

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**SISTEMAS ELÉCTRICOS**

**4ta. Práctica (Pa)  
(2do. Semestre 2023)**

**Indicaciones generales:**

- La evaluación se realizará en dos partes:  
1ra. parte 30 minutos sin libros copias, ni apuntes, en formato entregado aparte.  
2da. parte 1 h 20 m. en cuadernillo solo con las hojas de datos que se le entregaran.
- El trabajo debe ser desarrollado en forma clara y concisa.

**PRIMERA PARTE: (8 puntos)**

Seleccione solamente dos (02) de las preguntas presentadas a continuación. No se corregirán preguntas en exceso y toda expresión matemática o gráfica debe ser explicada. La claridad, presentación gramatical de su respuesta será considerada en la calificación.

**Pregunta No.1: (4 puntos)**

Sobre los sistemas de puesta a tierra sus componentes. Conteste solamente 2 preguntas:

- a. Explique las diferentes partes de la red de tierra de protección del “sistema eléctrico”, indicando ventajas y desventajas. (2 puntos)
- b. Indique las técnicas dos técnicas de conexión entre los componentes del SPCR, indicando sus ventajas y desventajas, (2 puntos)

**Pregunta No.2: (4 puntos)**

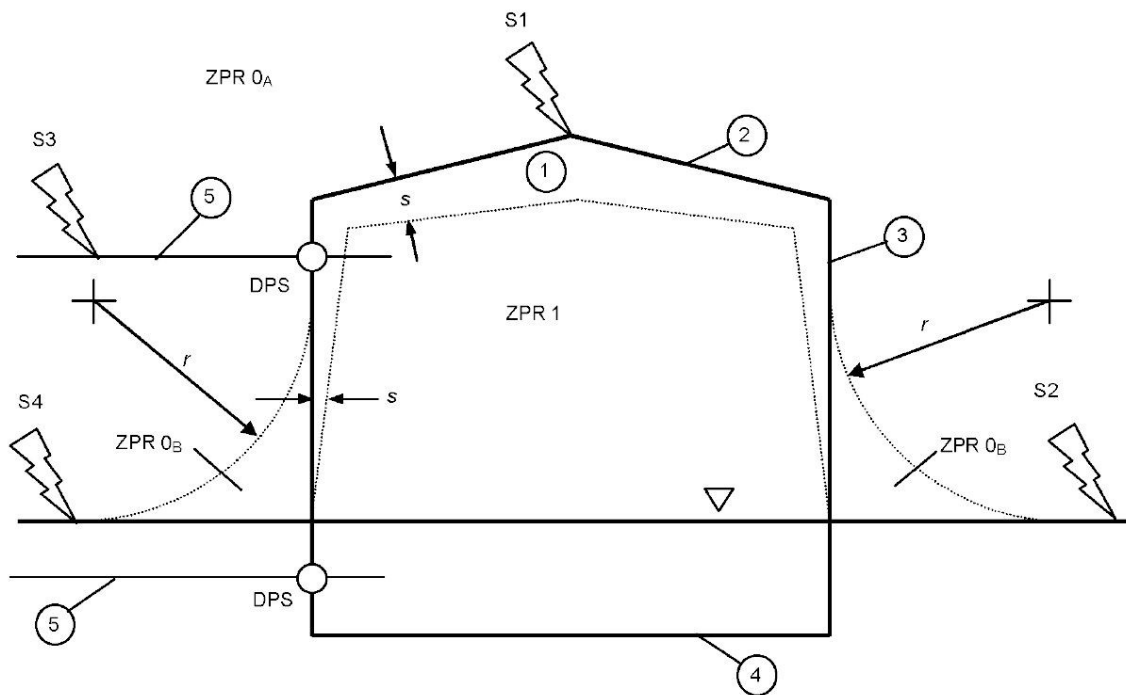
Sobre el sistema de puesta a tierra y equipotencialización de un sistema de telecomunicaciones.

- a. Explique el sistema de barras de puesta a tierra que se utiliza, sus características y como están conectadas y distribuidas. (2 puntos)
- b. Explique que es el TBB y el GE cuales son sus funciones en el sistema de puesta a tierra de las telecomunicaciones; así como se dimensionan y se conectan. (2 puntos)

**Pregunta No.3: (4 puntos)**

Sobre el sistema de protección contra el rayo

- a. Explique las zonas de protección que se presentan en un sistema de protección contra el rayo indicando su relación con las características del impacto de un rayo en ellas. Use como referencia la figura adjunta. (2 puntos)
- b. Explique detalladamente el procedimiento para diseñar el sistema de protección contra el rayo de una instalación. Indicando algunos ejemplos o detalles característicos. (2 puntos)



## SEGUNDA PARTE: (12 puntos)

### Pregunta No.4: (12 puntos)

El sistema eléctrico de un nuevo establecimiento dedicado a la capacitación agropecuaria en los alrededores de Pucallpa en la región Ucayali donde existen temperaturas promedio cercanas a los 35 °C, existen altos índices de humedad relativa, lluvias y descargas atmosféricas durante el año. Este establecimiento tiene las facilidades aulas, laboratorio y oficinas administrativas.

Así mismo se ha considerado que el sistema eléctrico sea autónomo alimentado mediante un grupo electrógeno y listo para su futura conexión a red. El esquema general de la edificación es mostrado en las figuras adjuntas.

En el techo se instalará en el futuro una torre de comunicación de 5 m de altura pegada al tragaluz superior cuya posición deberá decidir ya que puede estar montada en el lado más cercano al borde de la edificación adyacente a la zona de un piso a la derecha de la Figura No. 1 o caso contrario en el lado opuesto a la izquierda de la figura No.1

La resistividad del terreno es 600 Ohm-m, solamente se dispone del area libre en los alrededores de del edificio, el terreno alrededor del edificio es una mezcla de pedreguelo con arcilla roja típica de la zona y se pide que evalúe las características de la puesta a tierra de la instalación indicando los materiales que utilizara.

Los precios referenciales de los materiales de utilizados en los sistemas de puesta a tierra y de protección contra las descargas atmosféricas son los siguientes:

- Varillas de Cu de Ø19 mm (3/4") x 2.40 m para puesta a tierra es S/. 200.00 c/u.
- Varillas de Cu de Ø16 mm (5/8") x 1.50 m para captador aéreo es S/. 140.00 c/u.
- Conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> es S/. 11.50 por metro de alambre utilizado en puesta a tierra y en conductores de bajada
- Dosis de soldadura cadwell S/. 50.00 por punto
- Conector de la puesta a tierra a la línea principal de tierra S/. 25.00.
- Soportes para captadores aéreos juego completo S/. 300.00
- Soportes para conductores de bajada y varillas de enlace equipotencial S/. 45.00

- Accesorio de conexión de conexión para enlace equipotencia S/.45.00
- Dosis de soldadura cadwell para uniones soldadas de mallla de tierra, sean alambre con alambre o alambre con varilla S/.75.00

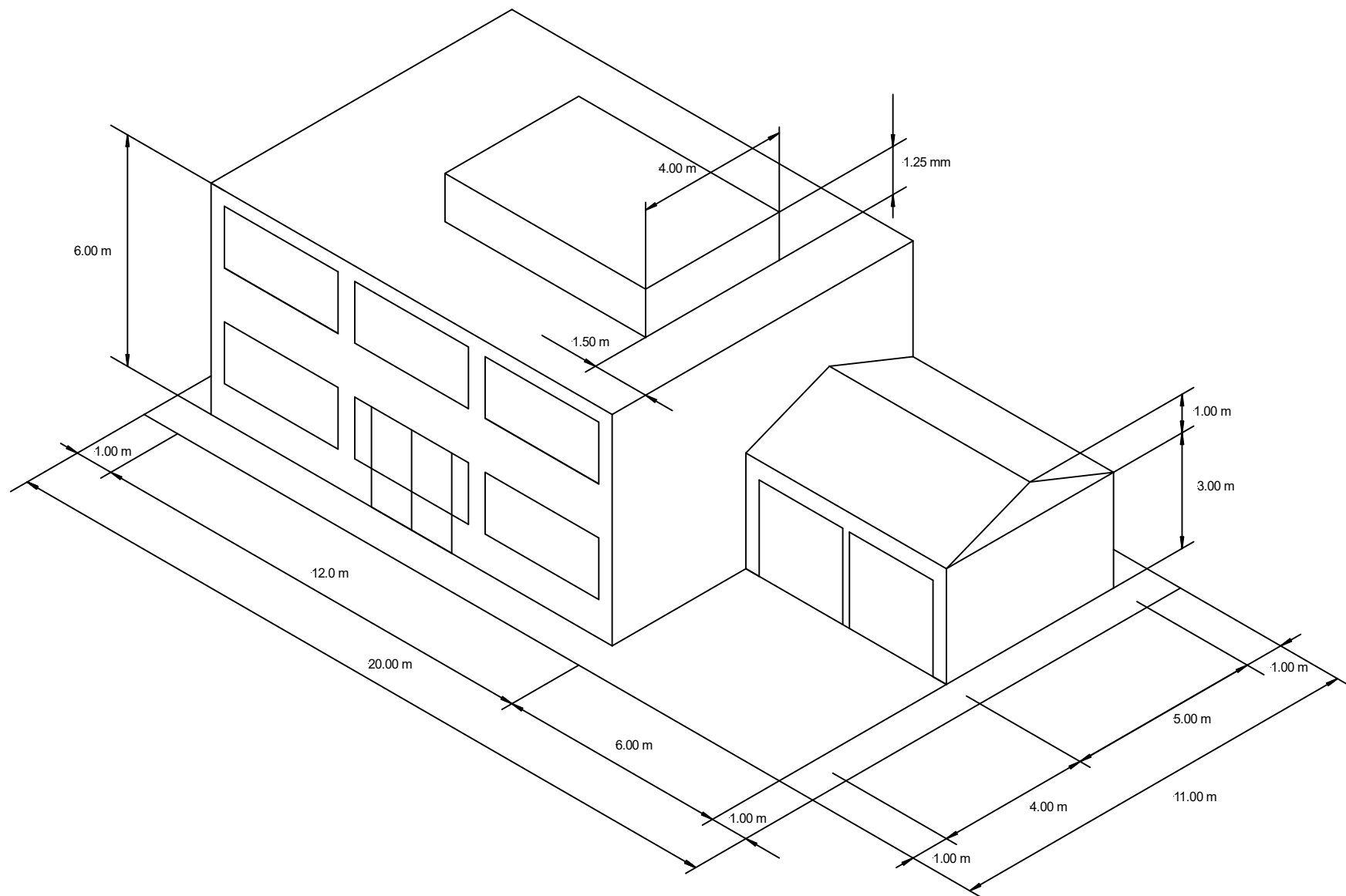
Los sistemas serán construidos con soldaduras entre varillas o entre alambres cuando sea necesario según sea el caso. Observe las limitaciones existentes en el área para su instalación. Existe una vereda de un 1.00 m de ancho alrededor de la instalación

Se pide:

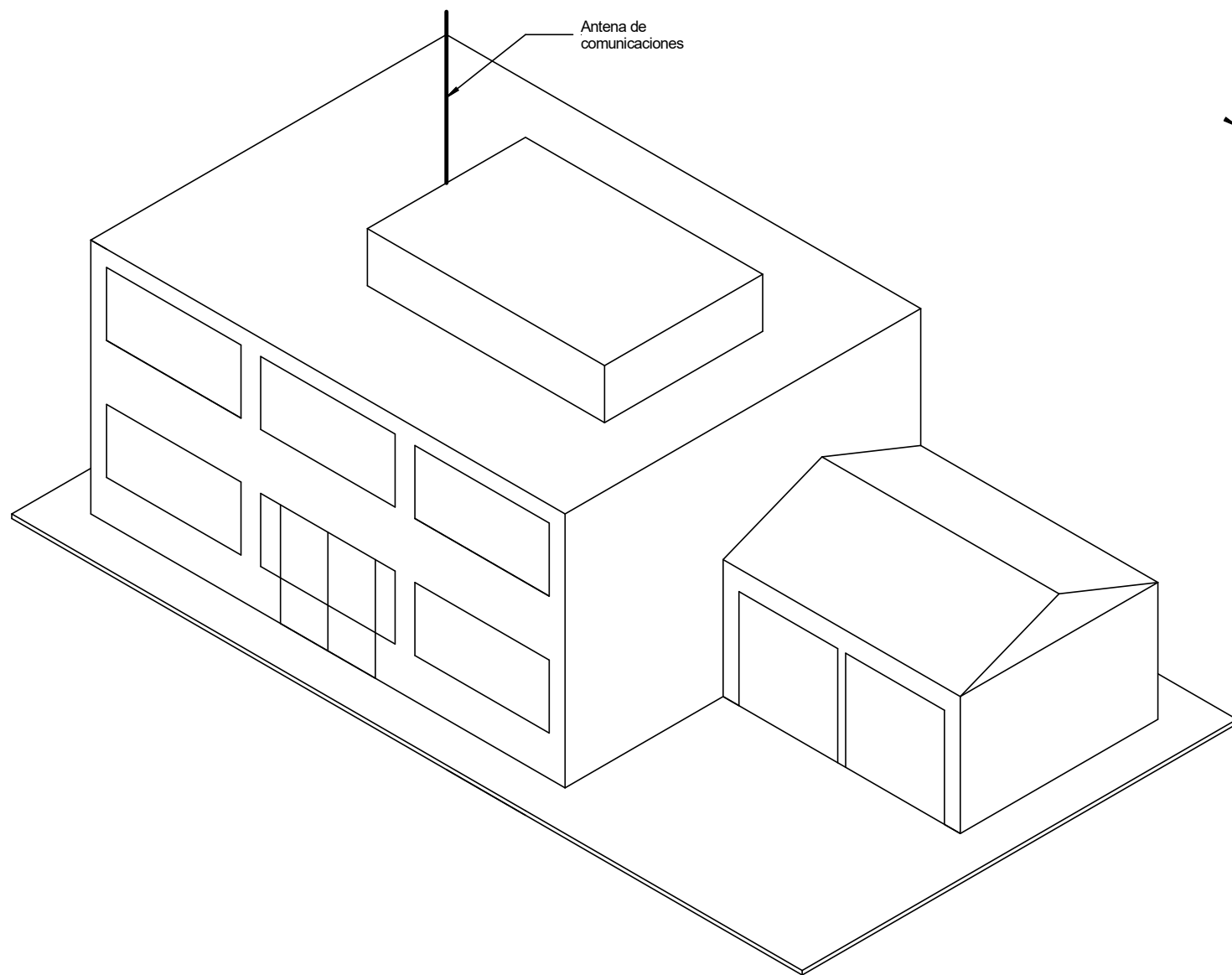
- a. Diseñar y seleccionar la puesta a tierra más económica para la instalación, indicando los materiales usados y los costos aproximados de instalación.
  - Diseñar la puesta a tierra, la disposición constructiva y dimensiones de la puesta a tierra. Así como el valor esperado de la resistencia de la puesta a tierra de la instalación. (3 puntos)
  - Definir los componentes de la misma (lista de materiales) (1 punto)
  - Costo de instalación, si bien no se le piden valores exactos mencione los que consideraría importantes. (2 puntos)
- b. Definir las características del sistema de protección contra el rayo de la instalación considerando las características de la edificación que el sistema debe proteger. Justificando en detalle cómo se ha seleccionado el tipo de SPCR y sus características.
  - Diseñar el sistema de Protección contra el rayo de la instalación, la disposición constructiva y dimensiones del mismo. Así como el valor esperado en función de la instalación. (3 puntos)
  - Definir los componentes del sistema (lista de materiales) (1 punto)
  - Costo de instalación, si bien no se le piden valores exactos mencione los que consideraría importantes, ya que no todos están listados con sus precios. (2 puntos)

Profesor del curso: Ing. Raúl Del Rosario Q.

San Miguel, 24 de noviembre del 2023.

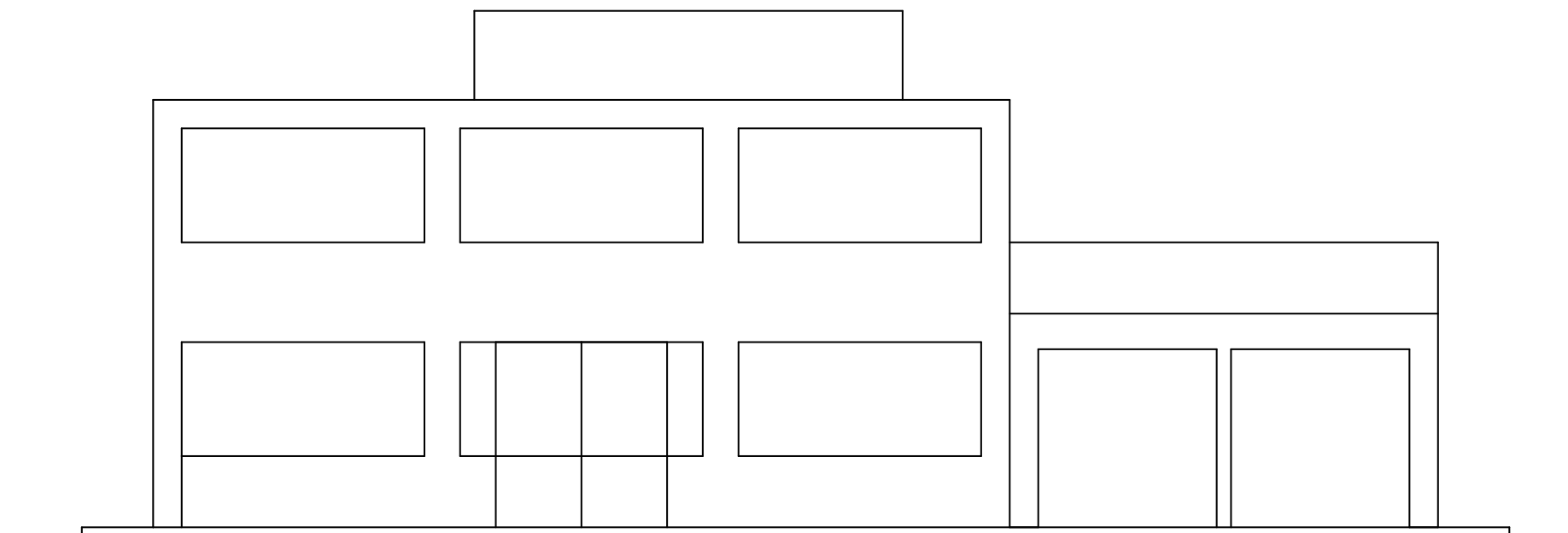


Esquema general del instituto de capacitación agropecuario  
Ubicación en alrededores de Pucallpa

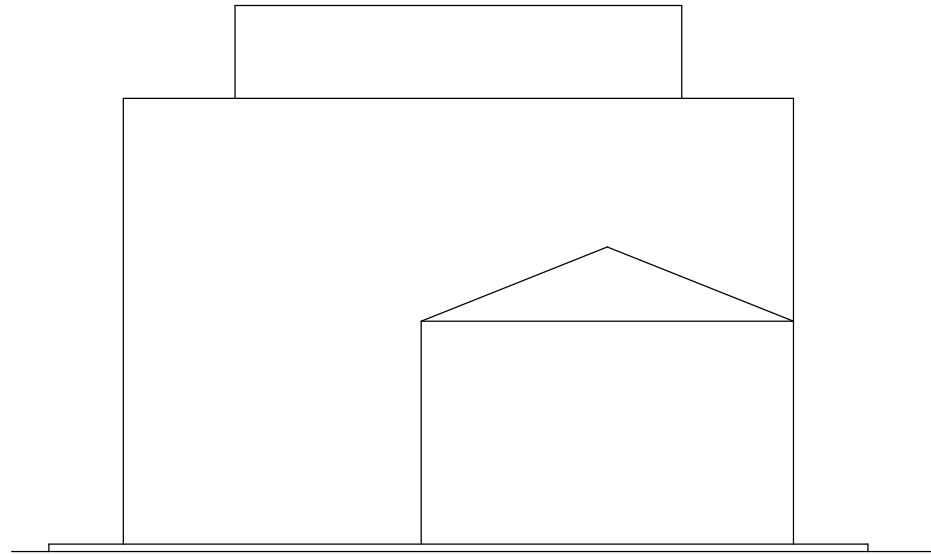


**Esquema general del instituto de capacitación agropecuario**

CODIGO: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_

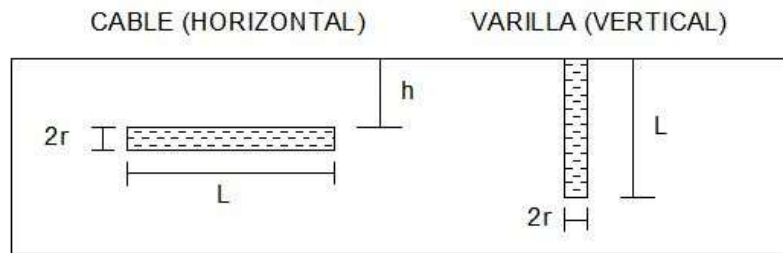


**Elevación frontal del instituto de capacitación agropecuaria**



**Elevación lateral del Instituto de Capacitación Agropecuaria**

## Formulario – Puesta a tierra



$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{L}{r} + \ln \frac{L}{2h} \right)$$

$$h \geq 6r$$

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

$\rho$ : Resistividad del terreno en Ohmio - metro

Numero de electrodos verticales en paralelo	Valor original	El valor original se reduce al
Un solo electrodo	100%	
Dos electrodos en línea		55%
Tres electrodos en línea		38%
Tres electrodos en triángulo		35%
Cuatro electrodos en simetría		28%

### Puesta a tierra de mallas o anillos

Para el diseño de la puesta a tierra pueden usarse la expresión de Laurent y Nieman o (indicada en la presentación de sistemas de protección) o la expresión de Sverak.

#### Expresión de Laurent y Nieman

$$R = 0,443 \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad del terreno.

$A$  = Área ocupada por la malla.

$L$  = Longitud del conductor enterrado.

#### Expresión de Sverak

$$R = \frac{\rho}{L} + \frac{\rho}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right)$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad del terreno.

$A$  = Área ocupada por la malla.

$L$  = Longitud del conductor enterrado, la que incluye las varillas utilizadas.

$h$  = Profundidad de instalación de la malla de tierra.



## **PRIMERA PARTE**

CODIGO: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_

### **Pregunta No.1: (4 puntos)**

Sobre los sistemas de puesta a tierra sus componentes. Conteste solamente 2 preguntas:

- a. Explique las diferentes partes de la red de tierra de protección del “sistema eléctrico”, indicando ventajas y desventajas. (2 puntos)
- b. Indique las técnicas dos técnicas de conexión entre los componentes del SPCR, indicando sus ventajas y desventajas, (2 puntos)

CODIGO: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_

**Pregunta No.2: (4 puntos)**

Sobre el sistema de puesta a tierra y equipotencialización de un sistema de telecomunicaciones.

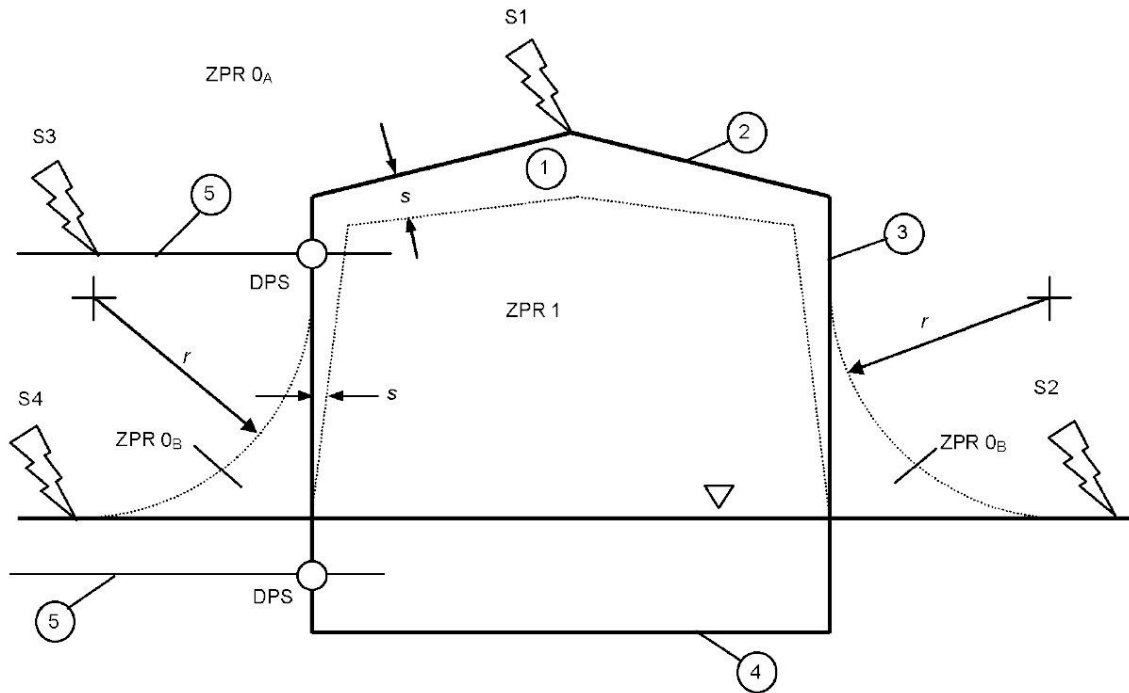
- a. Explique el sistema de barras de puesta a tierra que se utiliza, sus características y como están conectadas y distribuidas. (2 puntos)
- b. Explique que es el TBB y el GE, cuáles son sus funciones en el sistema de puesta a tierra de las telecomunicaciones; así como se dimensionan y se conectan. (2 puntos)

CODIGO: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_

**Pregunta No.3: (4 puntos)**

Sobre el sistema de protección contra el rayo

- Explique las zonas de protección que se presentan en un sistema de protección contra el rayo indicando su relación con las características del impacto de un rayo en ellas. . Use como referencia la figura adjunta. (2 puntos)
- Explique detalladamente el procedimiento para diseñar el sistema de protección contra el rayo de una instalación. Indicando algunos ejemplos o detalles característicos. (2 puntos)



1	
2	
3	
4	
5	
S1	
S2	
S3	
S4	
r	
s	
O	
V	