CONFORME

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
RUC 20607759538

005685

PROYECTO:

"RECONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE APOYO SAUL GARRIDO ROSILLO II-1, DISTRITO DE TUMBES - PROVINCIA DE TUMBES - DEPARTAMENTO DE TUMBES"

ESPECIALIDAD:

INSTALACIONES ELECTRICAS

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

DESCRIPCION:

MEMORIA DE CALCULO SISTEMEMA DE PUESTA A TIERRA

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN
CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO

C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

ESPECIALISTA RESPONSABLE:

Ing. JAIME TRUJILLO VIDAL **CIP 33024**

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
REG. CIP N° 33024

CONFORME

INDICE

005684

Contenido

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 33024

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

1.1 DESCRIPCIÓN

Se han proyectado las siguientes redes de puesta a tierra independientes:

1. Red de puesta a tierra de Protección en Media Tensión.
2. Redes de puesta a tierra de neutro de Transformador y Grupo Electrógeno (Servicio).
3. Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
4. Red de puesta a tierra de la Estructura del Edificio.
5. Red de puesta a tierra de Sala de Partos.
6. Red de puesta a tierra de Data Center.
7. Red de puesta a tierra de Tanque de petróleo.
8. Red de puesta a tierra de Tanque de GLP.
9. Red de puesta a tierra de Pararrayos.
10. Red de puesta a tierra de Comunicaciones.
11. Red de puesta a tierra para descarga estática de llenado de petróleo que será independiente (ver detalle A).

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

La 1. pondrá a tierra todos los elementos metálicos de la instalación de Media Tensión que normalmente no están sometidos a ella. Incluso se conectará a esta red la malla equipotencial prevista en el suelo del local destinado a Subestación.

La 2. pondrá a tierra independiente cada uno de los neutros de transformadores que, al conectarlos a los barrajes de los CGBTs mediante los interruptores de B.T., quedarán unificados en una sola puesta a tierra cuyo valor no será superior a 2 ohmios con el fin de poder establecer un sistema TN-S.

La 3. pondrá a tierra todas las partes metálicas de la instalación de Baja Tensión que normalmente no están sometidas a ella; para lo cual se ha previsto una red de conductores en color amarillo-verde que uniéndolos entre sí las pone a tierra mediante un electrodo formado por picas de acero cobrizado, y a la que se ha de unir la tierra general de la estructura, cuyo conjunto de puesta a tierra debe ser igual o inferior a 2 Ω.

La 4. enlazará todas las armaduras metálicas de pilares entre sí mediante un cable de cobre desnudo de 70 mm^2 enterrado a 60cm por debajo de la primera solera del edificio. Teniendo en cuenta las condiciones de **Compatibilidad Electroquímica** de los metales, y considerando como aceptable 300mV para ambiente húmedo (400mV en secos permanentes), podrá utilizarse pernillos de latón en las conexiones cobre-cobre (30mV), pero no así en las **uniones cobre-acero (525mV)**, que tendrán que ser realizadas mediante **soldadura aluminotérmica** ó exotérmica.

Para los demás puntos el proceso será similar.

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 3776
JEFE DE SUPERVISIÓN

El propósito con el enlace de puestas a tierra, es obtener un valor global de la puesta a tierra igual o inferior a 2Ω, con lo que será posible enlazar este conjunto con la Puesta a Tierra equipotencial.

En todas las redes el enlace entre los electrodos de puesta a tierra y los puentes de comprobación a situar centralizados, se realizará con cable aislado tensión de aislamiento 0,6/1 kV.

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
CIP N° 33024

Los puentes de comprobación irán alojados en cajas aisladas individuales tensión de aislamiento

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

igual o superior a 5 kV.

El conjunto de estas redes constituyen, mediante sus interconexiones, la red general de puesta a tierra del edificio. Con este sistema TN-S, sólo en el escalón de protección de la instalación más cercano a la utilización, se han previsto dispositivos de disparo diferencial por corriente Residual (DDRs) para la protección contra contactos indirectos. La ventaja principal del TN-S está en que desde el Cuadro General de B.T. hasta el último escalón de protección, indicado anteriormente, no es preceptivo instalar DDRs (diferenciales) sino que la protección en esta instalación se puede realizar mediante el ajuste adecuado del disparo de "corto retardo" en los Interruptores de Máxima Corriente que, habiendo sido escogidos con criterio de Selectividad, garantizan con mayor seguridad la continuidad del suministro eléctrico en todo el edificio.

1.2 ELECCIÓN DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN

En el caso de la tierra de protección, se aplican las tablas de UNESA. Ante la duda de qué configuración elegir, se puede tantear una a partir de la resistencia de tierra necesaria para lograr estar por debajo del umbral de aislamiento en BT.

Para ello, se deberá cumplir que $U_{BT} = 10.000 > U_d = I_d \times R_t$

$$I_d \; R_t \leq V_{bt} : \qquad I_d = \frac{U}{\sqrt{3}\sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior de I_d en función de R_t:

$$\frac{10.000}{R_t} = \frac{10.000}{\sqrt{3} \times (10 + R_t)}$$

$$\frac{10 \times \sqrt{3}}{10} = \frac{R_t}{(10 + R_t)}$$

$$R_t = -23{,}66\ \Omega$$

Valor que no es válido.

En este caso, resulta que para cualquier valor de tierra se cumplirá la condición, por lo que no nos sirve como referencia para una primera estimación.

En base a las tablas del CNE (Tabla A2-06), se supone una resistividad del terreno de alrededor de 25 Ωm. Se tratará de lograr un diseño de baja resistencia en cada electrodo, del orden de 2 Ohmios.

De las tablas de configuraciones de tierras de UNESA se obtiene el valor K_r, tal que

Se selecciona la configuración 60-60/8/82 de UNESA por tener una Kr de 0,069, que, multiplicado por la resistividad del terreno, resulta 0,062 x 28 = 1,73 Ω < 2 Ω.

1.3 RESISTENCIA DE TIERRA, TENSIÓN E INTENSIDAD DE DEFECTO

Con la configuración 60-60/8/82 de UNESA, se calcula la resistencia, tensión e intensidad de defecto de la subestación:

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARRIÓN MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI N° 21546425

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 33024

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

- Resistencia: R_t = 0,062 x 28=1,73 Ω
- Intensidad de defecto

$$I_d = \frac{10.000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(1{,}55^2 + 10^2)}} = 569.80\ A$$

- Tensión de defecto: U_d = 1,55 x 570,5 = 985 V

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

1.4 TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito, a efectos del cálculo de proyecto se podrán emplear, para la estimación de las mismas, las expresiones siguientes:

Tensión de paso: $V_p = \frac{10K}{t^n}\left(1+\frac{6\rho_s}{1000}\right)$

Tensión de contacto: $V_c = \frac{K}{t^n}\left(1+\frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right)$

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

Que corresponden a un planteamiento simplificado del circuito, al despreciar la resistencia de la piel y del calzado, y que se han determinado suponiendo que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 ohmios y asimilando cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 centímetros cuadrados de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250N, lo que representa una resistencia en contacto con el suelo evaluada en función de la resistividad superficial del terreno.

Donde,

K y n: constantes función del tiempo:

0,9 ≥ t > 0,1s	⇒	K = 72		n = 1		
3 ≥ t > 0,9s	⇒	K = 78,5		n = 0,18		
5 ≥ t > 3s	⇒	V_{ca} = 64 V		V_{pa} = 640 V		
t > 5s	⇒	V_{ca} = 50 V		V_{pa} = 500 V		

Asimismo, en el acceso exterior a la subestación, cuando un pie está en el pavimento del umbral y el otro en el terreno sin edificar, tendremos que la tensión de paso es:

$$V_p = \frac{10K}{t^n}\left(1+\frac{3\rho_s+3\rho'_s}{1000}\right)$$

Siendo ρ'_s la resistencia superficial del hormigón, 3.000 Ωm.

ARQ. DAVID HÉCTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

Sustituyendo los valores:

Máxima tensión de paso admisible exterior:

$$V_{p\,ext} = \frac{10K}{t^n}\left(1+\frac{6\rho_s}{1000}\right) = \frac{10 \times 72}{0{,}5^1}\left(1+\frac{6 \times 25}{1000}\right) = 1.656\ V$$

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
CIP N° 33024

Máxima tensión de paso en el acceso y contacto exterior admisible:

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

CONFORME

$$V_{p\ acceso} = \frac{10K}{t^n}\left(1 + \frac{3\rho_s + 3\rho'_s}{1000}\right) = \frac{10 \times 72}{0{,}5^1}\left(1 + \frac{3 \times 25 + 3 \times 3000}{1000}\right) = 14.508\ V$$

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

Máxima tensión de contacto admisible:

$$V_{p\ acceso} = \frac{K}{t^n}\left(1 + \frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right) = \frac{72}{0{,}5^1}\left(1 + \frac{1{,}5 \times 25}{1000}\right) = 149{,}4\ V$$

1.5 TENSIONES CALCULADAS

A partir de la configuración de tierras elegida, el siguiente paso es calcular las tensiones de paso y contacto logradas con dicha configuración:

Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra
Basado en la norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"

CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA		
Corriente de Diseño de los Conductores	A	1916
Sección Transversal Requerida del Conductor	mm²	6.37
Temperatura Máxima de Operación	°C	450
Temperatura Ambiente	°C	40
Tiempo de Despeje de la Falla t_f	seg	0.50

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21946429

Calibre del Conductor	Area		Nº Hilos	Diámetro de Cada Hilo	Diámetro Exterior	Peso Aproximado
	kcmil	mm²	mm	mm	mm	kg/km
1/0	105.6	53.49	7	3.12	9.35	485
2/0	133.1	67.43	7	3.5	10.5	611
3/0	167.8	85.01	7	3.93	11.8	771
4/0	211.6	107.22	7	4.42	13.3	972
250	250	127	12	3.67	15.2	1149
300	300	152	12	4.02	16.7	1378
350	350	177	12	4.34	18	1610
400	400	203	19	3.69	18.5	1838
450	450	228	19	3.91	19.6	2067
500	500	253	19	4.12	20.6	2297
550	550	279	37	3.1	21.7	2527
600	600	304	37	3.23	22.6	2757
650	650	329	37	3.37	23.6	2986
700	700	355	37	3.49	24.4	3216
750	750	380	37	3.62	25.3	3446

Fuente: CABEL

Resultado del Calibre del Conductor	Diámetro	Calibre
Calibre Mínimo del Conductor:	13.30 mm	4/0

Nota: Por razones mecánicas, el calibre mínimo a usar en las mallas de tierra es de 4/0 AWG.

CALCULO DE LA RETICULA DE MALLA DE PUESTA A TIERRA		
Lado Mayor de la Malla	m	85.0
Lado Menor de la Malla	m	79.0
Espacio Entre Conductores Paralelos D	m	14.00
N° de Conductores Paralelos al Lado Mayor	-	5
N° de Conductores Paralelos al Lado Menor	-	3
Longitud Total del Conductor de la Malla L_c	m	662.0

Por Favor Seleccione el Número de Conductores en Paralelo al Lado Mayor

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

VOLVER MENU PRINCIPAL

IMPRIMIR CONDUCTOR Y RETICULA

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 33024

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

CONFORME

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra
Basado en la norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"

TENSIONES TOLERABLES

Tensión de Toque Tolerable E_{touch}	V	796.35
Tensión de Paso Tolerable E_{step}	V	2,519.32
Factor de Reflexión K	-	-1.00
Factor de Reducción del Terreno C_s	-	0.69

CRITERIO 50 kg / CRITERIO 70 kg — Por Favor Seleccione el Criterio de Diseño

Nota: Se recomienda dimensionar según el criterio de 70 kg.

Sin Jabalinas / Sólo Jabalinas Dentro de la Malla / Con Jabalinas en el Perímetro y con o sin Jabalinas Dentro de la Malla — Por Favor Seleccione el Tipo de Arreglo

VAD y MML 2002

Nota: Si se colocan sólo jabalinas en las esquinas y con o sin jabalinas dentro de la malla, seleccione el tercer tipo de arreglo: jabalinas en el perímetro.

CALCULO DE LA TENSION DE TOQUE

Tensión de Toque E_m	V	26.95
Resistividad del Suelo ρ	Ω.m	1
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Toque K_m	-	1.214
Factor Correctivo por Geometría de la Malla K_i	-	0.911
Máxima Corriente de la Malla I_G	A	16,535
Longitud Total del Conductor de la Malla L_c	m	662.0
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Toque		
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Toque K_m	-	1.214
Espacio Entre Conductores Paralelos D	m	14.00
Profundidad de la Malla h	m	0.6
N° Efectivo de Conductores Paralelos de la Cuadrícula n	-	1.81
Diámetro del Conductor de la Malla d	m	0.01080
Factor Correctivo del Efecto de las Jabalinas K_{ii}	-	0.241
Factor Correctivo por Profundidad de los Conductores K_h	-	1.265
Factor Correctivo por Geometría de la Malla		
Factor Correctivo por Geometría de la Malla K_i	-	0.911

Ud. seleccionó un arreglo con jabalinas:
Por favor coloque todos los datos de las jabalinas –>

JABALINAS

Número de Jabalinas n_R	-	7
Diámetro de las Jabalinas $2.b$	pulg	1.25
Longitud de las Jabalinas L_r	m	2.4

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Resistencia de Puesta a Tierra R_g	Ω	0.052
Resistividad Aparente ρ_a	Ω.m	1.00
Resistencia de la Malla R_1	Ω	69.472
Resistencia de las Jabalinas R_2	Ω	0.052
Resistencia Mutua R_m	Ω	0.003
Coeficiente k_1	-	1.38
Coeficiente k_2	-	5.60

	k_1	k_2
Curva para h=0	1.38	5.60
Curva para h=1/10.√A	1.17	4.75
Curva para h=1/6.√A	1.10	4.43
Relación Ancho-Largo x:	0.68	

CALCULO DE LA TENSION DE PASO

Tensión de Paso E_s	V	8.37
Resistividad del Suelo ρ	Ω.m	1
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Paso K_s	-	0.284
Factor Correctivo por Geometría de la Malla K_i	-	0.911
Máxima Corriente de la Malla I_G	A	16,535
Longitud Total del Conductor de la Malla L_s	m	510.8
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Paso		
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Paso K_s	-	0.284
Espacio Entre Conductores Paralelos D	m	14.00
Profundidad de la Malla h	m	0.60
N° Efectivo de Conductores Paralelos de la Cuadrícula n	-	1.81

POTENCIAL MÁXIMO DE LA MALLA

Potencial Máximo de la Malla GPR	V	861.54

El Diseño Es Apropiado:

Tensión de Toque 3.38% de la Tensión de Toque Tolerable
Tensión de Paso 0.33% de la Tensión de Paso Tolerable

VOLVER MENU PRINCIPAL / IMPRIMIR RESULTADOS

VAD y MML 2002

Nota: Las jabalinas convencionales en Peru son de 2.4 m de largo y 5/8 pulgadas (0.625 pulg).
Se obtienen jabalinas más largas atornillándolas entre sí, por lo que la longitud de las jabalinas L_r a introducir debería ser un múltiplo de 2.40 m.

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

1.6 CALCULO DE PUESTA A TIERRA

Considerando electrodos verticales a nivel del suelo se tiene del manual IEEE "Recommended practice for grounding of industrial and comercial power sistems", por ser el terreno de naturaleza suelo pedregoso desnudo, arena con limo, con una resistividad de 100 Ω·m, la resistencia del pozo de tierra utilizando varilla de cobre de 3/4"Ø (20 mm. diámetro) x 2.4 m. de longitud, la resistencia teórica correspondiente se considera:

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
REG. CIP N° 33024

Datos del terreno:

Resistividad promedio 200 Ω·m

Resistividad terreno tratado 30 Ω·m

Para el cálculo de la puesta a tierra, se ha considerado, una resistencia máxima de puesta a tierra menor de 5 Ohmios (para equipos estabilizados, informáticos y de comunicaciones), 5 Ohmios (para tableros normales y de fuerza) y 5 Ohmios (para equipos, tanques de combustibles y en general). Con la implementación de un pozo construido con cemento conductivo para media tensión, y se ha considerado la

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

CONFORME

siguiente formula:

$$R_r = \frac{\rho_r}{2\pi L} Ln \frac{D}{d} + \frac{\rho}{12\pi} Ln \frac{4L}{D}$$

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

Donde:

Rr, resistencia de la puesta a tierra (Ω)

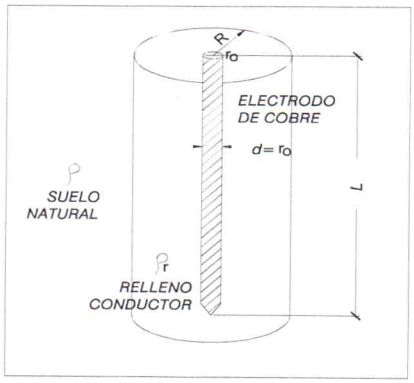
ρ_r , resistividad del relleno (Ω-m)

ρ, resistividad de diseño (Ω-m)

L, longitud del electrodo (m)

d, diámetro del electrodo (m)

D, diámetro del pozo (m)



CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

Siendo necesario obtener los valores requeridos, el terreno de alta resistividad se reducirá parcialmente realizando el zarandeo de la tierra, desechando las piedras contenidas y ejecutando el tratamiento con aditivo de cemento conductivo, logrando reducir aproximadamente, según experiencias en 40% de la resistividad del terreno.

1.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA BAJA TENSION

Se utiliza la misma expresión formulada en MT, sin embargo, se deberá obtener un valor menor a 5 Ohmios, por lo que se debe cambiar totalmente la tierra de diseño y reemplazarla por tierra del mismo lugar libre de piedras, para luego aplicarle el tratamiento respectivo con aditivo GEM.

Para lo cual se debe seguir el siguiente proceso constructivo:

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

i) *Cambio de terreno*

El terreno es cambiado en su totalidad, teniendo un radio de buen terreno entre 30 y 50 cm en todo el contorno de la varilla, así como el fondo; y con el debido cuidado en la compactación para su adherencia y eliminación del aire introducido en la tierra en el manipuleo, el porcentaje de reducción de la resistividad natural del terreno es del 40%.

La tierra extraída será utilizada cuando se haya realizado zarandeado para retirar piedras u otros elementos no deseables, después de esto es necesario mezclar cemento conductivo con la tierra para luego ser introducido en el pozo. En el caso que

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 33024

la tierra no original tenga demasiada grava tal como indica el estudio de suelos, es necesario complementar el volumen con tierra del lugar cernida. Esta cantidad será aprobada por el supervisor de obra.

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

ii) *Tratamiento del suelo*

Luego de realizado el cambio del terreno se realiza el tratamiento del suelo con aditivo GEM (cemento conductivo), que establece normalmente una reducción de la resistencia inicial según experiencias en 40%

Luego con estos dos procedimientos la resistividad inicial disminuye en 80 %, quedando al final con R (Indicados en los anexos)

En esta etapa de implementación del sistema de puesta a tierra se utilizarán varillas verticales de cobre de las dimensiones indicadas y mallas, los cuales serán interconectados con una solución a base de cemento conductivo.

Los valores hallados serán confirmados por el Contratista en su proceso final constructivo.

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

iii) *Colocación del electrodo*

Se inserta un tubo PVC de ∅3" x 0,60 m en forma vertical con orejeras para tener facilidad de girar y levantar el tubo. Pre mezclar el cemento conductivo para preparar una mezcla. Utilice de 5.7 a 7,6 litros de agua potable por cada bolsa de 11,36 kg. Vacíe la cantidad apropiada de cemento conductivo (ver Tabla 01), alrededor del electrodo. Para asegurarse que el cemento conductivo llena completamente el agujero alrededor del electrodo, use una varilla o una pieza de madera para compactarlo. Espere a que el cemento conductivo endurezca, aproximadamente de 30 minutos a una hora antes de poner el relleno natural del agujero.

El relleno del contorno de la tubería PVC será con tierra cernida o de propio del lugar previamente tratado con cemento conductivo tal como se explicó en el paso iii.

Así se procede desde la parte inferior hasta llegar a la superficie.

Se utiliza la misma expresión formulada en BT, sin embargo, se deberá obtener un valor menor a 5 Ohmios, por lo que se debe cambiar totalmente la tierra de diseño y reemplazarla por tierra cernida del lugar, para luego aplicarle el tratamiento respectivo con aditivo GEM.

Se sigue el siguiente procedimiento:

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
CIP N° 33024

i) Cambio de terreno

El terreno es cambiado en su totalidad, teniendo un radio de buen terreno entre 30 y 50 cm en todo el contorno de la varilla, así como el fondo; y con el debido cuidado en la compactación para su adherencia y eliminación del aire introducido en la tierra en el manipuleo, el porcentaje de reducción de la resistividad natural del terreno es del 40%.

ii) Tratamiento del suelo

Luego de realizado el cambio del terreno se realiza el tratamiento del suelo con aditivo

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

GEM (cemento conductivo), que establece normalmente una reducción de la resistencia final en 80%

En esta etapa de implementación del sistema de puesta a tierra se utilizarán varillas verticales de cobre de las dimensiones indicadas y mallas, los cuales serán interconectados con una solución a base de cemento conductivo.

Los valores hallados serán confirmados por el Contratista en su proceso final constructivo.

Para el cálculo teórico de este sistema de puesta a tierra se utiliza el método de Schwartz, indicado a continuación:

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

1.8 ANEXOS: CALCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

(a) Cálculos POZO DE TIERRA MEDIA TENSION

CALCULO DE PUESTA A TIERRA

	HOSPITAL DE TUMBES
PROPIETARIO	REGION TUMBES-MINSA
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE TUMBES
SUB-PROYECTO	INSTALACIONES ELECTRICAS
TIPO DE TERRENO	ARENAS FINAS Y GRUESAS, LIMOS, ARCILLAS Y GRAVAS

MEDIA TENSION DEL TRANSFORMADOR

a.- Cálculo de Resistencia de Dispersión (Rj) de un electrodo vertical.

$$Rj = \frac{\rho_r}{2\pi l} \ln \frac{D}{d} + \frac{\rho}{12\pi l} \ln \frac{4l}{D}$$

Donde:

ρ_r : Resistividad del relleno, Ohm-m
ρ : Resistividad de diseño, Ohm-m
l : Longitud del electrodo, m
D : Diámetro del pozo, m
d : Diámetro del electrodo, m

Datos:

ρ_r =	5	Ohm-m	
ρ =	187	Ohm-m	
l=	2.4	m	
D=	1	m	
d=	0.0079	m	
Rj=	6.28	Ohm	(Un electrodo)

Electrodos múltiples:

- Dos electrodos;	R2j=	0.6	Rj
- Tres electrodos;	R3j=	0.45	Rj
- Cuatro electrodo	R4j=	0.35	Rj

R2j=	3.77	Ohm	(Dos electrodos)
R3j=	2.83	Ohm	(Tres electrodos)
R4j=	2.20	Ohm	(Cuatro electrodos)

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
REG. CIP N° 33024

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

CONFORME

005675

EDWARD CERON TORRES
JEFE DE PROYECTO
C.I.P. N° 61778

b. Cálculos de POZO DE TIERRA BAJA TENSION

CALCULO DE PUESTA A TIERRA

	HOSPITAL DE TUMBES
PROPIETARIO	REGION TUMBES-MINSA
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE TUMBES
SUB-PROYECTO	INSTALACIONES ELECTRICAS
TIPO DE TERRENO	ARENAS FINAS Y GRUESAS, LIMOS, ARCILLAS Y GRAVAS

BAJA TENSION DEL TRANSFORMADOR

a.- Cálculo de Resistencia de Dispersión (Rj) de un electrodo vertical.

$$Rj = \frac{\rho_r}{2\pi l} \ln \frac{D}{d} + \frac{\rho}{12\pi l} \ln \frac{4l}{D}$$

Donde:

ρ_r : Resistividad del relleno, Ohm-m
ρ : Resistividad de diseño, Ohm-m
l : Longitud del electrodo, m
D : Diámetro del pozo, m
d : Diámetro del electrodo, m

Datos:

ρ_r =	5	Ohm-m	
ρ =	187	Ohm-m	
l=	2.4	m	
D=	1	m	
d=	0.0079	m	
Rj=	6.28	Ohm	(Un electrodo)

Electrodos múltiples:

- Dos electrodos;	R2j=	0.6	Rj
- Tres electrodos;	R3j=	0.45	Rj
- Cuatro electrodo	R4j=	0.35	Rj

R2j=	3.77	Ohm	(Dos electrodos)
R3j=	2.83	Ohm	(Tres electrodos)
R4j=	2.20	Ohm	(Cuatro electrodos)

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO
C.P.C. MARIA LUISA CARBAJO MUÑOZ
REPRESENTANTE COMÚN
DNI Nº 21546425

ARQ. DAVID HECTOR TORRES PUENTE
CAP. 5776
JEFE DE SUPERVISIÓN

LUZ ESMERALDA
CORONEL CHAMORRO
Ingeniera Mecánica Electricista
CIP N° 123024

JAIME TRUJILLO VIDAL
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 33024