



<div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div></div>	Proyecto	Rediseño de la instalación eléctrica y sistema de iluminación del bloque A del edificio CENIVAM
	Documento	Cálculo de malla de puesta a tierra
	Fecha	11/07/2025
	Elaborado por	Juan Diego Arenas & Francon Uriza

MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE MALLAS DE PUESTA A TIERRA SEGÚN METODOLOGÍA DE LA IEEE80 STD. 2013			
#	PARÁMETROS	VALOR	REFERENCIAS
A. CONDICIONES INICIALES			
1	Largo L1 (m)	4	Según área disponible para la construcción de la malla de tierra.
2	Ancho L2 (m)	3	Según área disponible para la construcción de la malla de tierra.
a	Área Am (m²)	12	Según área disponible para la construcción de la malla de tierra.
3	Resistividad del terreno ρ <sub>(Ω·m)</sub>	400	Medición efectuada con geómetro. Método de Wenner.
4	Temperatura ambiente T <sub>a</sub> (°C)	25	Registros locales meteorológicos.
B. DATOS DEL SISTEMA			
5	Corriente de corto circuito Ig (kA)	2	Suministrado por el OR según factibilidad del servicio de energía (la mas desfavorable para subestaciones tipo interior).
6	Tiempo de despeje de la falla t <sub>c</sub> (seg.)	0,5	IEEE Std. 80 - 2013, 5.3, Pag. 12.
C. CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA SUPERFICIAL			
7	Material de la capa superficial	cascajo	IEEE Std. 80 - 2013, Pag. 55. Table 7-Typical surface material resistivities Subestaciones de alta y extra alta tensión, Mejía Villegas, 2a Ed. Tabla 12.4, Pág. 555
8	Espesor de la capa superficial h <sub>s</sub> (m)	0,2	IEEE Std. 80 - 2013, Pag. 21. 7.4 Effect of a thin layer of surface material
9	Resistividad del material de la capa superficial ρ <sub>s</sub> (Ω·m)	6.500	IEEE Std. 80 - 2013, Pag. 55. Table 7-Typical surface material resistivities Subestaciones de alta y extra alta tensión, Mejía Villegas, 2a Ed. Tabla 12.4, Pág. 555
D. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA MALLA DE TIERRA			
10	Material de la malla de tierra	Cobre Duro [Exotérmica]	IEEE STD. 80-2013, Pag. 48, Tabla 2. RETIE, Tabla 15.3. Constantes de materiales de la IEEE STD. 80-2000
11	Tipo de conexión entre elementos	soldadura exotérmica	IEEE STD. 80-2013, Pag. 48, Tabla 2. RETIE, Tabla 15.3. Constantes de materiales de la IEEE STD. 80-2000
12	Constante K <sub>t</sub>	7,06	IEEE STD. 80-2013, Pag. 48, Tabla 2. RETIE, Tabla 15.3. Constantes de materiales de la IEEE STD. 80-2000
13	Factor de capacidad térmica TCAP (J/(cm3.°C)	3,4	IEEE STD. 80-2013, Pag. 46, Tabla 1
14	Temperatura máxima permisible en los núcleos de la malla T <sub>m</sub> (°C)	1.084	IEEE STD. 80-2013, Pag. 48, Tabla 2
15	Temperatura de referencia para la constante del material T <sub>r</sub> (°C)	20	IEEE STD. 80-2013, Pag. 46, Tabla 1
16	Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia α	0,038100	IEEE STD. 80-2013, Pag. 46, Tabla 1
17	Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia	1,78	IEEE STD. 80-2013, Pag. 46, Tabla 1
b	K <sub>0</sub> a 0°C	242,47	IEEE STD. 80-2013, Pag. 46, Tabla 1
c	Área mínima del conductor de la malla A (mm²)	15,78	IEEE STD. 80-2013, Pag. 47, Ecuaciones 45 y 46.
18	Conductor seleccionado	2/0	IEEE STD. 80-2013, Pag. 49, Tabla 3
19	Área del conductor de la malla seleccionado A (mm²)	67,42	IEEE STD. 80-2013, Pag. 49, Tabla 3 TIERRAS, Soporte de la Seguridad Eléctrica, Tercera Edición, Numeral 7.1, Pag. 114.
d	Diámetro del conductor de malla seleccionado d (m)	0,0093	Calculado en función de área del conductor seleccionado [20].
E. TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO TOLERABLES			
e	Factor de reducción Cs	0,83	IEEE STD. 80-2013, Pag. 23, Ecuación 27
20	Peso de referencia para una persona dentro del área de protección	70	IEEE Std. 80 - 2013, 6.1 y 6.2, Pag. 13 y 14. Formula 8 ó 9.
f	Tensión de paso tolerable para el peso de referencia Es (V)	7.389	IEEE Std. 80 - 2013, 6.1 y 6.2, Pag. 13 y 14. Formula 8 ó 9.
g	Tensión de contacto tolerable para el peso de referencia Ec (V)	2.014	IEEE Std. 80 - 2013, 6.1 y 6.2, Pag. 13 y 14. Formula 8 ó 9.

<div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div></div>		<div>Proyecto</div> Rediseño de la instalación eléctrica y sistema de iluminación del bloque A del edificio CENIVAM
		<div>Documento</div> Cálculo de malla de puesta a tierra
		<div>Fecha</div> 11/07/2025
		<div>Elaborado por</div> Juan Diego Arenas & Francon Uriza

F. GEOMETRÍA DE LA MALLA Y ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA			
21	Distancia de separación entre conductores D (m)	8	IEEE Std. 80 - 2013, 9.4, Pag. 31.
22	Profundidad de enterramiento de los conductores horizontales h (m)	0,5	IEEE Std. 80 - 2013, 9.4, Pag. 31.
23	Cantidad de electrodos de tierra	1	Criterio de diseño.
24	Longitud de los electrodos de tierra L <sub>r</sub>	7,5	Según la oferta local de materiales disponibles.
25	Ubicación de electrodos en el perímetro o en las esquinas de la malla	SI	Define si se aplica IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 87, o en su defecto K <sub>ti</sub> =1
h	Longitud de conductores horizontales L <sub>c</sub> (m)	10	Según retícula propuesta.
i	Longitud de conductores verticales L <sub>R</sub> (m)	7,5	Según retícula propuesta.
j	Longitud de conductores horizontales y verticales L (m)	18	Según retícula propuesta.
k	Longitud del perímetro de la malla de tierra L <sub>p</sub> (m)	14	Según retícula propuesta.
l	Longitud efectiva del conductor de malla L <sub>m</sub> (m)	35	IEEE STD. 80-2013, Pag. 96, Ecuación 96
G. RESISTENCIA A TIERRA Y MÁXIMA TENSIÓN DE LA MALLA			
m	Resistencia de la malla de puesta a tierra R <sub>g</sub> (Ω)	64,37	IEEE STD. 80-2013, Pag. 67, Ecuación 57
26	Valor máximo permitido de la resistencia de la malla (Ω)	10	RETIE Tabla 15.4 Norma ESSA, Tabla 2.5, Impedancias de puesta a tierra
27	No. de guarda de líneas de transmisión / No. de neutros de distribución	1/1-(100)	IEEE STD. 80-2013, Pag. 152, Tabla C1.
28	Impedancia aproximada R <sub>tg</sub> / R <sub>dg</sub>	3,33	IEEE STD. 80-2013, Pag. 152, Tabla C1.
n	Factor de división de corriente S <sub>r</sub>	0,05	IEEE STD. 80-2013, Pag. 74, Ecuación 68, Pag. 84, ecuación de impedancia equivalente. Método gráfico: IEEE STD. 80-2013, Pag. 153 a Pag. 163.
o	Máxima corriente de falla calculada I <sub>G</sub> (A)	98	IEEE STD. 80-2013, Pag. 80, Ecuación 78.
p	Máxima tensión de la malla relativa a la tierra remota GPR = I <sub>G</sub> *R <sub>g</sub>	6.332	IEEE STD. 80-2013, Pag. 6, Ecuación 3
q	GPR < E <sub>c</sub>	FALSO	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
H. FACTORES GEOMÉTRICOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA RETÍCULA DE LA MALLA DE TIERRA			
29	Tipo de geometría de la malla de tierra	RECTANGULAR	IEEE Std. 80 - 2013, Pag. 90. 16.2.5 Grid geometry.
r	Factor de corrección por profundidad de la malla K <sub>ti</sub>	1,225	IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 88.
s	Factor para representación equivalente de la malla n <sub>a</sub>	1,43	IEEE STD. 80-2013, Pag. 95, Ecuación 90.
t	Factor para representación equivalente de la malla n <sub>b</sub>	1,005	IEEE STD. 80-2013, Pag. 95, Ecuación 91.
u	Factor para representación equivalente de la malla n <sub>c</sub>	1,000	IEEE STD. 80-2013, Pag. 95, Ecuación 92.
v	Factor para representación equivalente de la malla n <sub>d</sub>	1,000	IEEE STD. 80-2013, Pag. 95, Ecuación 93. (n <sub>d</sub> = 1 para configuraciones cuadradas, rectangulares, L)
w	Número efectivo de conductores en paralelo n	1,436	IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 89.
x	Factor de corrección por geometría de la malla K <sub>i</sub>	0,857	IEEE STD. 80-2013, Pag. 95, Ecuación 94.
y	Factor de corrección por electrodos interiores de la malla K <sub>ii</sub>	1,000	IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 87. (k <sub>i</sub> =1 para mallas con varillas en el perímetro o en las esquinas)
z	Factor de corrección geométrico de la malla K <sub>m</sub>	1,137	IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 86.
a'	Factor de geometría K <sub>s</sub>	0,337	IEEE STD. 80-2013, Pag. 96, Ecuación 99.
I. VALIDACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y DE TOQUE CON RESPECTO A LOS VALORES TOLERABLES			
b'	Tensión de la retícula de la malla E <sub>m</sub> (V)	1.084,06	IEEE STD. 80-2013, Pag. 94, Ecuación 85.
c'	E <sub>m</sub> < E <sub>c</sub> (tolerable)	VERDADERO	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
d'	Tensión de paso calculada E <sub>p</sub> (V)	817,94	IEEE STD. 80-2013, Pag. 96, Ecuación 97.



**Proyecto**      Rediseño de la instalación eléctrica y sistema de iluminación del bloque A del edificio CENIVAM

**Documento**    Cálculo de malla de puesta a tierra

**Fecha**          11/07/2025

**Elaborado por**   Juan Diego Arenas & Francon Uriza

e'	$E_p \text{ (calculada)} < E_p \text{ (tolerable)}$	VERDADERO	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
J. RESUMEN			
P7	$GPR < E_c$	NO	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
P9	$E_m < E_c \text{ (tolerable)}$	SI	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
P10	$E_p \text{ (calculada)} < E_p \text{ (tolerable)}$	SI	IEEE STD. 80-2013, Pag. 92, Figura 32.
RES.	El diseño de la malla cumple con los requisitos mínimos de diseño	SI	