define también la forma como se valoran las actividades de riesgos.

| RIESGO                                                                                 | VALORACION                                 | NIVEL | MEDIDAS DE MITIGACION                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tensión de paso de contacto transferidas                                               | Gravedad moderada y freq. Ocasional        | Medio | Sistema de puesta a tierra                                                                                                                          |
| Choque eléctrico por contacto de partes energizadas                                    | Gravedad moderada y freq. Ocasional        | Alto  | Señalización, equipo de protección personal, protecciones eléctricas diferenciales, conservar distancias de seguridad. Cumplir las 5 reglas de oro. |
| Choque eléctrico por descargas atmosféricas                                            | Gravedad severa ocasional y posible        | Alto  | Precaución al trabajar con mal tiempo                                                                                                               |
| Incendio por cortacircuito o sobrecarga                                                | Gravedad severa frecuente remota y posible | Medio | Coordinación de protecciones, mantenimiento periódico                                                                                               |
| Lesiones osteomusculares, magulladuras, heridas ocasionadas por manejo de herramientas | Gravedad moderada y freq. Ocasional        | Medio | Uso de elementos de protección personal, supervisión y pausas activas                                                                               |
| Incidentes por vehículos en vía pública anexa                                          | Gravedad moderada y freq. Ocasional        | Medio | Demarcación del área de trabajo y supervisión.                                                                                                      |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>3.3.1.1 - b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.</i></p> <p><i>Adalberto Nuñez</i></p> <p><i>Ing. Electricista Unisimu</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          | <p><b>Proyecto:</b> CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA</p> <p><b>Descripción:</b> Diseño de protección contra rayos</p> <p><b>Diseño:</b> Adalberto Nuñez Peinado</p> <p><b>Revisó:</b> Adalberto Nuñez Peinado</p> |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <p><b>EVALUACION DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS APLICANDO LA METODOLOGÍA DE IEC 62 305-2</b></p> <p>Para dar cumplimiento al RETIE y de acuerdo con la norma IEC 62 305-2, antes de diseñar el apantallamiento de una estructura o de una instalación, debe evaluarse el nivel de riesgo para el sitio en particular donde se ubicará el proyecto.</p> <p>El nivel de riesgo se evaluará a partir de la corriente del rayo, la cual es la fuente primaria de daños, de las características de la estructura, de los servicios que llegan a ella y de las estructuras que la rodean.</p> |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <p><b>NORMATIVIDAD APLICABLE</b></p> <p>Para la evaluación del sistema de protección contra rayos seguimos los lineamientos de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE</li> <li>• Norma colombiana NTC 4552-2.</li> <li>• Protection of structures against lightning, Series IEC 62 305, considerando los parámetros del rayo de la zona tropical donde está ubicada Colombia, y las formulas matemáticas desarrolladas y aprobadas para Colombia.</li> </ul>                                        |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <p><b>DESCRIPCION DEL INMUEBLE A PROTEGER</b></p> <p>El proyecto denominado CANCHA DE FÚTBOL contempla el desarrollo de un cubierta con un area de 616 m², ubicado en la K 15 8 65 ESTE de Cienaga de Oro, CORDOBA.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <p><b>DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE DESCARGAS A TIERRA (DDT).</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <b>Localizacion</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>LATITUD</b>                                                     | <b>LONGITUD</b>                                                               | <b>Nivel cerámico NC</b>                                                    | <b>DDT [rayos / km²-año]</b>                                             | <b>Corriente pico absoluta promedio [Iabs]</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| K 15 8 65 ESTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                    |                                                                               | 180                                                                         | 5,61                                                                     | > 43 KA, para Colombia.                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <p><b>MATRIZ DE COMPONENTES DEL RIESGO PARA EL EDIFICIO SANTORINI, SEGUN LAS NORMAS NTC 4552-2 Y IEC 62 305-2</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                    |                                                                               |                                                                             |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              |                                                                          |                                                                            |
| <b>Fuente de daño</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Descarga en la estructura S<sub>1</sub></b>                     |                                                                               |                                                                             | <b>Descarga cerca de la estructura S<sub>2</sub></b>                     | <b>Descarga en una línea conectada a la estructura S<sub>3</sub></b>                                                                                                                                                                                                                            |                                                                              |                                                                          | <b>Descarga cerca de una línea conectada a la estructura S<sub>4</sub></b> |
| <b>Componente del riesgo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Componente del riesgo que considera daños a seres vivos. RA</b> | <b>Componente del riesgo que considera daños físicos en la estructura. RB</b> | <b>Componente del riesgo que considera fallo de un servicio interno. RC</b> | <b>Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos RM</b> | <b>Componente del riesgo que considera daños a seres vivos RU</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>Componente del riesgo que considera daños físicos en la estructura RV</b> | <b>Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos RW</b> | <b>Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos RZ</b>   |
| Riesgo para cada tipo de pérdida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Riesgo de pérdida de vida humana R <sub>1</sub>                    | X                                                                             | X                                                                           |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | X                                                                            | X                                                                        |                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Riesgo de pérdida de servicio público R <sub>2</sub>               |                                                                               | X                                                                           | X                                                                        | X                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              | X                                                                        | X                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Riesgo de pérdida de patrimonio cultural R <sub>3</sub>            |                                                                               | X                                                                           |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                              | X                                                                        |                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Riesgo de pérdida de valor económico R <sub>4</sub>                |                                                                               | X                                                                           | X                                                                        | X                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              | X                                                                        | X                                                                          |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

| CARACTERÍSTICA DE LAS ESTRUCTURA A PROTEGER                                                                                           |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Los servicios que entran son los siguientes:                                                                                          |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Líneas de potencia en BT</li> <li>Línea telefónica.</li> </ul>                                 |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Las características de la estructura considerada y de los sistemas internos conectados a ella se encuentran en las tablas siguientes: |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| ESTRUCTURA PRINCIPAL                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Largo de la Estructura<br><i>L</i> [m]                                                                                                | Ancho de la Estructura<br><i>W</i> [m]                                                                                                                           | Altura de la Estructura<br><i>H</i> [m]                       | Altura de la Estructura mas sobresaliente sobre la estructura<br><i>H<sub>p</sub></i> [m] | Densidad de Rayos a Tierra<br><b>DDT</b> [rayos / km <sup>2</sup> -año]             | Localizacion de la estructura a proteger                          | Ambiente donde están las acometidas de la estructura                                                | Tipo de suelo interior en la estructura                                    | Tipo de suelo exterior en la estructura                      |
| 116                                                                                                                                   | 80                                                                                                                                                               | 20                                                            | 1                                                                                         | 5,61                                                                                | Aislado: sin objetos en la Vecindad                               | Urbano (entre 10 y 20 m de altura)                                                                  | Marmol, Ceramica                                                           | Prado, concreto.                                             |
| ACOMETIDA DE POTENCIA                                                                                                                 |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Estructura Adyacente de donde Proviene la acometida de Potencia                                                                       |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           | Localización de la Acometida de servicio                                            | Tipo de Acometida                                                 | Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra<br><i>H<sub>c</sub></i> [m]       | Longitud acometida del servicio<br><i>L<sub>ap</sub></i> [m]               | Transformador AT/BT en la Acometida                          |
| Largo de la Estructura<br><i>L<sub>a</sub></i> [m]                                                                                    | Ancho de la Estructura<br><i>W<sub>a</sub></i> [m]                                                                                                               | Altura de la Estructura<br><i>H<sub>a</sub></i> [m]           | Localizacion de la estructura adyacente                                                   | Aislado: sin objetos en la Vecindad                                                 | Subterranea                                                       | 0                                                                                                   | 20                                                                         | Acometida con transformador                                  |
| 0                                                                                                                                     | 0                                                                                                                                                                | 10                                                            | poste de concreto                                                                         |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| ACOMETIDA DE COMUNICACIONES                                                                                                           |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Estructura Adyacente de donde Proviene la acometida de comunicaciones                                                                 |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           | Localización de la Acometida de servicio                                            | Tipo de Acometida                                                 | Altura de los conductores de comunicaciones desde el nivel de la tierra<br><i>H<sub>c</sub></i> [m] | Longitud acometida del servicio<br><i>L<sub>ap</sub></i> [m]               | Tipo de Canalización                                         |
| Largo de la Estructura<br><i>L<sub>a</sub></i> [m]                                                                                    | Ancho de la Estructura<br><i>W<sub>a</sub></i> [m]                                                                                                               | Altura de la Estructura<br><i>H<sub>a</sub></i> [m]           | Localizacion de la estructura adyacente                                                   | Aislado: sin objetos en la Vecindad                                                 | Subterranea                                                       | 0                                                                                                   | 20                                                                         | no metalica                                                  |
| 0                                                                                                                                     | 0                                                                                                                                                                | 0                                                             | ----                                                                                      |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO                                                                                        |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Medidas tomas frente a las tensiones de toque y de paso                                                                               | Sin medidas de proteccion                                                                                                                                        |                                                               |                                                                                           | Nivel de Proteccion EXTERNO adoptado en el edificio.                                | Nivel de Proteccion INTERNO adoptado en el edificio.              | Riesgo de fuego en la estructura                                                                    | Medidas de prevención para reducir las consecuencias de fuego              | Situacion especial de peligro                                |
|                                                                                                                                       | Aislamiento electrico de bajantes expuestas<br>Equipotencializacion efectiva a nivel del suelo<br>Avisos de advertencia<br>Retuerzos estructurales como bajantes |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Precaución en el cableado interno                                                                                                     | sin apantallamiento y pequeños lazos inductivos (comparten canalizacion y sin entorchar)                                                                         |                                                               | Uso de la estructura Residencial                                                          | NIVEL IV                                                                            | NIVEL IV                                                          | BAJO (almacenamiento ocasional de combustible)                                                      | Rutas de evacuación, extintores manuales, hidrantes, bobedas cortafuego... | Nivel medio de panico (Edificación para 100 a 1000 personas) |
| PARAMETROS SISTEMA DE NIVEL DE PROTECCIÓN DE PARARRAYOS PARA LA ESTRUCTURA (NPR : NIVEL IV)                                           |                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                           |                                                                                     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                            |                                                              |
| Corriente Pico Primera descarga (descarga corta)<br><i>I</i> [kA]                                                                     | Corriente Pico minima<br><i>I</i> [kA]                                                                                                                           | Probabilidad que los parametros sean menores que <i>I</i> max | Probabilidad que los parametros sean mayores que <i>I</i> min                             | Radio Esfera rodante Método electrogeométrico Nivel IV<br><i>r<sub>sc</sub></i> [m] | Impedancia convencional de puesta a tierra relativa para Nivel IV | Dimensionamiento del enmallado                                                                      | Distancia de separación promedio para conductores bajantes                 |                                                              |
| 100                                                                                                                                   | 30                                                                                                                                                               | 0,96                                                          | 0,84                                                                                      | 55                                                                                  | 10 Ω                                                              | 118x95 m                                                                                            | 20 m                                                                       |                                                              |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

| SOBRECORRIENTES ESPERADAS DEBIDAS A IMPACTOS DE IMPACTO (NPR : NIVEL IV)                                |                                                                 |                                                                |                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--|
| Sistema de Baja Tension B.T.                                                                            |                                                                 |                                                                | Lineas de Telecomunicaciones                                  |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |                         |  |
| Impacto en la acometida de servicio                                                                     | Impacto cerca de la acometida de servicio                       | Cerca de, o en la estructura                                   | Impacto en la acometida de servicio                           | Impacto cerca de la acometida de servicio                                    | Cerca de, o en la estructura                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Fuente de daño S3, impacto directo<br>Forma de Onda: 10/350µs                                           | Fuente de daño S4, impacto indirecto<br>Forma de Onda: 10/350µs | Fuente de daño S1, corriente inducida<br>Forma de Onda: 8/20µs | Fuente de daño S3, impacto directo<br>Forma de Onda: 10/350µs | Fuente de daño S4, impacto indirecto<br>Medida: 10/350µs<br>Estimada: 8/20µs | Fuente de daño S2, corriente inducida<br>Forma de Onda: 8/20µs                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| 5                                                                                                       | 2,5                                                             | 0,1                                                            | 1                                                             | 0,01 (0,05)                                                                  | 0,05                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO BIL [kV] (NPR : NIVEL IV)                                                   |                                                                 |                                                                |                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Nivel de tension de operación de los equipos                                                            | Contadores                                                      | Tableros, totalizadores, cables, etc..                         | electrodomesticos, herramientas portatiles                    | Equipo electronico                                                           | Corriente nominal de descarga DPS, según onda de prueba                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                         | Probabilidad de daño Pb |  |
|                                                                                                         | Categoría IV                                                    | Categoría III                                                  | Categoría II                                                  | Categoría I                                                                  | 10/350µs                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8/20µs                                                                                                                                                                  |                         |  |
| 127-220 V                                                                                               | 4 KV                                                            | 2,5 KV                                                         | 1,5 KV                                                        | 0,8 KV                                                                       | 2 KA                                                                                                                                                                                                                                                                         | 20 KA                                                                                                                                                                   | 0,2                     |  |
| EVALUACION DE PERDIDAS                                                                                  |                                                                 |                                                                |                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Riesgo R1 – Componentes del riesgo a considerar en las distintas zonas por pérdida de vida humana       |                                                                 |                                                                |                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Componente del riesgo                                                                                   | Con descargas en                                                | Z1                                                             | Z2                                                            | Estructura                                                                   | Conclusión                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RA                                                                                                      | En la la zona exterior a la Estructura con daños a las personas | 1,15E-06                                                       | ---                                                           | 1,15E-06                                                                     | Debido a que el Riesgo de pérdida de vidas humanas R1 = 0,000002766466 es menor que el riesgo tolerable RT = 1 x 10-5 , SE CONSIDERA QUE EL RIESGO ES CONTROLABLE IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN NIVEL IV CONTRA EL RAYO PARA LA CANCHA DE SOFTBOL UNIDAD DEPORTIVA. |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RB                                                                                                      | En la estructura con daños físicos                              | ---                                                            | 1,15E-06                                                      | 1,15E-06                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RU (Línea de potencia)                                                                                  | En la línea de potencia con impacto                             | ---                                                            | 2,33E-10                                                      | 2,33E-10                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RV (Línea de potencia)                                                                                  | En la línea de potencia con daños físicos                       | ---                                                            | 2,33E-07                                                      | 2,33E-07                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RU (Línea de telecomunicación)                                                                          | En la línea telefónica con impacto                              | ---                                                            | 2,33E-10                                                      | 2,33E-10                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RV (Línea de telecomunicación)                                                                          | En la línea de telefónica con daños físicos                     | ---                                                            | 2,33E-07                                                      | 2,33E-07                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Total R1                                                                                                |                                                                 |                                                                |                                                               | 2,77E-6                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Riesgo R2 – Componentes del riesgo a considerar en las distintas zonas por pérdida de servicio público. |                                                                 |                                                                |                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Componente del riesgo                                                                                   | Con descargas en                                                | Z1                                                             | Z2                                                            | Estructura                                                                   | Conclusión                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RB                                                                                                      | En la estructura con daños físicos                              | ----                                                           | 1,54E-07                                                      | 1,54E-07                                                                     | Debido a que el Riesgo de pérdida de Servicio Público R2 = 0,0006265606 es menor que el riesgo tolerable RT = 1 x 10-3 , NO ES NECESARIA LA PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO.                                                                                                       |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Rc                                                                                                      | En la estructura con fallo de un servicio interno               | ----                                                           | 1,15E-05                                                      | 1,15E-05                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RM                                                                                                      | Cerca de la estructura con fallo de un servicio interno         | ----                                                           | 6,08E-04                                                      | 6,08E-04                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RV (Línea de potencia)                                                                                  | En la línea de potencia con daños físicos                       | ----                                                           | 2,33E-08                                                      | 2,33E-08                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RV (Línea de telecomunicación)                                                                          | En la línea de telefónica con daños físicos                     | ----                                                           | 2,33E-08                                                      | 2,33E-08                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RW (Línea de potencia)                                                                                  | En la línea de potencia con fallo de sistemas internos          | ----                                                           | 2,33E-06                                                      | 2,33E-06                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RW (Línea de telecomunicación)                                                                          | En la línea telefónica con fallo de sistemas internos           | ----                                                           | 2,33E-06                                                      | 2,33E-06                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RZ (Línea de potencia)                                                                                  | Cerca del servicio con fallo de un servicio de potencia interno | ----                                                           | 1,10E-06                                                      | 1,10E-06                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| RZ (Línea de telecomunicación)                                                                          | Cerca del servicio con fallo de un servicio interno             | ----                                                           | 1,10E-06                                                      | 1,10E-06                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |
| Total R2                                                                                                |                                                                 |                                                                |                                                               | 6,27E-04                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |  |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

| Riesgo R3 – Componentes del riesgo a considerar en las distintas zonas por pérdida de patrimonio cultural                                                                                                                                                                                  |                                                                 |        |            |                                         |                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------|------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Componente del riesgo                                                                                                                                                                                                                                                                      | Con descargas en                                                | Z1     | Z2         | Estructura                              | Conclusión                                                                                                                                                                         |
| Rb                                                                                                                                                                                                                                                                                         | En la estructura con daños físicos                              | ----   | 1,15E-06   | 1,15E-06                                | Debido a que el Riesgo de pérdida de Patrimonio Cultural Publico R3 = 0,0000011966 es menor que el riesgo tolerable RT = 1 x 10- 3 , NO ES NECESARIA LA PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO. |
| Rv (Línea de potencia)                                                                                                                                                                                                                                                                     | En la línea de potencia con daños físicos                       | ----   | 2,33E-08   | 2,33E-08                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rv (Línea de telecomunicación)                                                                                                                                                                                                                                                             | En la línea de telefónica con daños físicos                     | ----   | 2,33E-08   | 2,33E-08                                |                                                                                                                                                                                    |
| Total R3                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |        |            | 1,20E-06                                |                                                                                                                                                                                    |
| Riesgo R4 – Componentes del riesgo a considerar en las distintas zonas por pérdida de valor económico.                                                                                                                                                                                     |                                                                 |        |            |                                         |                                                                                                                                                                                    |
| Componente del riesgo                                                                                                                                                                                                                                                                      | Con descargas en                                                | Z1     | Z2         | Estructura                              | Conclusión                                                                                                                                                                         |
| Rb                                                                                                                                                                                                                                                                                         | En la estructura con daños físicos                              | ----   | 5,77E-07   | 5,77E-07                                | Debido a que el Riesgo de pérdida de valor económico R4 = 0,000610879 es menor que el riesgo tolerable RT = 1 x 10-3 , NO ES NECESARIA LA PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO.               |
| Rc                                                                                                                                                                                                                                                                                         | En la estructura con fallo de un servicio interno               | ----   | 1,15E-06   | 1,15E-06                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rm                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cerca de la estructura con fallo de un servicio interno         | ----   | 6,08E-04   | 6,08E-04                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rv (Línea de potencia)                                                                                                                                                                                                                                                                     | En la línea de potencia con daños físicos                       | ----   | 2,33E-07   | 2,33E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rv (Línea de telecomunicación)                                                                                                                                                                                                                                                             | En la línea de telefónica con daños físicos                     | ----   | 2,33E-07   | 2,33E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rw (Línea de potencia)                                                                                                                                                                                                                                                                     | En la línea de potencia con fallo de sistemas internos          | ----   | 2,33E-07   | 2,33E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rw (Línea de telecomunicación)                                                                                                                                                                                                                                                             | En la línea telefónica con fallo de sistemas internos           | ----   | 2,33E-07   | 2,33E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rz (Línea de potencia)                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cerca del servicio con fallo de un servicio de potencia interno | ----   | 1,10E-07   | 1,10E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Rz (Línea de telecomunicación)                                                                                                                                                                                                                                                             | Cerca del servicio con fallo de un servicio interno             | ----   | 1,10E-07   | 1,10E-07                                |                                                                                                                                                                                    |
| Total R4                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |        |            | 6,11E-04                                |                                                                                                                                                                                    |
| RESULTADO DE LA EVALUACION DEL RIESGO                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |        |            |                                         |                                                                                                                                                                                    |
| Al aplicar cuidadosamente la metodología para la evaluación del nivel de riesgo por rayo a la estructura, hemos encontrado que no tiene riesgos (RCALCULADO) que superen los niveles establecido por las autoridades colombianas (RT) como podemos observar en la tabla resumen que sigue. |                                                                 |        |            |                                         |                                                                                                                                                                                    |
| Tipos de pérdidas                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                 | Rt     | RCALCULADO | NIVEL DEL RIESGO                        |                                                                                                                                                                                    |
| R1                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Riesgo de pérdida de vida humana                                | 1x10-5 | 2,77E-06   | Bajo. Requiere apantallamiento Tipo IV. |                                                                                                                                                                                    |
| R2                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Riesgo de pérdida de servicio público                           | 1x10-3 | 6,27E-04   | Bajo                                    |                                                                                                                                                                                    |
| R3                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Riesgo de pérdida de patrimonio cultural                        | 1x10-3 | 1,20E-06   | Bajo                                    |                                                                                                                                                                                    |
| R4                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Riesgo de pérdida de valor económico                            | 1x10-3 | 6,11E-04   | Bajo                                    |                                                                                                                                                                                    |

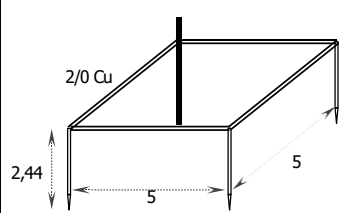
En consecuencia las acciones recomendadas son:

- Es necesaria la construcción de un sistema de protección externa contra rayos (Apantallamiento de los edificios) en las estructuras (NPR: Nivel IV).
- Debe Construirse un Sistema de Protección Interna (SPI) en cada edificio. Esto se consigue realizando equipotencializaciones mediante cables, y la utilización de tuberías metálicas y/o cables apantallados para equipo sensible donde existiesen, así como la utilización de gabinetes eléctricos metálicos.
- Debe realizarse la construcción del Cableado y Sistema de Puesta a tierra según norma NTC 2050.

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

| CONFIGURACION DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNA                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DPS para Transformador</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                           |
| Para una red tipo B (Red M.T. trifásica trifilar en $\Delta$ , secundario en Y), factor de puesta a tierra $F_{PT} = 0,8$ .                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                           |
| $V_{Lmax} = 1,1 \times V_{LN} =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8,38 KV (voltaje de línea máximo $\delta\%_{M.T.} = \pm 1\%$ )                                            |
| $V_p = F_{PT} \times V_{Lmax} =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6,71 KV                                                                                                   |
| Se seleccionaron tres (3) descargadores de sobretensión (D.P.S) en M.T. tipo exterior (distribución) de las siguientes características (NTC 2878):                                                                                                                                                                               |                                                                                                           |
| Tensión de servicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13,2 kV                                                                                                   |
| Tensión nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12 kV con MOCV de 10,2 KV L-N                                                                             |
| BIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 95 kV                                                                                                     |
| Capacidad descarga                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 kA (onda 8/20 $\mu s$ )                                                                                |
| Nota: Los conductores de conexión de los D.P.S deberán ser en lo posible lo más cortos y evitando dobleces agudos o cambios de dirección fuertes. (Reducir los enlaces inductivos $L_{di}/dt$ ). El conductor de puesta a tierra será calibre 2 AWG - Cu como mínimo y se instalará en un bajante por dentro de la estructura.   |                                                                                                           |
| <b>D.P.S. Tablero Principal (T.G.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                           |
| Se recomienda el uso de un SPI (sistema de protección interna) o limitador de sobretensión transitoria en paralelo con el interruptor termomagnético de protección de la acometida eléctrica.                                                                                                                                    |                                                                                                           |
| Categoría de sobretensión                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IV - BIL 4 KV                                                                                             |
| Tensión nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 120 / 208 V, 3 $\phi$ , 4 hilos más tierra.                                                               |
| Modo de operación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Fase - Fase y Fases - Neutro.                                                                             |
| Tensión de corte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\geq 238 V_{pico}$ (L-N) y $\leq 600 V_{pico}$                                                           |
| Tiempo de respuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | menor a 5 ns                                                                                              |
| MCOV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 150 Vrms (L-N)                                                                                            |
| Ubicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Cerca al Barraje principal ( $L < 1,5$ m)                                                                 |
| Protección Termomagnética                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3 x 20 A                                                                                                  |
| Corriente nominal de descarga                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\geq 2$ kA por fase en onda 10/350 $\mu s$ (Riesgo Bajo)<br>ó $\geq 20$ kA por fase en onda 8/20 $\mu s$ |
| CONFIGURACION DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNA                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
| <b>Pararrayos (interceptación)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                           |
| El apantallamiento se compone de (1) un anillo en cable 2/0 AWG - Cu desnudo ubicado en la parte superior de la cancha, a el se conectarán (4) terminales de captación tipo varilla de 5/8 x 2,4 m en Acero ó cobre sólido y 4 pararrayos modelo Bayoneta (descargador tipo franklin de una sola espiga) soportados en mástiles, |                                                                                                           |
| <b>Bajantes (conduccción)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                           |
| La conducción a tierra se hará con (4) bajantes en cable de cobre de 7 hilos calibre 2/0 AWG (cobre semiduro 96,6% de conductividad). Los bajantes se ubicarán en cada una de las esquinas de las gradas y demas lugares señalados según se muestra en el plano anexo.                                                           |                                                                                                           |
| EQUIPOTENCIALIZACION                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                           |
| En la parte superior e inferior de la cancha se unirán electricamente las varillas de refuerzo del concreto a las bajantes. Todo elemento metálico que se encuentre a 1,8 m o menor distancia de los terminales de captación o los bajantes, se interconectará electricamente al SIPRA.                                          |                                                                                                           |
| Los pozos de puesta a tierra del SIPRA se conectan mediante un cable de cobre desnudo Nº 2 con la puesta a tierra de la acometida, en un barraje equipotencial montado sobre aisladores.                                                                                                                                         |                                                                                                           |
| <b>Nota:</b> Todos los materiales deben cumplir las disposiciones de las normas NTC 4552 e IEC 61024-1-2-3. Para las conexiones deberá usarse soldadura exotermica ó conectores que cumplan las reglamentaciones vigentes (Evitar la corrosión por efecto galvánico - unión bimetálica)                                          |                                                                                                           |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

| CÁLCULO MALLA DE PUESTA A TIERRA APANTALLAMIENTO PARARRAYOS - SIPRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Según IEEE-80-1986 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| DATOS DEL TERRENO DONDE ESTA UBICADA LA EDIFICACION A PROTEGER - ANILLO INFERIOR JAULA DE FARADAY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Lado Mayor [m]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Lado Menor [m]                             | Área de la Malla [m²]           | Tipo de material capa superficial            | Resistividad Capa Superficial [Ω-m]                | Espeor Capa Superficial [m]                                                                                                                                                                  | Resistividad Efectiva 1ª Capa [Ω-m]                | Resistividad de la 2ª Capa [Ω-m]                         | Corriente de Impacto de Rayo [kA]                |
| 118                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 95                                         | 11210                           | CONCRETO                                     | 800                                                | 0,2                                                                                                                                                                                          | 70,176                                             | 71,04                                                    | 100                                              |
| DATOS DE CONEXION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |                                 |                                              | Cálculo Calibre Conductor de la Malla              |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Tiempo de Despeje de la Falla [ms]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ciclos (60 Hz)                             | Temperatura Ambiente [ °C ]     | Tipo de conexión electrodos                  | Temperatura Máxima de Operación [ °C ]             | Sección Transversal del Conductor [mm²]                                                                                                                                                      | Diámetro                                           | Calibre                                                  | Profundidad de la Malla [m]                      |
| 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3000                                       | 30                              | exotermica                                   | 450                                                | 3,20                                                                                                                                                                                         | 10,50 mm                                           | 2/0                                                      | 0,7                                              |
| DATOS RETICULA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Lado Mayor [m]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Lado Menor [m]                             | Separación de la Cuadrícula [m] | Número de Conductores Paralelos a Lado Mayor | Número de Conductores Paralelos a Lado Menor       | Longitud Total del Conductor de la Malla SPT [m]                                                                                                                                             | Número de Conductores en Paralelo de la Cuadrícula | Factor Correctivo de Profundidad de los Conductores [Kh] |                                                  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5                                          | 118,00                          | 2                                            | 2                                                  | 20                                                                                                                                                                                           | 2                                                  | 1,30                                                     |                                                  |
| ELECTRODOS VERICALES DE PUESTA A TIERRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                 |                                              |                                                    |  <p>Cuadrículas de 118 m<br/>Lado mayor = 5 [m]<br/>Lado menor = 5 [m]<br/>Electrodos de 5/8x2,4m = 4</p> |                                                    |                                                          |                                                  |
| Número de Jabalinas [und]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Díametro de la Jabalina [pulg]             | Longitud de la Jabalina [pies]  | Resistividad Aparente [Ω-m]                  | Factor Correctivo de Efecto de las Jabalinas [Kii] |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/8                                        | 8                               | 71,2198                                      | 1,00                                               |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| TENSIONES TOLERABLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Criterio Peso persona [kg]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tensión de Toque [V]                       | Tensión de Paso [V]             | Factor de Reflexión [k]                      | Factor de Reducción del Terreno [Cs]               |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| 70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 43,76                                      | 108,41                          | 0,01                                         | 0,81                                               |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| CÁLCULOS DE LA TENSION DE PASO Y DE TOQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Tensión de Toque [V]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Tensión de Paso [V]                        | Resistividad del Suelo [Ω-m]    | Factor de Espaciamiento de la Malla [Km]     | Factor Correctivo Geometría de la Malla [Ki]       | Factor de Espaciamiento de la Malla [Ks]                                                                                                                                                     | Factor Correctivo Geometría de la Malla lado mayor | Maxima Corriente de la Malla                             | Longitud Total del Conductor de la Malla SPT [m] |
| 413,89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 80,72                                      | 70,18                           | 1,84                                         | 1,00                                               | 0,230                                                                                                                                                                                        | 1,00                                               | 100,00                                                   | 20                                               |
| RESULTADOS DISEÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Porcentaje de la Tensión de Toque Tolerable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Porcentaje de la Tensión de Paso tolerable | Resistencia de Puesta a Tierra  | Resistencia de la Malla                      | Resistencia de las Jabalinas                       | Resistencia Mutua                                                                                                                                                                            | K1                                                 | K2                                                       | Potencial Máximo de la Malla (GPR) [V]           |
| 945,92%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 74,46%                                     | 0,24                            | 0,84                                         | 7,18                                               | -1,81                                                                                                                                                                                        | 1,37                                               | 5,65                                                     | 23,93                                            |
| El diseño es Apropiado, Cumpliendo las Condiciones Tolerables por el Ser Humano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| RECOMENDACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |
| Las conclusiones y recomendaciones dadas en este estudio se basaron en el análisis e interpretación de la información existente en los planos de planta y perfil del Edificio SANTORINI en lo referente a dimensiones, geometría y características de las estructuras. Si durante la etapa constructiva o uso de la estructura se presentan variaciones en las características del proyecto, se debe verificar las implicaciones derivadas de estos cambios en la Evaluación del Riesgo. |                                            |                                 |                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                          |                                                  |

**3.3.1.1 - b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.**

**1.2.3.2.8. Acciones recomendadas.**

Como las perturbaciones en la red pueden ser generadas por sobretensiones o por incidencias de rayos en la estructura o la misma red, se deben realizar las siguientes recomendaciones.

- a) Se recomienda instalar un DPS de 80 kAmp Tipo1 a 220 Voltios, el lado de BT con una distancia del barraje no mayor 40 cm.
- b) Debe Construirse un Sistema de Protección Interna (SPI) en la estructura.
- c) Debe realizarse la construcción del Cableado y Sistema de Puesta a tierra según norma NTC 2050
- d) Se requiere la instalación de protección externa y deberá cumplir con NTC 4552.

**1.2.3.2.9. Guía general de seguridad personal durante tormentas eléctricas**

Durante una tormenta eléctrica son evidentes los peligros a los que se exponen, no solo las edificaciones y los sistemas eléctricos y electrónicos, sino las personas. Es por ello que se deben conocer algunas recomendaciones para tener en cuenta durante una tormenta, evitando riesgos para las personas.

El riesgo de ser alcanzado por un rayo es mayor entre las personas que trabajan, juegan, caminan o permanecen al aire libre durante una tormenta eléctrica.

Cuando se tiene indicio de tormenta eléctrica es recomendable, como medida de protección, tener en cuenta las siguientes instrucciones:

1. Aterrice y proteja adecuadamente los equipos sensibles de uso eléctrico, electrónico, telefónico o de comunicaciones contra sobretensiones de acuerdo con los criterios y recomendaciones presentadas en esta norma, de lo contrario desconéctelos retirando el enchufe del tomacorriente evitando así el uso de ellos.
2. Busque refugio en el interior de vehículos, edificaciones y estructuras que ofrezcan protección contra rayos.
3. A menos que sea absolutamente necesario, no salga al exterior ni permanezca a la intemperie durante una tormenta eléctrica.

Permanezca en el interior del vehículo, edificación o estructura hasta que haya desaparecido la tormenta.

**3.3.1.1 - b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.**

Protéjase de los rayos en:

1. Contenedores totalmente metálicos.
2. Refugios subterráneos.
3. Automóviles y otros vehículos cerrados con carrocería metálica.
4. Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.

Estos sitios ofrecen poca o ninguna protección contra rayos:

1. Edificaciones no protegidas alejadas de otras viviendas.
2. Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
3. Vehículos descubiertos o no metálicos.

Aléjese de estos sitios en caso de tormenta eléctrica:

1. Terrenos deportivos y campo abierto.
2. Piscinas, playas y lagos.
3. Cercanía a líneas de transmisión eléctrica, cables aéreos, vías de ferrocarril, tendedores de ropa, cercas ganaderas, mallas eslabonadas y varillas metálicas.
4. Árboles solitarios.
5. Torres metálicas: de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.

Si debe permanecer en una zona de tormenta:

1. Busque zonas bajas.
2. Evite edificaciones sin protección adecuada y refugios elevados.
3. Prefiera zonas pobladas de árboles, evitando árboles solitarios.
4. Busque edificaciones y refugios en zonas bajas.

Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta:

1. No se acueste sobre el suelo.
2. Junte los pies.
3. No escampe bajo un árbol solitario.
4. No coloque las manos sobre el suelo, colóquelas sobre las rodillas.
5. Adopte la posición de cucullas.

- 3 CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

**3.3.1. - c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.**

| CUADRO DE CARGAS SEGÚN TIPO DE CARGA                     |       |         |                 |                |
|----------------------------------------------------------|-------|---------|-----------------|----------------|
| TIPO DE CARGA                                            | CANT. | CARGA W | FACTOR POTENCIA | TOTAL CARGA VA |
| GABINETE PRINCIPAL DE PROTECCIONES DE CARGAS PROYECTADAS | 1     | 37112   | 0,90            | 41.236         |
|                                                          |       |         |                 |                |
|                                                          |       |         |                 |                |
|                                                          |       |         |                 |                |
| TOTAL VA                                                 |       |         |                 | 41.236         |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

3.3.1.1 - c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA GABINETE PRINCIPAL  
DE PROTECCIONES GP

| TABLERO DE DISTRIBUCION                    | INSTALADA |       | DEMANDADA |       |
|--------------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| Tablero de distribución TD1                | 10,06     | kVA   | 10,06     | kVA   |
| Tablero de distribución Cancha             | 21,44     | kVA   | 21,44     | kVA   |
| Cargas futuras                             | 11,32     | kVA   | 11,32     | kVA   |
| Parcial Demandada Tableros de Distribución | 42,82     | kVA   | 42,82     | kVA   |
| TOTAL CARGA                                | 42,82     | [kVA] | 42,82     | [kVA] |

| FACTOR DE SIMULTANEIDAD (FS)                                                  | DEMANDA MAXIMA COINCIDENTE |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|
| <i>1</i>                                                                      | 42,82                      |     |
|                                                                               | DEMANDA MAXIMA INDIVIDUAL  |     |
|                                                                               | 42,82                      |     |
| Total Demandada Tableros de Distribución Con Factor de Simultaneidad (FSx DI) | 42,82                      | kVA |

|              |       |       |
|--------------|-------|-------|
| TOTAL, CARGA | 42,82 | [kVA] |
|--------------|-------|-------|

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

## 3.3.1.1 c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

**TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD1 CANCHA CIENAGA DE ORO**

PROYECTO: **CANCHA DE FUTBOL DE CIENAGA DE ORO**

DESTINO: **CAMERINO 1**

TABLERO: **BIFASICO**

VOLTAJE: **120/240** Voltios

FASES: **2**      FASES: **A - B**

| TIPO DE CARGA                                                           | FASES |       | INTERRUP. |      | CONDUCTOR          | CTO. No. | TABLERO GENERAL |   | CTO. No. | CONDUCTOR             | INTERRUP. |      | FASES |      | TIPO DE CARGA                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------|------|--------------------|----------|-----------------|---|----------|-----------------------|-----------|------|-------|------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | A     | B     | POLO      | AMP. |                    |          |                 |   |          |                       | AMP.      | POLO | A     | B    |                                                                         |
| ILUMINACIÓN ZONA DE DUCHAS, ORINALES, BAÑOS JUGADORES 1                 | 243   |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 1        | ●               |   | 2        | 3xNo. 10 FREETOX LSHF | 20        | 1    | 243   |      | ILUMINACIÓN ZONA DE DUCHAS, ORINALES BAÑOS JUGADORES 2                  |
| ILUMINACIÓN CAMERINOS 1                                                 |       | 195   | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 3        |                 | ● | 4        | 3xNo. 12 THHN         | 20        | 1    |       | 195  | ILUMINACIÓN CAMERINOS 2                                                 |
| VENTILADORES CAMERINOS 1                                                | 60    |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 5        | ●               |   | 6        | 3xNo. 10 FREETOX LSHF | 20        | 1    | 60    |      | VENTILADORES CAMERINOS 2                                                |
| ILUMINACIÓN BAÑOS PMR, BAÑOS PUBLICOS HOMBRES, BAÑOS PUBLICOS MUJERES 1 |       | 147   | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 7        |                 | ● | 8        | 3xNo. 12 THHN         | 20        | 1    |       | 147  | ILUMINACIÓN BAÑOS PMR, BAÑOS PUBLICOS HOMBRES, BAÑOS PUBLICOS MUJERES 2 |
| TOMAS CAMERINO 1                                                        | 540   |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 9        | ●               |   | 10       | 3xNo. 10 FREETOX LSHF | 20        | 1    | 540   |      | TOMAS CAMERINO 2                                                        |
| TOMAS GFCI LAVAMANOS 2                                                  |       | 1.745 | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 11       |                 | ● | 12       | 3xNo. 12 THHN         | 20        | 1    |       | 1745 | TOMAS GFCI LAVAMANOS 2                                                  |
| TOMAS AIRE ACONDICIONADO 24000                                          | 1.050 |       | 2         | 30   | No. 10 FREETOXLSHF | 13       | ●               |   | 14       | 3xNo. 10 FREETOX LSHF | 30        | 2    | 1.050 |      | TOMAS AIRE ACONDICIONADO 24000                                          |
|                                                                         |       | 1.050 |           |      |                    | 15       |                 | ● | 16       |                       |           |      |       | 1050 |                                                                         |
| RESERVA                                                                 |       |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 17       | ●               |   | 18       | 3xNo. 12 THHN         | 20        | 1    |       |      | RESERVA                                                                 |
| RESERVA                                                                 |       |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 19       |                 | ● | 20       | 3xNo. 12 THHN         | 20        |      |       |      | RESERVA                                                                 |
| RESERVA                                                                 |       |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 21       |                 | ● | 22       | 3xNo. 12 THHN         | 20        |      |       |      | RESERVA                                                                 |
| RESERVA                                                                 |       |       | 1         | 20   | No. 12 FREETOXLSHF | 23       |                 | ● | 24       | 3xNo. 12 THHN         | 20        |      |       |      | RESERVA                                                                 |

|           |        |       |
|-----------|--------|-------|
| TOTAL 1   | 1.893  | 3.137 |
| TOTAL 2   | 1.893  | 3.137 |
| TOTAL 1+2 | 3.786  | 6.274 |
| TOTAL VA  | 10.061 |       |

|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| TOTAL 2 | 1.893 | 3.137 |
|---------|-------|-------|

TEMPERATURA AMBIENTE = 40 °C

### 3.3.1.1 - d.Coordinación de aislamiento eléctrico.

#### 1. INTRODUCCION.

Las instalaciones eléctricas frecuentemente están sujetos a sobre tensiones que pueden modificar los parámetros o variables d e sistema eléctrico, debe existir una coordinación razonable entre las sobretensiones existentes, los aislamientos auto-regenerativos, los aislamientos de los equipos eléctricos y el nivel de respuesta de los descargadores.

Es importante también conocer las pruebas finales de evaluación de los aislamientos de las maquinas, componentes y equipos de media tensión y uso final.

#### 2. OBJETO.

Presentar el informe del análisis de coordinación de aislamiento, con el fin especificar los niveles de aislamiento que deben soportar los equipos de protección a instalar en Media tensión y baja tensión, verificando su adecuada coordinación entre los dispositivos del Proyecto: CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

#### 3. NORMATIVIDAD APLICABLE.

Para la evaluación de los niveles de aislamiento y la coordinación de aislamiento de la subestación de media tensión del proyecto CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA , se siguen los lineamientos de las normas relacionadas:

- ✓ [1] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
- ✓ [2] Norma colombiana NTC 4552-1.
- ✓ [3] IEC 60071-1 Términos, definiciones, principios y reglas.
- ✓ [4] IEC 60071-2 Guía de aplicación.
- ✓ [5] Libro, Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión, Segunda edición, HMV Ingenieros 2003.
- ✓ [6] Ficha técnica de descargadores en Media tensión Marca Celsa, Gamma.

#### 4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN COODINACION DE AISLAMIENTO.

Para el sistema en media tensión, caso específico de las protecciones contra sobretensiones DPS, comúnmente llamados pararrayos, ubicados en el primario del centro de transformación, el BIL se calcula como sigue:

### 3.3.1.1 - d.Coordinación de aislamiento eléctrico.

#### 4.1 Cálculo de la tensión continua de operación COV.

$$COV = U_m / \sqrt{3}$$

De donde:

$U_m$  : Tensión máxima de operación del sistema.

$U_{RMS}$  Tensión nominal entre fases.

$$U_m = U_{RMS} \times 1,1 = 13,2 \text{ kV} \times 1,1 = 14,52 \text{ kV}$$

Entonces el COV es:

$$COV = 14.52 \text{ kV} / \sqrt{3} = 8.38 \text{ KV.}$$

De la tabla especificaciones técnicas de DPS marca Celsa, el cual está conectado del lado primario del transformador, se selecciona un DPS con el valor superior del COV, el cual es de 8,4 kV, que es el más cercano y superior al calculado y comercialmente distribuido.

#### 4.2 Cálculo y verificación de la sobretensión temporal TOV.

$$TOV = K_e \times COV$$

Para un sistema sólidamente aterrizado

$$K_e = 1,4$$

Se calcula el TOV de la siguiente forma:

$$TOV = 1.4 \times 8.38 \text{ KV} = 11.73 \text{ kV}$$

Del DPS anteriormente seleccionado se verifica que el TOV sea mayor al calculado, el cual es 11.88 kV, para un tiempo de duración de 1,0 s.

#### 4.3 Característica del DPS a instalar.

De la tabla característica del DPS en media tension marca Celsa Ref: 12KV - 10KA, se obtienen los valores de.

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL  
MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

### 3.3.1.1 - d.Coordinación de aislamiento eléctrico.

NPR: Nivel de protección para impulso atmosférico, y NPM: Nivel de protección para impulso de maniobra.

Con un **COV = 8,4 kV** y **TOV = 11.84kV** el **NPR = 43.3 kV** para una tensión de impulso de tiempo de frente **8/20µs a 40kAmp**

El nivel básico de aislamiento según IEC 60071-1, la tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo debe ser mayor o igual a 40kV.

El BIL se calcula con un factor de seguridad **Ke** que relaciona el NPR y el BIL.

Para sistemas con tensión nominal inferior a 52 KV, se establece que  $Ke=1.4$  entonces el BIL calculado es

$$\text{BIL} = 1.4 \times 43.3 \text{ kV} = 60.62 \text{ KV}$$

Para la caja cortacircuito el BIL es de 110 kV.

Para el transformador de potencia el Nivel Básico de Aislamiento calculado BIL, es menor al BIL normalizado para los transformadores de distribución tipo poste sumergidos en aceite (como el que instalará en el proyecto CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL PARA EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO ) que es de 90kV, el cual garantiza en su implementación una protección adecuada para el centro de transformación.

En baja tensión, el **BIL** se especifica para los equipos correspondientes al usuario y están normalizados en la norma NTC 4552-1 literal E.5 Información general relacionada con DPS, en la tabla E.3 "tensión al impulso que deben soportar los equipos"

| Nivel de tensión de<br>operación de los equipos<br>V | BIL requerido en (kV) |                                             |                                                  |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                      | Contadores            | Tableros,<br>interruptores,<br>cables, etc. | Electrodomésticos,<br>herramientas<br>portátiles | Equipo<br>electrónico |
|                                                      | Categoría IV          | Categoría III                               | Categoría II                                     | Categoría I           |
| 120 – 240 ; 120 / 208                                | 4                     | 2,5                                         | 1,5                                              | 0,8                   |
| 254 / 440 ; 277 / 480                                | 6                     | 4                                           | 2,5                                              | 1,5                   |

Tabla E.3. Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1

En esta tabla E3 se especifica, por ejemplo, para:

### **3.3.1.1 - d.Coordinación de aislamiento eléctrico.**

➤ Tableros, interruptores y cables CAT IV BIL 4kV para contadores y CAT III: BIL=2.5 kV para sistemas de hasta 240V de operación. (DPS Tipo 1 y tipo 2).

El DPS seleccionado es el Marca APT de tipo 1, el cual es testado a una tensión de 6kV, 220/127V BIFASICO y cumple la norma UL1449 3ra Ed, ref: TE-01-XCS-01 a 100kAmp.

Si se cambian los equipos seleccionados, deben cumplir las especificaciones indicadas, de lo contrario el diseñador no se hace responsable.

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

## 3.3.1.1 - e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.

| DATOS DE LA OBRA |                                                                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre Proyecto: | CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA |
| CIRCUITO         | S/E                                                                                                            |
| CT: 1            | 50 KVA- BIFASICO                                                                                               |

Aporte de corriente de la red electrica MT

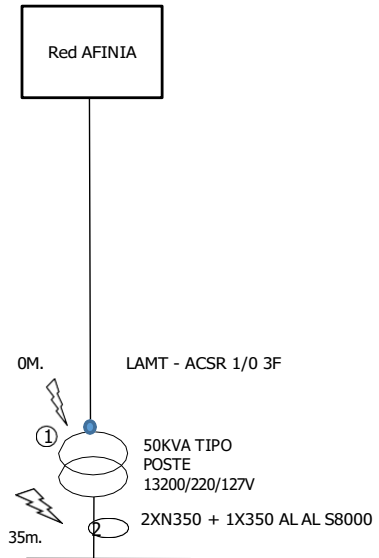
| DATOS CORTO CIRCUITO PUNTO CONEXION |          |  |            |        |
|-------------------------------------|----------|--|------------|--------|
| Trifásico                           |          |  | Monofásico |        |
| Scc (MVA)                           | 112,399  |  | Scc(MVA)   | 23,005 |
| Icc (kA)                            | 4,702    |  | Icc (kA)   | 2,887  |
| R (Ohm)                             | 0,789    |  | R0 (Ohm)   | 0,792  |
| X (Ohm)                             | 1,644    |  | X0 (Ohm)   | 5,415  |
| Nivel de Tension: II                | 13,2 kV. |  |            |        |

**La Impedancia en el punto de conexión dado por el operador es:**

$$Z_{operador} = R + jX = 0,79 + j 1,644 \quad \Omega \quad \text{AFINIA}$$

**La Impedancia para la LAMTF del Proyecto en cable CF 125 y configuracion en horizontal:**

$$\begin{aligned} \text{Longitud (Km):} & 0 \\ R (\Omega/\text{Km}) \text{ a } 75^{\circ}\text{C} : & 0,7169 \text{ (Memoria-Proyecto Tipo versión 2 Tabla 3 y } \\ X (\Omega/\text{Km}) : & 0,420 \text{ Grafico 1)} \\ Z_{LAMT P.} = R + jX = & 0 + j 0,000 \quad \Omega \\ Z_{LAMT} = \sqrt{R^2 + X^2} = & 0,000 \quad \Omega \end{aligned}$$



**Impedancia en el punto lado de alta del transformador**

$$\begin{aligned} Z_{trafo alta} &= 0,789 + j 1,644 \quad \Omega \quad (\text{Secuencia Positiva}) \\ Z_{alimentador} &= \sqrt{R^2 + X^2} = 1,824 \quad \Omega \\ Z(LAMT) o = R_o + jX_o &= 0,789 + j 1,644 \quad \Omega \quad (\text{Secuencia Positiva}) \\ Z(LAMT) o = \sqrt{R^2 + X^2} &= 1,824 \quad \Omega \end{aligned}$$

**Cálculo de corriente de cortocircuito según la IEC 60 909 en el lado de alta del transformador**

**Falla alejada de generadores:**

$$I_{cc} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z} = 4,5972 \text{ k}$$

(Impedancia en el punto lado de alta del transformador, Secuencia Positiva)

**Icc.falla a tierra:**

$$I_{cc} = \frac{c * U \sqrt{3}}{2Z_d + Z_o} = 4,5972 \text{ KA.}$$

**Se selecciona cortacircuito monopolar de 10 KA de corriente de corte simetrica instantanea ANSI C37,42 (con distancia de 430mm-Norma Operador de Red) correspondiente a un cortacircuito monopolar de 15KV 0 27 kv 100A**

Icc: Corriente de cortocircuito Simetrica

c: Valor Factor de corrección de tensión provocado por el cortocircuito (IEC 60909)

U: Valor de la tension de alimentacion donde ocurre la falla

Z: Impedancia de cortocircuito de la red

| Valor Factor de tensión "c" (IEC 60909) |         |         |
|-----------------------------------------|---------|---------|
| Tension Nominal                         | Icc max | Icc min |
| Si tolerancia + 6%                      | 1,05    | 0,95    |
| Si tolerancia +10%                      | 1,10    | 0,95    |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

Calculo de corriente de cortocircuito Asimétrica:

$$I_{cc}(ASIM) = \sqrt{2} * K * I_{cc}(Sim), \text{ donde } K = 1,02 + 0,98 * e^{-3 \frac{R}{X}}$$

$$\frac{R}{X} = 0,47993 \text{ entonces } K = 1,25$$

$$I_{cc}(ASIM) = 8,141 \text{ kA}$$

## Parametro del transformador de Alimentación:

|                          |          |        |                                                        |                 |
|--------------------------|----------|--------|--------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Potencia Transfo:</b> | 50       | kVA    | Clase del transformador :                              | Distribución    |
| Tipo de alimentación:    | BIFASICO |        | Enfriamiento:                                          | (IEEE C57.93)   |
| <b>Z % Co-Ci:</b>        | 4,0      | %      | TIPO OA Sumergido en aceite, con enfriamiento natural. |                 |
| Frecuencia:              | 60       | Hz     |                                                        |                 |
| Relación de Trans.:      | 60,00    | : 1    |                                                        |                 |
| <b>Primario</b>          |          |        | <b>Secundario</b>                                      |                 |
| Tipo de conexión:        | Delta    |        | Tipo de conexión:                                      | Estrella        |
| Fases:                   | 3        |        | Fases:                                                 | 3               |
| Tensión de línea:        | 13,2     | kV L-L | Tensión de línea:                                      | 0,22 kV L-L     |
| Tensión de fase:         | 7,62     | kV     | Tensión de fase:                                       | 0,22 kV L-L     |
| Corriente de línea:      | 3,28     | A      | Tensión fase-neutro:                                   | 0,127 kV L-N    |
| Corriente de Fase:       | 3,28     | A      | Corriente de línea:                                    | 196,83 A        |
| Conexión del neutro:     | Flotante |        | Corriente de Fase:                                     | 196,83 A        |
|                          |          |        | Perdidas totales transforma:                           | 620 W (NTC 818) |
|                          |          |        | Regimen de conexion a tierra                           | TN-C-S          |

Impedancia de la Red total de media tensión reflejada en el lado de baja tensión es:

La resistencia  $R_{ar}$  y reactancia  $X_{ar}$  referida o reflejada en la Red de media tensión en el lado de baja tensión es:

$R_{ar} = R * (n)^2$ ;  $X_{ar} = X * (n)^2$ , donde  $R$  y  $X$  son la resistencia y reactancia inductiva respectivamente de la red de media tensión,  $n$  es la relación de transformación :

$$R_{ar} = 0,0002192 \Omega$$

$$X_{ar} = 0,0004567 \Omega$$

$$Z = R + jX = 0,0002 + j 0,0005 \text{ Ohm, } Z \text{ de la Red de MT Reflejada en baja tensión}$$

## Impedancia del transformador:

Para el Transformador de 75 KVA. Se tiene:

$$\text{Capacidad de Co Ci del Transformador} = I_n * 100 / Z\% = 4,92 \text{ kA.}$$

La Impedancia "Zt" del transformador es igual :

$$Z_t = Z\% \frac{U_n^2}{S_n} = 0,103253 = 103,25 \text{ m}\Omega$$

$$\text{La resistencia del transformador es: } R_T = P_t * \frac{V^2}{S^2} = 0,005335 = 5,334 \text{ m}\Omega$$

$P_t$  = Perdidas totales del transformador en vatios

$V$  = voltaje en baja Tension

$S$  = Potencia transformador en VA

$$X_t = \sqrt{Z^2 - R^2} = 0,10312 \Omega$$

$$\text{Por lo tanto : } X_t = 0,103115 = 103,11 \text{ m}\Omega$$

El factor de corrección de la  $X$  se obtiene mediante:

$C_{max}$ : Véase valor Factor de tensión "c" (IEC 60909)

$$X_{corregido} = K_t * X_t = 0,1015 \Omega$$

$$K_t = 0,95 * \frac{C_{max}}{1 + 0,6X_t} = 0,9841$$

$$Z_{trafol} = R + jX = 0,005335 + j 0,1015 \Omega \quad Z \text{ Impedancia del transformador}$$

$$Z_{trafobaja} = 0,006 + j 0,102 \Omega \quad (\text{Secuencia Positiva})$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0,102085$$

## Falla en terminales de baja tensión del transformador:

②

## Para una falla Bifásica.

### Icc. Bifásica:

#### Zd= Z+

Corriente de cortocircuito Simétrica

$$I_{cc} = \frac{c * U}{Z_d} = 1,18528 \text{ KA.}$$

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

## **Selección dispositivo de protección de baja tensión:**

Se debe seleccionar MCB para 220 V. mayores o igual a 5 kA.

### 3.3.1.1 - f. Análisis del nivel tensión requerido.

Acorde con la normativa de construcción de redes de baja tensión y acometidas de la empresa comercializadora de energía, se establece que para cargas alimentadas, el nivel de tensión en baja tensión (BT) requerida se pueden conectar los equipos directamente a la red.

Para determinar el nivel de tensión de conexión de una carga, se utilizaron caracterizaciones de demanda típicas y se efectuaron flujos de carga sucesivos para los niveles de tensión en media tensión (BT) y según las configuraciones típicas de la red, estableciendo la máxima potencia que puede ser atendida por los circuitos de media tensión del operador de red.

Es de anotar que en estos análisis se verifica que las variables eléctricas estén dentro de los límites de capacidad máxima de corriente y regulación de tensión. Para cargas con potencia demandada mayor a la carga máxima a conectar en nivel de tensión de alta tensión (AT) y extra alta tensión (EAT). Al aplicar la metodología descrita se obtienen resultados para varios escenarios de análisis eléctricos considerando longitudes del alimentador, carga demandada, corriente, pérdidas y regulación de tensión.

Acontinuación se relacionan los niveles de tensión y se escoge el que aplica al proyecto:

|                       |                                  |                                                                                                                                                                                   |                                                                       |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                       | <b>Baja Tensión (BT):</b>        | X                                                                                                                                                                                 | Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V. |
|                       | <b>Media tensión (MT):</b>       | X                                                                                                                                                                                 | Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.        |
|                       | <b>Alta tensión (AT):</b>        |                                                                                                                                                                                   | Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV.   |
|                       | <b>Extra alta tensión (EAT):</b> |                                                                                                                                                                                   | Corresponde a tensiones superiores a 230 kV.                          |
| <b>JUSTIFICACION:</b> |                                  | SE REQUEIRE NIVEL DE TENSIÓN (BT), y (MT), YA QUE EL PROYECTO NECESITA TENSION A 240-120V PARA LOS EQUIPOS Y NIVEL II PORQUE NECESITA LA INSTALACION DE UN TRANSFORMADOR A 13,2KV |                                                                       |

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

## 3.3.1.1 g. Cálculos de campos electromagnéticos,

para las zonas donde pueda permanecer público, basado en criterios de la institución internacional ICNIRP, la cual es una comisión perteneciente a la Internacional Radiation Protection Association (IRPA) para la protección de la población y el medio ambiente frente a las radiaciones no-ionizantes y, en particular, proporciona guías y recomendaciones para evitar la exposición a dichas radiaciones, teniendo en cuenta la actividad del individuo, si se trata de una exposición Ocupacional o si es Público en general.

### 1) CALCULO DEL CAMPO ELECTRICO INDUCIDO:

El campo eléctrico es producido por la presencia de cargas eléctricas estáticas o en movimiento en un medio cercano al receptor.

La fórmula para el cálculo de la Intensidad del Campo Eléctrico inducido está dada por:

$$E = 1/(4*\pi*\epsilon)*(Q/r^2)*U \quad [V/m]$$

donde:

$$\epsilon = \epsilon_r * \epsilon_0$$

$\epsilon_0$  Constante de permitividad eléctrica en el vacío =  $8.987552*10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

$\epsilon_r$  Permitividad relativa del medio =  $1.00058986*10^0 \text{ Adm}$

$\epsilon$ : Permitividad Absoluta

U: Tensión de la línea a tierra = 7620 V

Q: Carga eléctrica emisora =  $6.24*10^{15} \text{ Unid. Electronicas}$

r: Distancia del emisor al receptor en cm = 720 cm

Para el caso de la línea de Media Tensión que estamos analizando, tenemos:

$$E = (1/(4*3,1416*1.00058986*10^0*8.987552*10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}))* (6.24*10^{15} \text{ el}/(7.2^2*10^2\text{cm}^2))*7620\text{V} \quad [V/m]$$

$$E = 47548,83 * 10^2 / 6704,75 \quad [V/m]$$

$$E = 709,18 \quad [V/m]$$

Por tanto:  $E = 0,71 \text{ KV/m}$

En este caso se trata de una exposición del público en general hasta 8 horas continuas.

Según el Reglamento del RETIE, en el Artículo 14.4 del Capítulo 2, se especifica que el Campo Eléctrico inducido no debe ser superior a **4,16 KV/m**.

En conclusión **Sí cumple con la norma del Campo Eléctrico inducido, indicado en el Retie.**

### 2) CALCULO DEL CAMPO MAGNETICO INDUCIDO:

El campo magnético es producido por la presencia de cargas magnéticas en movimiento en el medio cercano al receptor.

La fórmula para el cálculo de la Intensidad del Campo Magnético inducido está dada por:

$$B = (\mu/(2 * \pi)) * (I/d) \quad [T]$$

$$\mu = \mu_0 * \mu_r$$

Donde:

|           |                                                                       |                      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| B:        | Densidad de flujo magnética                                           | [T]                  |
| $\mu_0$ : | Permitividad magnética del vacío = $4*\pi*10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ | [TmA <sup>-1</sup> ] |
| $\mu_r$ : | Permitividad magnética del aire                                       | Adim                 |
| $\mu$ :   | Permitividad magnética absoluta                                       | [TmA <sup>-1</sup> ] |
| I:        | Intensidad de la corriente eléctrica de MT= 1,136363 Amp              | [Amp]                |
| d:        | Distancia del emisor al receptor = 7,2 mt                             |                      |

Para fines prácticos hacemos  $\mu_r = \mu_0$ , dado que la permitividad magnética del vacío es muy cercana a la del aire.

Para el caso de la línea de Media Tensión que estamos analizando, tenemos:

$$B = (\mu/(2 * \pi)) * (I/d) = (4*\pi*10^{-7}/(2*3,1416))* (1,136363/7.2) \quad [T]$$

$$B = 3,16 * 10^{-7} \quad [T]$$

$$B = 0,32 \quad [\mu T]$$

Por tanto:  $B = 0,32 \mu T$

En este caso se trata de una exposición del público en general hasta 8 horas continuas.

Según el Reglamento del RETIE, en el Artículo 14.4 del Capítulo 2, se especifica que el Campo Magnético inducido no debe ser superior a 200 microTeslas,

En conclusión **Sí cumple con la norma del Campo Magnético inducido, indicado en el Retie.**

# CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

## 3.3.1.1 - h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

### 1.2.1.4.3. EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

Para nuestro caso tenemos que las cargas son de iluminación de pequeña potencia, motores de arranque directo y tomas de pequeña potencia para alimentar equipos varios.

Estas cargas aportan armónicos en pequeña cantidad a la red y hay que tenerlos en cuenta para el cálculo de la carga total. En la Norma IEEE519-92, se establecen los límites de armónicos que se pueden aportar a un sistema de potencia.

Con esta información y teniendo en cuenta la carga instalada, la corriente de corto circuito de la red y la corriente máxima de la carga, se procede a calcular el porcentaje de aportes de armónicos a la red teniendo en cuenta la tabla 10.3 de la IEEE519-92.

Nivel de tensión: 13,2/127/220V

Icc: 4702kV

Carga Instalada: 75 kVA 3F

Fp: 0.9

In de la carga: 196,82 (línea)

Icc/In (Isc/IL) = 15,04

THD: Distorsión Total de Voltaje: 12 %, según tabla 1. IEEE519-92

TDD: Distorsión Total demandada: (20<50) 12,0 %, según tabla 1. IEEE519-92

**Table 1. IEEE Std 519-1992 Harmonic Voltage Limits**

**Voltage Distortion Limits**

| Bus Voltage at PCC                                                                                                                              | Individual Voltage Distortion (%) | Total Voltage Distortion THD (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Below 69 kV                                                                                                                                     | 3.0                               | 5.0                              |
| 69 kV to 161 kV                                                                                                                                 | 1.5                               | 2.5                              |
| 161 kV and above                                                                                                                                | 1.0                               | 1.5                              |
| NOTE: High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal that will attenuate by the time it is tapped for a user. |                                   |                                  |

Con los datos anteriores, y con la tabla 2, calculamos el porcentaje de aportes de armónicos a la red, el cual sería menor al 10%. Para nuestro caso tomaremos un porcentaje de distorsión por Armónicos de un 8%, el cual aplicaremos en los cálculos de cargas existentes y futuras.

3.3.1.1 - h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

**Table 2. IEEE Std 519-1992 Harmonic Current Limits**  
**Current Distortion Limits for General Distribution Systems**  
**(120 V Through 69000 V)**

| Maximum Harmonic Current Distortion in Percent of $I_L$                                                                |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|------|
| Individual Harmonic Order (Odd Harmonics)                                                                              |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
| $I_{sc}/I_L$                                                                                                           | <11                                                                                                                     | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h$ | TDD  |
| <20*                                                                                                                   | 4.0                                                                                                                     | 2.0              | 1.5              | 0.6              | 0.3         | 5.0  |
| 20<50                                                                                                                  | 7.0                                                                                                                     | 3.5              | 2.5              | 1.0              | 0.5         | 8.0  |
| 50<100                                                                                                                 | 10.0                                                                                                                    | 4.5              | 4.0              | 1.5              | 0.7         | 12.0 |
| 100<1000                                                                                                               | 12.0                                                                                                                    | 5.5              | 5.0              | 2.0              | 1.0         | 15.0 |
| >1000                                                                                                                  | 15.0                                                                                                                    | 7.0              | 6.0              | 2.5              | 1.4         | 20.0 |
| Even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits above.                                                    |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
| Current distortions that result in a dc offset, e.g. half-wave converters, are not allowed.                            |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
| * All power generation equipment is limited to these values of current distortion, regardless of actual $I_{sc}/I_L$ . |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
| Where                                                                                                                  |                                                                                                                         |                  |                  |                  |             |      |
| $I_{sc}$                                                                                                               | = maximum short-circuit current at PCC.                                                                                 |                  |                  |                  |             |      |
| $I_L$                                                                                                                  | = maximum demand load current (fundamental frequency component) at PCC.                                                 |                  |                  |                  |             |      |
| TDD                                                                                                                    | = Total demand distortion (RSS), harmonic current distortion in % of maximum demand load current (15 or 30 min demand). |                  |                  |                  |             |      |
| PCC                                                                                                                    | = Point of common coupling.                                                                                             |                  |                  |                  |             |      |

Los armónicos, aumentan la corriente del sistema por lo cual hay que dimensionar los conductores teniendo en cuenta este factor al igual que el transformador.

Es importante resaltar que aunque se calcule el aporte de los armónicos a la red, esto no solucionan el problema de los mismos, pero si nos ayuda a determinar el dimensionamiento de los conductores y evitar posibles fallas.

3.3.1.1 - i. Sistema de puesta a tierra.

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

La medida de resistividad del suelo se realizó con el método tetraelectródico de wenner recomendado por la norma ANSI/IEEE Std 81" IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface potentials of a Ground System" y dando cumplimiento a lo dispuesto en el RETIE 2024 en el numeral 3.12.4.1. Medición de Resistividad Aparente en su Artículo 3.12.4, y a lo indicado en el documento TS-G-0343-001 de SNC.LAVALIN. El modelo del suelo caracterizado por el método de wenner permite obtener un óptimo diseño para la puesta a tierra de una instalación eléctrica.

Las medidas se realizaron con Termómetro Marca METREL. Estas medidas fueron tomadas en campo.

RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Reporte de análisis de suelo arrojado por CYME GR

Cuadro De Resistividades.

MEDIDAS DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO SUBESTACION MEDIDA LONGITUD NORTE SUR

| LONGITUD MTS                                                 | MEDIDA $\Omega/m$ |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1                                                            | 6,86              |
| 2                                                            | 7,05              |
| 3                                                            | 7,60              |
| RESISITIVIDA PROMEDIO SEGÚN IEEE 80 METODO DE SUELO UNIFORME | 7,17              |

Anexo registro fotográfico



### 3.3.1.1 - i. Sistema de puesta a tierra.

#### DISEÑO DE MALLA DE TIERRA CUARTO ELECTRICO Y APANTALLAMIENTO

##### DATOS DE LA RED DE TIERRA

|                                                                                                                                           |                                                |      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------|--|
| Uso de la red de tierra                                                                                                                   | Subestaciones de media tension de uso interior |      |  |
| Peso de la persona a considerar en la falla (kg)                                                                                          | 70                                             |      |  |
| Resistencia maxima de puesta a tierra $R_{max}$ ( $\Omega$ )                                                                              | 10                                             |      |  |
| Resistividad del Terreno $\rho$ ( $\Omega$ -m)                                                                                            | 7,17                                           |      |  |
| Cte. de falla trif. a tierra en MT $I_o$ (Amp) (valor entregado por afinia)                                                               | 4.702                                          |      |  |
| Cte. de falla trif. a tierra en BT $I$ (Amp) (se escoge del calculo de cortocircuito)                                                     | 1.185                                          |      |  |
| Tiempo de despeje de la falla $t_c$ (s)                                                                                                   | 0,05                                           |      |  |
| Material a utilizar con temp. ambiente de 40°C                                                                                            | Cobre duro con soldadura exotermica            |      |  |
| Existe capa superficial?                                                                                                                  | si                                             |      |  |
| Resistividad de la Capa superficial $\rho_s$ ( $\Omega$ -m)                                                                               | 11                                             |      |  |
| Espesor de la Capa superficial $h_s$ (m)                                                                                                  | 0,20                                           |      |  |
| Geometria de la malla                                                                                                                     | Cuadrada                                       |      |  |
| <div><div>A<br/>n<br/>c<br/>h<br/>o</div><div><div><div>L2</div><div><div></div><div>L1</div></div></div><div>L a r g o</div></div></div> | Largo (m)                                      | 5,00 |  |
|                                                                                                                                           | Ancho (m)                                      | 5,00 |  |
|                                                                                                                                           | L1 (m)                                         | x    |  |
|                                                                                                                                           | L2 (m)                                         | x    |  |
| Profund. de enterramiento de la Malla $h$ (m)                                                                                             | 0,50                                           |      |  |
| Area de la Malla $A_m$ (m <sup>2</sup> )                                                                                                  | 25,00                                          |      |  |
| Perimetro de la Malla $L_p$ (m)                                                                                                           | 20,00                                          |      |  |
| Lado de la cuadrícula de la Malla $D$ (cm)                                                                                                | 2,0                                            |      |  |
| Longitud total del conductor horizontal $L_T$ (m)                                                                                         | 35                                             |      |  |
| Numero de electrodos conectados a la malla $N$                                                                                            | 6                                              |      |  |
| Long. del electrodo de la malla $L_v$ ( m)                                                                                                | 2,40                                           |      |  |
| Long. total de los electrodos de malla $L_{iv}$ (m)                                                                                       | 14,40                                          |      |  |

##### RESULTADO DE CALCULOS

|                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| Area minima del conductor a utilizar $A_c$ (mm <sup>2</sup> ) | 11,28   |
| Calibre del conductor escogido (AWG)                          | 2/0 AWG |
| Diametro del conductor escogido $d$ (m)                       | 0,0093  |
| Tension de contacto tolerable $V_{contacto, Tolerable}$ (V)   | 713     |
| Tension de paso tolerable $V_{paso, tolerable}$ (V)           | 746     |
| Resistencia de puesta a tierra $R_g$ ( $\Omega$ )             | 0,69    |
| Maximo potencial de tierra $GPR$ (V)                          | 5.494   |
| Tension de malla en caso de falla $V_{malla}$ (V)             | 655     |
| Tension de paso en caso de falla $V_{paso}$ (V)               | 721     |

##### ANALISIS DE RESULTADOS

|                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $SI GPR < V_{contacto Tolerable}$    | OK!!! Su diseño ha sido EXITOSO  |
| $V_{malla} < V_{contacto Tolerable}$ | OK!!! La tension de malla cumple |
| $V_{paso} < V_{paso tolerable}$      | OK!!! La tension de paso cumple  |
| $R_g < R_{max}$                      | OK!!! Su diseño ha sido EXITOSO  |

**3311 i. Sistema de puesta a tierra.**

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

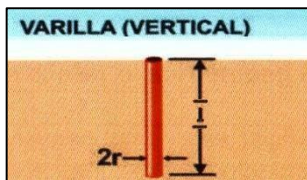
**1.1 PARAMETROS DEL TRANSFORMADOR CT1**

Potencia  KVA BIFASICO  $I_n = 196,8$   
 Tensión  V.  
 Impedancia  % BI  
 Corriente de falla simetrica trifasica  $I_o$   A  
 Resistividad a 3 m   $\Omega \cdot m$

**1.2 SELECCIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA****NORMA LA 400**

*Cuando la resistividad del terreno sea menor a  $63 \Omega \cdot m$  solo se necesita enterrar una varilla como electrodo de puesta a tierra para cumplir con los requisitos de resistencia a tierra; para terrenos con resistividades hasta de  $110 \Omega \cdot m$  se debe colocar dos varillas como electrodos de tierra; para resistividades mayores de  $150 \Omega \cdot m$  se deben aplicar metodos de mejoramiento de resistencia de puesta a tierra hasta lograr valores adecuados en el electrodo de tierra ( $25 \Omega$ )*

Se utiliza como electrodo de puesta a tierra una varilla cobrizada de 5/8" x 2,44 m, con su respectivo conector y como medio de conexión hasta tierra se utiliza alambre de cobre o cobrizado (copperweld) No.4 AWG.

**1.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA ELECTRICA**

$$R = \left( \frac{\rho}{2\pi L} \right) \left( \ln \frac{4L}{r} - 1 \right)$$

Resistividad del terreno  $\rho = 7,6 \Omega \cdot m$   
 Longitud de la varilla  $L = 2,44$  en metros  
 Radio de la varilla  $r = 0,00794$  en metros

| Diametro (in) | Diametro (m) | Radio (m) |
|---------------|--------------|-----------|
| 5 / 8         | 0,01588      | 0,00794   |

Resistencia de puesta a tierra  $3,0 \Omega$  si no cumple cabiar la configuracion

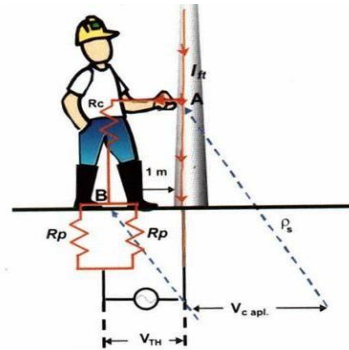
Cumpliendo con la tabla 25 del RETIE

| APLICACIÓN                                                                | VALORES MAXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda | 20 $\Omega$                                       |
| Subestaciones de alta y extra alta tensión.                               | 1 $\Omega$                                        |
| Subestaciones de media tensión.                                           | 10 $\Omega$                                       |
| Protección contra rayos.                                                  | 10 $\Omega$                                       |
| Punto neutro de acometida en baja tensión.                                | 25 $\Omega$                                       |
| Redes para equipos electrónicos o sensibles                               | 10 $\Omega$                                       |

Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

## 1.3 CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO

$$V_{TH} = GPR - \left( \frac{\rho I_g}{2\pi x} \right)$$



Corriente de falla monofásica simétrica en el primario (A)  
 Resistencia de puesta a tierra  
 Resistividad del terreno  
 Distancia al punto de falla

$I_o =$  4702  
 $R =$  3,03  
 $\rho =$  7,6  
 $x =$  1 m

Corriente de falla asimétrica  $I_o \cdot 1,8$   $I_g =$  8463,6  
 Máximo potencial de tierra  $I_g \cdot R$   $GPR =$  14251,5

$V_{TH} =$  4014,1 V

Tensión de contacto  $V_c =$  3968,871248

Tensión de contacto colocando una capa de polietileno encima del electrodo

$V_c = V_{th}/7.5$  529 v

Cumpliendo con los valores establecidos por el RETIE  
 para un tiempo de falla de 150 ms, se nota que está por debajo de 200v

| Tiempo de despeje de la falla | Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general) | Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional) |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mayor a dos segundos          | 50 voltios                                                                                               | 82 voltios                                                                                      |
| Un segundo                    | 55 voltios                                                                                               | 116 voltios                                                                                     |
| 700 milisegundos              | 70 voltios                                                                                               | 138 voltios                                                                                     |
| 500 milisegundos              | 80 voltios                                                                                               | 164 voltios                                                                                     |
| 400 milisegundos              | 130 voltios                                                                                              | 183 voltios                                                                                     |
| 300 milisegundos              | 200 voltios                                                                                              | 211 voltios                                                                                     |
| 200 milisegundos              | 270 voltios                                                                                              | 259 voltios                                                                                     |
| 150 milisegundos              | 300 voltios                                                                                              | 299 voltios                                                                                     |
| 100 milisegundos              | 320 voltios                                                                                              | 366 voltios                                                                                     |
| 50 milisegundos               | 345 voltios                                                                                              | 518 voltios                                                                                     |

Tabla 15.1. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

| 3.3.1.1 - j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19 DE SEPTIEMBRE 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Proyecto:</b> CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA</p> <p><b>Descripción:</b> Se realiza cálculo de dimensionamiento económico y ambiental de la acometida principal, porque es conductor más representativo en toda la carga.</p> <p>El cálculo busca encontrar el conductor para el alimentador a utilizar para una carga trifásica de 50KVA, operando a 127/220 Voltios, factor de potencia 0.90, Tensión de operación 127/220 Voltios, con una longitud de 20 metros, operando a 60 Hz.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><b>Normas de Referencia:</b> El presente cálculo se realizó con base a los procedimientos indicados en la Norma IEC 60287-3-2:1995.</p> <p>[1] Guía Técnica Colombiana GTC 221 - 2011-11-30</p> <p>[2] IEC 60287-3-2:1995</p> <p>[3] Software técnico Procobre - DEAC2011.</p> <p><b>Precio Estimado de la Energía Activa:</b> 342 Col\$/kWh</p> <p><b>Precio Aprox de la Energía Activa:</b> 20 Años.</p> <p><b>Aumento Anual de costos de energía, sin incluir efectos de la inflación:</b> 3%.</p> <p><b>Precio de la variación de la demanda:</b> 0 Col\$ / WAño</p> <p><b>Tasa de capitalización:</b> 6%.</p> <p><b>Vida económica de la instalación:</b> 20 Años.</p> <p><b>Emisiones de CO2 al momento de la generación por unidad de energía eléctrica (kg-CO2/kWh):</b> 0,149</p> <p><b>Emisiones de CO2 al momento de la producción del cobre por Kilo de cobre kg-CO2/kg-Cu):</b> 4,09</p> <p><b>Horas Diarias promedio de Utilización de la Carga:</b> 12 Horas, 22 Dias al mes, durante 12 meses.</p> <p><b>Nota:</b> <i>El constructor de la instalación debe atender este requerimiento de diseño y no podrá disminuir las especificaciones del conductor, el conductor mínimo a utilizar es el calculado por el criterio técnico.</i></p> <p>El procedimiento generalmente, (selección técnica) utilizado para la escoger la sección del conductor de un cable permite determinar la sección mínima admisible, con lo cual se reduce al mínimo el costo de la inversión inicial en el cable. En dicho procedimiento no se tiene en cuenta el costo de las pérdidas que se producen durante la vida de servicio del cable que es lo que busca la selección económica del conductor el cual se presenta a continuación.</p> |

| 3.3.1.1 - j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía. |             |                     |              |              |              |                                |              |            |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Sección Técnica                                                                                                                                      |             |                     |              |              |              | Sección Económica y Ambiental. |              |            |              |
| Circuito                                                                                                                                             | Descripción | Sección Nominal AWG | CT(tec)      | CI(tec)      | CJ(tec)      | Sección Nominal AWG            | CT(eco)      | CI(eco)    | CJ(eco)      |
| GABINETE PRINCIPAL                                                                                                                                   | 350 s8000   | 107                 | \$ 2.801.545 | \$ 1.214.000 | \$ 1.587.545 | THWN3/0                        | \$ 2.072.191 | \$ 70.300  | \$ 2.001.891 |
| GABINETE DE ILUMINACION Y CONTROL DE ENCENDIDO                                                                                                       | 2 s8000     | 34                  | \$ 696.835   | \$ 628.000   | \$ 68.835    | THWN1/0                        | \$ 2.041.591 | \$ 39.700  | \$ 91.165    |
| Total                                                                                                                                                |             |                     | \$ 3.498.380 | \$ 1.842.000 | \$ 1.656.380 |                                | \$ 4.113.782 | \$ 110.000 | \$ 2.093.056 |

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO,

Los cálculos dependen de muchas Variables entre las cuales esta (A) "Precio del conductor por unidad de longitud por mm²", Por este motivo un cálculo puede diferir de otro calculo realizado por otra firma de ingeniería.

| 3.3.1.1 - j. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA. |            |             |       |                            |                          |                              |                                          |                                                             |                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| SECCIÓN TÉCNICA                                                                                                                                      |            |             |       |                            |                          | HUELLA DE CARBONO            |                                          |                                                             |                                                          |
| CIRCUITO                                                                                                                                             | SISTEMA    | TENSIÓN (V) | KVA   | Nº DE CONDUCTORES POR FASE | Imax (Por conductor) (A) | AHORRO DE INVERSIÓN (\$ COP) | TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (AÑOS) | AHORRO DE ENERGÍA (kWh/año) – VALOR APROXIMADO (\$ COP/año) | Z1–Z2 GANANCIA AMBIENTAL (REDUCCIÓN DE CO2) (kg-CO2/año) |
| GABINETE PRINCIPAL                                                                                                                                   | 3Ø (3Ø-4H) | 220         | 52,00 | 2                          | 196,83                   | \$ 729.355                   | 0,0                                      | \$ 2.133                                                    | 38,2                                                     |
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1                                                                                                                            | 3Ø (3Ø-4H) | 220         | 19,00 | 1                          | 50,03                    | \$ 1.284.176                 | 0,0                                      | \$ 3.698                                                    | 38,2                                                     |
| TOTAL GENERAL                                                                                                                                        |            |             | 41,00 |                            |                          | \$ 2.013.531                 | 0,0                                      | \$ 5.831                                                    | 76,4                                                     |
| NOTAS Y SUPUESTOS                                                                                                                                    |            |             |       |                            |                          | FECHA DE ACTUALIZACIÓN       |                                          |                                                             |                                                          |
|                                                                                                                                                      |            |             |       |                            |                          | 3 de junio de 2025           |                                          |                                                             |                                                          |
|                                                                                                                                                      |            |             |       |                            |                          |                              |                                          |                                                             |                                                          |
|                                                                                                                                                      |            |             |       |                            |                          |                              |                                          |                                                             |                                                          |

### 3.3.1.1 - k. Especificación 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 u otra equivalente.

En este proyecto se analizan los conductores del alimentador que viene del transformador a el tablero principal de medidores y de el tablero de medidores a tablero de distribución interna en cada apartamento.

La corriente de corto circuito calculada por baja tensión fue de 3,19 kA

#### 1.2.2.3.1. Acometida 2xNo. 350 FASES + 1x No. 350 NEUTRO ALUMINIO SERIE 8000 THHN)

| Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito |        |        | Formula Aplicada                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calibre del Cable:                            | 4/0    | ▼      | $I_{cc} = A \sqrt{\frac{0,0297 \log \left[ \frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]}{t}}$                                                                                                                            |
| Área:                                         | 211600 | CMIL   |                                                                                                                                                                                                                 |
| Frecuencia:                                   | 60     | Hz     | Donde:                                                                                                                                                                                                          |
| Duración del Corto C:                         | 5      | Ciclos | $I_{cc}$ : Corriente de Corto Circuito<br>$A$ : Área del Conductor en MCM<br>$t$ : Tiempo de Corto Circuito en seg.<br>$T_1$ : Temperatura de operación del cable<br>$T_2$ : Temperatura Max. De Corto Circuito |
|                                               | 0,08   | Seg    |                                                                                                                                                                                                                 |
| Temp. De Operación:                           | 90     | °C     |                                                                                                                                                                                                                 |
| Temp. Max Corto C:                            | 250    | °C     |                                                                                                                                                                                                                 |
| Corriente de CC:                              | 52,74  | kA     | Fuente: <a href="#">Okonite</a>                                                                                                                                                                                 |

**3.3.1.1 - k. Especificación 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 u otra equivalente.**

**1.2.2.3.2. Alimentador 2xNo. 2 FASES+1xNo 2 NEUTRO + 1xNo. 8 TIERRA ALUMINIO  
SERIE 8000 THHN**

| Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito |           |               | Formula Aplicada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calibre del Cable:                            | 2         | ▼             | $I_{cc} = A \sqrt{\frac{0,0297 \log \left[ \frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]}{t}}$ <p>Donde:</p> <p><math>I_{cc}</math>: Corriente de Corto Circuito<br/> <math>A</math>: Área del Conductor en MCM<br/> <math>t</math>: Tiempo de Corto Circuito en seg.<br/> <math>T_1</math>: Temperatura de operación del cable<br/> <math>T_2</math>: Temperatura Max. De Corto Circuito</p> <p>Fuente: <a href="#">Okonite</a></p> |
| Área:                                         | 66360     | CMIL          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Frecuencia:                                   | 60        | Hz            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Duración del Corto C:                         | 5<br>0,08 | Ciclos<br>Seg |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Temp. De Operación:                           | 90        | °C            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Temp. Max Corto C:                            | 250       | °C            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Corriente de CC:                              |           |               | 16,54 kA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### 3.3.1.1 - I. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y entrales de generación.

#### DATOS DE ENTRADA:

##### Cargas permanentes:

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Carga de diseño para Poste de 1050 kgf =                              | 1030 daN  |
| Carga de Trabajo para Poste de 1050 kgf (40% de la carga de diseño) = | 412 kgf   |
| Peso de las Crucetas. =                                               | 41,18 daN |
| Peso de los Aisladores suspensión Polimerico 15 KV. =                 | 4,12 daN  |
| Peso de Transformador (75 KVA) =                                      | 476 daN   |
| Peso del vano anterior = Fv, por cable =                              | 30,6 daN  |
| Peso del vano posterior =                                             | 33,3 daN  |
| Esfuerzo por Retenida =                                               | 0 daN     |

|                                                    |                      |
|----------------------------------------------------|----------------------|
| Superficie frontal/lateral (transformador 50KVA) = | 0,312 m <sup>2</sup> |
| Fag: Esfuerzo de Agotamiento Apoyo de 1050 Kg. =   | 3793 daN             |
| Fi: Fuerzas Longitudinales =                       | 895 daN              |

Fs: Factor de Seguridad > 3

#### 1 - ESFUERZOS VERTICALES:

Esfuerzos Verticales Fv:

- \* Peso de Crucetas.
- \* Peso de los Aisladores
- \* Peso de Transformador
- \* Peso del vano anterior - Gravivano anterior
- \* Peso del vano posterior - Gravivano posterior
- \* Esfuerzos por Retenida

$$F_{vequi} = \sum_{i=1}^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

$$\Sigma F_v = 41,18 + 4,12 + 147 + 34,69 + 564,08 = 5 \quad 4,94 \text{ daN}$$

$$FS = F_{ag} / \Sigma F_v$$

$$FS = 3.792,51 / 584,94$$

$$FS = 6,48$$

### 3.3.1.1 - I. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

#### 2 - ESFUERZO TRANSVERSALES Ft:

##### Apoyo sin Transformador:

$$F_{t1} \text{ (daN)} = P_v * a / 2 = 2 \times 76 / 2 * 0,478 = 36,33$$

##### Apoyo con Transformador:

$$F_{t2} = P_v * h_t * S / h_{eq} = 47,24 * 0,312 * 8,14 / 9,9 = 12,12 \quad \text{daN}$$

$P_v$ : Presión del viento para 100km/h = 47,24 daN/m<sup>2</sup>

$h_t$ : Altura del centro de gravedad del transformador respecto al terreno = 8,14m. Tabla 28. Proyecto tipo de Transformador Tipo Poste sin Neutro V4

$S$ : Superficie del transformador sobre el cual actúa el viento = 0,31 m<sup>2</sup>

$h_{eq}$  = Altura sobre el terreno del punto de aplicación del esfuerzo equivalente = 9,9 m.

Total Esfuerzos Transversales Ft:

$$F_t = F_{t1} + F_{t2} = 48,45 \quad \text{daN}$$

$$FS = 735 / 48,45 = 21,26$$

#### 3 - ESFUERZO SOBRE EL COLLARIN

Carga a soportar collarin 6000kg-f = 5580 daN

Esfuerzo vertical del transformador = 584,94 daN

$$FS = 5580 / 584,94 = 9,54$$

### 3.3.1.1 - 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.

#### 1.0 Datos del transformador

protocolo o NTC 819

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Potencia           | 50 KVA  |
| Tension primario   | 13200 V |
| Tension secundario | 220 V   |
| Impedancia $U_z$   | 6 %     |

Instalado en poste

#### 2.0 Calculo de corriente en MT

|                                |                           |      |
|--------------------------------|---------------------------|------|
| Corriente nominal del primario | S/V                       | 3,28 |
| Icc Primario                   | $I_n(\text{prim})/Z_{cc}$ | 4702 |

#### 3.0 Calculo de corriente en BT

|                                     |                          |       |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| Corriente nominal del secundario    | S/V                      | 196,8 |
| Icc Secundario                      | $I_n(\text{sec})/Z_{cc}$ | 3280  |
| Icc Secundario referida al primario |                          | 54,7  |

#### 4.0 Curvas de coordinacion

Para el transformador de 50 KVA, se selecciona:

Fusible 3A tipo D (VS)

Se utiliza en BT un totalizador de 2x225 A

Se presenta la curva característica del fusible MT y la del totalizador BT

#### 4.1 CURVA PROTECCION BT

CURVA 1

| Icc  | Factor | Corriente | Tiempo (s) |       |
|------|--------|-----------|------------|-------|
| 3280 | 0,6    | 5877,5    | 0,008      | → Icc |

Ireferencia 5877,5 A Corriente de arranque

#### 4.2 CURVA FUSIBLE MT

CURVA 2

| Corriente (A) | Icc * 1,25 | Tiempo (s) |       |
|---------------|------------|------------|-------|
| 4702,0        | 5877,50    | 0,135      | → Icc |

#### Conclusiones

Se garantiza la adecuada coordinación de protecciones el margen de tiempo entre la proteccion de BT y MT es de

127 ms

PAGINA 59

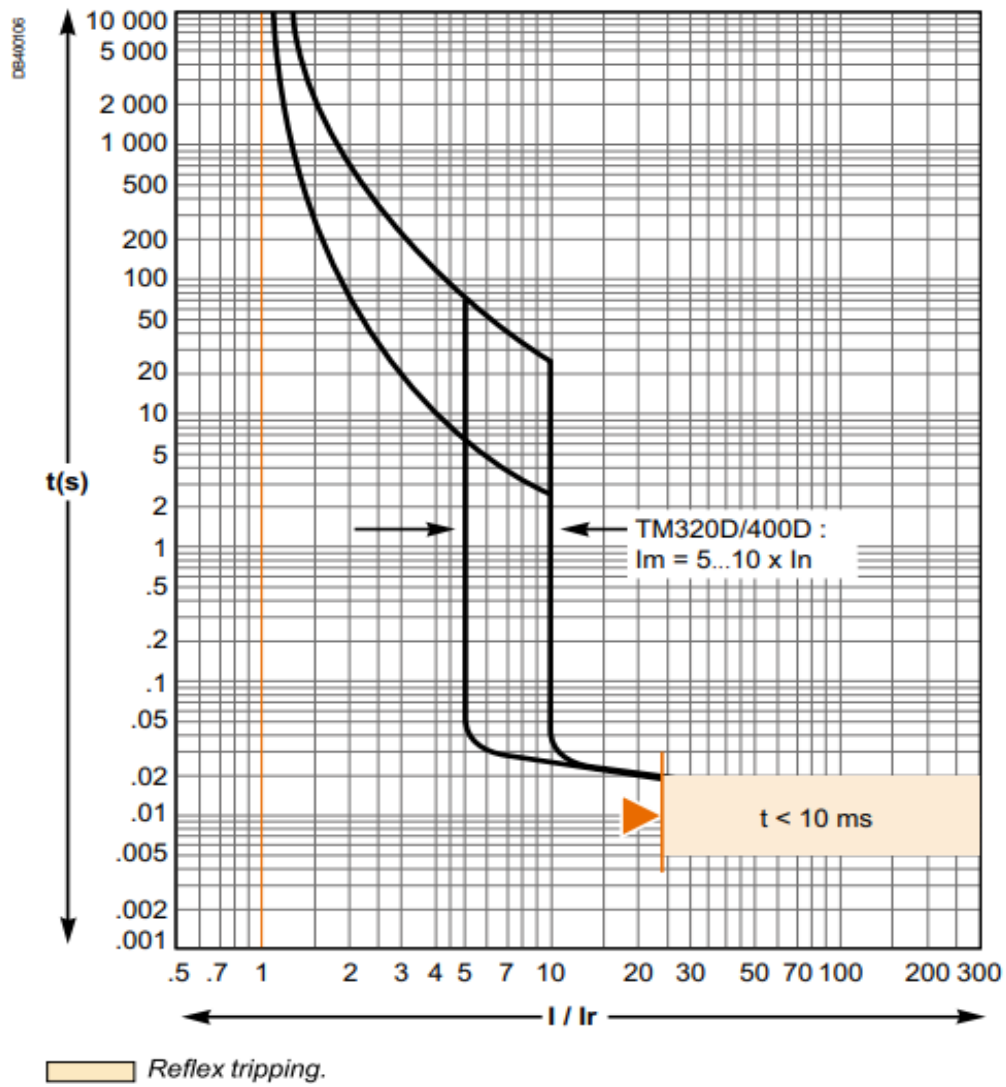
DISEÑO:  
ING.

MP: BL205-93030

VERSION 0.1

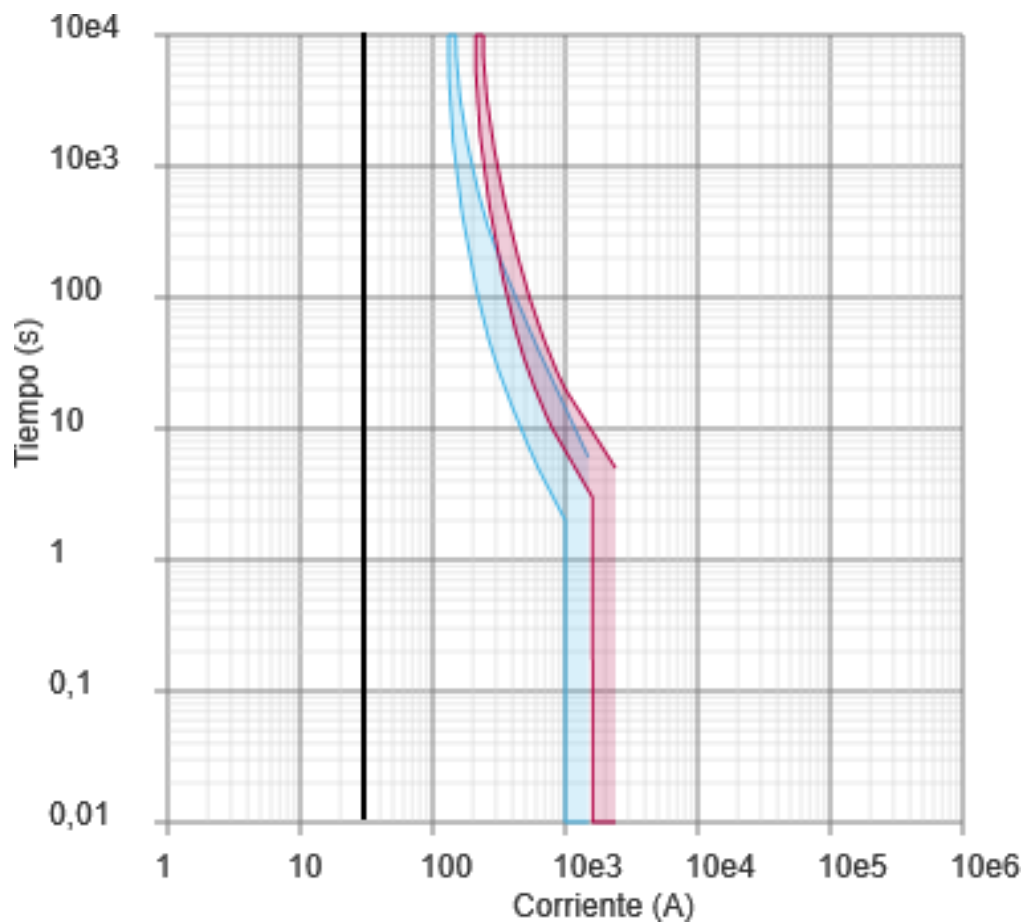
19/09/2025

Curva de Disparo breaker Interruptor Automático ComPact NS200N manual 200 A 2P2D



## 2) COMPORTAMIENTO TERMOMAGNÉTICO DE LAS REFERENCIAS DE INTERRUPTORES MARCA SCHNEIDER

Los Interruptores que se muestran a continuación cumplen los niveles de  $I_{cu}$  e  $I_{cs}$  calculados, y se han escogido como referencia para la coordinación de protecciones exigida por el RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m. A continuación se muestran los ramales más representativos del proyecto; superponiendo las curvas termomagnéticas de todos los Interruptores presentes en dichos ramales.



## **SELECCIÓN DE LA MARCA DE INTERRUPTORES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

Como se evidenció en los numerales anteriores; la marca que se seleccionó como referencia desde el diseño para la coordinación de protecciones es schneider ; sin embargo en caso de que se utilice otra marca diferente; esta debe presentar características técnicas iguales o superiores y tener un precio en el mercado igual o inferior dicha marca seleccionada para estos cálculos.

Además debe contar con software de coordinación de protecciones para la adecuada selección de referencias y sus respectivas curvas termomagnéticas; con el fin evidenciar de forma gráfica la asertiva selectividad entre las protecciones de los diferentes ramales del sistema; ya que las curvas y especificaciones técnicas varían entre los diferentes fabricantes.

### 3.3.1.1 - n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

#### 1.2.1.6.1. Acometida 2X(3xNo. 4/0 FASES + 1x No. 4/0 NEUTRO ALUMINIO SERIE 8000 THHN)

| Ocupacion de ductos                              |         |             |          |                 |                                        |                                |
|--------------------------------------------------|---------|-------------|----------|-----------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| Cable Aislado                                    |         |             |          |                 |                                        |                                |
| Nº                                               | Calibre | Aislante    | Cantidad | Diametro*<br>mm | Area por cable<br>mm2                  | Total Grupo<br>mm2             |
| 1                                                | 4/0 ▼   | THW 600 V ▼ | 4        | 17,46           | 239,43                                 | 957,72                         |
| 2                                                | 1/0 ▼   | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                        |                                |
| 3                                                | 6 ▼     | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                        |                                |
| 4                                                | 10 ▼    | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                        |                                |
| 5                                                | 10 ▼    | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                        |                                |
|                                                  |         |             |          |                 | <b>Area Total</b>                      | <b>957,72 mm2</b>              |
| Tipo de Ducto:<br>Tubo Metalico Intermedio IMC ▼ |         |             |          |                 |                                        |                                |
| Diametro:<br>4 ▼ Pulgadas                        |         |             |          |                 |                                        |                                |
| <b>Diámetro mínimo recomendado</b><br>5 "        |         |             |          |                 | <b>Diametro**</b><br><b>Area Total</b> | 105,8 mm<br><b>8791,46 mm2</b> |
| <b>Max. Ocupacion</b>                            |         |             |          | <b>40,00%</b>   | <b>Ocupación</b>                       | <b>10,89%</b>                  |

### 3.3.1.1 - n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

#### 1.2.1.6.2. Alimentador 3xNo. 2 FASES+1xNo 2 NEUTRO + 1xNo. 8 TIERRA ALUMINIO SERIE 8000 THHN

| Ocupacion de ductos                                             |         |             |          |                 |                                     |                                         |
|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------|----------|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Cable Aislado                                                   |         |             |          |                 |                                     |                                         |
| Nº                                                              | Calibre | Aislante    | Cantidad | Diametro*<br>mm | Area por cable<br>mm2               | Total Grupo<br>mm2                      |
| 1                                                               | 2 ▼     | THW 600 V ▼ | 4        | 10,46           | 85,93                               | 343,73                                  |
| 2                                                               | 8 ▼     | THW 600 V ▼ | 1        | 5,99            | 28,18                               | 28,18                                   |
| 3                                                               | 6 ▼     | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                     |                                         |
| 4                                                               | 10 ▼    | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                     |                                         |
| 5                                                               | 10 ▼    | THW 600 V ▼ | 0        |                 |                                     |                                         |
|                                                                 |         |             |          |                 | <b>Area Total</b>                   | <b>371,91 mm2</b>                       |
| Tipo de Ducto:<br>Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD ▼ |         |             |          |                 |                                     |                                         |
| Diametro:<br>1 1/2 ▼ Pulgadas                                   |         |             |          |                 |                                     |                                         |
| <b>Diámetro mínimo recomendado</b><br><b>1 1/4 "</b>            |         |             |          |                 | <b>Diametro**</b><br><b>40,4 mm</b> | <b>Area Total</b><br><b>1281,90 mm2</b> |
| <b>Max. Ocupacion</b>                                           |         |             |          | <b>40,00%</b>   | <b>Ocupación</b>                    | <b>29,01%</b>                           |



**3.3.1.1 - o. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.**

Para se tienen en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia. El cálculo de pérdidas de energía se justifica en el cálculo de conductores económicos bajo la norma IEC IEC 60287-3-2:1995 (Ver literal j).

La corriente de corto circuito calculada por baja tensión fue de 1,18 kA

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

3.3.1.1 - p. Cálculos de regulación de tensión.

| 1.2.1.3.2 CALCULO DE REGULACION EN BAJA TENSION GABINETE PRINCIPAL |        |              |             |               |          |               |               |                 |                |                  |                              |                   | Temp. Conductor 75°C            |                           | Correc. temp. 36-40 |              |               |              |                |                  |                   |                   |
|--------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-------------|---------------|----------|---------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Tramo                                                              | Ident. | No. de Fases | Voltaje (V) | Potencia (kW) | F.P CosØ | Fact. de Div. | Long. cto mts | Calib. Fase AWG | No. Cond. Fase | C/te Nom. C. (A) | C/te Factor seguridad (1,25) | Corrte. Cond. (A) | Corr. por temp. 36-40°C A 75° % | C/te Factor temp. 75° (A) | Tipo conductor      | Tipo Conduit | % Reg. Pacial | % Reg. Total | Prot. Cal. (A) | Canal Tubo pulg. | Calib. Neutro AWG | Calib. Tierra AWG |
| GABINETE PRINCIPAL                                                 | GP     | 2            | 220         | 39            | 0,9      | 1             | 20,00         | 4/0 awg         | 2              | 196,83           | 246,04                       | 360               | 88%                             | 316,8                     | AL                  | PVC          | 0,55          | 0,55         | 3x200          | 2x3"             | 2x4/0 awg         | 6                 |
| GABINETE DE ILUMINACION Y CONTROL DE ENCENDIDO                     | GI     | 2            | 220         | 20            | 0,9      | 1             | 4,00          | 2 awg           | 1              | 51,32            | 64,15                        | 90                | 88%                             | 79,2                      | AL                  | PVC          | 0,16          | 0,71         | 3x50           | 1x1½"            | 1x2 awg           | 10                |
| TABLERO DE DISTRIBUCION 1                                          | TD 1   | 1            | 220         | 3,88          | 0,9      | 1             | 43,00         | 6 awg           | 1              | 11,33            | 14,16                        | 50                | 88%                             | 44                        | AL                  | PVC          | 0,95          | 1,49         | 3x20           | 1x1¼"            | 1x6 awg           | 8                 |

CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA RECREATIVA DE FÚTBOL 11, PRIMERA ETAPA, EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

3.3.1.1 - p. Cálculos de regulación de tensión.

| 1.2.1.3.2 CALCULO DE REGULACION EN BAJA TENSION GABINETE DE ILUMINACION |        |              |             |               |          |               |               |                 |                |                  |                              |                   |                                 | Temp. Conductor 75°C      |                | Correc. temp. 36-40 |               |              |                |                  |                   |                   |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-------------|---------------|----------|---------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|---------------------|---------------|--------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|--|
| Tramo                                                                   | Ident. | No. de Fases | Voltaje (V) | Potencia (kW) | F.P CosØ | Fact. de Div. | Long. cto mts | Calib. Fase AWG | No. Cond. Fase | C/te Nom. C. (A) | C/te Factor seguridad (1,25) | Corrte. Cond. (A) | Corr. por temp. 36-40°C A 75° % | C/te Factor temp. 75° (A) | Tipo conductor | Tipo Conduit        | % Reg. Pacial | % Reg. Total | Prot. Cal. (A) | Canal Tubo pulg. | Calib. Neutro AWG | Calib. Tierra AWG |  |
| MASTIL 1                                                                | MST 1  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 53,00         | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 65                | 88%                             | 57,2                      | AL             | PVC                 | 0,84          | 1,55         | 3x30           | 1x1½"            | 1x4 awg           | 8                 |  |
| MASTIL 2                                                                | MST 2  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 85,00         | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 65                | 88%                             | 57,2                      | AL             | PVC                 | 1,35          | 2,06         | 3x20           | 1x1½"            | 1x4 awg           | 8                 |  |
| MASTIL 3                                                                | MST 3  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 203,00        | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 90                | 88%                             | 79,2                      | AL             | PVC                 | 2,07          | 2,78         | 3x20           | 1x1½"            | 1x2 awg           | 8                 |  |
| MASTIL 4                                                                | MST 4  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 170,00        | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 90                | 88%                             | 79,2                      | AL             | PVC                 | 1,73          | 2,45         | 3x20           | 1x1½"            | 1x2 awg           | 8                 |  |
| MASTIL 5                                                                | MST 5  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 203,00        | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 90                | 88%                             | 79,2                      | AL             | PVC                 | 2,07          | 2,78         | 3x20           | 1x1½"            | 1x2 awg           | 8                 |  |
| MASTIL 6                                                                | MST 6  | 3            | 220         | 4,40          | 0,9      | 1             | 170,00        | 2 awg           | 1              | 12,83            | 16,04                        | 90                | 88%                             | 79,2                      | AL             | PVC                 | 1,73          | 2,45         | 3x20           | 1x1½"            | 1x2 awg           | 8                 |  |

Tabla 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30 °C

| Para temperaturas ambientes distintas a 30 °C, multiplique las capacidades de corriente permisibles especificadas en las tablas de capacidad de corriente ( <i>ampacity</i> ) por el factor de corrección apropiado mostrado a continuación. |                                   |       |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| Temperatura ambiente (°C)                                                                                                                                                                                                                    | Temperatura nominal del conductor |       |       |
|                                                                                                                                                                                                                                              | 60 °C                             | 75 °C | 90 °C |
| 10 o menos                                                                                                                                                                                                                                   | 1,29                              | 1,20  | 1,15  |
| 11-15                                                                                                                                                                                                                                        | 1,22                              | 1,15  | 1,12  |
| 16-20                                                                                                                                                                                                                                        | 1,15                              | 1,11  | 1,08  |
| 21-25                                                                                                                                                                                                                                        | 1,08                              | 1,05  | 1,04  |
| 26-30                                                                                                                                                                                                                                        | 1,00                              | 1,00  | 1,00  |
| 31-35                                                                                                                                                                                                                                        | 0,91                              | 0,94  | 0,96  |
| 36-40                                                                                                                                                                                                                                        | 0,82                              | 0,88  | 0,91  |
| 41-45                                                                                                                                                                                                                                        | 0,71                              | 0,82  | 0,87  |
| 46-50                                                                                                                                                                                                                                        | 0,58                              | 0,75  | 0,82  |
| 51-55                                                                                                                                                                                                                                        | 0,41                              | 0,67  | 0,76  |
| 56-60                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | 0,58  | 0,71  |
| 61-65                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | 0,47  | 0,65  |
| 66-70                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | 0,33  | 0,58  |
| 71-75                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | —     | 0,50  |
| 76-80                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | —     | 0,41  |
| 81-85                                                                                                                                                                                                                                        | —                                 | —     | 0,29  |

**3.3.1.1 - q. Áreas clasificadas como peligrosas.**

La clasificación de áreas es un metodo de analisis que se palica al medio ambiente donde pueden existir gases, nieblas o vapores inflamables, fibras o polvos, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación o uso de materiales y equipos electricos. En instalaciones donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmosfera explosiva se deberan utilizar equpos electricos con una muy baja probabilidad de crear una fuente de ignición. En consecuencia, la clasificación de las areas según su clase es:

|                |                                                                                                                           |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |  |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|
|                | NO APLICA                                                                                                                 | X           | No esta expluesta a ningún tipo de gases que puedan causar alguna explosión.                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |  |
| Según la IEC   | ZONA 0:                                                                                                                   |             | Abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera permanente o por períodos prolongados.                                                                                                                                                                                |                                                      |  |
|                | ZONA 1:                                                                                                                   |             | Abarca áreas, en las cuales se puede esperar que exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera ocasional o poco frecuente.                                                                                                                                                                      |                                                      |  |
|                | ZONA 2:                                                                                                                   |             | Abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera muy poco frecuente de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o y si ella se genera, existirá por períodos breves únicamente. |                                                      |  |
| Según la NFPA  | CLASE I:                                                                                                                  |             | Gases, vapores y líquidos inflamables. (A Acetileno, B Hidrogeno, C Etileno y D Propano.)                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |  |
|                | CLASE II:                                                                                                                 |             | Polvos combustibles. (E Metales, F Carbón y G granos orgánicos.)                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |  |
|                | CLASE III:                                                                                                                |             | Fibras y partículas combustibles. (no hay clasificación por grupos.)                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |  |
|                | La Divisiones hace referencia a la frecuencia que en un sitio puede estar presente en el aire gases o vapores inflamables | División 1: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Condiciones normales de Operación o de Mantenimiento |  |
|                |                                                                                                                           | División 2: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Operación anormal, o lugar adyacente a División 1.   |  |
| JUSTIFICACION: |                                                                                                                           |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |  |

**1.2.3.10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES DE MT Y TABLEROS DE BT**

Se debe cumplir con las siguientes tablas, según el nivel de tensión del diseño.

Artículo 3.10.1. . Distancias en media tensión.

**Tabla 3.10.1. a.** Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES                                                                                                                                                                                                                   |                                  |               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|--|
| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |  |
| Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 3.10.1. a.) | 44/34,5/33                       | 3,8           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13,8/13,2/11,4/7,6               | 3,8           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1                               | 0,45          |  |
| Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 3.10.1. a.)                                                                                                       | 66/57,5                          | 2,5           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 44/34,5/33                       | 2,3           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13,8/13,2/11,4/7,6               | 2,3           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1                               | 1,7           |  |
| Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 3.10.1. a.)                                                                                                  | 44/34,5/33                       | 4,1           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13,8/13,2/11,4/7,6               | 4,1           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1                               | 3,5           |  |
| Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.                                                                                                  | 115/110                          | 6,1           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 66/57,5                          | 5,8           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 44/34,5/33                       | 5,6           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13,8/13,2/11,4/7,6               | 5,6           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1                               | 5             |  |

**Figura 3.10.1. a.** Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

**Tabla 3.10.3.a.** Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

|                                                       |                    | DISTANCIAS EN METROS |                    |            |      |     |         |         |     |     |  |
|-------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------|------|-----|---------|---------|-----|-----|--|
| Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior | 500                | 4,8                  | 4,2                | 4,2        | 4,2  | 4,3 | 4,3     | 4,6     | 5,3 | 7,1 |  |
|                                                       | 230/220            | 3,0                  | 2,4                | 2,4        | 2,4  | 2,5 | 2,6     | 2,9     | 3,6 |     |  |
|                                                       | 115/110            | 2,3                  | 1,7                | 1,7        | 1,7  | 1,8 | 1,9     | 2,2     |     |     |  |
|                                                       | 66                 | 2,0                  | 1,4                | 1,4        | 1,4  | 1,5 | 1,5     |         |     |     |  |
|                                                       | 57,5               | 1,9                  | 1,3                | 1,3        | 1,3  | 1,4 |         |         |     |     |  |
|                                                       | 44/34,5/33         | 1,8                  | 1,2                | 1,2        | 1,3  |     |         |         |     |     |  |
|                                                       | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 1,8                  | 1,2                | 0,6        |      |     |         |         |     |     |  |
|                                                       | <1                 | 1,2                  | 0,6                |            |      |     |         |         |     |     |  |
| Comunicaciones                                        |                    | 0,6                  |                    |            |      |     |         |         |     |     |  |
| Comunicación                                          |                    | <1                   | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 44/34,5/33 | 57,5 | 66  | 115/110 | 230/220 | 500 |     |  |
| Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior |                    |                      |                    |            |      |     |         |         |     |     |  |

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

**1.2.3.10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES DE MT Y TABLEROS DE BT**

**Tabla 3.10.4. a. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo**

| CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS                                                                          | DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Conductores de comunicación expuestos.                                                                                                  | 15 <sup>(1)</sup><br>7,5 <sup>(2)</sup>                                      |
| Alimentadores de vías férreas<br>0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre).<br>0 a 750 V (calibre menor de 4/0 AWG).<br>Entre 750 V y 8,7 kV. | 15<br>30<br>30                                                               |
| Conductores de suministro del mismo circuito.<br>0 a 8,7 kV.<br>Entre 8,7 y 50 kV.<br>Más de 50 kV.                                     | 30<br>30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV<br>Debe atender normas internacionales |
| Conductores de suministro de diferente circuito <sup>(3)</sup><br>0 a 8,7 kV<br>Entre 8,7 y 50 kV<br>Entre 50 kV y 814 kV               | 30<br>30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV<br>71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV    |

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

**Tabla 3.10.4. b. Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura**

|                            |                                                                                                                    | CONDUCTORES A MAYOR ALTURA                                |                                                    |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                            |                                                                                                                    | CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV) |                                                    |
|                            |                                                                                                                    | HASTA 1 kV                                                | ENTRE 7,6 Y 66 kV                                  |
| CONDUCTORES A MENOR ALTURA | Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicaciones. | 0,4                                                       | 0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.                |
|                            | Conductores de suministro eléctrico a la intemperie                                                                | Hasta 1 kV                                                | 0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV                 |
|                            |                                                                                                                    | Entre 1 kV y 7,6 kV                                       | No permitido<br>0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV |
|                            |                                                                                                                    | Entre 11,4 kV y 34,5 kV                                   | No permitido<br>0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV |
|                            |                                                                                                                    | Entre 44 kV y 66 kV                                       | No permitido<br>0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV |

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

**1.2.3.10.2. Distancias en Baja tensión.**

En este proyecto las distancias de seguridad básicamente se refieren a la los espacios de trabajo para el tablero de distribución del apartamento y en este caso sería dejar espacio libre al frente del tablero de distribución evitar que instalen equipos o se pongan elementos como muebles al frente del tablero y bloqueen el acceso a este.

El espacio de trabajo está definido en el artículo 110-16 de la NTC 2050

110-16. Espacio alrededor de los equipos eléctricos (para 600 V nominales o menos). Alrededor de Todos los equipos eléctricos deben existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

a) Espacio de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en este código, la medida del espacio De trabajo para equipos que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que pueden requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras están energizados, debe cumplir con:

1) Profundidad del espacio de trabajo: la profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-16.a). Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente de el encerramiento o abertura, si están encerrados.

**1.2.3.10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES DE MT Y TABLEROS DE BT**

**Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo**

| Tensión nominal a tierra | Distancia mínima en (m)<br>según la condición |             |             |
|--------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|
|                          | Condición 1                                   | Condición 2 | Condición 3 |
| 0-150                    | 0,9                                           | 0,9         | 0,9         |
| 151-600                  | 0,9                                           | 1,1         | 1,2         |

1 Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideraran partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V

2 Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra en el otro. Las paredes de hormigón, ladrillo o baldosa se deben considerar como puestas a tierra.

3 Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.