



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO**

Miguel Alberto Cuéllar Baca

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, septiembre 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MIGUEL ALBERTO CUÉLLAR BACA

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
EXAMINADOR	Ing. Luis Estuardo Saravia Ramírez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 julio de 2016.



Miguel Alberto Cuéllar Baca



Guatemala, 17 de octubre de 2016
REF.EPS.DOC.727.10.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

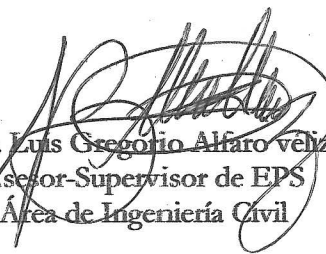
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Miguel Alberto Cuéllar Baca** con carné No. **200914920**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 24 de julio de 2017

Ingeniero
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Miguel Alberto Cuéllar Baca, con Registro Estudiantil No. 2009-14920, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

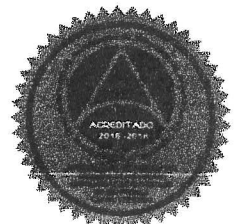
ID Y ENSEÑAD A TODOS


 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 02 de agosto de 2017
REF.EPS.D.228.08.17

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Miguel Alberto Cuéllar Baca**, Registro Académico y CUI 200914920, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro véliz.

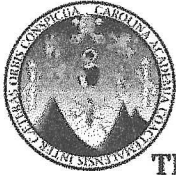
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

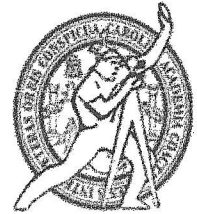
CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Miguel Alberto Cuéllar Baca titulado **DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre
/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

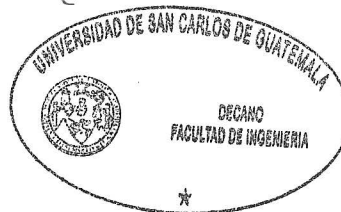
DTG. 426.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34,5 KV EN HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Alberto Cuéllar Baca**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, septiembre de 2017



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser una guía, no solo durante mi etapa académica sino en cada momento y acción de mi vida.

Mis padres

José Luis Cuéllar (q. e. p. d.) y Maida Lorena Baca, por todo su apoyo en cada sentido.

Mis tíos y tías

Por ser siempre mis amigos y consejeros en tiempos buenos y malos.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería	Casa de estudio que me permitió obtener conocimientos no solo técnicos sino humanos, que serán puestos en práctica en mi carrera laboral.
Ing. Luis Alfaro	Por su tiempo, apoyo técnico, consejo y su valiosa asesoría en el desarrollo del proyecto.
Mis catedráticos	Por compartir su experiencia y sus conocimientos para iniciar mi vida profesional.
ETCEE - INDE	Por la oportunidad de tomar este proyecto para el desarrollo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.
Ing. Edgar Rosito	Por todo el conocimiento que me transmitió y siempre ser un amigo.
Sección líneas de transmisión ETCEE	Por ser una segunda familia en la que siempre encontré apoyo durante mi vida académica y laboral.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Huehuetenango	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Localización geográfica	2
1.1.3. Extensión territorial y ubicación del proyecto.....	3
1.1.4. Calidad y uso del suelo.....	4
1.1.5. Clima	5
1.1.6. Características topográficas	5
1.1.7. Población	5
1.1.8. Salud	6
1.1.9. Vivienda.....	7
1.1.10. Servicios básicos e infraestructura	7
1.1.10.1. Salud	7
1.1.10.2. Educación	8
1.1.10.3. Energía eléctrica.....	8
1.1.10.4. Alumbrado público.....	9
1.1.10.5. Agua potable.....	9
1.1.10.6. Drenajes	10

	1.1.10.7.	Tratamiento de aguas servidas	10
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
	2.1.	Estudios preliminares	13
	2.1.1.	Estudios eléctricos	13
	2.1.2.	Estudios topográficos	14
	2.1.2.1.	Generalidades	15
	2.1.2.2.	Planimetría	17
	2.1.2.3.	Altimetría	18
	2.1.2.4.	Precisión del levantamiento.....	18
	2.1.3.	Estudios geotécnicos	19
	2.1.3.1.	Exploración de campo.....	20
	2.1.3.2.	Sondeo dinámico (SPT)	21
	2.1.3.3.	Ensayo de corte directo.....	21
	2.1.3.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo	22
	2.1.3.4.	Límites de Atterberg	29
	2.1.3.4.1.	Límite líquido.....	29
	2.1.3.4.2.	Límite plástico	30
	2.1.3.5.	Granulometría	30
	2.1.3.6.	Proctor.....	30
	2.1.3.7.	Valor soporte California CBR	31
	2.1.3.8.	Estabilidad de taludes	33
	2.1.4.	Estudios climatológicos	33
2.2.		Diseño de obra civil	34
	2.2.1.	Diseño de plataforma	34
	2.2.1.1.	Cálculo de volumen de descapote.....	37

2.2.1.2.	Cálculo de volumen de relleno.....	39
2.2.2.	Malla perimetral	40
2.2.3.	Red de tierras	41
2.2.4.	Diseño de drenajes.....	42
2.2.4.1.	Drenaje pluvial.....	42
2.2.4.2.	Drenaje sanitario.....	47
2.2.5.	Diseño de viales	48
2.2.5.1.	Periodo de diseño.....	51
2.2.5.2.	Módulo de reacción de la subrasante (k).....	51
2.2.5.3.	Tránsito promedio diario	51
2.2.5.4.	Categorías de carga por eje	52
2.2.5.5.	Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPD-C)	53
2.2.5.6.	Suelos de subrasante	53
2.2.5.7.	Diseño del pavimento rígido	54
2.2.5.7.1.	Categoría.....	55
2.2.5.7.2.	Soporte	55
2.2.5.7.3.	Módulo de rotura ...	55
2.2.5.7.4.	Espesor de losa.....	55
2.2.5.7.5.	Juntas entre placas	57
2.2.5.7.6.	Juntas transversales de contracción	58
2.2.5.7.7.	Juntas transversales de construcción	58

	2.2.5.7.8.	Juntas longitudinales de contracción.....	58
	2.2.5.7.9.	Juntas longitudinales de construcción	59
2.2.6.		Diseño de canales de cables.....	59
2.2.7.		Diseño de cimentaciones menores y mayores .	66
	2.2.7.1.	Diseño estructural	69
	2.2.7.2.	Cargas y combinaciones de cargas aplicadas	70
	2.2.7.2.1.	Carga de cortocircuito.....	71
	2.2.7.2.2.	Carga de viento.....	73
	2.2.7.2.3.	Carga sísmica	74
	2.2.7.3.	Materiales utilizados	80
	2.2.7.4.	Parámetros del suelo	80
	2.2.7.5.	Factor de seguridad y profundidad de desplante	80
	2.2.7.6.	Dimensionamiento y análisis	82
	2.2.7.7.	Zapatas aisladas sujetas a momentos en las dos direcciones principales	82
	2.2.7.8.	Cálculo de cimentación	91
2.2.8.		Diseño de cimentación transformador de potencia.....	102
2.2.9.		Diseño de muro cortafuegos	111
2.2.10.		Diseño de sala de control	120

3.	PLANIFICACIÓN.....	125
3.1.	Planos constructivos.....	125
3.2.	Presupuesto estimado.....	127
3.3.	Evaluación de impacto ambiental	130
3.3.1.	Estudio de impacto ambiental.....	130
3.3.1.1.	Resumen ejecutivo del EIA.....	130
3.3.1.2.	Introducción	131
3.3.1.3.	Información general.....	131
3.3.1.4.	Descripción del proyecto	131
3.3.1.4.1.	Ubicación geográfica del proyecto.....	132
3.3.1.4.2.	Justificación técnica del proyecto.....	132
3.3.1.4.3.	Actividades a realizar en el proyecto.....	132
3.3.1.4.4.	Servicios básicos..	133
3.3.1.5.	Descripción del ambiente físico ...	133
3.3.1.6.	Descripción del ambiente biótico .	134
3.3.1.7.	Plan de gestión ambiental (PGA).	134
3.3.1.8.	Descripción del ambiente socioeconómico y cultural.....	135
3.4.	Cronograma de ejecución estimado	136
3.5.	Bases de licitación.....	138
3.5.1.	Generalidades	140
3.5.2.	Movilización e instalación	143
3.5.3.	Obras preliminares	145

3.5.4.	Movimiento de tierras	149
3.5.5.	Obras en concreto	158
3.5.6.	Acero de refuerzo	184
3.5.7.	Elementos metálicos	186
3.5.8.	Fundaciones para soporte de equipos	190
3.5.9.	Canalizaciones de cables.....	192
3.5.10.	Drenajes	198
3.5.11.	Vías internas	204
3.5.12.	Red de puesta a tierra	216
3.5.13.	Grava para acabado de patios	217
3.5.14.	Obras complementarias	218
3.5.15.	Acabados y enlucidos	227
3.5.16.	Losas.....	233
3.5.17.	Pisos y sus acabados.....	235
3.5.18.	Impermeabilización	240
3.5.19.	Carpintería metálica	243
3.5.20.	Instalaciones eléctricas	245
3.5.21.	Limpieza final	254
CONCLUSIONES.....		255
RECOMENDACIONES		257
BIBLIOGRAFÍA.....		259
APÉNDICES.....		261
ANEXOS.....		263

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la localización de Huehuetenango.....	3
2.	Localización de Huehuetenango	4
3.	Bancos de marca	15
4.	Gráfica valor soporte	23
5.	Valores presumibles de capacidad de carga.....	24
6.	Capacidad soporte de suelo.....	27
7.	Gráfica de golpes E-1.....	28
8.	Capacidad soporte	28
9.	Resultado proctor	31
10.	Resultado CBR	32
11.	Plataforma de terraplén.....	36
12.	Esquema secciones de corte	37
13.	Área de descapote	38
14.	Área de relleno	39
15.	Malla de cerramiento.....	41
16.	Excavación red de tierras.....	42
17.	Mapa hidrológico de Guatemala	46
18.	Esquema de vías internas.....	50
19.	Esquema de sección de vía	57
20.	Predimensionamiento de trinchera.....	60
21.	Cargas en trinchera.....	61
22.	Capacidad de momento de secciones rectangulares.....	63
23.	Predimensionamiento tapa de trinchera.....	64

24.	Ejemplo estructura menor	67
25.	Equipo menor	67
26.	Estructura mayor.....	68
27.	Estructura mayor.....	69
28.	Carga de cortocircuito.....	72
29.	Gráfica de espectro de respuesta	79
30.	Altura mínima de fundaciones.....	81
31.	Zapata aislada sujeta a flexión biaxial	83
32.	Zona de aplicación de la resultante de cargas.....	83
33.	Reacciones del suelo según la posición de la carga P	85
34.	Área efectiva para el caso I	86
35.	Área efectiva para el caso II	87
36.	Magnitudes L_1 y L_2 para el caso II	88
37.	Área efectiva para el caso III	88
38.	Magnitudes B_1 y B_2 para el caso III.....	89
39.	Área efectiva para el caso IV	90
40.	Magnitudes B_2 y L_2 para el caso IV.....	90
41.	Predimensionamiento cimentación	92
42.	Corte simple en zapatas	94
43.	Corte por punzonamiento en zapatas	95
44.	Distribución de esfuerzos en la zapata	98
45.	Diseño a flexión de pedestal	100
46.	Predimensionamiento de base	103
47.	Árbol de cargas.....	104
48.	Banco de mamparas.....	111
49.	Altura mínima de muro cortafuego.....	113
50.	Ancho mínimo del muro cortafuego	113
51.	Espesores mínimos de concreto expuestos a fuego en pulgadas	114

52.	Predimensionamiento muro cortafuego.....	115
53.	Ubicación casetas subestación Guatemala Norte ETCEE	122
54.	Modelo de caseta de control prefabricada	122
55.	Equipos en caseta de control	123

TABLAS

I.	Estadística de enfermedades	6
II.	Factores de capacidad de carga	25
III.	Clasificación del suelo según porcentaje CBR	33
IV.	Coeficientes de impermeabilidad	44
V.	Parámetros de ajuste estación meteorológica Huehuetenango	45
VI.	Categoría de calles por carga	52
VII.	Suelos de subrasante y valores aproximados de K	53
VIII.	Requisitos subbase granular	54
IX.	Espesor de losas.....	56
X.	Espesores mínimos de losa en una dirección	65
XI.	Nivel mínimo de protección sísmica y probabilidad del sismo.....	75
XII.	Coeficiente de sitio fa	76
XIII.	Coeficiente de Sitio Fv	76
XIV.	Tipo de fuente sísmica	77
XV.	Factores de escala	77
XVI.	Factor Na para periodos cortos de vibración.....	78
XVII.	Factor Nv para periodos largos de vibración.....	78
XVIII.	Evaluación de cargas de trabajo	108
XIX.	Planos constructivos	125
XX.	Formulario de cantidades y presupuesto obras civiles.....	127
XXI.	Cronograma de ejecución	136

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área de sección
At	Área tributaria
q	Capacidad de soporte del suelo
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Cm	Centro de masa
Cr	Centro de rigidez
V	Corte basal
CP	Cota piezométrica
pb	Cuantía balanceada de acero
Δ	Deriva causada por torsión
D	Diámetro de la tubería
S	Espaciamiento del refuerzo
e	Excentricidad del elemento
Fcu	Factor de carga última
U	Factor de corrimiento
μ	Factor de giro
Ha.	Hectáreas
Kg-m	Kilogramo metro
l/seg	Litros por segundo

m/seg	Metros por segundo
M	Momento
Mb	Momento balanceado
MW	Mega watts
MVA	Mega voltiamperio
Y	Peso específico
P	Presión
PV	Pozo de visita
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
R	Radio hidráulico
fy	Resistencia de fluencia del acero
f'c	Resistencia del concreto a compresión
V	Velocidad de sección llena

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute por sus siglas en inglés. Requisitos de reglamento para concreto estructural.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Aisladores	Conjunto de piezas de material aislante (como vidrio o porcelana), que se utiliza como soporte de un conductor eléctrico y permite mantener las distancias de seguridad entre los conductores y la estructura de acero.
Ampliación	Se refiere a modificaciones de las subestaciones como incremento de bahías de línea o instalación de un transformador de potencia.
Anillo de transmisión	Conjunto de líneas de transmisión que inician y finalizan en el mismo punto del sistema.
Asentamiento	Es un descenso de algunos centímetros en la zona donde se apoya un elemento de gran peso, sufriendo un reajuste de su estructura granular.

ASTM	American Society for Testing and Materials, por sus siglas en inglés. Es un organismo de Normalización de los Estados Unidos de América.
Bahía	Elemento de una subestación, conformada por equipos de maniobra: (interruptores, seccionadores) y equipos de control, protección y medición.
Cimentación	Es la estructura encargada de transmitir al terreno las cargas del edificio que llegan a ella y soporta.
Colapsable	Disminución importante de la resistencia de un material al momento de exceder sus límites de resistencia.
Compresión	Es una presión que tiende a causar en algunos casos una reducción de volumen, siempre manteniendo una masa constante.
Control de calidad	Son todos los mecanismos, acciones y herramientas que se realizan para detectar la presencia de errores.
Construcción	Es todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminada para la fabricación de edificios e infraestructura.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Descapote	Se conoce como el retiro de la capa vegetal en un lote.

EPIS	Equipo de protección individual de seguridad.
Estrato	Es cada una de las capas en que se presentan divididos los sedimentos, las rocas sedimentarias y las rocas metamórficas que derivan de ellas, cuando esas capas se deben al proceso de sedimentación de los suelos.
Estudio estratigráfico	Es la interpretación de los estratos del suelo, la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de muestras.
Estructura	Es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas.
ETCEE	Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica.
Holgura	Amplitud o anchura de una cosa, que hace que algo o alguien quepa en ella con espacio de sobras.
Homogénea	Formado por elementos con una serie de características comunes referidas a su clase o naturaleza que permiten establecer entre ellos una relación de semejanza.
INDE	Instituto Nacional de Electricidad.

Isotrópico	Es cuando el material del cual está constituido un elemento estructural presenta propiedades invariables.
Kilovoltio kV	Unidad de medida de voltaje que corresponde a mil voltios (1 000 V).
Mamparas	Muro de concreto armado, diseñado para resistir fuego y explosión de un transformador.
Metodología	Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica.
Montaje electromecánico	Actividad relacionada con el ensamblaje o armado de las estructuras metálicas de líneas de transmisión o de subestaciones, ensamblaje de transformadores de potencia, interruptores y barras de subestaciones.
Obras civiles	Actividades relacionadas con los procesos de fundiciones para bases de equipos, transformadores de potencia, bases de estructuras metálicas de subestaciones, líneas de transmisión y otros equipamientos.
Pilote	Elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo.

Perno de anclaje	Barra o perno embutido en el hormigón para sujetar, fijar o asegurar un elemento estructural.
Platina de nivelación	Placa metálica perforada con la ubicación de los pernos que se utiliza para ubicar y nivelar conforme el diseño los pernos de anclaje.
PVC	Policloruro de vinilo.
Replanteo	Trazar en el suelo o sobre un plano la planta de una obra ya proyectada.
Sismorresistente	Es cuando se diseña y construye para que tenga resistencia y rigidez adecuada ante las cargas mínimas de diseño prescritas por los reglamentos de diseño estructural y debe además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformidad ante las cargas de servicio, incluyendo las cargas de sismo, con una adecuada configuración estructural, componentes de dimensiones y materiales apropiados.
Sistema Nacional Interconectado, SNI	Es el sistema integrado por los elementos del sistema nacional de transmisión y las instalaciones eléctricas asociadas a las empresas de generación y distribución de energía eléctrica.
Subestación	Instalación destinada a modificar y establecer los

eléctrica	niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.
Tableros	Se encuentran ubicados en las subestaciones, son equipos eléctricos que concentran dispositivos de protección, control y medición. Los tableros permiten realizar acciones de maniobras de interruptores (apertura/cierre) de transformadores de potencia, línea de transmisión, entre otros.
Tensión	Fuerza que aplicada a un cuerpo elástico le produce o le tiende a producir una tensión. También llamada fuerza de tracción.

RESUMEN

El proyecto desarrollado de la ampliación de la subestación Eléctrica ubicada en el municipio de Huehuetenango, Huehuetenango, surge como una propuesta para resolver una necesidad existente, generada por el crecimiento en la red eléctrica nacional.

Actualmente existe una subestación eléctrica con instalaciones para distribuir energía a las comunidades cercanas, a través de la Empresa Municipal de Energía Eléctrica de Huehuetenango y transportar a otras subestaciones más alejadas, pero la capacidad de transformación instalada no es suficiente para cubrir la demanda que se da en la región, provocando inestabilidad en el sistema.

La administración actual del sistema occidental del INDE ubicada en Quetzaltenango, y los resultados de estudios eléctricos, exponen que es prioritario el diseño del proyecto de ampliación de la subestación eléctrica Huehuetenango, debido al impacto positivo que tendrá en la red eléctrica nacional.

El desarrollo de este diseño y su planificación permitirá la elaboración de un estudio que brinde al Instituto Nacional de Electrificación, y en específico al sistema occidental del país, un ahorro significativo y una ayuda en la investigación, planificación y diseño, debido a la oportunidad del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, USAC, que estima la necesidad que tiene el municipio de Huehuetenango, que en la construcción de la ampliación de la subestación dará mayor estabilidad a la red eléctrica del área.

.

OBJETIVOS

General

Proyectar, definir y diseñar la obra civil de la ampliación de la subestación Huehuetenango, con lo cual se incrementará la capacidad de transformación de potencia eléctrica, la confiabilidad, versatilidad y flexibilidad del servicio de transporte y suministro de energía eléctrica en el área noroccidente del país.

Específicos

1. Diseñar técnica y profesionalmente los elementos de obra civil como estructuras, cimentaciones y drenajes necesarios para la ampliación de la subestación Huehuetenango.
2. Desarrollar la planificación técnica y económica de las estructuras que conforman la ampliación de la subestación.
3. Prestar un mejor servicio a todos los usuarios conectados a la red de transporte de energía de Guatemala al energizar y conectar la ampliación de la subestación Huehuetenango al sistema eléctrico nacional con la finalización del diseño de la obra civil.
4. Elaborar una guía de planificación y bases de licitación para futuras ampliaciones de subestaciones dentro del sistema nacional Interconectado.

5. Elaborar una guía o modelo de diseño para futuros proyectos que incluyan obras civiles de subestaciones.

INTRODUCCIÓN

En la región noroccidente del país, especialmente en el departamento de Huehuetenango, se están generando importantes cambios orientados a la expansión del sector eléctrico a través de la construcción de líneas de transmisión, ampliación y construcción de nuevas subestaciones; ante la necesidad de mejorar el transporte de energía eléctrica en Guatemala; teniendo siempre como objetivo ejecutar el plan de trabajo de manera segura y eficiente, se ha proyectado la construcción de la ampliación en la subestación eléctrica Huehuetenango; mantendrá un servicio que garantice la continuidad, calidad y confiabilidad entre las comunidades y poblaciones de la región a las que se les suministra la energía eléctrica.

Para el presente proyecto se utilizará un área de 2 620 m² dentro de la subestación Huehuetenango existente, la cual pertenece a una de las fincas de la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica ETCEE del Instituto Nacional de Electrificación INDE ubicada a 263 km de la ciudad capital.

La propuesta del proyecto consiste en realizar una evaluación de las solicitudes o requerimientos de obra electromecánica con la finalidad de diseñar la planta de distribución de obras civiles; la misma será integrada por tres bahías de 138 kV, un banco de transformación compuesto de tres cimentaciones especiales tres muros cortafuegos y dos bahías de 69 kV; cada bahía está compuesta de cimentación y marcos de estructura metálica de celosía; lo anteriormente expuesto es de suma importancia para realizar el diseño de los elementos de obra civil.

Con la elaboración del diseño de las obras civiles para el proyecto se proporciona al área de ingeniería y planeación del INDE, de la información preliminar, memoria de cálculo diseños, planos, presupuesto, cronograma y bases de licitación para ejecutar el proyecto, aplicando los principios de la buena ingeniería que incluyan las especificaciones técnicas necesarias para formar parte del Sistema Nacional de Transporte de Energía Eléctrica.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Huehuetenango

Dentro de la fase de investigación se describe brevemente la gran monografía del municipio de Huehuetenango, en la cual se describe información como su historia, localización geográfica y otros temas estrechamente relacionados con el proyecto.

1.1.1. Reseña histórica

El municipio fue quizás la población más importante del área Mam. De acuerdo con varios autores, su nombre original era Chinabajul y era capital del señorío de los mames del Norte. La investigación arqueológica ha demostrado que el área de Zaculeu (que en lengua Quiché significa tierra blanca, está situada a pocos kilómetros de Chinabajul) estuvo ocupada desde el periodo clásico temprano (entre 300 y 500 de la era cristiana).

Chinabajul y Zaculeu fueron los centros políticos y religiosos más importantes del área Mam y cayó bajo el dominio Quiché a principios del siglo XV; este pueblo alcanzó su máximo poderío durante los reinados de Gucumatz y su hijo Quicab el grande.

Los Quichés impusieron en el área Mam una relación de vasallaje, la cual incluía el control político y el pago de tributos. Luego de la muerte de Quicab en 1475, el poderío Quiché se debilitó y la relación con los Mames pasó a ser de aliados potenciales.

Por decreto de la asamblea constituyente del 12 de noviembre de 1825, al municipio le fue otorgado el título de Villa. Por Decreto del 8 de mayo de 1866 fue creado el departamento de Huehuetenango. La cabecera fue elevada a la categoría de Ciudad el 23 de noviembre de 1886.

En el periodo de 1881 a 1885 la cabecera se traslada a Chiantla. Por acuerdo del 11 de diciembre de 1935 fue restablecido ese municipio y vuelto a suprimir al poco tiempo.

1.1.2. Localización geográfica

El monumento de nivelación (BM) del IGN está localizado en el parque de la cabecera a 1901,64 msnm, latitud 15° 19' 14", longitud 91° 28' 13".

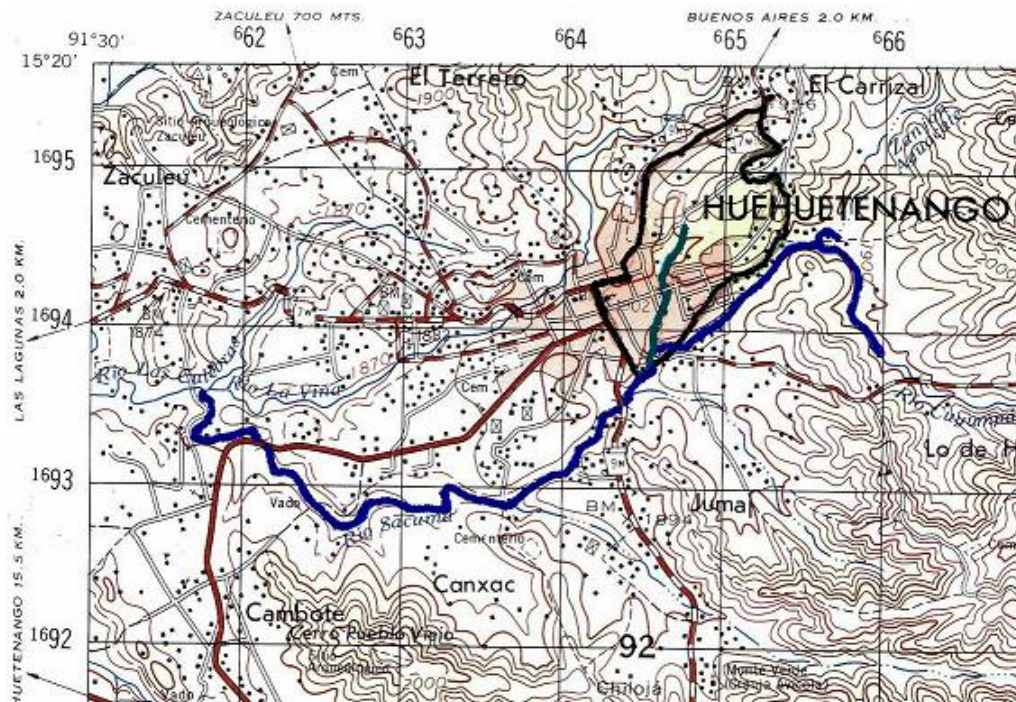
El municipio es atravesado por la ruta nacional 9-N que del sur procede de Quetzaltenango; se encuentra a 265 Km. de la ciudad de Guatemala, cruza la circunscripción de sur a norte y en la ciudad de Huehuetenango entronca con la ruta nacional RN 7-W y llega al límite municipal con el de Chiantla en el Km 280, unos 5 Km al norte de Huehuetenango.

La ruta nacional 7-W viene del Quiché, cruza el municipio de norte a oeste, entronca con la ruta nacional 9-N en su Km. 280, atraviesa la ciudad y continúa hasta el municipio de Santa Bárbara en el Km 373,01; cuenta con rutas departamentales, municipales, roderas y veredas.

A 5 kilómetros de la ciudad, en las antiguas ciénagas donde actualmente se localiza la aldea San Lorenzo, se encuentra el sitio arqueológico de Zaculeu, antigua fortaleza de los indios Mames, donde el Rey Kaibil Balam, reconocido por su valentía, se atrincheró contra los españoles al mando del capitán Gonzalo de

Alvarado, quien los forzó en 1526 a rendirse más por hambre que por la fuerza de armas.

Figura 1. **Mapa de la localización de Huehuetenango**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, *Mapa cartográfico Huehuetenango*.

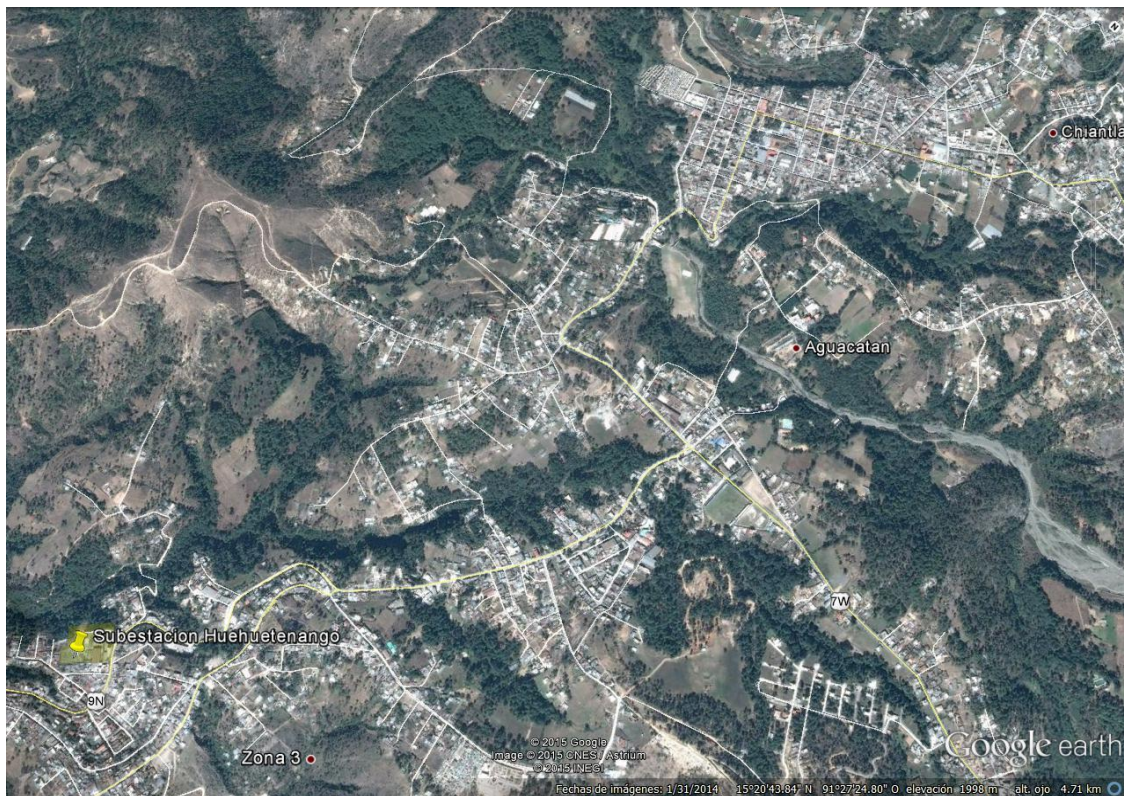
1.1.3. **Extensión territorial y ubicación del proyecto**

El municipio de Huehuetenango se localiza en la región VII, al noroccidente de la ciudad capital; para llegar a él se recorren 265 Km, por la ruta CA-1. Tiene una superficie aproximadamente de 235 824 km².

El proyecto de ampliación se encuentra ubicado dentro de la subestación eléctrica de Huehuetenango, la cual está ubicada en la zona 3 de la cabecera

municipal de Huehuetenango. La cabecera municipal y departamental de Huehuetenango está integrada por cuatro barrios: Concepción, El Calvario, San José y San Sebastián.

Figura 2. **Localización de Huehuetenango**



Fuente: Google Earth. Consulta: enero 2014.

1.1.4. **Calidad y uso del suelo**

Predominan los suelos superficiales, guardando relación entre pesados y medianos, de bien drenados a imperfectamente drenados, de pendiente variable, potencialmente para bosques, altitud de 1 550 hasta 2 500 msnm.

Se cultiva café, maíz, frutas y verduras de temporada, esta y la producción de metales son las más importantes fuentes de ingresos del departamento.

1.1.5. Clima

El clima es templado húmedo con invierno benigno, predominan las plantas mesotermas, lluvias en verano, por lo menos una vez al mes, con una precipitación pluvial promedio de 60 mm, verano fresco; la temperatura media del mes más caliente es menor a 22 °C, Isotermal, con diferencia en temperatura entre el mes más frío y el caliente, la cual es menor a 5 °C. La estación hidrológica Huehuetenango (07.01.13) del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica, (Insivumeh), es la que vela por los datos climatológicos del municipio.

1.1.6. Características topográficas

En la topografía del lugar se conoce que existen tierras altas sedimentarias, montañas ligeramente escarpadas. Los principales llanos son: por el norte, Carrizal; al este, Chinacá, La Estancia y Llano Grande; al sur Jumaj y Cambote; al oeste las lagunas Zaculeu y Chibacabé; merecen también citarse los cerros El Maíz, de la Cruz y San José, situados al norte y al sur de la ciudad de Huehuetenango.

1.1.7. Población

La población está compuesta por cuatro grupos étnicos que son: Q'anjob'al, Mam, Akateco y Ladino haciendo un total de 22 479 habitantes. La población maya representa el 99 % y mestiza 1 %.

La población del municipio la integran:

- Niños(as) de 0 años en adelante y jóvenes hasta 24 años de edad en un 65 %.
- Personas comprendidas entre 25 a 49 años representan el 21 %.
- Personas comprendidas entre 50 y 69 años representan el 7,5 %.
- Personas que tienen más de 70 años representan 5,5 %.

A nivel de áreas el 9,5 % corresponde al área urbana y el 90,5 % al área rural; el índice de analfabetismo es de 77,60 %.

1.1.8. Salud

Enfermedades más comunes de la población de la cabecera municipal de Huehuetenango.

Tabla I. **Estadística de enfermedades**

Enfermedades	Viviendas
Estomacales	50
Respiratorias	102
De la piel	4
De la vista	14
Otras	5
Total	175

Fuente: elaboración propia.

Se observa que las enfermedades respiratorias y estomacales son las de mayor incidencia en la población; las primeras como consecuencia de las condiciones climáticas, reportándose el mayor número de casos durante los

meses de noviembre a febrero; mientras que las segundas, se deben a una combinación entre las condiciones de higiene de la población y la época de lluvia.

1.1.9. Vivienda

Como es común en Guatemala las zonas que conforman el casco urbano y sus alrededores son los sectores con densidades poblacionales más altas; sin embargo, actualmente se están construyendo urbanizaciones y residenciales fuera del límite de casco, incrementando la población en las aldeas aledañas a la cabecera municipal

La mayoría de casas son de construcción formal de bloque de pómez, acero de refuerzo y cemento en los muros y cimientos; con techos de lámina de zinc y duralita; otras con techo de losa reforzada.

1.1.10. Servicios básicos e infraestructura

El municipio cuenta con los siguientes servicios básicos e infraestructura para atención a los pobladores.

1.1.10.1. Salud

En 1994 existía un hospital general, el Instituto de Seguridad Social, dos centros de salud y tres puestos de salud. En el 2012 los puestos de salud ya eran seis, es decir, que con relación al 2014 se incrementaron en un 50 %.

Así también se amplió la cobertura con cuatro instituciones privadas. Para el 2014 se incrementó otro puesto de salud y otra institución privada.

En el municipio, según encuesta realizada en el 2014, los servicios de salud están a cargo de instituciones del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y entidades privadas.

Según investigación de campo realizada en el 2014, los centros poblados que no tienen un puesto de salud son los siguientes: caserío Chibacabé, aldea Chiquiliabaj, aldea Cancelaj, aldea El Terrero Alto y aldea Tojtzale.

1.1.10.2. Educación

El fin primordial de la educación es contribuir a mejorar el desarrollo de los habitantes, por lo que se necesita del máximo esfuerzo para eliminar en gran parte el analfabetismo existente y la ampliación de la cobertura a nivel nacional para buscar optimizar la educación superior.

En el 2004 la educación era impartida por el sector privado con 66 centros educativos oficiales y 43 del sector privado. De los centros educativos oficiales el 74 % correspondía al nivel primario y al sector privado el 33 %.

A partir del 2014 la educación se desarrolla a través de dos sectores importantes en el municipio, educación pública y privada. La educación del sector privado se ha incrementado con 57 centros educativos y el sector oficial con 77 centros. En el 2014 aparece la educación primaria para adultos, lo que permite a personas mayores optar a dicha educación.

1.1.10.3. Energía eléctrica

Este servicio es prestado por el Instituto Nacional de Electrificación a través de la Empresa de Energía Eléctrica Municipal.

Según censo del 2004 de 13 362 hogares tenían este servicio 10 929, lo cual constituyen un 82 %. Para el 2012 de 15 992, contaban con el servicio 15 094 hogares que representan el 94 %. Según trabajo de campo realizado en el 2004, de 418 hogares el 99 % poseen este servicio. Se puede observar que la cobertura de este servicio se ha incrementado en forma proporcional de acuerdo con el crecimiento de la población y que para el 2014, solo el 1 % de la población ha carecido del servicio de energía eléctrica.

El servicio de energía eléctrica es irregular debido a interrupciones constantes de horas, ocasionando problemas con los aparatos eléctricos.

1.1.10.4. Alumbrado público

Según encuesta realizada en el 2004, se determinó que el área urbana cuenta con el 100 % del servicio de alumbrado público, mientras que en el área rural los siguientes centros poblados carecen de este servicio: las aldeas Las Florecitas, Ocubila, Setenan, Tojocaz, Chiquiliabaj, El Orégano y el caserío Negro.

1.1.10.5. Agua potable

En el municipio el agua es llevada desde Chiantla; baja por gravedad, la municipalidad se encarga de realizar el proceso necesario para que sea potable y prestar el servicio a las comunidades.

La información del censo 1994 indica que de 13 362 hogares 3 034 tenían el servicio de agua potable que representa el 23 %; en el censo del 2002, de 15 992 hogares, contaban con el servicio 10 184, que representan el 64 %. De acuerdo con lo anterior se observa que la cobertura del servicio de agua potable

se incrementó en un 41 %. En el trabajo de campo en el 2004 se determinó que el 75 % de hogares tienen este servicio; el mismo no es abastecido en un 100 %, debido a que dos días a la semana suspenden el servicio en los hogares.

En el área rural existen centros poblados que carecen del servicio de agua potable y son los siguientes: Chimusinique, Sucuj, Xetenam, La Estancia, Las Florecitas, El Orégano, Rio Negro, El Carrizal I, Ojechejel, Suculique, Talmiche, Llano Grande, Candelaj, Chiquiliabaj, Sunul y Las Florecitas.

1.1.10.6. Drenajes

La cobertura del sistema de drenajes de acuerdo con el censo del 2004 era el 40 % de la población; según censo, para el 2012 el 52 %, de acuerdo con la encuesta realizada en el 2014, de un total de 418 hogares el 37 % tiene el servicio de drenajes. Los lugares que no tienen este servicio son las aldeas El Terrero, Jumaj, Llano Grande, Chimusinique, Las Lagunas, , Canshac, Las Florecitas, Caserío Ojechejel y Colonia Herrera.

Como se observa en el párrafo anterior el servicio de drenaje se incrementó de 1994 al 2002 en un 12 % y para 2014 según encuesta, este servicio aún no es cubierto en un 100 % para el área rural.

1.1.10.7. Tratamiento de aguas servidas

En el municipio, al 2004 ya existía el problema de falta de un tratamiento de aguas servidas. De acuerdo con la encuesta realizada en el 2014, el problema aún afecta a los pobladores debido a que la población no cuenta con ningún tratamiento de saneamiento de las mismas, situación que provoca contaminación ambiental y enfermedades en la población. No se tiene un tratamiento previo para

evitar la descarga de los desagües en los afluentes del río Selegua, que al 2014 son de aguas negras por el uso inadecuado de este recurso.

El alcantarillado que posee no tuvo la visión de expansión de que ha sido objeto el municipio; producto de este trato inadecuado de sus desagües, es el surgimiento de enfermedades infectocontagiosas de incidencia en la población materno infantil y las enfermedades respiratorias; un tratamiento primario lo constituye la construcción de fosas sépticas, que permitirán desintoxicar las aguas negras y servidas, asimismo tener la menor contaminación al entrar en contacto con los vertederos de agua.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

El objetivo del diseño de obra civil para la ampliación de la subestación eléctrica Huehuetenango es obtener de un aumento en la confiabilidad, calidad y seguridad del suministro de energía eléctrica por medio de refuerzos en las redes de transmisión existentes.

Como primer paso para realizar el proceso de ingeniería pueden verse los estudios preliminares, proporcionan la información necesaria para el diseño de la ampliación de la subestación.

2.1. Estudios preliminares

Los estudios preliminares son todos aquellos que se realizan con el objetivo de recabar la mayor cantidad de información necesaria para definir el tipo de equipo, terreno y características del suelo de la subestación.

2.1.1. Estudios eléctricos

Estos estudios se realizan con el propósito de evaluar el impacto que una instalación nueva o ampliación de una existente (central de generación, sistema de distribución, subestación, entre otros.) tiene sobre el sistema de potencia o también el impacto que el sistema puede tener sobre la instalación nueva o ampliación.

Entre los estudios eléctricos más importantes para la evaluación de una ampliación o construcción de una nueva subestación se encuentran:

- Estudios flujo de carga
- Estudios de cortocircuito
- Estudios de estabilidad transitoria

Los resultados pueden orientar a una empresa determinada previo a la construcción final, a incluir elementos de compensación como bancos de capacitores, reactores, sistemas de regulación de tensión, entre otros, o bien son indispensables para la especificación de interruptores.

También es posible predecir el impacto que la nueva instalación o ampliación tendrá sobre la eficiencia energética de un sistema de distribución (instalación eléctrica industrial, por ejemplo) o del sistema nacional interconectado.

Según las normas NEAST y NTAUCT de la CNEE, estos estudios son necesarios para la autorización del uso de bienes de dominio público y para la autorización para la conexión al sistema de potencia de nuevas instalaciones o ampliaciones (centrales de generación, subestaciones, líneas de transmisión, bancos de capacitores, entre otros.) de más de 5 MW. Estos pueden ser realizados únicamente por entidades precalificadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. También se puede recurrir a estudios de flujo de carga y cortocircuito para simular el comportamiento futuro de una central eléctrica de menos de 5 MW, clasificada como parte de la generación distribuida.

2.1.2. Estudios topográficos

Los trabajos topográficos tienen por objeto el levantamiento planimétrico y altimétrico del área del proyecto para la ampliación de la subestación.

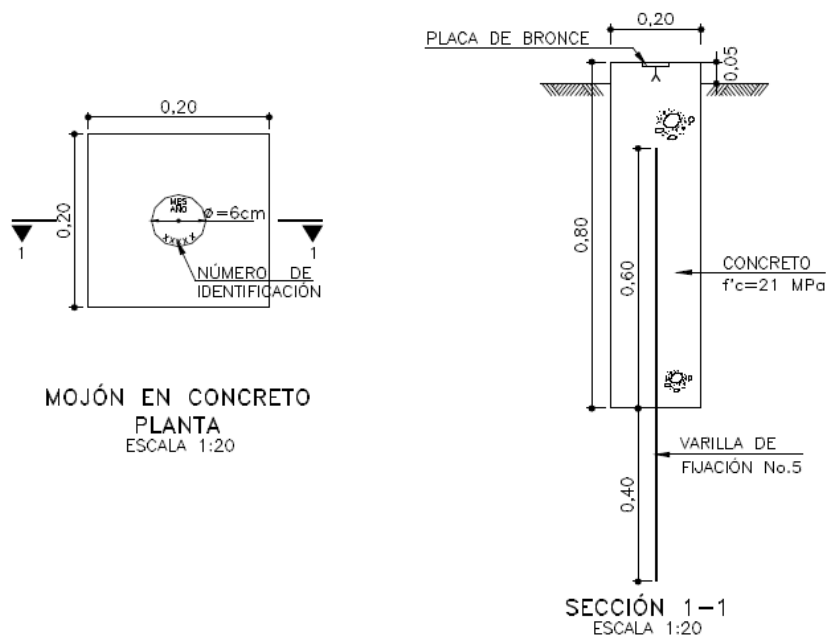
2.1.2.1. Generalidades

El levantamiento del área incluye la localización de mojones (2 puntos de control georreferenciados) para el posterior replanteo de las obras.

Su localización y elevación se determinó a partir de puntos certificados de la red geodésica nacional, utilizando un sistema GPS diferencial de doble frecuencia, dejando claramente determinada la precisión del amarre.

Los bancos de marca fueron elaborados de concreto con base en el siguiente esquema:

Figura 3. Bancos de marca



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

El banco de marca consiste en con un bloque en concreto de 0,20 x 0,20 m de sección como mínimo, con una profundidad 0,50 m y sobresale a 0,05 m del terreno; se deja embebida en el concreto una varilla de acero de 5/8" de un metro de longitud, que sirve como rigidizador y refuerzo del bloque que materializa el BM; en la cara superior se escribe con pintura o algún material permanente un número que identifica el BM, el año y mes de colocación.

Para la localización de los BMs se asignan ubicaciones que no interfieran con las obras, y que garanticen que no desaparezcan cuando se haga la adecuación del área y permita la ejecución del replanteo para la realización de los trabajos, una vez se inicien las obras de construcción.

El resultado de estos trabajos será un plano en AutoCAD con sus memorias de cálculo (cartera) y con representación de:

- Esquema de localización del sitio donde se construye la ampliación de la subestación.
- Curvas de nivel en el área de la siguiente manera:
 - Curvas de nivel cada 0,10 m para el siguiente intervalo $0 \% < \text{pendiente} \leq 5 \%$.
 - Curvas de nivel cada 0,25 m para el siguiente intervalo $5 \% < \text{pendiente} \leq 10 \%$.
 - Curvas de nivel cada 0,50 m para el siguiente intervalo $10 \% < \text{pendiente} \leq 20 \%$.
 - Curvas de nivel cada 1,00 m para pendientes $> 20 \%$.
- Tres bancos de marca identificados claramente (BMs).

- Localización con coordenadas reales de linderos y nombre de los propietarios, vías de acceso, construcciones existentes, árboles, líneas de energía y teléfono, obras existentes, vías colindantes con el predio, afloramiento de agua y demás detalles que sean sobresalientes o que impliquen importancia para el proyecto.
- Las coordenadas se presentan en: coordenadas geodésicas WGS 84 y *Gauss Kruger* (grados, minutos y segundos) y altura sobre el nivel del mar (msnm).

Al realizar las labores de topografía se tomaron las medidas necesarias para asegurar que los trabajos sean precisos. El equipo para los levantamientos topográficos fue una estación total con alcance de 1 200 m, con software de postproceso.

Los resultados se procesaron en medios magnéticos; los cálculos de áreas, precisión y coordenadas se entregaron en medio magnético en Excel Microsoft 2007.

2.1.2.2. Planimetría

La planimetría es la encargada de fijar las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Las medidas de distancias entre puntos pueden hacerse de forma directa con cinta métrica de acero o fibra de vidrio; el objetivo de las mismas es que el polígono de la subestación quede como figura geométrica perfecta, ya que para asuntos legales se encuentra registrado en el registro de la propiedad y debe ser corroborado.

2.1.2.3. Altimetría

La altimetría considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción. Para conocer estas diferencias de nivel se miden distancias verticales directa o indirectamente.

Las cotas que determinan las distancias verticales están referenciadas al nivel del mar, para lo cual se toma como base la cota de uno de los BMs y de esta cota; por las diferencias de nivel se determinan las curvas de nivel del área de la subestación.

Se deben tomar puntos cuando menos en cuadrículas aproximadas de 10 x 10 m y en toda depresión o promontorio o cambio de pendiente.

En las subestación existente es necesario determinar la localización y niveles de los pedestales y pisos terminados en los centros de las cimentaciones de pórticos, con el fin amarrar horizontal y verticalmente la subestación y el lote a levantar y tener datos reales del estado actual del terreno y la forma de comparar los sistemas de cotas de la subestación existente y la ampliación a construir.

2.1.2.4. Precisión del levantamiento

Se refiere al levantamiento topográfico y no a las coordenadas del predio obtenidas por GPS. Los levantamientos deben basarse en una poligonal de al menos 4 estaciones.

El grado de precisión corresponde a los requerimientos de segundo orden descritos a continuación:

El error de cierre angular debe ser menor que la expresión $\frac{a}{n}$, donde a es la aproximación del aparato en segundos, y n es el número de vértices de la poligonal.

- El valor de a no debe superar $6''$.
- El grado de precisión (GP) no debe ser menor de 1:5000; este valor está dado por la siguiente expresión:

$$GP = \frac{P}{E_C}$$

Donde:

P = perímetro de la poligonal, en metros.

E_C = error de cierre lineal, en metros. Este valor está dado por la siguiente expresión:

$$E_C = [(\Delta NS)^2 + (\Delta EW)^2]^{1/2}$$

Donde:

NS = diferencia de proyecciones norte y sur, en metros.

EW = diferencia de proyecciones este y oeste, en metros.

2.1.3. Estudios geotécnicos

La recolección de la información del sitio donde se desarrollan los trabajos de ampliación de la subestación incluye la descripción de aspectos tales como: geología, perfil estratigráfico, profundidad de nivel freático, sismicidad, clima

(régimen de lluvias, temperatura), vegetación, existencia y características de las edificaciones vecinas, protección en excavaciones a realizar y revisión de estudios técnicos existentes.

Actualmente no se cuenta con registros de ensayos de suelos en los que se pueda comprobar la resistencia, tipo de consolidación o capacidad de drenaje para futuras construcciones; en anexos se encuentra un análisis realizado del tipo de suelo existente para comprobar las distintas propiedades mecánicas; los ensayos realizados consisten en dos sondeos dinámicos (SPT) y un pozo a cielo abierto (PCA) para obtener límites de atterberg, granulometría, valor soporte california (cbr), proctor y corte directo.

2.1.3.1. Exploración de campo

La exploración de campo comprende la ejecución de calicatas, perforaciones estáticas u otros procedimientos de exploración normalizados, con el fin de ejecutar pruebas directas y obtener muestras para ensayos de laboratorio.

Las características y la distribución de las exploraciones cumplen con las siguientes disposiciones:

- En general, los sondeos en los cuales se recupera muestra son como mínimo el 50 % de los sondeos practicados en la totalidad de los estudios.
- Las muestras, tanto alteradas como inalteradas, se toman en cada cambio de material o por cada 1,50 m de longitud del sondeo. Al menos la mitad de los sondeos se realizarán en los puntos donde estarán ubicadas las

fundaciones de los pórticos y los equipos, principalmente en aquellos con cargas altas.

- La distribución de los sondeos a ejecutar cubre completamente el área de estudio.
- Las exploraciones de campo consideran la ejecución de ensayos *in situ* (SPT, DPL, CPT).

2.1.3.2. Sondeo dinámico (SPT)

El sondeo dinámico se usa para medir la compacidad del suelo, en donde el mismo se opone a la penetración de una sonda estándar tipo SPT. prueba de penetración estándar con un martillo de 63,5 kg (140 libras) y 0,76 metros de caída, según las normas del ASTM 1586-64T (*Standard Penetration Test*).

El ensayo fue llevado también en forma continua, aumentando el número de golpes necesarios para la penetración de cada 0,15 metros, con el objetivo de determinar con mayor exactitud el espesor y firmeza de cada uno de los estratos.

Para el diseño del programa de exploración subsuperficial se tomaron en cuenta las necesidades del proyecto, que consisten en realizar cinco sondeos dinámicos a 6,00 metros de profundidad o hasta alcanzar rechazo, debido al tipo de estructura que se construirá.

2.1.3.3. Ensayo de corte directo

Este método describe el método de ensayo para la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso

de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo, mientras se permite un drenaje completo de ella.

El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cercana un plano de cizalladura, determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia, a partir de las envolventes de resistencia de *Mohr*.

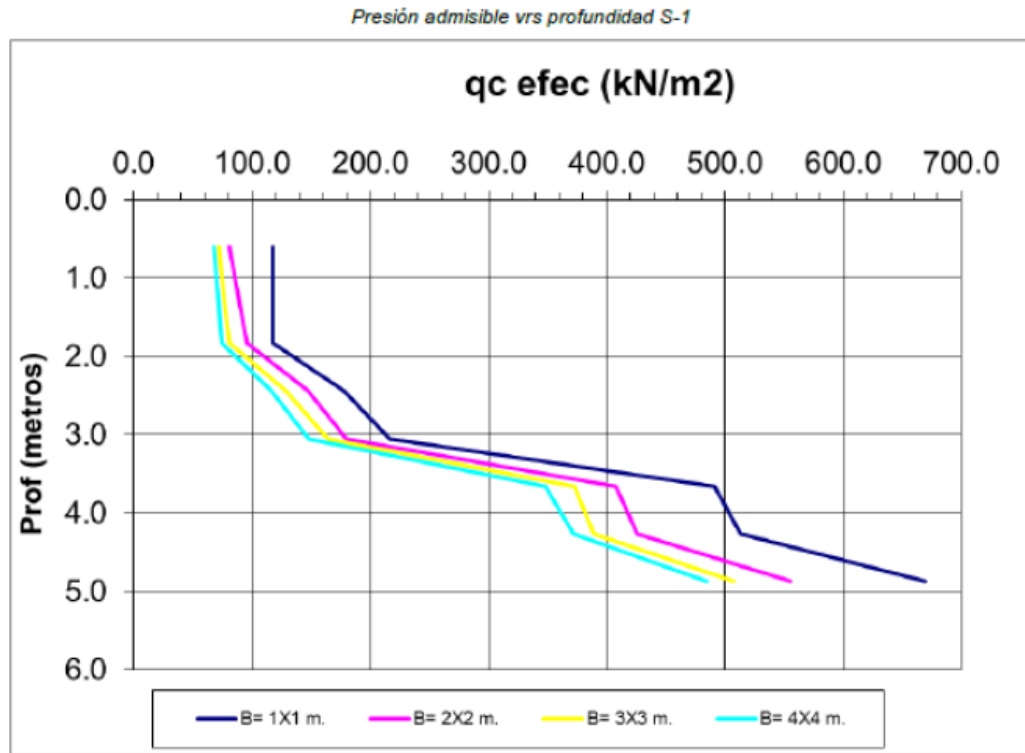
Para el diseño de los elementos de obra civil de la subestación se realizó un ensayo de corte directo, dando los siguientes resultados:

- Tipo de ensayo: corte directo
- Descripción del suelo: E1 limo arenoso color café claro
- Clasificación: ML
- Ángulo de fricción interna: $\Phi = 32,49^\circ$
- Cohesión: $C_u = 2,43 \text{ T/m}^2$
- Desplante: 1,60 m
- Peso específico: $\gamma_s = 1,28 \text{ T/m}^3$

2.1.3.3.1. Determinación del valor soporte del suelo

Para conocer las propiedades geomecánicas del suelo donde se cimentará el área de ampliación de la subestación, se realizó el ensayo de penetración dinámica; con este se procedió a calcular la capacidad soporte admisible del suelo, para cimentar de forma estable la estructura.

Figura 4. Gráfica valor soporte



Fuente: Grupo PHI. Resultado ensayo.

La capacidad soporte del suelo mostrada en las gráficas de presión admisible versus profundidad, obteniendo como resultado una capacidad soporte de 10 toneladas/m² a una profundidad 2,00 metros para una zapata cuadrada de 3 metros, cálculo que se muestra en la página 25 del presente informe.

El valor de capacidad soporte se encuentra dentro de los valores presumibles de capacidad de carga admisible en arcillas y mezclas de suelos indicados por Crespo Villalaz, para este tipo de suelo mostrado en la gráfica 5.

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores de inclinación de carga

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores profundidad

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Tabla II. **Factores de capacidad de carga**

Φ	N_c	N_q	N_γ
32	35,49	23,18	30,22
33	38,64	26,09	35,19

Fuente: BRAJA, Millsen Das. *Principios de ingeniería*. p. 130.

$N_q = 24,60$ (interpolado)

$N_c = 37,03$ (interpolado)

$N_\gamma = 32,65$ (interpolado)

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c} = 1,65$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} * \tan(\phi') = 2,63$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 * \frac{B}{L} = 0,6$$

$$F_{cd} = 1 - 0,4 \tan(\phi') * \frac{D_f}{B} = 0,86$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan(\phi') * (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B} = 0,25$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{\gamma i} = 1$$

Sustituyendo valores en la ecuación general de Meyerhof:

$$q_u = (2,47)(37,03)(1,65)(0,86)(1) + (1,65)(24,60)(2,63)(0,25)(1) \\ + 0.5(1,28)(3)(32,65)(0,6)(1)(1)$$

$$q_u = 193,29 \text{ T/m}^2 \text{ (esfuerzo límite)}$$

Cálculo de esfuerzo admisible o de diseño.

$$q_a = \frac{q_d}{F_s} \\ q_a = \frac{193,29}{4} \\ q_a = 48,3 \text{ T/m}^2$$

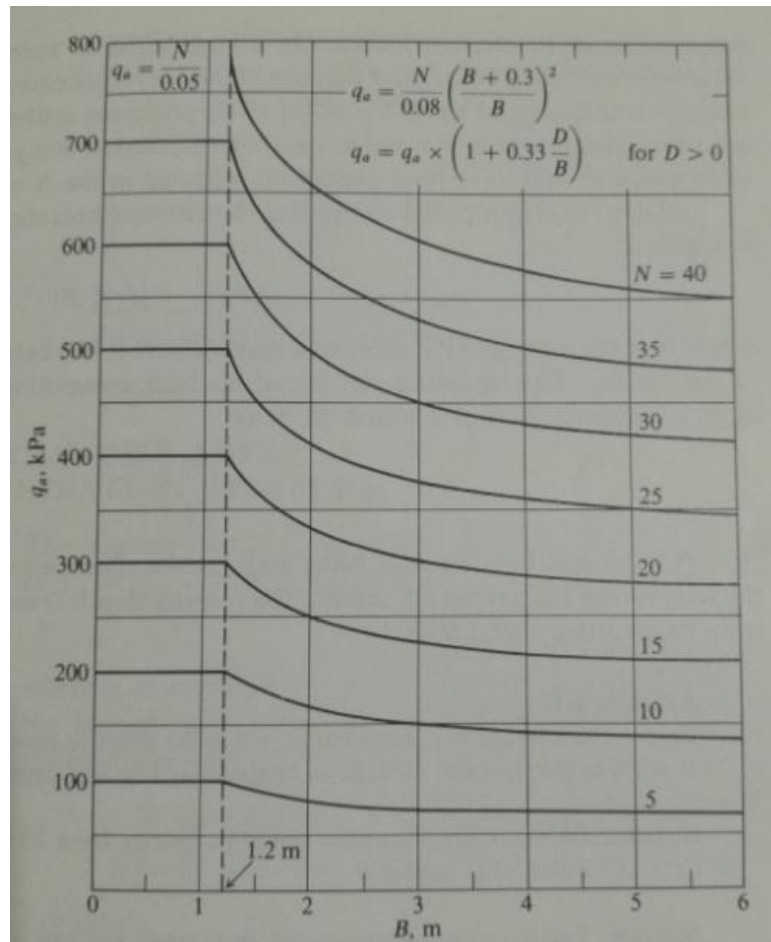
Las 48,3 T/m² del cálculo, con mucho excede el valor de 10 T/m² obtenido de las gráficas de presión admisible vs profundidad. Esto quizás puede deberse a la forma como se tomó y ensayó la muestra de corte directo mostrada en el estudio de suelos.

Por estos motivos se procede a realizar el cálculo de la capacidad soporte del suelo por medio del SPT, que como prueba de campo brinda una mayor confiabilidad. La estimación de la capacidad portante por este medio se hará usando un promedio del número de golpes de los estratos situados debajo de la cota de cimentación.

Como la zapatas del proyecto son zapatas aisladas que podrían situarse en el sitio donde el subsuelo tiene el menor número de golpes, el desplante de las cimentaciones se fijó al estrato de suelo más crítico, esto es, el que tiene el menor número de golpes. Para obtener la capacidad portante se usó al método propuesto por Meyerhof, dado por Bowles, que es una modificación del método

propuesto originalmente por Terzaghi y Peck, a continuación se muestra la gráfica propuesta por Meyerhof:

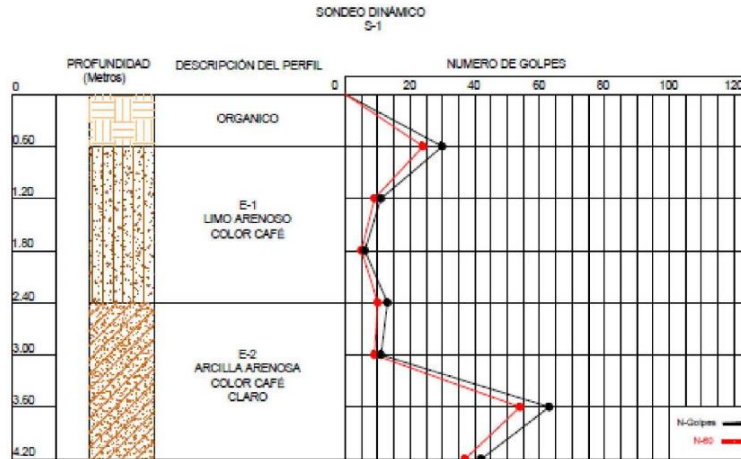
Figura 6. Capacidad soporte de suelo



Fuente: BOWLES, Joseph Eversmith. *Análisis y diseño de cimentaciones*. p. 690.

El número de golpes se obtiene de las notas en campo y de la tabla de resumen que se encuentra en el anexo 7 del estudio de suelos, el cual muestra que para el estrato E1- limo arenoso color café el promedio de golpes es de 10 tal y como se muestra en la figura 7.

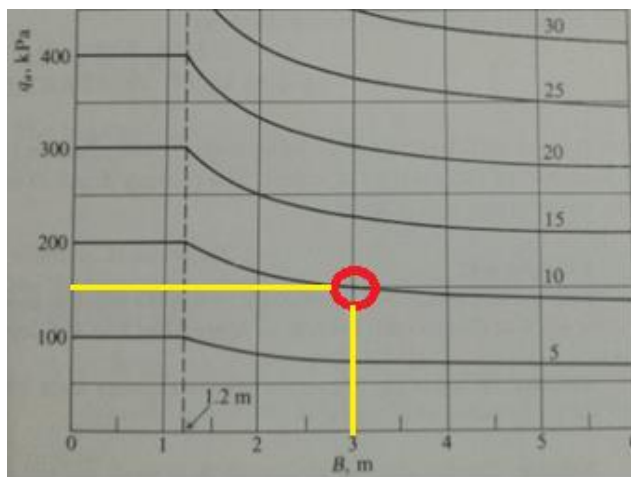
Figura 7. **Gráfica de golpes E-1**



Fuente: Grupo PHI *resultado ensayo*.

Para número de golpes de 10 y un ancho de zapata de 3 metros se obtiene de la gráfica de la figura 8 una capacidad portante de 150 kPa.

Figura 8. **Capacidad soporte**



Fuente: elaboración propia, empleando programa Paint.

Este valor de 150 kPa es igual a 15 T/m², valor que es más consistente con el primer valor reportado en la gráfica de presión admisible vs profundidad de 10 T/m² del estudio de suelos. Por lo que al realizar la comparación se elige el valor más crítico de:

$$q_a = 15 \text{ T/m}^2$$

2.1.3.4. Límites de Atterberg

Llamados límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque el comportamiento varía a lo largo del tiempo; su nombre se debe al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según la humedad; un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de atterberg. Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y el contenido de humedad; para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo.

2.1.3.4.1. Límite líquido

Ocurre cuando el suelo pasa de un estado plástico a uno líquido; para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de casagrande.

2.1.3.4.2. Límite plástico

Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a uno plástico.

2.1.3.5. Granulometría

Los granos que conforman el suelo y tienen diferente tamaño van desde los grandes que son los que se pueden tomar fácilmente con las manos hasta los granos pequeños, los que no se pueden ver con un microscopio; el análisis granulométrico al que se somete un suelo es de gran ayuda para la construcción de proyectos de estructuras y de carreteras, porque se puede conocer la permeabilidad y cohesión del mismo.

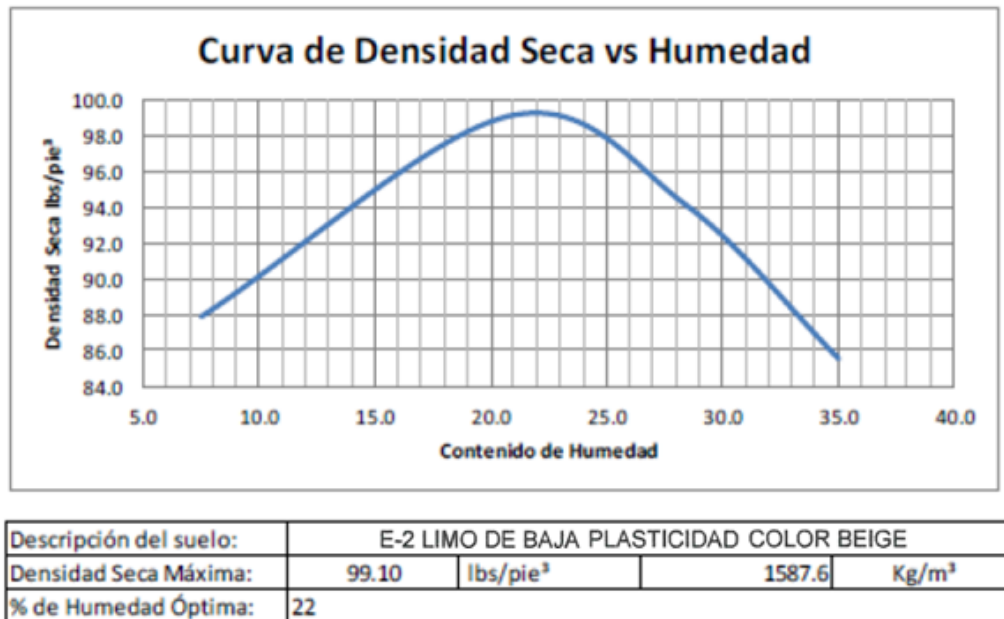
Los análisis granulométricos se realizarán mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la malla, los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen las características ya determinadas; para el ensayo o análisis de granos gruesos será recomendado el método del tamiz, aunque cuando se trata de granos finos no es muy preciso, porque le es más difícil a la muestra pasar por una malla tan fina; debido a esto para el análisis granulométrico de granos finos será conveniente utilizar otro método.

2.1.3.6. Proctor

El ensayo de compactación proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas, con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación; luego de compactar, esta es removida del molde y demolida nuevamente para

obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo.

Figura 9. Resultado proctor



Fuente: Grupo PHI. Resultado ensayo.

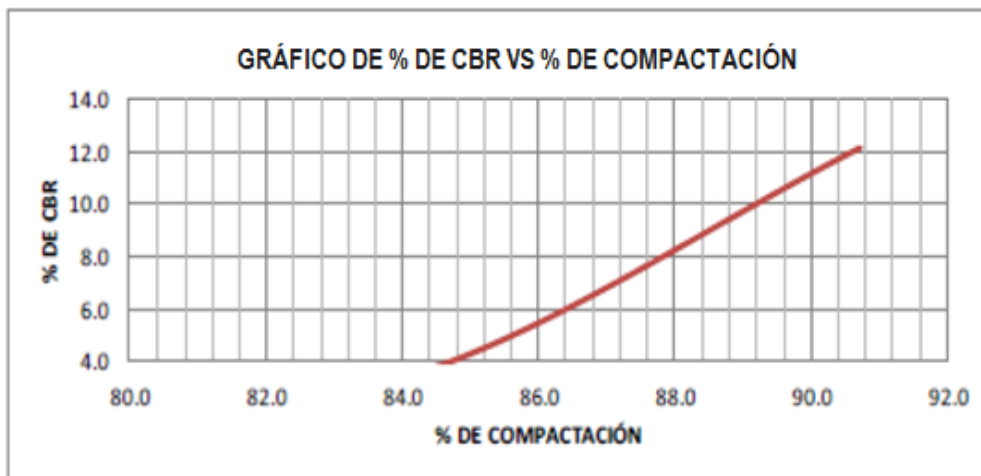
De acuerdo con la gráfica 9 para el suelo presente en el lugar del proyecto la humedad óptima que proporciona el peso unitario más satisfactorio que se debe usar en la compactación es de 22 % y una densidad seca máxima de 1587,6 Kg/m³. Estos valores serán de utilidad durante la etapa de construcción.

2.1.3.7. Valor soporte California CBR

La finalidad de este ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR, *California Bearing Ratio*) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

Por medio del ensayo se obtiene un índice de resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida para producir la misma penetración en una muestra estándar de piedra triturada. Para realizarlo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo y así determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo.

Figura 10. **Resultado CBR**



Fuente: Grupo PHI. Resultado ensayo.

Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T-193. El resultado del ensayo se representa con una gráfica de CBR contra el porcentaje de compactación, como la mostrada en la figura 7.

El valor de porcentaje CBR obtenido según la gráfica, para una compactación del 90 %, es de 12 aproximadamente, clasificándolo como un suelo regular.

Tabla III. **Clasificación del suelo según porcentaje CBR**

Número de CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
03 – 07	Pobre a regular	Subrasante
07 – 20	Regular	Subbase
20 – 50	Bueno	Subbase, base
50 o más.	Excelente	Base

Fuente: BOWLES, Joseph Eversmith. *Manual de laboratorio de suelo en ingeniería civil*. p. 191.

2.1.3.8. Estabilidad de taludes

Se realizan análisis de estabilidad considerando las características geotécnicas del material del talud, las condiciones hidráulicas esperadas, la geometría de la excavación, la sobrecarga de las obras vecinas, los sistemas y procesos constructivos, así como los efectos sísmicos.

Se define el volumen y características del material de préstamo requerido para los llenos, con base en los resultados de los ensayos de laboratorio y las necesidades del proyecto.

2.1.4. Estudios climatológicos

Dentro de los estudios climatológicos se realizan investigaciones para determinar valores como temperatura máxima anual, media anual, mínima anual,

velocidad del viento de diseño, índice de sismicidad (I_0) y análisis del nivel isocerámico del área.

2.2. Diseño de obra civil

Para el diseño de la ampliación de la subestación en el plano de planta general de obras civiles se presenta una concepción general de la ubicación del patio para la ampliación de la misma; adicionalmente se presenta la disposición de estructuras de pórticos, equipos, vías internas, canalizaciones, trincheras, sistema de drenaje, ubicación del edificio de control, transformadores, muros cortafuego, tanque colector de aceite, cerramiento y demás obras civiles presentes en el patio.

Para la realización de los diseños se tendrá en cuenta la Norma ACI 318-11 y la AGIES NSE, aplicando los espectros sísmicos y las velocidades de viento de diseño establecidas para el proyecto. Los espectros a aplicar para el diseño estructural del edificio de control, casetas fundaciones de equipos, fundaciones de pórticos, estructuras de pórticos, estructura de equipos, entre otros, se elaborarán de acuerdo con las especificaciones del AGIES NSE y los datos de los sitios suministrados en el estudio de suelos.

2.2.1. Diseño de plataforma

Con la información suministrada en los planos topográficos y estudios de suelos se realizará esta actividad que comprende los movimientos de tierra requeridos y se planteará el mejoramiento del terreno para disponer de la capacidad necesaria para la instalación de las obras en las áreas del proyecto. Se adecuarán única y exclusivamente los terrenos donde se van a ejecutar obras propias de la ampliación.

Para determinar los niveles de adecuación se estableció la cota superior en 56,21 m y como cota inferior 55,80 m, la cual es segura para la implantación del proyecto, pues desde el punto de vista de los drenajes el terreno, con este nivel de adecuación se facilita la evacuación de las aguas que puedan ingresar al terreno.

La pendiente de la adecuación se determinó en 1 % para todo el terreno en el sentido longitudinal; en el sentido transversal la pendiente será del 0,0 %, esto buscando optimizar los volúmenes de corte y relleno y siguiendo la inclinación natural del terreno.

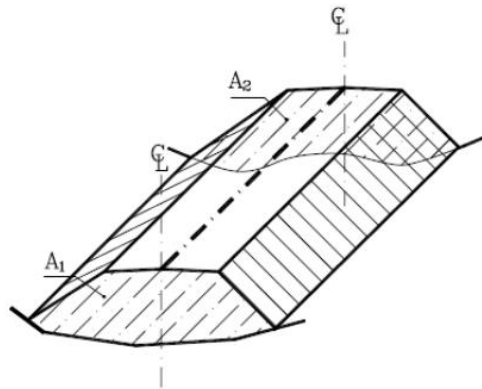
El material de relleno que se utilizará en la plataforma debe tener una densidad de compactación mínima de 1,60 g/cm³, al 95 % de proctor modificado; al material seleccionado se le deberá hacer pruebas de proctor modificado (ASHTO T-180) y así constatar que cumpla con la densidad requerida.

El material de corte en su estado natural no se recomienda utilizarlo como material de relleno; para emplearlo es necesario mezclarlo con cal y material de banco de materiales.

La cubicación comprende aquellos cálculos necesarios para conocer el volumen a efectuar en los movimientos de tierras necesarios para efectuar la explanación de un terreno. Generalmente, las cubicaciones se expresan en metros cúbicos.

Como se sabe, los movimientos de tierra resultantes al realizar una excavación se denominan desmontes y al material que se echa en el terreno se le llama terraplén o pedraplenen.

Figura 11. **Plataforma de terraplén**



Fuente: JAMES, Rafael. *Ingeniería, tránsito, fundamentos y aplicaciones*. p. 150.

Debido a la topografía del lugar la plataforma se conforma únicamente de relleno, y para la cubicación se emplea el método de áreas a través de la siguiente expresión:

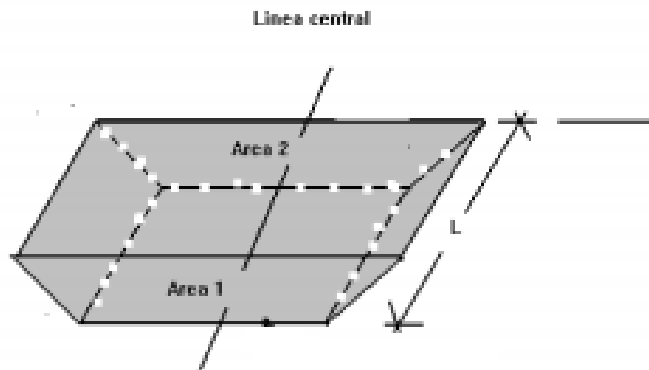
$$V = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \times d$$

Donde:

- V = volumen entre ambas secciones en metros cúbicos
- A₁, A₂ = área de las secciones S1 y S2 en metros cuadrados
- D = distancia entre secciones en metros

Esta fórmula aplica en los casos donde las secciones S1 y S2 se encuentran ambas en relleno o ambas en corte, tal y como se muestra en la figura 7, donde ambas secciones se encuentran en corte separadas una distancia L.

Figura 12. **Esquema secciones de corte**



Fuente: JAMES, Rafael. *Ingeniería, tránsito, fundamentos y aplicaciones*. p.150.

A continuación se indica cómo se calcularon los volúmenes de descapote o remoción de capa vegetal y relleno estructural.

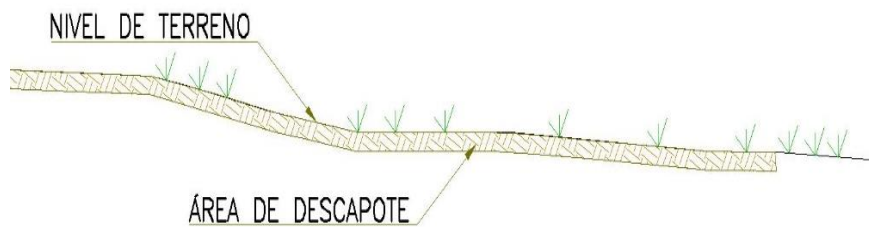
2.2.1.1. Cálculo de volumen de descapote

El descapote se refiere a la remoción de la capa superficial del terreno natural, compuesta por tierra vegetal, turba, materia orgánica y demás materiales inadecuados que se encuentren en la superficie del terreno natural, dentro de las zonas previstas para la construcción de las obras del proyecto, incluyendo las áreas de almacenamiento y botaderos. Incluye además la extracción de cepas, fundaciones de concreto, raíces que no se hayan removido, transporte, limpieza y disposición en los botaderos de los materiales resultantes de todas las operaciones anteriores.

Para iniciar los trabajos de movimiento de tierras se debe remover como mínimo una capa de 60 centímetros de suelo orgánico; sin embargo, se deberá realizar la verificación en campo de los espesores y hacer el retiro de la totalidad

de la capa orgánica. Al colocar una capa de 60 centímetros de espesor paralelo a la superficie del terreno existente, se obtiene el área transversal por cada eje.

Figura 13. Área de descapote



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Para el cálculo de volumen se utiliza la ecuación de áreas medias y los perfiles dibujados con la pendiente del 1 % en la plataforma.

$$V = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \times d$$

Secciones 6 y 7

$$A_1 = 3,27 \text{ m}^2 \quad A_2 = 3,25 \text{ m}^2$$

$$D = 10 \text{ m}$$

Sustituyendo datos:

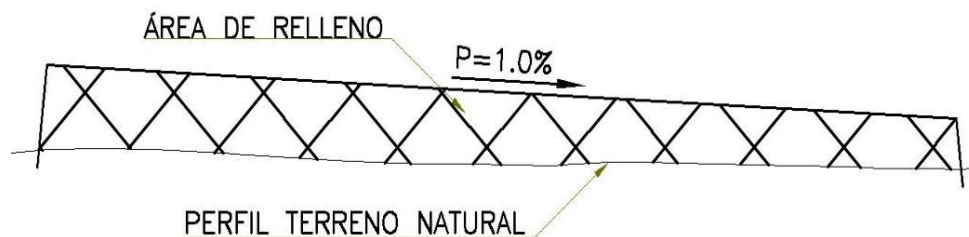
$$V = \frac{1}{2}(3,27 + 3,25) \times 10 \quad V = 32,6 \text{ m}^3$$

Obteniendo un volumen total de descapote de 255 m³.

2.2.1.2. Cálculo de volumen de relleno

Para los rellenos se emplean materiales seleccionados limpios y naturales adecuados para este fin; por lo cual es conveniente obtener los volúmenes de material necesarios para conformar la plataforma de la subestación.

Figura 14. Área de relleno



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Para el cálculo de volumen se utiliza nuevamente la ecuación de áreas medias y los perfiles dibujados con la pendiente del 1 % en la plataforma.

$$V = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \times d$$

Secciones 6 y 7:

$$A_1 = 18,3 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 12,75 \text{ m}^2$$

$$D = 10 \text{ m}$$

Sustituyendo datos:

$$V = \frac{1}{2}(18,3 + 12,75) \times 10$$
$$V = 155,25 \text{ m}^3$$

Obteniendo un volumen total de descapote de 2 653,42 m³.

2.2.2. Malla perimetral

La barda perimetral tiene como objeto proporcionar seguridad física a la instalación; en su diseño se debe considerar lo siguiente:

- El material de construcción debe ser de block macizo sin huecos, de 12x20x40 cm o 12x18x40 cm, con resistencia a la compresión de 4,08 MPa (40 kg/cm²) o tabique rojo recocido de 7x14x28 cm; ambos junteados con cemento-arena de un centímetro de espesor y con acabado aparente.
- La distancia máxima entre columnas es de 4 m centro a centro. A cada 16 m se debe dejar una junta constructiva de 2 cm de espesor.
- La resistencia del concreto a utilizar será de $f'c = 19,6 \text{ MPa}$ (200 kg/cm²) y del acero de refuerzo de $f_y = 411,6 \text{ MPa}$ (4 200 kg/cm²).
- En el diseño de la barda se debe prever la instalación de puertas de acceso.

Para el cerramiento de la subestación se usará un cerco en malla eslabonada de alambre galvanizado en caliente por doble inmersión, calibre 10 con tejido de 50x50 mm de 2,10 m de altura. La malla presenta un gallinazo hacia el exterior a 45 grados en los postes intermedios y 35 grados en los postes

esquineros de 0,40 m, con un tapón soldado para soporte de 3 hiladas de alambre de púas, calibre 12 AWS de doble hilo con púas de cuatro puntas, en alambre galvanizado 14 AWS.

Figura 15. **Malla de cerramiento**



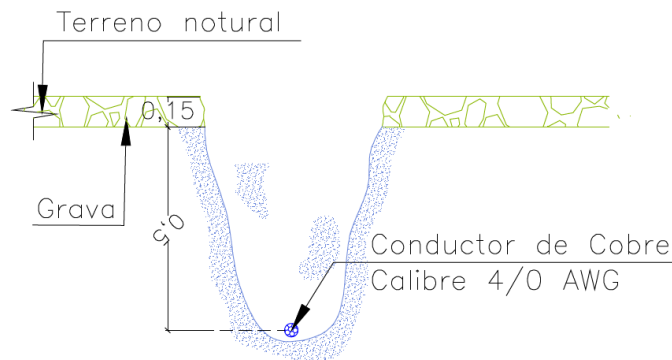
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.2.3. **Red de tierras**

La puesta a tierra del sistema eléctrico consiste de todas las conexiones posibles a tierra que están interconectadas a los sistemas eléctricos.

Las redes de tierra de subestaciones eléctricas se diseñan con cable de cobre desnudo interconectado; es por esto que se debe realizar la apertura de zanjas para instalar el conductor de cobre desnudo a una profundidad de 0,5 m, con referencia en la superficie del terreno. Posteriormente se llenan y compactan con material común de la excavación al 95 % del proctor, al igual que toda la plataforma.

Figura 16. **Excavación red de tierras**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Son los ingenieros electricistas los encargados del diseño, elaboración de planos e instalación de la red de tierras; con el apoyo y supervisión de personal de ingeniería civil para la excavación y posterior relleno controlado del trazo indicado por el especialista.

2.2.4. Diseño de drenajes

El sistema de drenaje de la subestación tiene la función de desalojar en forma eficiente y segura el agua proveniente de las precipitaciones pluviales y escurrimientos naturales.

2.2.4.1. Drenaje pluvial

El sistema de drenaje constituye el diseño de una red de tuberías, registros, cunetas, contracunetas, lavaderos, vados, subdrenes, canales, pozos de amortiguamiento, pozos de absorción que tengan como propósito salvaguardar la integridad de toda la instalación y sus elementos, como: bardas, plataformas,

caminos, edificaciones y equipos, encauzando y desfogando las aguas hacia los escurrimientos naturales originales en los límites del predio.

El sistema de drenaje se debe diseñar con base en el método racional americano, con los siguientes parámetros: área tributaria, coeficiente de escurrimiento e intensidad de lluvia; esta última obtenida de los siguientes parámetros: isoyetas de intensidad, duración y frecuencia. Estos son proporcionados por el Insivumeh, para un periodo de retorno de 50 años.

Determinación de lugar de descarga:

Debido a que se trata de una ampliación como el lugar de descarga se ha seleccionado una cuneta, la cual se conectará a la red de drenaje pluvial existente que drena a un riachuelo ubicado a 500 m de la subestación.

Caudal de diseño:

El caudal de diseño o cantidad de aguas lluvias se calculará mediante el modelo lluvia – escorrentía, denominado Método Racional. El modelo establece que el caudal superficial producido por una precipitación se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde:

q = caudal de aguas lluvias [l/s]

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de precipitación [l/s/ha]

A = área tributaria [ha]

Coeficiente de escorrentía:

Es función de la precipitación, las características físicas de la hoya de drenaje, y la intervención humana en la cuenca, se determinará de acuerdo con la siguiente expresión tomada de *Experimental Examination of the Rational Method*.

Tabla IV. **Coeficientes de impermeabilidad**

TIPO DE SUPERFICIE	I
Techos	0,9
Comercial o industrial	0,9
Residencial con casas contiguas, predominio de zonas impermeables	0,75
Residencial multifamiliar con bloques contiguos y zonas impermeables	0,75
Residencial unifamiliar con casas contiguas, predominio de jardines	0,55
Residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliar apreciablemente separados	0,45
Residencial con predominio de zonas verdes, cementerios tipo jardín	0,3
Laderas desprotegidas de vegetación	0,6
Laderas protegidas de vegetación	0,3

Fuente: ASCE. *Experimental examination of the Rational Method*. p. 952.

$$C = 0,14 + 0,65i + 0,05P$$

Donde:

I = coeficiente de impermeabilidad. Se toma un valor de 0,60. (Ver tabla IV)

P = pendiente promedio del área tributaria [decimales]

Luego:

$$C = 0,14 + 0,65(0,60) + 0,05(0,005)$$

$$C = 0,53$$

Intensidad de lluvia:

Para calcular la intensidad de lluvia se utilizarán los parámetros de ajuste de la estación meteorológica de Huehuetenango, de la tabla IV. Se asumirá un periodo de retorno T_r de 2 años.

Tabla V. **Parámetros de ajuste estación meteorológica Huehuetenango**

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
HUEHUETENANGO								
A	1 215	4 935	15 870	5 464	5 410	5 395	5 320	5 270
B	11	25	35	17	17	17	17	17
N	0,874	1,09	1,292	1,102	1,097	1,095	1,089	1,084
R2	0,997	0,993	0,981	0,989	0,989	0,989	0,989	0,989

Fuente: *INSIVUMEH. Mapas de duración-intensidad-frecuencia de precipitación para la república de Guatemala. p. 6.*

Los parámetros de ajuste para un periodo de retorno T_r de 2 años son:

$$A = 1\ 215$$

$$B = 11$$

$$n = 0,874$$

$$R2 = 0,997$$

Se asume un tiempo de concentración T_c de 0,5 minutos (30 segundos).

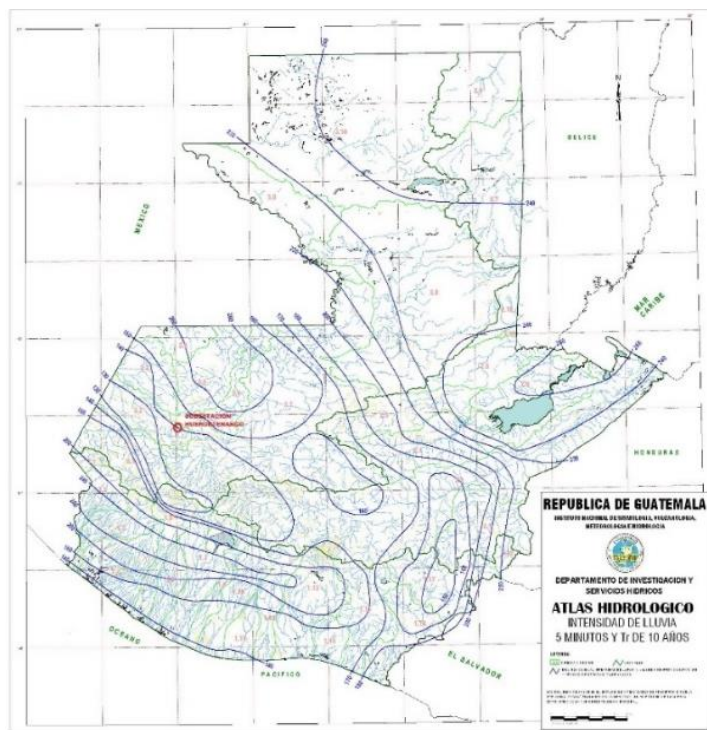
Por lo que se tiene lo siguiente:

$$i = \frac{A}{(B + Tc)^n} = \frac{1\ 215}{(11 + 0,5)^{0,874}}$$

$$i = 143,72 \text{ mm/h}$$

Según la localización en el mapa hidrológico de Guatemala, la subestación tiene una intensidad de lluvia de 140 mm/h, como se ve en la figura 14.

Figura 17. **Mapa hidrológico de Guatemala**



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

El área a drenar será de 450 m² o 0,0450 hectáreas.

$$Q = \frac{0,9 \times 143,72 \times 0,0450}{360} = 0,0162 \text{ m}^3/\text{s} = 16,2 \text{ lt/s}$$

Luego se calcula el diámetro de la tubería en flujo por gravedad; se utiliza la ecuación de Manning para calcular el caudal a sección llena:

$$D = \left(\frac{691\,000 \times Q \times n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

Q = caudal a sección llena

V = velocidad a sección llena

A = área de la sección de flujo

RH = radio hidráulico

S = pendiente del tramo de tubería

n = coeficiente de rugosidad de Manning = 0,009 para PVC

$$D = \left(\frac{691\,000 \times 0,0162 \times 0,009}{0,005^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 15,22 \text{ cm}$$

$$D \approx 6''$$

2.2.4.2. Drenaje sanitario

Debido a la naturaleza de las instalaciones y a que no es necesaria la permanencia de personal dentro del área de ampliación no se considera la instalación o ampliación de servicios como una red de agua potable o tratamiento de aguas negras.

2.2.5. Diseño de viales

Los viales se refieren a la superficie de rodamiento para el tránsito de vehículos requerida para comunicar al predio de la subestación con la carretera, o todos aquellos cuyo propósito es el tránsito para supervisión, mantenimiento y maniobras dentro de la subestación.

Los viales se clasifican en: caminos principales, caminos perimetrales y caminos de mantenimiento.

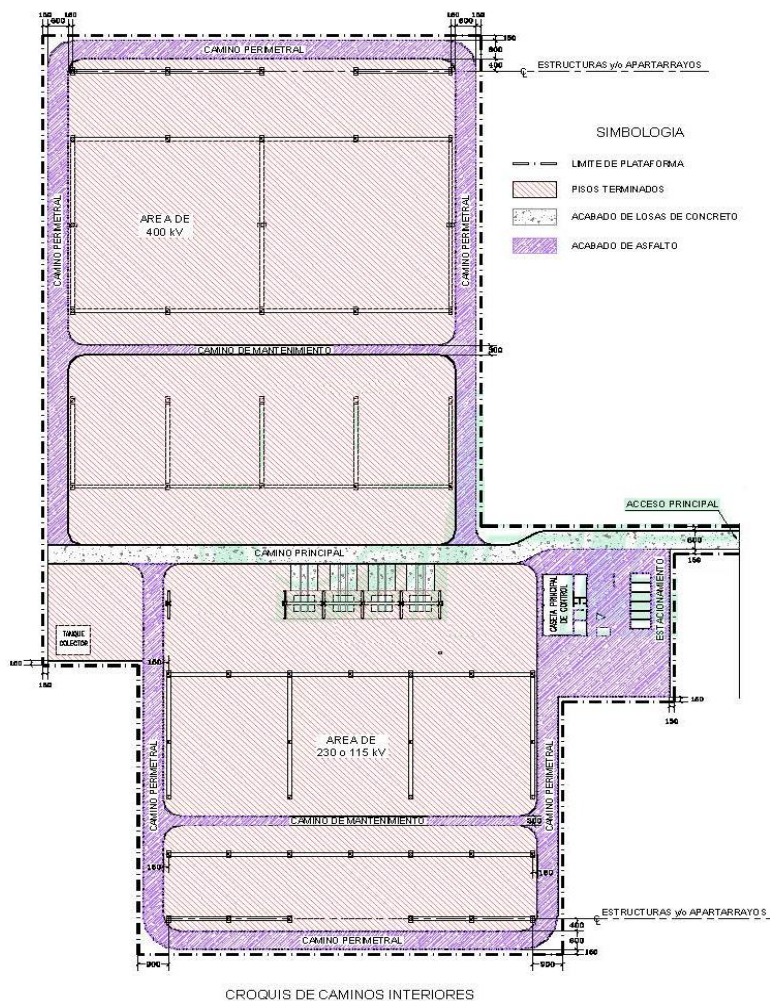
- Caminos principales: son aquellos que permiten la circulación dentro del predio desde la puerta de acceso hasta la zona de edificios principales y la zona de transformadores y reactores. En su diseño se debe considerar el tránsito de un camión de cama baja que transporte el equipo de transformación o banco de reactores más pesados, con un ancho mínimo de 6 m. Los caminos principales se deben diseñar con losas de concreto armado.
- Caminos perimetrales: son aquellos que permiten la circulación alrededor de las diferentes áreas de la instalación y su ubicación es entre los límites de la plataforma y el último eje de equipo, estructura o edificación, con un ancho mínimo de 6 m. Los caminos perimetrales deben ser de carpeta asfáltica, salvo en aquellos casos en que CFE apruebe otro tipo de acabado; el eje del camino estará a 7 m del eje de estructuras de remate o eje del último equipo, salvo para el tramo de camino perimetral perpendicular a las barras, en cuyo caso el eje del camino se localizará a 4,50 m de las estructuras mayores. En la zona de circulación del área de

casetas, edificios y zona de estacionamiento el acabado debe ser de carpeta asfáltica.

- Caminos de mantenimiento: son aquellos que permiten la circulación vehicular para la aproximación y mantenimiento de interruptores. Se deben diseñar para resistir el rodamiento de un camión-grúa de 3 toneladas y su acabado debe ser de carpeta asfáltica con un ancho de 3 m.
- Los caminos interiores deben garantizar un tránsito confiable y seguro en cualquier época del año, para lo cual deben diseñarse con base en los siguientes lineamientos: tener radios de curvatura adecuados en los cambios de dirección; contar con pendientes transversales (bombeo) del 2 % para drenaje pluvial y cunetas longitudinales; tener la impermeabilidad y el drenaje adecuados; resistir las acciones abrasivas producidas por el tránsito y los agentes atmosféricos del sitio y absorber pequeños asentamientos.
- Cuando los caminos interiores crucen con ductos o trincheras, deben diseñarse con pasos vehiculares de pendiente suave, considerando que el ancho del camino no apoye sobre los ductos o trincheras.
- Para los caminos interiores cuyo acabado sea con carpeta asfáltica, esta debe tener un espesor mínimo de 5 cm y apegarse a las características de los materiales indicados en las bases de licitación del proyecto.
- Para los caminos interiores cuyo acabado sea con losas de concreto armado, estas deben tener un espesor mínimo de 10 cm, con un $f'c = 19,6$ MPa (200 kg/cm^2), incluyendo juntas de construcción, expansión, contracción y colado lateral.

En la figura 15 se muestra un esquema de una subestación con los diferentes tipos de vías.

Figura 18. Esquema de vías internas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Las vías para la ampliación de la subestación Huehuetenango corresponden a 75 ml de vía principal y 110 de vía de mantenimiento ambos de

tipo rígido, las secciones de vía serán de 8 m, 55 de 5 m y 55 de 3,2 m de ancho, respectivamente, estará a nivel de grava y drenará directamente al patio.

Para el diseño del pavimento se tendrán en cuenta los resultados de los estudios de suelos y se usará el método simplificado de diseño para pavimentos rígidos de la PCA (Portland Cement Association).

2.2.5.1. Periodo de diseño

Es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes que requiera rehabilitación. También se refiere al tiempo entre dos rehabilitaciones sucesivas. Para los diseños realizados utilizando el método simplificado de la PCA, el periodo de diseño es de 20 años.

2.2.5.2. Módulo de reacción de la subrasante (k)

El módulo de reacción de la subrasante dice cuál es la presión que hay que ejercer sobre el suelo para que se presente una deformación determinada, que para el caso de los pavimentos es de 13 mm. De acuerdo con el estudio de suelos en la subestación se tiene un módulo de reacción de la subrasante de:

$$k = 2,36 \text{ kg/cm}^3 = 23,60 \text{ MPa/m.}$$

2.2.5.3. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario es el número promedio de vehículos no comerciales que se estima que a diario transitarán por la vía de concreto que se está diseñando. En este caso, se estima que el tránsito promedio diario es de 10 vehículos.

2.2.5.4. Categorías de carga por eje

Teniendo los valores del tránsito promedio diario (TPD) y del tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPD-C), y al observar la tabla VI, con base en dichos valores, pero especialmente con base en la descripción del tipo de vía, se determina la categoría de cargas por eje para la vía que se está diseñando.

Tabla VI. Categoría de calles por carga

Tabla 6.12 Categorías de carga por eje						
Categorías de carga por eje	Descripción	Tránsito			Máximas cargas por eje (KN)	
		TPD	TPDC		Ejes simples	Ejes tándem
			%	Diario		
1	- Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 - 800	1 - 3	hasta 25	98	160
2	- Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). - Calles, arterias y carreteras primarias (bajo).	700 - 5000	5 - 18	40 - 1000	115	195
3	- Calles arterias, y carreteras primarias (medio). - Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio).	3000 - 12000 (2 carriles) 3000 - 50000+ (4 carriles o más)	8 - 30	500 - 5000+	133	230
4	- Calles arterias, carreteras primarias y vías expresas (alto). - Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto).	3000 - 20000 (2 carriles) 3000 - 150000 (4 carriles o más)	8 - 30	1500 - 8000+	151	267

* Los términos bajo, medio y alto se refieren a los pesos relativos de las cargas por eje, para el tipo de calle o carretera considerada; esto es, "bajo" para una autopista interestatal puede representar cargas mucho más pesadas en una carretera secundaria.

Fuente: MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. p. 341.

2.2.5.5. Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPD-C)

Es el número promedio de vehículos comerciales que diariamente transitarán por la vía en las dos direcciones. Se puede estimar que transitará 1 vehículo comercial diariamente.

2.2.5.6. Suelos de subrasante

Debido a que el módulo de reacción de la subrasante (k) presentado en el numeral 2.2.5.2 de este documento es bajo, será necesario mejorarlo.

Tabla VII. **Suelos de subrasante y valores aproximados de K**

SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K, MPa/m
Bajo	20 – 34
Medio	35 – 49
Alto	50 – 60
Muy alto	70 – 110

Fuente: MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. p. 600.

La capacidad de soporte del suelo de subrasante se clasifica como baja.

En la tabla VIII se presenta la granulometría requerida para la subbase de acuerdo con las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, Dirección General de Caminos. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de la República de Guatemala, Sección 304.

La subbase debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Límite líquido <35 %
- Índice plástico >6 %
- CBR > 40
- Grado de compactación mínimo: 95 % del Proctor modificado
- Granulometría

Tabla VIII. **Requisitos subbase granular**

TAMIZ		Porcentaje que pasa por un tamiz de apertura cuadrada (AASHTO T-27)
Normal	Alternativo	TIPO A (A-1) (Subbase) 50 mm (2") máximo
50 mm	2"	100
25 mm	1"	60 - 90
4,75 mm	Núm. 4	20 - 60
0,075 mm	Núm. 200	03-12

Fuente: MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. p. 253.

2.2.5.7. **Diseño del pavimento rígido**

Se diseñará un pavimento en concreto simple, el cual resiste las tensiones producidas por el tránsito y las variaciones de temperatura y humedad.

Además, por ser una vía de tráfico ligero y que se apoya sobre un suelo que tiene la capacidad de soporte adecuada, no requiere la instalación de acero de refuerzo, sin embargo, se utilizará malla electrosoldada con el fin de mitigar el efecto de las variaciones por temperatura y humedad.

2.2.5.7.1. Categoría

De la tabla VI se obtiene que para las vías de la subestación, que se pueden asemejar a una calle residencial y para las que los pesos relativos de las cargas por eje que transitarán sobre ellas son bajos, corresponde la categoría 1 de cargas por eje.

2.2.5.7.2. Soporte

De la tabla VII se tiene que para un módulo de reacción de la subrasante de 31,80 MPa/m, la capacidad de soporte del suelo se puede clasificar como baja, por lo tanto, el pavimento se apoyará sobre una subbase granular de 200 mm de espesor.

2.2.5.7.3. Módulo de rotura

La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión. La resistencia a la flexión, y el módulo de ruptura para un concreto de peso normal, se aproxima de acuerdo con el código ACI 318-08 a un valor de $(0,70\sqrt{f'c})$ y $f'c$ en unidades de MPa. El módulo de rotura para un concreto de $f'c = 35$ MPa es de 4,1 MPa.

2.2.5.7.4. Espesor de losa

Como se ha comentado anteriormente las vías a construir dentro de la subestación Huhuetenango, no estarán sujetas a un tráfico diario constante únicamente para trabajos de mantenimiento los cuales suelen programarse entre 10 a 15 veces por año, por lo que este diseño se basa en una serie de sencillas

tablas de diseño, basdas en distribuciones de carga por eje, representativas de las diversas clases de calles y carreteras que se muestran en la tabla VI categorías de carga por eje.

Para la selección de espesor de losa se considera el uso de bermas de concreto o bordillos, adyacentes al pavimento, ya que reducen los esfuerzos de flexión y las deflexiones producidas por las cargas de los vehículos; además se considera como elemento determinante de diseño la fatiga a la cual se somete el material por el tránsito de las cargas y así controlar el agrietamiento.

Tabla IX. **Espesor de losas**

	Sin berma o sardinel de concreto				Con berma o sardinel de concreto				
	Espesor de losa, mm	Soporte subrasante - subbase, MPa/m			Espesor de losa, mm	Soporte subrasante - subbase, MPa/m ³			
		Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto	
MR = 4,4 MPa	120		0.1	0.3	MR = 4,4 MPa	100		0.1	0.4
	130	0.2	1	4		110	0.3	2	6
	140	2	11	33		120	4	21	60
	150	18	77	210		130	38	160	410
	160	110	407			140	240		
	170	500							
MR = 4,1 MPa	130		0.2	0.7	MR = 4,1 MPa	110		0.3	1
	140	0.4	2	8		120	0.8	5	15
	150	4	19	54		130	9	41	110
	160	27	110	290		140	65	260	650
	170	140	530			150	360		
	180	600							
MR = 3,8 MPa	140	0.1	0.4	1	MR = 3,8 MPa	110			0.2
	150	0.7	4	12		120	0.1	0.8	3
	160	5	26	72		130	2	9	26
	170	32	130	350		140	14	63	170
	180	150	570			150	90	340	
						160	430		

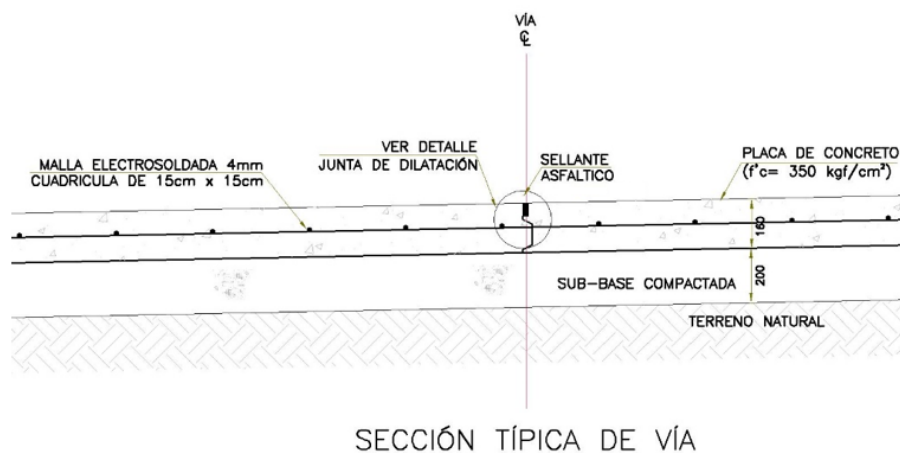
Fuente: MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. p. 75.

Para determinar el espesor de la losa de las vías internas se utilizará la información de la tabla IX, mostrada a continuación; se obtiene que para una vía con berma o bordillo, una subrasante con soporte alto, un concreto con un módulo

de rotura de 4,1 MPa ($f'c = 35$ MPa) es conveniente que el espesor de la losa sea 160 mm para cumplir con los requerimientos de tránsito de vehículos comerciales.

Para las vías de acceso a los patios dentro de la subestación, se utilizará una losa en concreto de $f'c = 21$ MPa, con un espesor de 160 mm y malla electrosoldada de 4 mm como refuerzo.

Figura 19. Esquema de sección de vía



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.2.5.7.5. Juntas entre placas

Para la categoría 1 de cargas por eje, por ser la categoría más sencilla y debido a que el pavimento no estará sometido a cargas altas, las juntas serán simplemente por acumulación de agregados. Por otro lado, para minimizar la filtración de agua superficial y de materiales incompresibles dentro de las juntas, se utilizará un sellante de poliuretano elastomérico Sikaflex-1A o similar.

2.2.5.7.6. Juntas transversales de contracción

Son las juntas que se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y están debidamente espaciadas para controlar la fisuración generada por la retracción y por los cambios de humedad y temperatura.

Para pavimentos rígidos de concreto simple, la separación entre estas juntas debe ser máximo de 6,00 m.

2.2.5.7.7. Juntas transversales de construcción

Son las juntas que se generan al finalizar las labores diarias o cuando por cualquier motivo se suspende la instalación del concreto. Siempre se construirán perpendiculares al eje de la vía. Estas juntas se harán coincidir con las juntas transversales de contracción, pero de no ser posible, se deberá localizar en el tercio medio de la placa.

2.2.5.7.8. Juntas longitudinales de contracción

Son las juntas que dividen los carriles y controlan el agrietamiento cuando se construyen 2 o más carriles simultáneamente, y siempre que se tengan franjas de más de 4,50 m de ancho. Para pavimentos rígidos de concreto simple; la separación entre estas juntas debe ser máximo de 3,50 m, según el ancho de las vías en la subestación, se colocan juntas longitudinales cada 2,00 m o 3,00 m.

2.2.5.7.9. Juntas longitudinales de construcción

Son las juntas que se generan longitudinalmente cuando los carriles se construyen en momentos diferentes.

Estas juntas siempre se deberán hacer coincidir con las juntas longitudinales de contracción.

2.2.6. Diseño de canales de cables

Las trincheras son canalizaciones construidas a base de muros de concreto armado y cuyo objetivo es canalizar y proteger el cableado de protección, control, medición y fuerza de una subestación.

El dimensionamiento de las trincheras y ductos se hace previendo las ampliaciones futuras; además el alineamiento y ubicación de las trincheras y cajas de tiro se hacen de forma tal que se minimice la longitud de cables requeridos, y se coordinará con las previsiones del drenaje de patio.

El nivel de la trinchera será como mínimo 10 cm del nivel de piso terminado, con el objetivo de evitar que se introduzca el agua de lluvia. Los registros para drenar las trincheras deben ubicarse contiguos a estas, para facilitar los trabajos de limpieza y desazolve en los puntos de descarga.

En el diseño y verificación de la estructura, se consideran parámetros del suelo como: capacidad de soporte, ángulo de fricción interna, cohesión, peso específico del suelo de relleno; todo lo anterior de acuerdo con lo presentado en el estudio de suelos.

Parámetros:

Concreto trinchera $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$

Concreto tapas de trinchera $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Densidad del concreto $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$

Acero de refuerzo $f'y = 4\,200 \text{ kgf/cm}^2$

Recubrimiento del acero $0,075 \text{ m}$

Predimensionamiento:

Altura libre del muro $h = 0,10 \text{ m}$

Ancho útil de trinchera $B = 0,60 \text{ m}$

Altura de trinchera $H = 0,80 \text{ m}$

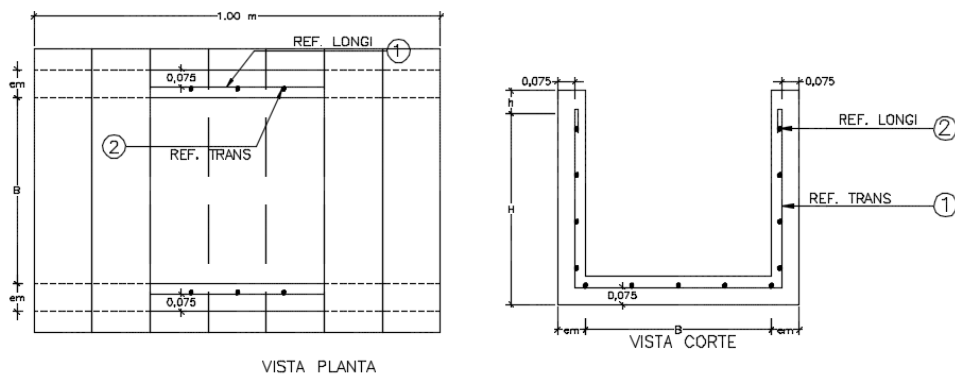
Longitud del trinchera por metro $L = 1,00 \text{ m}$

Espesor del muro de trinchera $em = 0,100 \text{ m}$

Espesor de la placa de fondo $ep = 0,100 \text{ m}$

Longitud total de trinchera $Lt = 182,51 \text{ m}$

Figura 20. **Predimensionamiento de trinchera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Cargas actuantes:

Peso unitario del suelo $g = 12,92 \text{ KN/m}^3$

Ángulo de fricción interna $\Phi = 32,49$

Altura del bloque de presión activa $H_t = 0,80 \text{ m}$

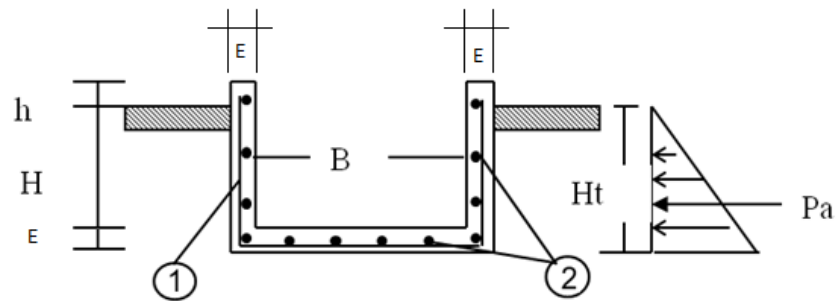
Coefficiente de presión activa $K_a =$

Presión horizontal $P_a = \text{kN/m}^2$

Empuje $E = \text{kN/ml}$

Sismo $S_{xy} = S_a \times W$

Figura 21. **Cargas en trinchera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Para el cálculo del coeficiente de presión activa de *Rankine* se utiliza la siguiente ecuación:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\Phi'}{2} \right)$$

Donde:

Φ = ángulo de fricción interna

Sustituyendo se tiene:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{32,49'}{2} \right) = 0,30$$

Se procede a calcular la presión activa de suelo:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$
$$P_a = \frac{1}{2} (12,92)(0,80)^2 (0,30)$$
$$P_a = 1,24 \frac{kN}{m} \approx 84,98 \frac{lbs}{ft}$$

Diseño estructural: el momento en la sección inferior del cuerpo se determina como:

$$M_u = 1,7 P_a * \left(\frac{h}{3} \right) = (1,7)(84,98) \left(\frac{2,64}{3} \right) = 38,52 \text{ lbs} - ft$$

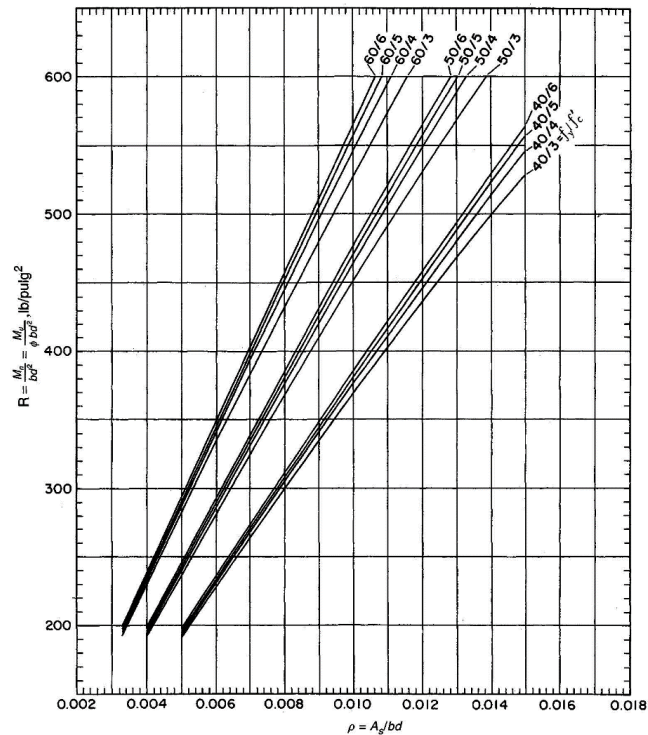
Y se tiene un espesor de muro de 0,10 m con un recubrimiento de 1,5" para un d=0,0696 m, por lo tanto, se calcula la cuantía de acero de la siguiente forma:

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{(126,25 \text{ lb} * ft) * 12}{(0,9)(12)(2,74)^2} = 18$$

A través del método de distribución equivalente de esfuerzos la cuantía puede determinarse a partir de la figura 19 para materiales con $f_y = 60\,000$ psi y $f'_c = 300$ psi.

Como se muestra en la figura 22 el valor de ρ esta muy por debajo del 0,0018 establecido por el ACI como refuerzo por temperatura.

Figura 22. Capacidad de momento de secciones rectangulares



Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto* p. 691.

$$A_s = \rho * b * d = 0,0018 * 12 * 2,74 = 0,05 \text{ plg}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ varilla} = 3$$

$$A_s = 0,11 \text{ plg}^2$$

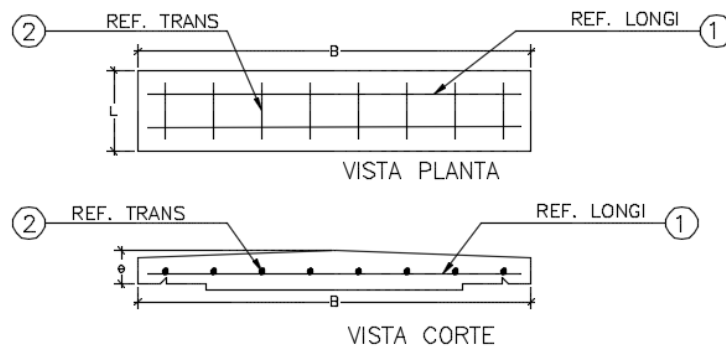
$$S = 9,85 \text{ plg}$$

Por lo que también puede sustituirse por una electromalla soldada 6X6 9/9 para cubrir el refuerzo por temperatura en ambos sentidos.

Diseño de tapadera de trinchera

Cargas actuantes: la tapa de la trinchera se comporta como una losa armada en una dirección; la carga de servicio es de 200 kg/m^2 según AGIES, igual al peso de un hombre con equipo en mantenimiento y se especifica un concreto de 28 MPa.

Figura 23. **Predimensionamiento tapa de trinchera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Parámetros:

Recubrimiento del acero: 0,02 m

Predimensionamiento:

Ancho de la tapa: $B = 0,800 \text{ m}$

Longitud de la tapa: $L = 0,300 \text{ m}$

Espesor de la tapa: $e = 0,07 \text{ m}$

Primero se chequea el espesor mínimo de la losa con base en los espesores mínimos mostrados en la tabla X.

Tabla X. **Espesores mínimos de losa en una dirección**

Simplemente apoyadas	$l/20$
Un extremo continuo	$l/24$
Los dos extremos continuos	$l/28$
En voladizo	$l/10$

Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 691.

En la tabla X se ve que para losas simplemente apoyadas como es el presente caso, se toma un espesor no menor a:

$$e = \frac{L}{20} = \frac{0,60}{20} = 0,03 \text{ m}$$

Dado que el espesor propuesto es de 0,07 m. cumple con el mínimo calculado de 0,03m especificado en ACI 9.5.2 deglosado en la tabla X.

Sobre la losa actuará una carga total de:

$$w = 1,2CM + 1,6 CV$$

$$CM = t * \gamma = 0,07 * 2\,400 = 168 \text{ kg/m}$$

$$CV = 200 \text{ kg}$$

$$W_{total} = 1,2(1,64) + 1,6(1,96) = 5,10 \frac{kN}{m}$$

$$M_{max} = \frac{W * L^2}{8} = \frac{(5,10)(0,6)^2}{8} = 0,22 \text{ kN} * \text{m}$$

$$K = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{0,22}{0,80 * (0,045)^2} = 0,135 \text{ MPa}$$

$$\rho = 0,85 \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{K}{f'_c}\right) * \left(\frac{f_c}{f_y}\right)}$$

$$\rho = 0,85 \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{0,135}{21}\right) * \left(\frac{21}{420}\right)}$$

$$\rho_{req} = 0,00289$$

Según ACI 318-11 el refuerzo mínimo de un elemento sometido a flexión no debe ser menor a lo establecido en 10.5.2

$$\rho_{min} = 0,003$$

$$\rho_{min} > \rho_{req}$$

$$A_s = \rho * b * d = 0,003 * 100 * 5$$

$$A_s = 1,50 \text{ cm}^2 / \text{ m}$$

Según ACI 10.5.4 el espaciamiento máximo del refuerzo no debe exceder tres veces el espesor ni 450 mm.

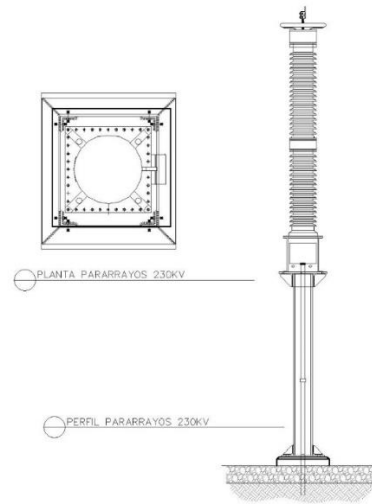
$$S_{max} = 3 * t = 3 * 71 \text{ mm} = 213 \text{ mm}$$

Se usará refuerzo núm. 3 @ 0,20 metros en ambos sentidos.

2.2.7. Diseño de cimentaciones menores y mayores

Las cimentaciones para estructuras menores son aquellos elementos cuyo propósito es dar soporte a los transformadores de instrumento, pararrayos, trampas de onda, interruptores, cuchillas, aisladores soporte y torre de telecomunicaciones, como puede observarse en la figura 21, en la cual se ejemplifica un transformador de instrumento sobre un cimiento menor.

Figura 24. **Ejemplo estructura menor**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 25. **Equipo menor**

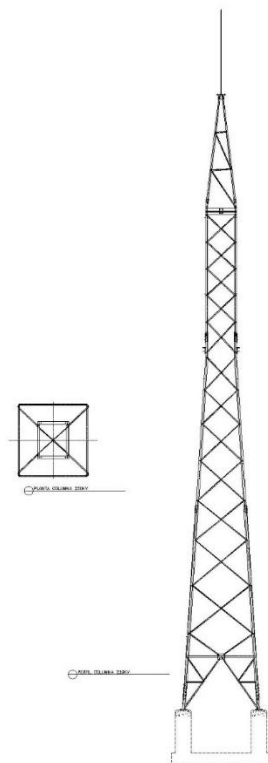


Fuente: ETCEE-INDE zona 18 Subestación Guatemala Norte, Guatemala.

Mientras que las cimentaciones para estructuras mayores son aquellos elementos cuyo propósito es dar soporte eficiente y seguro a las estructuras mayores, como por ejemplo pórticos conformados por vigas y columnas de alma abierta conformadas de angular también llamadas de celosía, las cuales pueden variar entre los 12 metros hasta los 22 metros de altura; además, se ven sometidos a esfuerzos de tensión debido al tendido eléctrico que sostienen.

En la figura 20 se muestra el perfil típico de una columna de celosía de 22 metros de altura utilizado en una subestación de 138 a 230 kilovoltios.

Figura 26. **Estructura mayor**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Para ambos tipos de cimentación se consideraron los criterios de diseño, los cuales se describen a continuación:

Figura 27. **Estructura mayor**



Fuente: Eólico San Antonio Subestación San Antonio, Barberena Guatemala.

2.2.7.1. Diseño estructural

Para el diseño estructural de los elementos de la fundación se utilizó el método de estados límites (método por resistencia última), el cual establece que la resistencia del elemento, afectada por un factor de reducción de resistencia,

debe ser mayor o igual a las acciones inducidas en el elemento, multiplicadas por sus factores de carga correspondientes.

2.2.7.2. Cargas y combinaciones de cargas aplicadas

Para el diseño del refuerzo de las fundaciones se utilizó un factor de mayoración de 1,5 aplicado a la reacción del suelo para obtener las solicitaciones últimas, según *IEEE guide for safety in a.c. substation grounding* dado que el análisis de estabilidad se realiza con cargas de servicio.

Las cargas utilizadas para el diseño de las cimentaciones son las transmitidas por el soporte de cada equipo que a su vez estará sometido a diferentes cargas que transfiere el equipo y a las condiciones ambientales de la subestación. Las combinaciones de carga usadas en el diseño de las cimentaciones, fueron tomadas de los criterios de obra civil y del AGIES NSE2-2010, las cuales se enumeran a continuación:

Combinaciones de cargas en servicio:

- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 CMM
- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,2 VX
- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,2 VY
- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,25(1,0 SX + 0,30 SY ± 0,66 SZ)
- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,25(0,30 SX + 1,0 SY ± 0,66 SZ)
- 1 PP + 1,1 CT + 1,0 CC
- 1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 D

Combinaciones de cargas con factores de sobrecarga:

- $1,5 W + 1,7 TM$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,3 Vx$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,3 Vy$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,0 Sx + 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,0 Sx - 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM - 1,0 Sx + 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM - 1,0 Sx - 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,0 Sy + 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM + 1,0 Sy - 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM - 1,0 Sy + 1,0 Sz$
- $1,2 W + 1,3 TM - 1,0 Sy - 1,0 Sz$

Donde:

W = carga vertical debida al peso propio de estructura o soporte, equipos, cables, conductores, herrajes y barras

TM = carga debida a las tensiones mecánicas de los conductores

TC = carga debida a las tensiones de cortocircuito de los conductores

V = viento sobre estructura, equipo, conductor, y barras

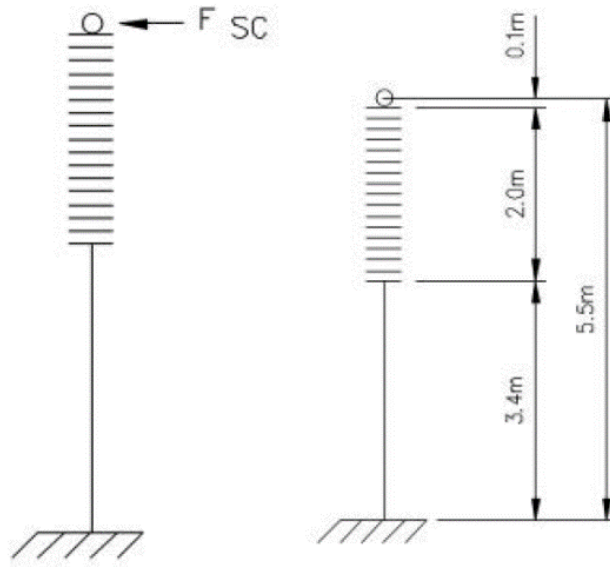
S = sismo sobre estructura, equipo, conductor y barras

x, y, z = direcciones horizontales x, y o vertical z

2.2.7.2.1. Carga de cortocircuito

Con las características eléctricas del equipo se puede determinar la carga de cortocircuito; la cual se manifiesta como un empuje en el punto más lejano al rostro del pedestal, tal y como se muestra en la figura 28:

Figura 28. **Carga de cortocircuito**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Como se visualiza en la imagen esta fuerza genera un momento a la cimentación, el cual se calculó con las siguientes expresiones :

Datos obtenidos del estudio eléctrico:

Fuerza máxima de cortocircuito: $F_{sc} = 550 \text{ N}$

Factor de reducción de cortocircuito: $K_{sc} = 0,66$

Distancia al buge: $d = 6,00$

$$F_{SC} = F_{sc} * K_{sc} * d$$

$$F_{SC} = 6 * 0,66 * 550 = 2178 \text{ N}$$

Y el momento en la base se calcula al rostro del pedestal.

$$M = 5,5 \text{ m} * 2178 \text{ N} = 11,98 \text{ kN} * \text{m} \approx 1 \text{ 214,89 Kg} * \text{m}$$

2.2.7.2.2. Carga de viento

Debido a la altura a la que están instalados los equipos es necesario considerar el efecto del viento, ya que son equipos muy importantes.

Datos según AGIES NSE 2010 capítulo 5:

$$P = C_e * C_q * q_s * I$$

Donde:

P = es la presión de diseño de viento

C_e = es el coeficiente de exposición (tabla 5-1) = 1,39

C_q = es el coeficiente de presión para la estructura o la parte de la misma bajo consideración (tabla 5-2) = 0,80

q_s = es la presión de remanso del viento a la altura estándar de 10 metros como se establece en la tabla 5-3, y conforme la ubicación de la estructura según el mapa de zonas de velocidad básica del viento (km/h). 100km/h = 474 Pa

I = es el factor de importancia. Usar 1,15 para obras esenciales y 1,0 para las otras clasificaciones

$$P_w = 1,39 * 0,80 * 474 \text{ Pa} * 1,15 = 606,15 \text{ Pa}$$

Estas también generan un momento en la base de la cimentación.

Viento en el buge:

$$F = 6 \text{ m} * \frac{606,15 \text{ N}}{\text{m}^2} * \frac{0,10 \text{ m}^2}{\text{m}} = 363 \text{ N}$$

$$M = 363 \text{ N} * 5,5 \text{ m} = 1\,996,5 \text{ N} * \text{m}$$

$$M = 203,64 \text{ Kg} * \text{m}$$

Viento en el equipo:

$$F = 2 \text{ m} * \frac{606,15 \text{ N}}{\text{m}^2} * \frac{0,28 \text{ m}^2}{\text{m}} = 339 \text{ N}$$

$$M = 339 \text{ N} * 4,4 \text{ m} = 1\,493,55 \text{ N} * \text{m}$$

$$M = 152,34 \text{ Kg} * \text{m}$$

Viento en la estructura de soporte:

$$F = 3,4 \text{ m} * \frac{606,15 \text{ N}}{\text{m}^2} * \frac{0,20 \text{ m}^2}{\text{m}} = 412,18 \text{ N}$$

$$M = 412,18 \text{ N} * 1,7 \text{ m} = 700,70 \text{ N} * \text{m}$$

$$M = 71,47 \text{ Kg} * \text{m}$$

Momento total por viento:

$$M = 203,64 + 152,34 + 71,47 = 427,45 \text{ kg} * \text{m}$$

2.2.7.2.3. Carga sísmica

Guatemala es un país con alto riesgo sísmico, por esa razón se diseñan los edificios y equipos tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al equipo se utilizará el método indicado por la AGIES NSE 2010, donde indica que los sismos de diseño se describen por medio de espectros de respuesta sísmica a llamarse espectros de diseño o simplemente sismos de diseño que se obtienen conforme se especifica a continuación:

Ordenada espectral de periodo corto	$S_{cr} =$	1,30	<i>g</i>
Ordenada espectral con periodo de 1 segundo	$S_{1r} =$	0,50	<i>g</i>
Indice de sismicidad	$I_o =$	4	
Clase de sitio	$C_S =$	E	
Tipo de fuente sismica	<i>Fuente =</i>	B	
Distancia horizontal cercana a la fuente sismica	<i>Dist =</i>	≥ 15 Km	
Tipo de sismo	<i>Sismo =</i>	extremo	
Factor de escala	$K_d =$	1	

Tabla XI. Nivel mínimo de protección sísmica y probabilidad del sismo

INDICE DE SISMICIDAD I_o	CLASE DE OBRA			
	ESENCIAL	IMPORTANTE	ORDINARIA	UTILITARIA
5	E	E	D	C
4	E	D	D	C
3	D	C	C	B
2	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5 % en 50 años	5 % en 50 años	10 % en 50 años	No Aplica

Fuente: AGIES, NSE 2-10. p. 72.

Ajuste por clase de sitio

Coeficiente de sitio	$F_a =$	0,90	
Coeficiente de sitio	$F_v =$	2,40	
Entonces	$S_{cs} = S_{cr} * F_a =$	1,17	<i>g</i>
	$S_{1s} = S_{1r} * F_v =$	1,20	<i>g</i>

Tabla XII. **Coefficiente de Sitio f_a**

CLASE DE SITIO	INDICE DE SISMICIDAD				
	2a	2b	3a	3b	4
A	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
D	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
E	1,7	1,2	1,0	0,9	0,9
F	Se requiere evaluación específica - Ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES, NSE 2-10. p. 72.

Tabla XIII. **Coefficiente de Sitio F_v**

CLASE DE SITIO	INDICE DE SISMICIDAD				
	2a	2b	3a	3b	4
A	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5
E	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4
F	Se requiere evaluación específica - Ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES, NSE 2-10. p. 72.

Ajuste por intensidades sísmicas especiales

Coefficiente de sitio $N_a = 1,00$

Coefficiente de sitio $N_v = 1,00$

Entonces $S_{cs} = S_{cs} * F_a * N_a = 1,17 \text{ g}$

$$S_{1s} = S_{1s} * F_v * N_v = 1,20 \text{ g}$$

Tabla XIV. **Tipo de fuente sísmica**

DESCRIPCIÓN		MAXIMA MAGNITUD-MOMENTO	TASA DE CORRIMIENTO (mm por año)
A	FALLAS GEÓLOGICAS CAPACES DE GENERAR EVENTOS DE GRAN MAGNITUD Y CON ALTA TASA DE SISMICIDAD (nota 1)	$M_o \geq 7,0$	$TC \geq 5$
B	FALLAS GEOLÓGICAS QUE NO SON A o C	$M_o \geq 7,0$ $M_o < 7,0$ $M_o \geq 6,5$	$TC < 5$ $TC > 2$ $TC < 2$
C	FALLAS GEOLÓGICAS INCAPACES DE GENERAR EVENTOS DE GRAN MAGNITUD Y QUE TIENEN BAJA TASA DE SISMICIDAD	$M_o < 6,5$	$TC < 2$
NOTA 1: La zona de subducción de Guatemala no se considera por la distancia a la fuente			
NOTA 2: La magnitud M_o y el TC deben concurrir simultáneamente cuando se califique el tipo de fuente sísmica			

Fuente: AGIES, NSE 2-10. p. 72.

Tabla XV. **Factores de escala**

TIPO DE SISMO	FACTORES DE ESCALA	
	PROBABILIDAD	FACTOR K_d
ORDINARIO	10 % DE SER EXCEDIDO EN 50 AÑOS	0,66
SEVERO	05 % DE SER EXCEDIDO EN 50 AÑOS	0,80
EXTREMO	02 % DE SER EXCEDIDO EN 50 AÑOS	1,00
MINIMO	CONDICIÓN DE EXCEPCIÓN	0,55

Fuente: AGIES, NSE 2-10. p. 72.

Tabla XVI. **Factor Na para periodos cortos de vibración**

TIPO DE FUENTE	DISTANCIA HORIZONTAL MAS CERCANA A FUENTE SISMICA (nota 1)		
	≤ 2 Km	5 Km	≥ 10 Km
A	1,25	1,12	1,00
B	1,12	1,00	1,00
C	1,00	1,00	1,00

NOTA 1: Tomar la distancia horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 Km.

NOTA 2: Utilizar el factor N_a que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes.

Fuente: *AGIES, NSE 2-10. p. 72.*

Tabla XVII. **Factor Nv para periodos largos de vibración**

TIPO DE FUENTE	DISTANCIA HORIZONTAL MAS CERCANA A FUENTE SÍSMICA (nota 1)			
	≤ 2 Km	5 Km	10 Km	≥ 15 Km
A	1,40	1,20	1,10	1,00
B	1,20	1,10	1,00	1,00
C	1,00	1,00	1,00	1,00

NOTA 1: Tomar la distancia horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 Km.

NOTA 2: Utilizar el factor N_a que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes.

Fuente: *AGIES, NSE 2-10. p. 72.*

Periodo de transición:

El periodo T_s (en s) que separa los periodos cortos de los largos es:

$$T_s = S_{1s} / S_{cs} = 1,0256$$

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 1,17 \text{ g}$$

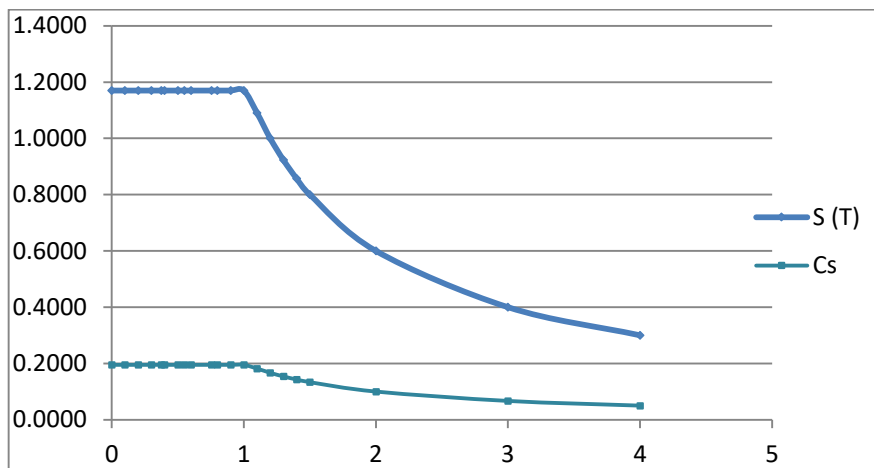
$$S_{1d} = K_d * S_{1s} = 1,2 \text{ g}$$

Aceleración máxima del suelo $AMS_d = 0,40 * S_{cd} = 0,4680 \text{ g}$

Componente vertical del sismo de diseño

$$S_{vd} = 0,15 * S_{cd} = 0,1755 \text{ g}$$

Figura 29. **Gráfica de espectro de respuesta**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Fuerzas sísmicas:

Fuerza y momento en el buge, masa = 5,51 kg/m

$$F = 6 m * (5,51)(9,81)(0,46) = 149,18 \text{ kg}$$

$$M = 103,78 * 5,5 = 820,52 \text{ kg} * m$$

Fuerza y momento en el equipo, masa del equipo 140 kg

$$F = (140)(9,81)(0,46) = 631,76 \text{ kg}$$

$$M = 439,48 * 4,4 = 2,77 \text{ T} * m$$

Fuerza y momento en la estructura de soporte, masa 28,89 kg/m

$$F = 3,4 \text{ m} * (28,89)(9,81)(0,46) = 443,35 \text{ kg}$$

$$M = 308,35 * 1,7 = 753,53 \text{ kg} * \text{m}$$

2.2.7.3. Materiales utilizados

Para el análisis y diseño de los elementos estructurales se utilizó concreto con un peso volumétrico de 24 kN/m³ con una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c = 21,0$ MPa y acero de refuerzo con un límite de fluencia de $f_y = 420$ MPa (ASTM A-706).

2.2.7.4. Parámetros del suelo

De acuerdo con el estudio de suelos realizado los siguientes son los parámetros básicos y las recomendaciones para el diseño de la cimentación.

- Capacidad admisible del suelo, 434,35 kPa
- Peso específico, 12,92 kN/m³
- Angulo de fricción del suelo, 32,49 grados

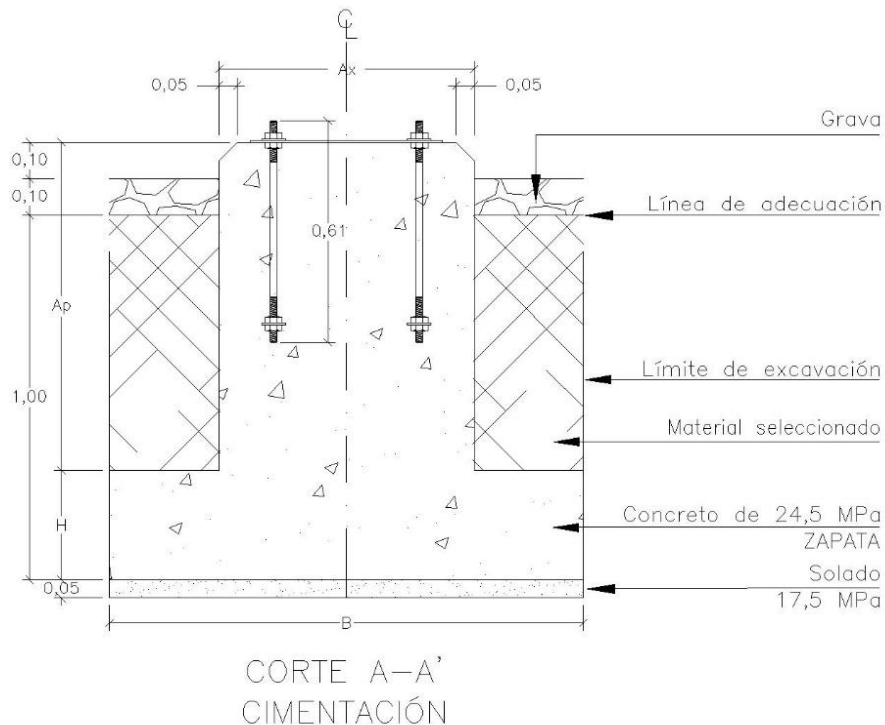
2.2.7.5. Factor de seguridad y profundidad de desplante

Las fundaciones se dimensionaron para garantizar la estabilidad al volcamiento inducido por las cargas de trabajo, con un factor de seguridad mínimo de 1,5 según la 1127-1998 - *IEEE guide for the design, construction, and operation of electric power substations* en las condiciones que incluyen combinaciones de carga con viento o sismo.

Las dimensiones mínimas de los pedestales son aquellas que permitan soportar adecuadamente la placa base del soporte del equipo. El espesor de la zapata es aquel que garantice capacidad a cortante de la sección.

Como la altura mínima de desplante es 1,0 m, todas las fundaciones se desplantaron a esta profundidad teniendo en cuenta que los pedestales deben sobresalir 0,10 m del nivel de acabado de patio, el cual cuenta con un espesor de 0,10 m; es decir, la altura mínima total de las fundaciones es de 1,20 m, tal como se muestra en la figura 27 con un esquema de una cimentación.

Figura 30. **Altura mínima de fundaciones**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.2.7.6. Dimensionamiento y análisis

Las cimentaciones están dimensionadas para garantizar la estabilidad al volcamiento inducido por las cargas de trabajo, con un factor de seguridad mínimo de 1,5 en las condiciones que incluyen combinaciones de carga con viento o sismo o lo que en la literatura se conoce como condiciones anormales.

Las dimensiones mínimas de los pedestales son aquellas que permiten soportar adecuadamente la placa base del soporte del equipo. El espesor de la zapata es aquel que garantice capacidad a cortante de la sección y la estabilidad al volcamiento y debe ser como mínimo de un espesor de 0,30 m de altura de acuerdo con la NSR-10.

Lo anterior con el fin de cumplir con las recomendaciones del estudio de suelos adjunto en anexos y garantizar apoyo en terreno natural.

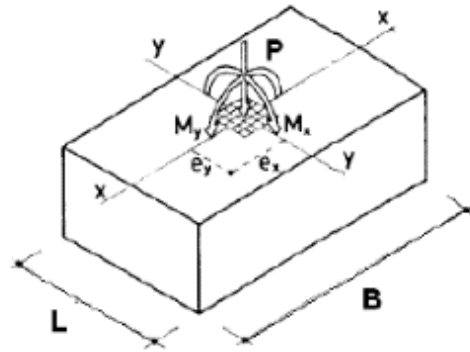
Las cimentaciones de equipos se realizarán mediante cuatro pedestales y losa de cimentación que garantice la estabilidad al volcamiento.

Para realizar el dimensionamiento, análisis de estabilidad y de esfuerzos máximos en el suelo se utiliza la siguiente metodología:

2.2.7.7. Zapatas aisladas sujetas a momentos en las dos direcciones principales

Cuando una zapata aislada se encuentra sujeta a la acción de momentos, la distribución de esfuerzos en el suelo varía, según la dirección en que actúan dichos momentos.

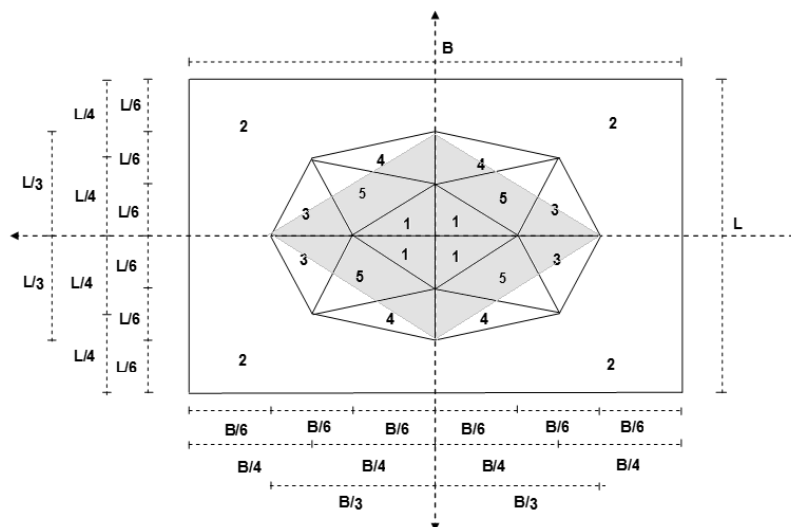
Figura 31. **Zapata aislada sujeta a flexión biaxial**



Fuente: BRAJA, Das .*Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 150.

Según la orientación y el sentido de los mismos, es posible que la cimentación no ejerza esfuerzos de compresión en toda el área del suelo sobre la que se apoya, lo que hace que ellos se concentren en los sectores extremos.

Figura 32. **Zona de aplicación de la resultante de cargas**



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 150.

Para que la cimentación sea estable, el área de la cimentación que trasmite esfuerzos de compresión al suelo debe ser mayor o igual al 50 % del área total.

Lo anterior equivale a garantizar un factor de seguridad al volcamiento mayor o igual a 1,5.

La resultante de las cargas dentro de la cimentación puede caer en una de las cinco zonas que se muestran en la figura 29.

El área de la cimentación fuera de los cuatro sextos centrales, zona 2, constituye la última zona de esfuerzos, sobre la cual no se puede ubicar la resultante de todas las cargas aplicadas, porque tendría un área menor del 50 % de la cimentación trabajando en compresión.

Dentro de las cuatro zonas restantes, podría estar localizada la resultante de las cargas aplicadas a la cimentación y en cada una existirá una forma diferente de calcular los esfuerzos producidos en cada esquina de la cimentación

La zona 1 corresponde a la resultante dentro del tercio medio y los esfuerzos en el terreno se pueden calcular con la ecuación clásica de flexión compuesta y corresponde a toda la cimentación trabajando a compresión:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{BL} \left(1 \pm 6 \frac{e_s}{B} \pm 6 \frac{e_L}{L} \right)$$

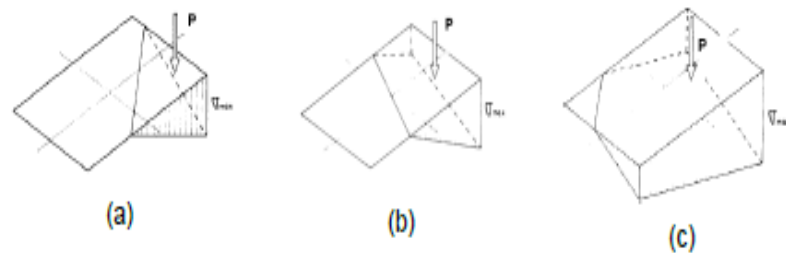
Cuando la carga se encuentra fuera del núcleo central de inercia (zonas 3, 4 y 5), es decir, cuando los valores absolutos de las excentricidades cumplan:

$$\frac{e_B}{B} + 6 \frac{e_L}{L} \geq 1$$

No es aplicable la ecuación de la flexión compuesta. Para distintas posiciones de la carga P , cuyas excentricidades cumplan con la desigualdad anterior, existirá una zona de la zapata inactiva.

Las reacciones del terreno corresponderán a los esquemas a), b) o c) de la figura 33, de acuerdo con la posición de la carga P .

Figura 33. **Reacciones del suelo segun la posición de la carga P**



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

Para estos casos se han obtenido soluciones gráficas que se dan en forma de tablas o ábacos (Hahn, 1946, Dunham, 1962 y Plock, 1963).

Para evaluar los esfuerzos en el terreno en estos casos se utiliza el ancho efectivo B' y el largo efectivo L' en vez de B y L , respectivamente, pues es en el área efectiva donde se producen los esfuerzos de compresión.

Al determinar el área efectiva A' , el ancho efectivo B' y el largo efectivo L' en las zonas denominadas 3, 4 y 5, pueden presentarse cuatro casos posibles (Highter y Anders 1985).

Caso I: $\frac{e_B}{B} \geq \frac{1}{6}$ y $\frac{e_L}{L} \geq \frac{1}{6}$

El área efectiva A' para esta condición se muestra en la figura 34 y se puede expresar como:

$$A' = \frac{B_1 L_1}{2}$$

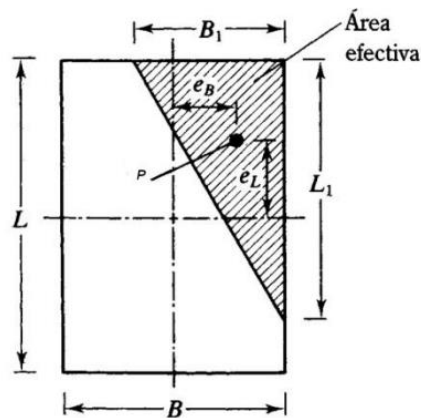
Donde:

$$B_1 = B \left(1,5 - \frac{3e_B}{B} \right) \text{ y } L_1 = L \left(1,5 - \frac{3e_L}{L} \right)$$

El largo efectivo L' es la mayor de las dos dimensiones, es decir, B_1 o L_1 ; entonces el ancho efectivo será:

$$B' = \frac{A'}{L'}$$

Figura 34. Área efectiva para el caso I



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

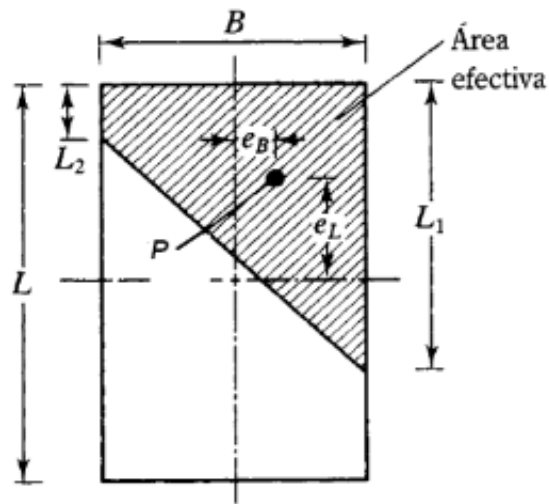
Caso II: $\frac{e_L}{L} < 0,5$ y $0 < \frac{e_B}{B} < \frac{1}{6}$

El área efectiva para este caso se muestra en la figura 35 y se puede expresar como:

$$A' = \frac{1}{2} B(L_1 + L_2)$$

Las magnitudes de L_1 y L_2 pueden determinarse de la figura 35 de acuerdo con Highter y Anders, 1985

Figura 35. Área efectiva para el caso II

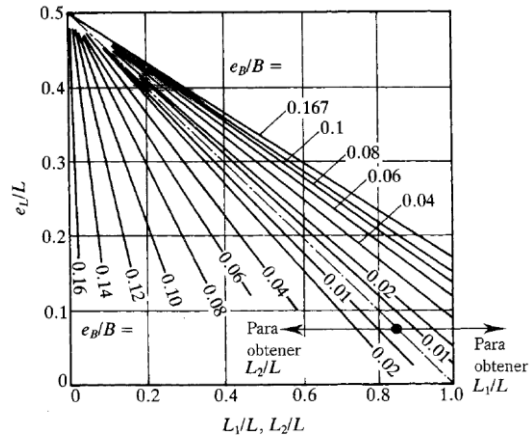


Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

El ancho efectivo será: $B' = \frac{A'}{L_1 \text{ o } L_2 \text{ (el que sea mayor)}}$ y el largo efectivo es:

$L' = L_1 \text{ o } L_2 \text{ (el que sea mayor)}$

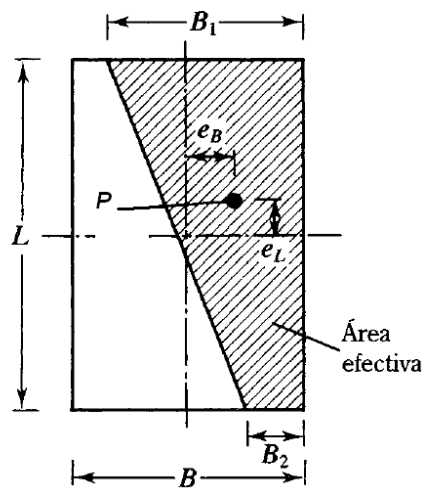
Figura 36. Magnitudes L_1 y L_2 para el caso II



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

Caso III: $\frac{e_L}{L} < \frac{1}{6}$ y $0 < \frac{e_B}{B} < 0,5$

Figura 37. Área efectiva para el caso III



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

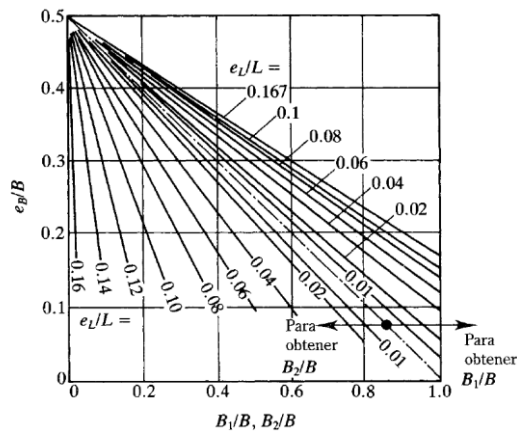
El área efectiva para este caso se muestra en la figura 38 y se puede expresar como:

$$A' = \frac{1}{2}L(B_1 + B_2)$$

El ancho efectivo es $B' = \frac{A}{L}$ y el largo efectivo es igual a $L' = L$.

Las magnitudes de B_1 y B_2 se determinan de acuerdo con la figura 38.

Figura 38. **Magnitudes B_1 y B_2 para el caso III**



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

Caso IV: $\frac{e_L}{L} < \frac{1}{6}$ y $0 < \frac{e_B}{B} < \frac{1}{6}$

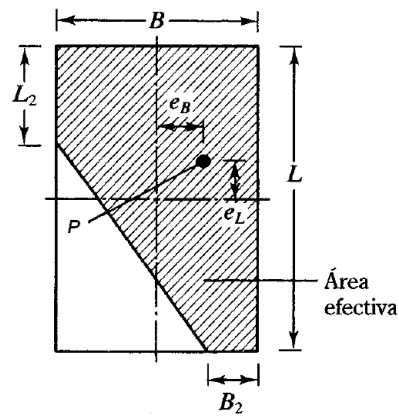
El área efectiva para este caso se muestra en la figura 39 y se puede expresar como:

$$A' = \frac{1}{2}(B + B_2)(L - L_2) + L_2B$$

El ancho efectivo es:

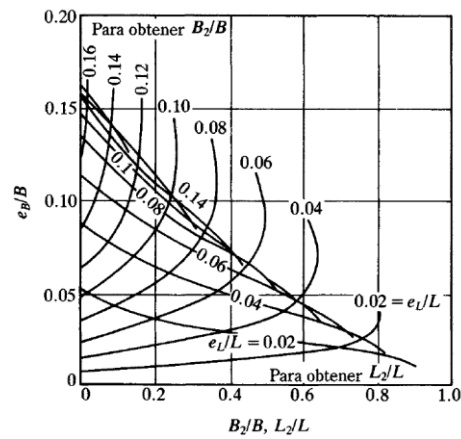
$$B' = \frac{A}{L'} \quad \text{El largo efectivo es igual a } L' = L$$

Figura 39. **Área efectiva para el caso IV**



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

Figura 40. **Magnitudes B_2 y L_2 para el caso IV**



Fuente: BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 151.

La razón es B_2/B y por tanto B_2 pueden estimarse usando las curvas e_L/L que se inclinan hacia arriba. Similarmente la razón L_2/L y por tanto L_2 se determina usando las curvas e_L/L que se inclinan hacia abajo.

Con esta metodología se calculan los esfuerzos de compresión producidos en el suelo por una fundación aislada sometida a la acción de carga axial y momentos flectores en las direcciones de los ejes principales X y Y, además de los factores de seguridad al volcamiento.

2.2.7.8. Cálculo de cimentación

Las cimentaciones se dimensionan con el objetivo de cumplir con las presiones admisibles del suelo y con las demás propiedades mecánicas del mismo reportadas en los estudios de suelos y obtener una fundación segura y económica.

Predimensionamiento:

Zapata

$$B = 3,00 \text{ m}$$

$$L = 3,00 \text{ m}$$

$$t = 0,25 \text{ m}$$

$$b = 0,65 \text{ m}$$

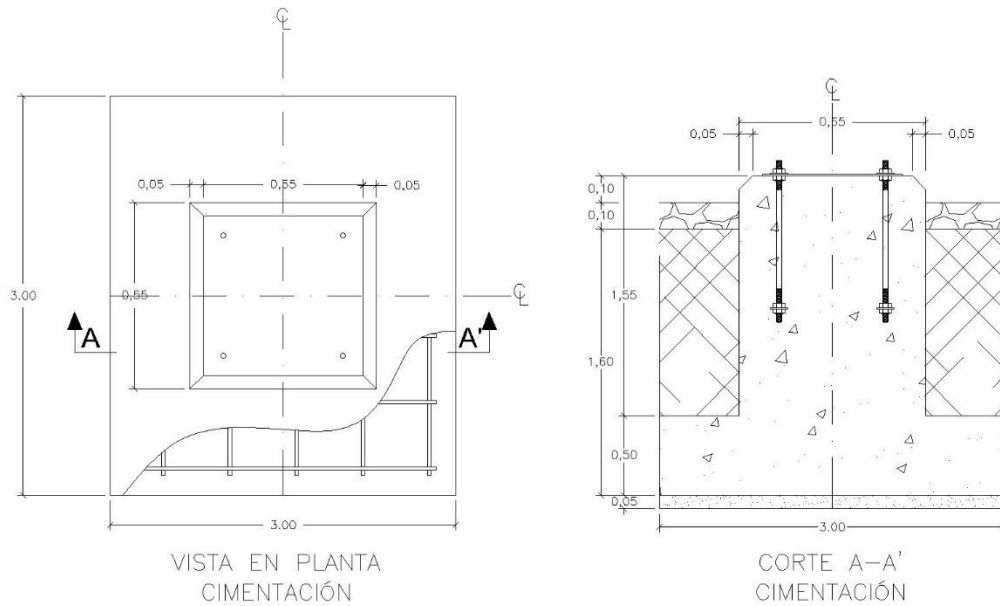
Pedestal

$$L = 0,65 \text{ m}$$

$$H = 1,80 \text{ m}$$

Recubrimiento = 7,50 cm (ACI 318-08, cap. 7.7.1)

Figura 41. **Predimensionamiento cimentación**



Fuente: elaboración propia, empleando de AutoCAD 2015.

$$M = 5,97 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$P = 13,1 \text{ T}$$

$$Q_{adm} = 15,00 \text{ T/m}^2$$

Espesor propuesto 0,50 m

Cálculo de presión equivalente

$$q_e = q_a - [\gamma_c \cdot t + \gamma_s(df - t)]$$

$$q_e = 15,00 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} - \left[\left(2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,50 \text{ m} \right) + (1,6 - 0,50) \cdot 1317 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$q_e = 12,35 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{CM}{q_e} = \frac{13,1 \text{ T/m}^2}{12,35 \text{ T/m}^2} = 1,06 \text{ m}^2$$

Del resultado anterior se observa que el factor determinante para este tipo de cimentaciones es el volteo y no la carga axial sobre la misma, por lo que se propone un base de 1,35 m para realizar los chequeos correspondientes.

Chequeo por excentricidad:

$$e = \frac{M}{P} = \frac{5,97}{13,1} = 0,45 < \frac{b}{6} = 0,50$$

Ya que la excentricidad no supera la sexta parte de la base por una mínima cantidad, es necesario chequear la capacidad admisible para verificar que no se tienen secciones a tensión, por lo tanto:

$$q = \frac{P}{B^2} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{max} = \frac{13,1 T}{9 m^2} \left(1 + \frac{6(0,45)}{3} \right) = 2,76 \frac{T}{m^2} < 15,00 T/m^2$$

$$q_{max} = \frac{13,1 T}{9 m^2} \left(1 - \frac{6(45)}{3} \right) = 0,14 \frac{T}{m^2} < 15,00 T/m^2$$

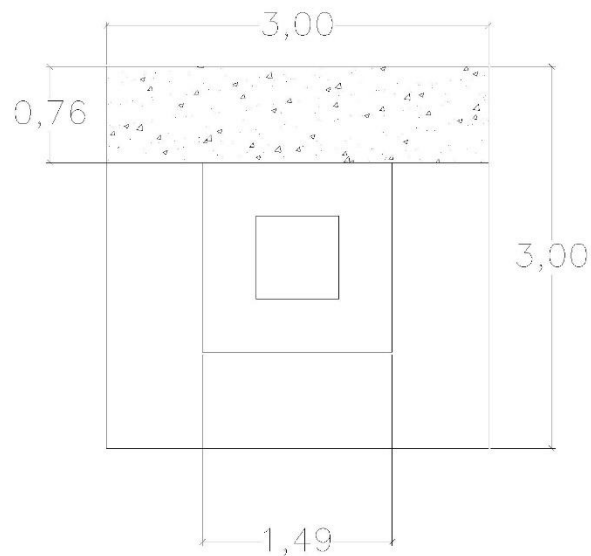
La capacidad soporte es mucho menor, por lo que se cumple con el requisito.

Chequeo a cortante en la zapata: para el diseño estructural de los elementos de la zapata se utilizó el método de estados límites (método por resistencia última), el cual establece que la resistencia del elemento, afectada por un factor de reducción de resistencia, debe ser mayor o igual a las acciones inducidas en el elemento.

Chequeo por corte simple:

$$d = t - \frac{\theta var}{2} - rec$$
$$d = 50 - 0,95 - 7,5 = 41,55cm$$

Figura 42. **Corte simple en zapatas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Cortante actuante:

$$V_a = A * q_{diseño}$$
$$q_{diseño} = 2,76 \frac{T}{m^2} * 1,57 = 4,33 \frac{T}{m^2}$$
$$V_a = (3m * 0,76m) * 4,33 \frac{T}{m^2} = 8,99T$$

Cortante que resiste el concreto:

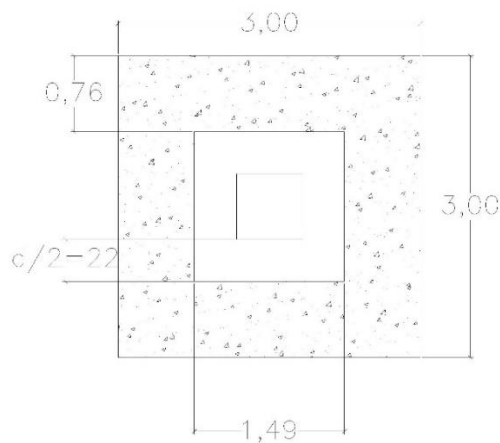
$$V_{cu} = \frac{\phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b d}{1\ 000}$$
$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 300 * 41,55}{1\ 000}$$
$$V_{cu} = 93,96\ T$$

$V_{cu} > V_a$; el espesor de la zapata es correcto

Chequeo a cortante por punzonamiento:

La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

Figura 43. **Corte por punzonamiento en zapatas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

$$V_a = A * q_{diseño}$$

$$q_{diseño} = 2,76 \frac{T}{m^2} * 1,57 = 4,33 \frac{T}{m^2}$$

$$A = 9m^2 - 0,60m^2 = 8,4m^2$$

$$V_a = 8,4m^2 * 4,33 \frac{T}{m^2} = 36,37 T$$

Cortante que resiste el concreto:

$$V_{cu} = \frac{\phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * bd}{1000}$$

$$b = 4 * (t + d) = 4 * (0,50 + 0,41)$$

$$b = 3,61m$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 361 * 41,3}{1000}$$

$$V_{cu} = 224,7 T$$

$V_{cu} > V_a$; lo cual indica que el espesor de zapata asumido resiste el corte por punzonamiento.

Por lo tanto se chequea el cortante.

Verificación al volcamiento: se debe analizar la acción de volteo que pueden producir las cargas externas, tanto a compresión como a tensión, en la zapata.

Momentos actuantes: son todos aquellos generados por cargas externas.

$$M_{act} = 5,97 T * m$$

Momentos resistentes: son todos aquellos generados por peso propio de la cimentación que generan un momento contrario al actuante.

$$W_{pedestal} = (0,65)^2 * 1,8 * 24 = 18,25 \text{ kN}$$

$$W_{zapata} = (1,35)^2 * 0,25 * 24 = 10,93 \text{ kN}$$

$$W_{suelo} = (1,35 - 0,65)^2 * 1,25 * 12,92 = 7,91 \text{ kN}$$

$$W_{total} = 37,09 \text{ kN}$$

$$M_{resistente} = 37,09 \text{ kN} * 1 \text{ m} = 37,09 \text{ kN} * \text{m}$$

Chequeo:

$$\frac{37,09 \text{ kN} * \text{m}}{19,64 \text{ kN} * \text{m}} = 1,88 > 1,5$$

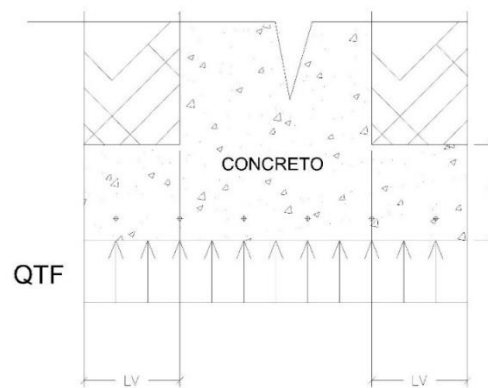
El factor de seguridad es mayor al 1,5 recomendado, por lo que las dimensiones cumplen con el requisito de volcamiento.

Diseño a flexión de la zapata:

Para el diseño a flexión de la zapata se deben tener en cuenta los esfuerzos máximos de diseño calculados. Para el cálculo del momento en la losa de la zapata se verifica la flexión en la cara del pedestal, según el artículo 15.4 del código A.C.I.

Para el cálculo del área de refuerzo de la armadura inferior, la presión de diseño para encontrar el momento corresponde a la presión máxima transmitida por el suelo, menos los efectos producidos por el peso propio y peso del relleno sobre la zapata.

Figura 44. **Distribución de esfuerzos en la zapata**



Fuente: TARUN, Naik. *Foundations subjected to split and lateral load. Design of transmission line structures and foundations course.* p. 340.

Se calcula el momento de la zapata en la dirección más desfavorable, considerando la presión total neta sobre el voladizo, según la siguiente ecuación:

$$M = \left(\frac{1}{2} * L_V^2 * Q \right)$$

Donde:

M = momento último en la sección en la dirección elegida X o Y [kN-m]

Lv = longitud del voladizo = distancia desde el borde de la zapata a la cara del pedestal en cada una de las direcciones X y Y [m]

Q = esfuerzo último máximo calculado con cargas de diseño

$$M = \left(\frac{1}{2} * (1,18^2 * 4,33 T/m^2) \right) = 3 T - m$$

$$K = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{3 T * m}{3m * (0,45m)^2} = 4,93$$

$$\rho = 0,85 \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{K}{f'_c} \right) * \left(\frac{f_c}{f_y} \right)}$$

$$\rho = 0,85 - \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{4,93}{280} \right) * \left(\frac{280}{4200} \right)}$$

Cuantía mínima requerida según A.C.I 318-11 7.12.2 sección para zapatas es de $\rho = 0,0018$

$$\rho = 0,00289 \rho_{min} = 0,0018$$

$$\rho_{min} < \rho \text{ usar}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,00289 * 130 * 33,1 = 12,43 \text{ cm}$$

Para este caso se escogen 8 varillas Núm. 4 en los dos sentidos y en las caras superior e inferior de la zapata.

Diseño del pedestal:

El criterio de diseño para el refuerzo vertical colocado en los pedestales fue el de suministrar el refuerzo requerido para atender los esfuerzos de tensión o flexión.

Se verifica que se cumpla con una cuantía mínima de 0,0018 y 133 % de la cuantía requerida a flexión. También se verifica que la cuantía de refuerzo en el pedestal como mínimo el 0,5 % del área bruta de la sección según el ACI 15.8.2.1 para columnas y pedestales.

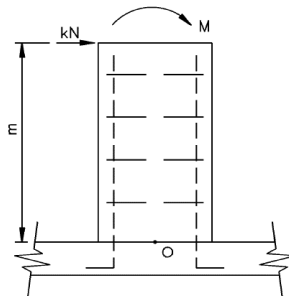
Los estribos en los pedestales se colocan nominales y sirven para dar confinamiento; pueden ser sencillos o múltiples.

El diseño a flexión de los pedestales se realiza con las cargas a nivel de cada pedestal, de acuerdo con las cargas más desfavorables.

Diseño a flexión.

Para el diseño estructural de los elementos de la cimentación se utilizó el método de estados límites (método por resistencia última), el cual establece que la resistencia del elemento, afectada por un factor de reducción de resistencia, debe ser mayor o igual a las acciones inducidas en el elemento, multiplicadas por sus factores de carga correspondientes.

Figura 45. **Diseño a flexión de pedestal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Momento último (M_u) del pedestal en la cara de la zapata:

$$M_U = M_U \text{ en pedestal} + V_U * h_{\text{altura del pedestal}}$$

Donde:

V_U = es el cortante último a nivel de cimentación

Con esta flexión se calcula la cuantía de refuerzo.

$$M_U = 5,97 T * m + 5,3 T * 1,8 m$$

$$M_U = 15,51 T * m$$

$$K = \frac{M_u}{bd^2} = \frac{15,51T - m}{(0,9)(0,65)(0,56^2)}$$

$$\frac{M_u}{\phi bd^2} = 84,54$$

$$\rho = 0,85 \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{K}{f'_c}\right) * \left(\frac{f_c}{f_y}\right)}$$

$$\rho = 0,85 - \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{84,54}{280}\right) * \left(\frac{280}{4200}\right)}$$

$$\rho = 0,008$$

$$A_s = \rho bd = 0,008(65cm)(56cm)$$

$$A_s = 30,38 \text{ cm}^2$$

Se recomienda usar 8 # 6.

Diseño a corte:

$$V = V_c + V_s$$

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 0,65 * 0,52 = 2,74 \text{ kg}$$

$$V_s = \frac{f'_y A_v d}{S}$$

Si se coloca estribo #3 @0,20m:

$$V_s = \frac{0,71 * 4200 * 1,41 * 0,52}{0,20} = 10,9 T$$

$$10,9 T + 0,02 T = 10,92 T \gg 5,3 T$$

$$V_c + V_s > V_U$$

Por lo tanto, el refuerzo a corte cumple con por mucho con el requerimiento.

2.2.8. Diseño de cimentación transformador de potencia

Predimensionamiento de la base:

Se deberán determinar las medidas de la base del transformador, de acuerdo con lo indicado en planta base transformador, corte de la base del transformador y predimensionamiento y los requisitos particulares del equipo.

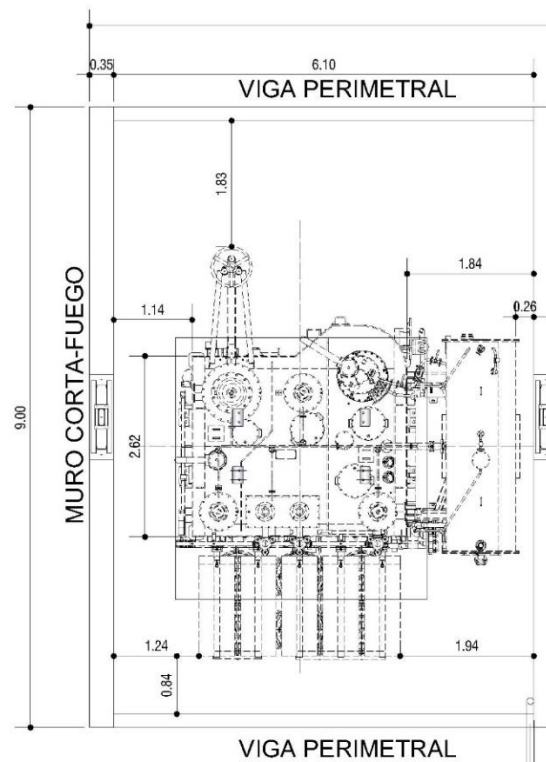
La cimentación consistirá en una losa de fondo que soporta un pedestal central de apoyo para el transformador. La losa también soportará muros perimetrales formando un foso central y dos fosos laterales, cuya capacidad de almacenamiento corresponde al 100 % del volumen de aceite del equipo.

La cimentación se dimensionará para garantizar que los esfuerzos transmitidos al suelo no sobrepasen el valor de la capacidad portante admisible, ni se generen asentamientos no permitidos. Los fosos colectores de aceite se

diseñan integralmente con la cimentación del equipo, con el fin de que puedan contener los posibles derrames de aceite que se presenten.

Predimensionamiento:

Figura 46. **Predimensionamiento de base**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

El área de cada foso se determina de acuerdo con el tamaño del equipo, garantizando que cualquier fuga que se presente sea recogida por el mismo; sus dimensiones cubren la proyección en planta del contorno de las partes del equipo que contengan aceite más 25 cm.

Dimensiones del transformador:

Base B = 2,60 m

Largo L = 5,00 m

Altura h = 7,86 m

Zapata B = 19,70 m

L = 9,00 m

t = 0,50 m

Base de transformador b = 3,65 m

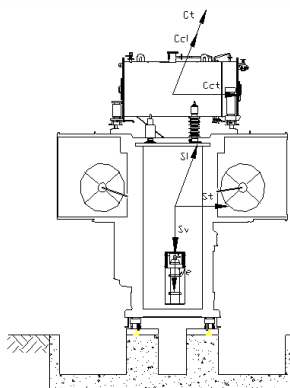
L = 3,80 m

H = 0,50 m

Recubrimiento 7,50 cm (ACI 318-08, cap. 7.7.1)

Evaluación de cargas

Figura 47. **Árbol de cargas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

En la figura 47 Árbol de cargas se muestran las cargas que actúan en el transformador y son transmitidas a la cimentación.

W_e = carga por peso propio del equipo, KN

C_{tv} = carga de tensión por conductor, KN

C_{ct} = carga por corto circuito transversal, KN

C_{cl} = carga por corto circuito longitudinal, KN

S_v = carga de sismo vertical, KN

S_t = carga de sismo transversal, KN

S_l = carga de sismo longitudinal, KN

Cargas del transformador:

Peso del equipo:

Peso del transformador: 42 077 kg

Peso de aceite dieléctrico: 16 924 kg

Peso total: 59 001 kg X 9,81 N/kg = 578,80 kN

Cargas de sismo: las componentes verticales de los movimientos sísmicos de diseño se deben tomar como el 15 % de los valores correspondientes a los efectos horizontales.

De acuerdo con los parámetros definidos para el sismo se calculan de la siguiente forma:

Fuerza horizontal en el equipo por sismo $Sh = We * \frac{Sa}{R}$, kN

Fuerza vertical en el equipo por sismo $Sv = 0.15 * Sh$, kN

Siendo:

W: peso del elemento (equipo, soporte o conductor), KN

Sa/R: coeficiente sísmico de diseño

El espectro de diseño que se utilizará tiene un coeficiente de amortiguamiento del 5 %. La estructura no presenta irregularidades en planta ni en altura.

El coeficiente de disipación de energía se obtiene de la tabla 1.1 Doc 6 NSE 3-10 igual a $R = 1.0$.

- Aceleración máxima horizontal: $Sa = 1,2$
- Factor de modificación de respuesta: $R = 1,0$
- Coeficiente sísmico de diseño: $Sa/R = 1,2$

$$Sh = We * \frac{Sa}{R} = 578,80 \text{ kN} * \frac{1,2}{1}$$

$$Sh = 694,54 \text{ kN}$$

$$Sv = 0,15 * 694,54 \text{ kN} = 347,27 \text{ kN}$$

Cada momento se calcula al rostro de la base del transformador:

$$M = 2,0 \text{ m} * 694,54 = 1389,09 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M = 2,0 \text{ m} * 347,27 \text{ N} = 694,54 \text{ kN} * \text{m}$$

Carga de cortocircuito:

Datos:

Fuerza máxima de corto circuito: 1 275 N

Factor de reducción de corto circuito: 0,66

Distancia a *bushings*: 4,5 m

$$F_{SC} = 1 * 0,66 * 1\ 275 = 842,5\ N$$

Y el momento se calcula al rostro de la base del transformador.

$$M = 4,5m * 842,5N = 3,80\ kN * m$$

Para el diseño de la cimentación del transformador se tendrá en cuenta la combinación de carga más crítica. Los eventos de carga correspondientes a las combinaciones de peso propio, cortocircuito y sismo horizontal y vertical deben tener los siguientes factores de sobrecarga:

Cargas de diseño:

$$P1 = 1,5 Pp + 1,7 Ct$$

$$P2x+ = 1,2 Pp + 1,3 Cc + 1,0 csx + 1,0 Csv$$

$$P2x- = 1,2 Pp + 1,3 Cc + 1,0 csx - 1,0 Csv$$

$$P2y+ = 1,2 Pp + 1,3 Cc + 1,0 csy + 1,0 Csv$$

$$P2y- = 1,2 Pp + 1,3 Cc + 1,0 csy - 1,0 Csv$$

Cargas de trabajo:

$$P3 = 1,0 Pp + 1,0 Ct$$

$$P4x + = 1,0 Pp + 1,3 Cc + 0,7 csx + 0,7 Csv$$

$$P4x - = 1,0 Pp + 1,3 Cc + 0,7 csx - 0,7 Csv$$

$$P4y + = 1,0 Pp + 1,3 Cc + 0,7 csy + 0,7 Csv$$

$$P4y - = 1,0 Pp + 1,3 Cc + 0,7 csy - 0,7 Csv$$

Donde:

Pp = peso propio del equipo, KN

Ct = carga de tensión estática del conductor, KN

Cc = carga de corto circuito, KN

Csx, Csy = cargas de sismo en X y en Y, KN

Csv = carga de sismo vertical, KN

Tabla XVIII. Evaluación de cargas de trabajo

	Fx	Fy	Fz	Mxx	Myy
P4y+	1,0 Cc	1,0 Cc + 0,7 Csy	1,0 Pp+0,7 Csv	1,0 Cc(cm+h) + 0,7 Csy(cm+h)	1,0 Cc(He+h)
P4y-	1,0 Cc	1,0 Cc+0,7 Csy	1,0 Pp-0,7 Csv	1,0 Cc(cm+h) + 0,7 Csy(cm+h)	1,0 Cc(He+h)
P1	1,7 Ct	0,0	1,5 Pp	0,0	1,7 Ct(He+h)
P2x+	1,3 Cc+1,0 Csx	1,3 Cc	1,2 Pp+1,0 Csv	1,3 Cc(cm+h)	1,3 Cc(He+h) + 1,0 Csx(cm+h)
P2x-	1,3 Cc+1,0 Csx	1,3 Cc	1,2 Pp-1,0 Csv	1,3 Cc(cm+h)	1,3 Cc(He+h) + 1,0 Csx(cm+h)

Continuación de la tabla XVIII.

P2y+	1,3 Cc	1,3 Cc+1,0 Csy	1,2 Pp+1,0 Csv	1,3 Cc(cm+h) + 1,0 Csy(cm+h)	1,3 Cc(He+h)
P2y-	1,3 Cc	1,3 Cc + 1,0 Csy	1,2 Pp-1,0 Csv	1,3 Cc(cm+h) + 1,0 Csy(cm+h)	1,3 Cc(He+h)
P3	1,0 Ct	0,0	1,0 Pp	0,0	1,0 Ct(He+h)
PP4x+	1,0 Cc+0,7 Csx	1,0 Cc	1,0 Pp+0,7 Csv	1,0 Cc(cm+h)	1,0 Cc(He+h) + 0,7 Csx(cm+h)
PP4x-	1,0 Cc+0,7 Csx	1,0 Cc	1,0 Pp-0,7 Csv	1,0 Cc(cm+h)	1,0 Cc(He+h) + 0,7 Csx(cm+h)

Fuente: elaboración propia.

Evaluaciones de combinaciones de carga: se desarrollarán cada una de las combinaciones de cargas definidas, tanto para nivel +0 como para nivel de fundación y se determinará la combinación que produzca el efecto más desfavorable en la cimentación, con base en la cual se realiza el diseño.

Momentos actuantes: son todos aquellos generados por cargas externas.

$$M_{SH} = 1\,389,09 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{CC} = 3,8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{act} = 1\,392,89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momentos resistentes: son todos aquellos generados por peso propio de la cimentación que generan un momento contrario al momento actuante.

$$W_{base} = 3,80 * 3,65 * 0,50 * 24 = 166,44 \text{ kN}$$

$$W_{zapata} = 6,10 * 8,60 * 0,50 * 24 = 629,52 \text{ kN}$$

$$W_{total} = 795,96 \text{ kN}$$

$$M_{resistente} = 795,96 \text{ kN} * 3,05 \text{ m} = 2427,67 \text{ kN} * \text{m}$$

Chequeo:

$$\frac{2427,67 \text{ kN} * \text{m}}{1392,89 \text{ kN} * \text{m}} = 1,74 > 1,5$$

El factor de seguridad es mayor al 1,5 recomendado, por lo que las dimensiones cumplen con el requisito de volcamiento.

Diseño a flexión: el diseño a flexión de la cimentación para el transformador de potencia está basado en el American Concrete Institute Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318).

$$M = \left(\frac{1}{2} * (0,35^2 * 681,92 \text{ kN/m}^2) \right) =$$

$$K = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{41,71 \text{ kN} * \text{m}}{0,80 * (0,045)^2} = 0,129 \text{ MPa}$$

$$\rho = 0,85 \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{K}{f'_c} \right) * \left(\frac{f_c}{f_y} \right)}$$

$$\rho = 0,85 - \sqrt{0,7182 - 1,88 * \left(\frac{0,129}{21} \right) * \left(\frac{21}{420} \right)}$$

Cuantía mínima requerida según A.C.I para zapatas es de $\rho = 0,0018$

$$\rho = 0,00289 \rho_{min} = 0,0018$$

$$\rho_{min} < \rho_{usar}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,00289 * 130 * 33,1 = 12,43 \text{ cm}$$

Para este caso se escogen 8 varillas núm. 4 en los dos sentidos y en las caras superior e inferior de la zapata.

2.2.9. Diseño de muro cortafuegos

En las subestaciones de potencia se considera la instalación de un sistema para la prevención, control y extinción de incendios que incluye elementos pasivos, y en casos especiales, sistemas activos.

Figura 48. Banco de mamparas



Fuente: ETCEE-INDE Subestación Guatemala Norte, zona 18, Guatemala.

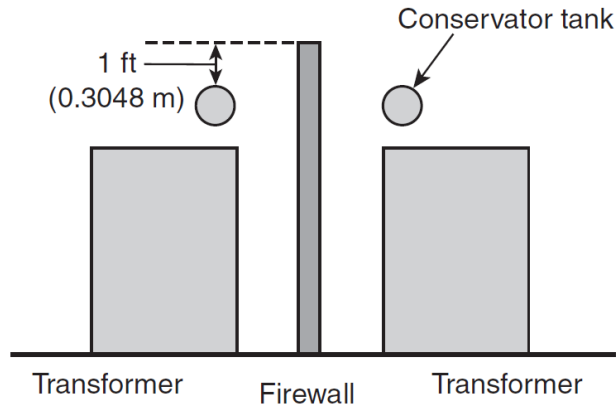
En aquellas subestaciones donde se instalan equipos de transformación, como es el caso de la ampliación de la subestación Huehuetenango, se incluyen elementos pasivos como la fosa de captación y el tanque colector de aceite, los cuales se han unido al diseño de la cimentación, así como las mamparas también conocidas como muros cortafuegos para la protección de estos equipos.

Las características funcionales de los muros cortafuegos se definen a continuación:

- Las mamparas están conformadas por muros que se construyen entre cada transformador, cuyo propósito es limitar los daños y la potencial propagación de fuego a los equipos adyacentes.
- Las mamparas se diseñan de concreto, block macizo sin huecos o tabique rojo con acabado aparente, rigidizados con columnas y traveses de concreto armado o prefabricados con juntas debidamente selladas.
- Según la Norma NFPA 850 las dimensiones de las mamparas y su separación están en función del tamaño real del equipo a instalar; en este caso las dimensiones del transformador, su tipo y cantidad de aceite, debiendo tener una altura mínima de 30 cm por encima de la parte más alta de los equipos y una longitud que sobrepase los 61 cm (30,5 cm de cada lado) del cuerpo de estos.

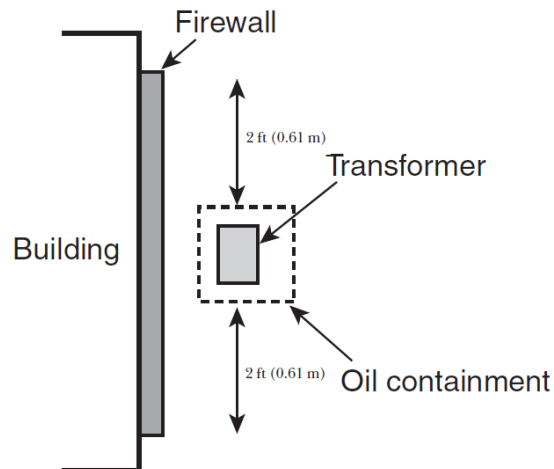
Según la Norma NFPA 850 el espesor de los muros cortafuegos se debe diseñar y construir para soportar fuegos de diferentes horas de duración; el tiempo que un siniestro tarde en apagarse está en función de la cantidad de aceite dieléctrico que contiene un transformador.

Figura 49. **Altura mínima de muro cortafuego**



Fuente: Norma NFPA 850. p.16.

Figura 50. **Ancho mínimo del muro cortafuego**



Fuente: Norma NFPA 850. p.16.

En su numeral 5,1,5,2, la Norma NFPA 850 indica que todos los transformadores instalados en intemperie y se encuentren aislados por una

cantidad mayor a 500 gal (379L) de aceite dieléctrico deberán estar protegidos por una barrera de 3 horas de resistencia al fuego.

El ACI 216.1-97 (4), método normalizado para determinar la resistencia al fuego de las construcciones de hormigón y mampostería, normaliza los espesores mínimos para muros cortafuegos, como se puede ver en la figura 43.

Figura 51. **Espesores mínimos de concreto expuestos a fuego en pulgadas**

Tipo de Agregados	Mínimo espesor equivalente para una resistencia al fuego de:				
	1 hr	1 ½ hr	2 hr	3 hr	4 hr
Silíceos	3,5	4,3	5,0	6,2	7,0
Carbonatos	3,2	4,0	4,6	5,7	6,6
Semilivianos	2,7	3,3	3,8	4,6	5,4
Livianos	2,5	3,1	3,6	4,4	5,1

Fuente: NORMA ACI 216-97. p. 55.

Para el caso de la ampliación en la subestación Huehuetenango se tiene un transformador con 15 750 L de aceite dieléctrico, por lo que según la norma se requiere un muro cortafuego con una resistencia mínima de 3 horas con 7 pulgadas (17,78 cm) de espesor; como la cantidad de aceite presente en el proyecto supera aproximadamente 5 000 veces la cantidad indicada por norma; se decide incrementar a 35 cm el espesor del muro cortafuego.

El criterio para diseño del muro cortafuego se considera como un muro de cortante; estos muros son vigas en voladizo vertical de gran peralte. La resistencia de los muros a corte es casi siempre controlada por sus resistencias a flexión, sin embargo, en algunas ocasiones pueden requerir algún refuerzo cortante para prevenir las fallas por tensión diagonal.

El diseño de las mamparas se debe realizar tomando en cuenta los siguientes parámetros: velocidad máxima de viento con periodo de retorno de 200 años y coeficiente sísmico de acuerdo con la zona donde se localicen, así como las cargas actuantes como: estructuras metálicas, barras del terciario y neutro, y otras que se indiquen en los planos de disposición de equipo e isométrico con cargas.

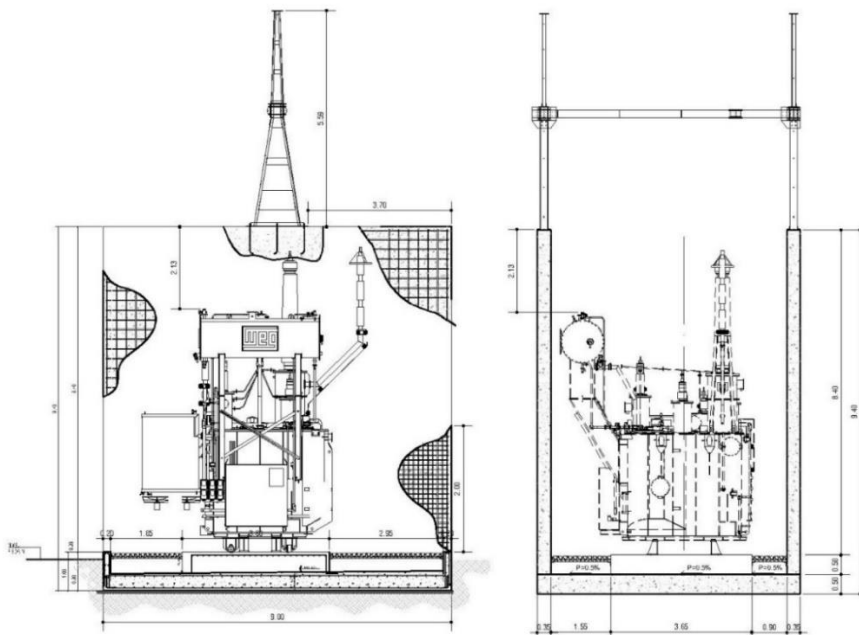
Predimensionamiento de muro cortafuegos:

$$H_w = 9,40 \text{ m} \approx 30,83 \text{ ft}$$

$$l_w = 9,00 \text{ m} \approx 29,52$$

$$h_w = 0,35 \text{ m} \approx 1.15 \text{ ft}$$

Figura 52. **Predimensionamiento muro cortafuego**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Parámetros de los materiales

Esfuerzo de rotura del concreto = $f'c = 28 \text{ Mpa} \approx 3\,000 \text{ psi}$

Densidad del concreto = $\delta = 24 \text{ kN/m}^3$

Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo = $F_y = 420 \text{ Mpa} \approx 60\,000 \text{ psi}$

Módulo de elasticidad del concreto = $E = 24\,870 \text{ Mpa}$

Cargas

Carga de viento:

Debido a la altura del muro y sus área es necesario considerar la carga de viento como se indica a continuación:

Velocidad máxima: $112,6 \text{ km/hr}$

Factor de área sup planas: $0,0776$

$$P_w = 0,0776(112,6) = 984 \text{ N/m}^2 \approx 20,56 \text{ psf}$$

$$F = 20,56 \text{ psf} * 939,62 \text{ ft}^2 = 19,31 \text{ klb}$$

Carga sísmica:

Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al equipo se utilizará el método UBC-97 (Uniform Building Code, California) volumen 2 de la manera siguiente:

Para la zona sísmica 4 no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

$$W = 9,40 * 9 * 0,35 = 29,61 \text{ m}^3 * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$W = 71\,064 \text{ kg} \approx 71 \approx 162 \text{ klb}$$

$$V = \frac{0,8 * (0,4) * (1,5) * (1,6)}{3} * W = 0,32 W$$

$$V = 0,32(71\,064) = 22\,740,5$$

$$F = 22\,840,5 \text{ kg} * 9,81 = 223,084 \text{ N}$$

$$F = 223,08 \text{ kN} \approx 50,15 \text{ klb}$$

$$F = 50,61 \text{ klb} + 19,31 \text{ klb} = 69,46 \text{ klb}$$

Chequeo de espesor de muro:

$$V_n = 10\sqrt{f'_c} * h_d$$

$$d = 0,8l_w$$

$$d = 0,8(12 * 29 * 52)$$

$$d = 283,39"$$

$$V_n = (0,75)(10)(\sqrt{3\,000})(1(283,39")) = 1\,606,52 \text{ klb}$$

$$V_n = 1\,606,52 \text{ klb} > 69,49 \text{ klb}$$

Por lo tanto el espesor de muro cumple con los requerimientos mínimos del ACI.

El cálculo de la resistencia a cortante por concreto según ACI 11.9.6. se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$V_c = 3,3 \lambda \sqrt{f'_c} h d + \frac{N_u d}{4 l_w}$$

$$V_c = 3,3(1)(\sqrt{3\ 000})(13,8)(283,39) + 0$$

El valor cero para N_u se debe a que el muro cortafuego no se encuentra sujeto a ninguna carga axial.

$$V_c = 223,53 \text{ klb}$$

Como siguiente paso es necesario determinar las cargas últimas aplicadas al muro en la menor de las siguientes distancias $l_w/2 = 14,76'$; $h_w/2 = 15,92'$.

$$V_u = 69,46 \text{ klb}$$

$$M_u = 69,46 \text{ klb} * (31,83 - 14,76) = 1\ 185,68 \text{ klb} * ft = 14\ 228,2 \text{ klb} * plg$$

$$V_c = \left[0,6 \lambda \sqrt{f'_c} + \frac{l_w(1,25\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{0,2N_u}{l_w h})}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right] h d$$

$$V_c = \left[0,6 (1)(\sqrt{3\ 000}) + \frac{(354,24)(1,25)(1)\sqrt{3\ 000} + 0}{\frac{14\ 228,2}{69,46} - \frac{354,24}{2}} \right] (13,8'')(283,39'')$$

$$V_c = \left[32,86 + \frac{24\ 252,1}{204,84 - 177,72} \right] (13,8'')(283,39'')$$

$$V_c = [32,86 + 27,72](13,8)(283,39) = 236915 \text{ lb}$$

$$V_c = 236,91 \text{ klb}$$

Se procede a verificar si es necesario refuerzo por cortante utilizando la menor de las resistencias a cortante del concreto; en este caso $V_c = 223,53 \text{ klb}$, utilizando la ecuación:

$$\frac{\phi V_c}{2} = \frac{0,75(223,53)}{2} = 83,82 \text{ klb}$$

$$83,82 \text{ klb} > 69,46 \text{ klb}$$

Debido a V_U es menor que $\Phi V_c/2$ calculada, no será necesario proporcionar una cuantía de refuerzo tanto horizontal como vertical; únicamente se utilizará lo estipulado en A.C.I 11.9.8 para una cuantía no menor que 0,0025; el espaciamiento menor no debe exceder de:

$$\frac{l_w}{3} = \frac{(29,52)(12)}{3} = 118"$$

$$3h = 3(13,8) = 41,4"$$

$$18" = 18"$$

$$\rho = \frac{A_v}{A_g}$$

Donde A_g = espesor de la pared multiplicado por la separación vertical entre estribos horizontales. Si se toma estribo # 3:

$$0,0025 = \frac{2(0,20)}{(13,8) S}$$

$$S = \frac{0,40}{0,0025(13,8)} = 11,59" < 18"$$

Por lo tanto se toma estribos #3 @ 12" en ambos sentidos; la cuantía mínima para refuerzo vertical resulta ser la misma que la horizontal.

Diseño refuerzo vertical por flexión:

Bajo el concepto de que el muro cortafuegos es un muro de cortante, el cual actúa como una viga vertical en voladizo, y que al proporcionar soporte lateral queda sometido a flexión y fuerzas cortantes; es por ello que el refuerzo por flexión se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_u = V_u * h_w$$

$$M_u = (69,46 \text{ klb} * 31,83 \text{ ft}) = 2\,210,91 \text{ klb} * \text{ft}$$

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{(12)(2\,210,91)(1\,000)}{(0,9)(13,8)(283,39^2)}$$

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = 26,598$$

La cuantía mínima por temperatura corresponde al siguiente valor:

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = 105,7$$

Por lo que para el muro cortafuego se utilizará refuerzo por temperatura.

$$A_s = \rho b d = 0,0018(13,8)(283,776)$$

$$A_s = 7,04 \text{ plg}^2$$

Se recomienda usar 6 # 10 en ambos extremos del muro, al no saber de qué lado provendrá el cortante.

2.2.10. Diseño de sala de control

La sala de control es una estructura que tiene como finalidad proteger del medio ambiente a los equipos y tableros de una subestación eléctrica que requieran de instalación en interior.

Las trincheras de control parten de varios puntos del patio de maniobras y se concentran en una o varias casetas, dependiendo de la cantidad de campos; en algunos casos puede haber tres campos por caseta. La caseta de control debe estar ubicada de manera que se optimice la longitud de los cables del equipo de patio a la caseta de control.

Los edificios y casetas para subestaciones eléctricas se clasifican en:

- Por su uso:
 - De control, fijas o móviles
 - De relevadores, fijas o móviles
 - De distribuidas, fijas o móviles
 - Para plantas de generación tipo diésel fijas o móviles
 - De vigilancia fija o móvil

- Por el tipo de material empleado para su construcción:
 - De concreto
 - De estructura metálica
 - De estructura mixta (concreto y estructura metálica)

En el caso del proyecto la caseta a instalar será de control prefabricada, que cumpla con los requisitos que se describen a lo largo de esta sección.

Los equipos instalados dentro de la caseta son los encargados del control y funcionamiento de toda la paramenta eléctrica instalada en el patio de maniobras, como accionamiento de seccionadores, interruptores, mediciones de corriente y la comunicación que permite la operación y mantenimiento de la subestación vía remota.

Los paneles de control y operación instalados dentro de la caseta contienen dispositivos electrónicos y cableados muy pequeños, los cuales son muy propensos a sufrir serios daños por exceso de humedad o polvo y producir fallas en el funcionamiento de la subestación; de esto nace la necesidad de contar con un ambiente controlado para su protección.

Figura 55. **Equipos en caseta de control**



Fuente: ETCEE Sala de control subestación Guatemala Norte, Guatemala.

La sala de control se solicitará con las siguientes características:

- Los pisos serán de loseta cerámica o cemento pulido, con terminado a base de sellador y recubrimiento epóxico con acabado de poliuretano.
- Para la instalación de cables dentro de la caseta de la subestación se deben solicitar trincheras con su respectiva tapadera metálica.

- Las losas y muros deberán ser aislados térmicamente con un espesor mínimo de 5 cm de espuma poliuretano y en un caso de un aislante equivalente; debe tener un valor mínimo de resistividad térmica de $2.083 \text{ m}^2 \text{ k/W}$.
- Una impermeabilización posterior a la limpieza de la superficie de la cubierta.
- Instalaciones hidráulicas y sanitarias, deben satisfacer las necesidades de cada edificio; en la losa se debe encauzar el agua pluvial a bajadas pluviales y llevarlas al sistema de drenajes; las aguas residuales se conducirán a una fosa séptica que será proporcionada por el fabricante de la casa de control.
- La instalación eléctrica debe cumplir con los requerimientos de los equipos electromecánicos y la suficiente iluminación para los trabajos de mantenimiento y operación.
- Las casetas por sus condiciones de servicio y de la temperatura ambiental del sitio requieren enfriamiento de sus equipos electromecánicos, por lo que deben contar con instalaciones de aire acondicionado de características tales, que con un mínimo consumo eléctrico y sin mantenimiento continuo.
- Por último, la caseta deberá contar con un sistema de detección y extinción de fuego para la seguridad de todo el equipo electromecánico.

3. PLANIFICACIÓN

3.1. Planos constructivos

Constituyen junto al presupuesto los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que contratará los servicios de construcción y en su segunda fase a la empresa que tendrá bajo su cargo la ejecución del proyecto; los planos realizados se indican en la tabla XIX:

Tabla XIX. Planos constructivos

NÚM.	CÓDIGO	CONTENIDO
1	ETCE-SE-HUE-PL-0	Planta general acotada INDE
2	ETCE-SE-HUE-PL-1	Planta general existente
3	ETCE-SE-HUE-PL-1.1	Planta general proyectada
4	ETCE-SE-HUE-PL-2	Topografía planta y perfiles
5	ETCE-SE-HUE-PL-2.1	Topografía perfiles
6	ETCE-SE-HUE-PL-3	Plano de plataforma ubicación
7	ETCE-SE-HUE-PL-3.1	Plano de plataforma planta y perfiles
8	ETCE-SE-HUE-PL-4	Plano de cerramiento planta de trazo
9	ETCE-SE-HUE-PL-4.1	Plano de cerramiento detalles
10	ETCE-SE-HUE-PL-4.2	Plano de cerramiento detalle portón
11	ETCE-SE-HUE-PL-5	Plano general de vías
12	ETCE-SE-HUE-PL-5.1	Plano general de vías detalles
13	ETCE-SE-HUE-PL-6	Plano de drenajes planta de trazo
14	ETCE-SE-HUE-PL-6.1	Plano de drenajes detalles
15	ETCE-SE-HUE-PL-7	Planta de cimentaciones
16	ETCE-SE-HUE-PL-8.1	C1 apartarrayos
17	ETCE-SE-HUE-PL-8.2	C2 transformador de potencial
18	ETCE-SE-HUE-PL-8.3	C3 seccionador de puesta a tierra
19	ETCE-SE-HUE-PL-8.4	C4 interruptor de potencia tripolar
20	ETCE-SE-HUE-PL-8.5	C4.1 interruptor de potencia monopolar

Continuación de la tabla XIX.

21	ETCE-SE-HUE-PL-8.6	C5 transformador de corriente
22	ETCE-SE-HUE-PL-8.7	C6 pórtico
23	ETCE-SE-HUE-PL-8.8	C7 interruptor de tanque muerto 69 kv
24	ETCE-SE-HUE-PL-9	Plano de trincheras planta de trazo
25	ETCE-SE-HUE-PL-9.1	Plano de trincheras detalles
26	ETCE-SE-HUE-PL-10	Cimentación transformador de potencia
27	ETCE-SE-HUE-PL-10.1	Planta general
28	ETCE-SE-HUE-PL-10.2	Planta acotada
29	ETCE-SE-HUE-PL-10.3	Secciones longitudinales
30	ETCE-SE-HUE-PL-10.4	Planta de drenajes y detalles
31	ETCE-SE-HUE-PL-10.5	Isométrico
32	ETCE-SE-HUE-PL-10.6	Estructural
33	ETCE-SE-HUE-PL-11	Caseta de control
34	ETCE-SE-HUE-PL-11.1	Caseta de control
35	ETCE-SE-HUE-PL-11.2	Caseta de control
36	ETCE-SE-HUE-PL-11.3	Caseta de control
37	ETCE-SE-HUE-PL-11.4	Caseta de control
38	ETCE-SE-HUE-PL-11.5	Caseta de control
39	ETCE-SE-HUE-PL-11.6	Caseta de control

Fuente: elaboración propia.

El código de los planos constructivos se desglosa de la siguiente manera:

ETCE – SE – HUE – PL – ##. #

- ETCE: Empresa de Transporte y Control de Energía
- SE: subestación
- HUE: Huehuetenango
- PL: plano
- ##: correlativo del plano

3.2. Presupuesto estimado

Con base en los planos enlistados en la sección anterior se presenta el siguiente presupuesto el cual tiene muchos usos dentro de la institución entre ellos la elaboración del presupuesto anual, análisis de factibilidad y costo aproximado para evaluación de las ofertas económicas de la licitación.

Tabla XX. **Formulario de cantidades y presupuesto obras civiles**

SUBESTACIÓN HUEHUETENANGO 138/69/34,5/13,8 KV - ETCEE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR DDP	
				VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
				Q	Q
1	2	3	4	5	6
1,0	PRELIMINARES				
1,1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	m ²	2 968,10	6,50	19 292,65
1,2	CAMPAMENTO DE OBRA	GL	1,00	32 364,49	32 364,49
1,3	INSTALACIONES PROVINCIALES	GL	1,00	145 000,00	145 000,00
	SUBTOTAL				196 657,14
2,0	DEMOLICIONES				
2,1	DEMOLICIÓN CUNETA	mL	228,00	52,81	12 039,66
2,2	DESMONTE CERRAMIENTO	mL	119,00	24,45	2 909,94
2,3	DESMONTE DE POSTES	UND	4,00	1 934,49	7 737,96
2,4	DESMONTE PORTÓN	GL	1,00	855,86	855,86
2,5	DEMOLICIÓN DE PROTECCIÓN DE TALUD EXISTENTE	m ²	517,00	156,30	80 808,38
2,6	DEMOLICIÓN RAMPA	m ²	161,00	156,30	25 164,70
2,7	DEMOLICIÓN ESTRUCTURAS EN CONCRETO	m ³	80,10	523,35	41 920,34
	SUBTOTAL				171 436,84
3,0	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3,1	CORTE Y RETIRO	m ³	255,00	57,62	14 694,10
3,2	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m ³	2 653,42	540,04	1 432 944,89
	SUBTOTAL				1 447 638,99

Continuación de la tabla XX.

4,0	CIMENTACIÓN				
4,1	CIMENTACIÓN C1 PARARRAYOS	m ³	3,66	6 391,46	23 392,76
4,2	CIMENTACIÓN C2 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	m ³	6,45	6 391,46	41 224,94
4,3	CIMENTACIÓN C3 SECCIONADOR DE APERTURA CENTRAL	m ³	33,84	4 436,84	150 142,55
4,4	CIMENTACIÓN C4 INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR	m ³	9,80	4 570,58	44 791,64
4,5	CIMENTACIÓN C4,1 INTERRUPTOR DE POTENCIA MONOPOLAR	m ³	7,35	5 349,70	39 320,32
4,6	CIMENTACIÓN C5 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	m ³	3,66	3 878,68	14 195,97
4,7	CIMENTACIÓN C6 PÓRTICO DE CELOSÍA	m ³	221,20	3 615,10	799 660,18
4,8	CIMENTACIÓN C7 INTERRUPTOR DE TANQUE MUERTO 69 Kv	m ³	4,22	3 374,28	14 239,46
4,9	CIMENTACIÓN TRANSFORMADORES DE POTENCIA	m ³	109,45	6 845,00	749 185,25
4,10	CIMENTACIÓN MURO CERRAMIENTO	mL	14,00	429,68	6 015,49
	SUBTOTAL				1 882 168,56
5,0	ESTRUCTURA				
5,1	MUROS CORTAFUEGO	m ³	80,40	6 391,46	513 873,71
	SUBTOTAL				513 873,71
6,0	CERRAMIENTO				
6,1	MAMPOSTERÍA CONFINADA CERRAMIENTO	m ²	32,00	1 023,86	32 763,45
6,2	MALLA ESLABONADA Y ALAMBRE DE PÚAS	mL	163,00	560,00	91 280,00
6,3	PORTÓN MALLA ESLABONADA	UND	1,00	5 300,00	5 300,00
	SUBTOTAL				129 343,45
7,0	CANALIZACIONES				
7,1	TRINCHERA EN CONCRETO	mL	197,36	2 179,46	430 137,31
7,2	<i>BOX CULVERT</i>	mL	5,00	2 400,00	12 000,00
7,3	BANDEJAS METÁLICAS PORTACABLES	mL	197,36	554,98	109 530,07
	SUBTOTAL				551 667,38

Continuación de la tabla XX.

8,0	DRENAJES				
8,1	REGISTROS EN CONCRETO	UND	8,00	2 111,67	16 893,39
8,2	TUBERÍA FILTRO DRENAJES 12"	mL	114,00	575,37	65 592,28
8,3	TUBERÍA DRENAJE 12"	mL	87,57	255,53	22 377,19
8,4	CÁRCAMO CONCRETO DRENAJE A, LLUVIA	mL	86,00	5 202,61	447 424,60
8,5	TRAMPAS DE ACEITE	UND	3,00	11 554,68	34 664,03
	SUBTOTAL				586 951,48
9,0	CARPINTERIA METÁLICA				
9,1	TAPAS METÁLICAS REGISTROS	UND	8,00	1 422,17	11 377,36
	SUBTOTAL				11 377,36
10,0	VÍAS				
10,1	PAVIMENTO RÍGIDO E = 0,15	m ²	480,00	750,90	360 430,73
10,2	PAVIMENTO RÍGIDO E = 0,10	m ²	530,00	750,90	397 975,60
10,3	BORDILLO EN CONCRETO	mL	40,00	179,34	7 173,64
10,4	ANDÉN EN CONCRETO	m ²	40,00	214,60	8 584,03
10,5	CORTE Y SELLADO DE JUNTAS	mL	675,00	28,33	19 122,36
	SUBTOTAL				793 286,37
11,0	ACABADO DE PATIO				
11,1	GRAVA	m ³	2 968,10	488,90	1 451 113,55
	SUBTOTAL				1 451 113,55
12,0	CASETA DE CONTROL 69KVA				
12,1	CIMENTACIÓN	m ³	8,00	3 837,79	30 702,32
12,2	COLUMNAS	m ³	85,30	6 059,14	1 199 244,94
12,3	SOLERAS	m ³	7,00	6 829,23	47 804,61
12,4	LOSA CONCRETO	m ²	11,49	6 829,23	78 467,85
12,5	MAMPOSTERÍA	m ²	201,43	347,70	70 037,53
	SUBTOTAL				2 264 597,32
	IVA				1 200 013,46
	VALOR TOTAL DE LA OFERTA				11 200 125,61
OBSERVACIÓN: para todos los precios globales será obligatorio suministrar el análisis de precios unitarios. No se aceptan ofertas que incumplan este requisito.					

Fuente: elaboración propia.

3.3. Evaluación de impacto ambiental

Es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos adversos.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

Como principal elemento para determinar los efectos del proyecto en el medio ambiente se encuentra el estudio de impacto ambiental.

3.3.1. Estudio de impacto ambiental

En cumplimiento de la Ley del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala y de lo que establece también la Ley General de Electricidad en el artículo 10; la ETCEE deberá realizar el estudio de evaluación de impacto ambiental de cada uno de los proyectos que comprende el plan de expansión; conforme lo estipulan los reglamentos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, pueda así otorgar la resolución ambiental, aprobando el estudio ambiental correspondiente al proyecto.

3.3.1.1. Resumen ejecutivo del EIA

El resumen ejecutivo incluye: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, entre otros); características ambientales del área de influencia;

impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente, y viceversa; acciones correctivas o de mitigación, así como un resumen del plan de gestión ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.

3.3.1.2. Introducción

La introducción al estudio de evaluación de impacto ambiental, por el profesional responsable del mismo incluye las partes principales como: descripción del proyecto, alcances, objetivos, metodología, duración en la elaboración del estudio, localización y justificación.

Con esto se puede determinar si lo propuesto no afecta significativamente el ambiente. Este mismo criterio se debe aplicar para proyectos similares, tomando en consideración: tamaño, localización e indicadores que se crean necesarios.

3.3.1.3. Información general

Esta información corresponde listado de profesionales participantes en la elaboración del estudio de impacto ambiental e indicar la especialidad de cada uno; Núm. de colegiado activo, Núm. de registro ante el MARN, así como la respectiva declaración jurada, sobre el tema en el que se participó. También los documentos legales solicitados por el MARN a la ETCEE, como nombramientos de representantes legales o autoridades correspondientes.

3.3.1.4. Descripción del proyecto

La descripción del proyecto incluye diferentes hitos; entre los más importantes se encuentran los siguientes:

3.3.1.4.1. Ubicación geográfica del proyecto

Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.

3.3.1.4.2. Justificación técnica del proyecto

Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de la descripción del asunto o problema que será tratado, el análisis de las causas de ese problema, la forma en que el proyecto solucionará o reducirá el problema y los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.

3.3.1.4.3. Actividades a realizar en el proyecto

Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas.

3.3.1.4.4. Servicios básicos

Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar ($m^3/día$ o m^3/mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable y otros usuarios); el cual durante el diseño se aclara que no es necesario, ya que la subestación es atendida remotamente.

Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, así como la disposición final de las aguas residuales y pluviales.

Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales, incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, así como los planos necesarios firmados por profesional competente.

Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.

Además se indican otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.

3.3.1.5. Descripción del ambiente físico

En esta sección se escriben aspectos de interés para la ubicación regional, (caracterización general del proyecto, incluyendo mapas geológicos). Se presentan los mapas geológicos: contexto geotectónico, contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).

Es necesaria una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.

En la geomorfología se describe el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.

3.3.1.6. Descripción del ambiente biótico

Dentro del EIA se deben presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida, indicando gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ejemplo: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos, entre otros.

3.3.1.7. Plan de gestión ambiental (PGA)

Presentar un PGA donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el proyecto, obra o actividad.

Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: variables ambientales afectadas, fuente generadora del impacto, impacto ambiental propiamente dicho, cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, medidas ambientales establecidas, tiempo de ejecución de esas medidas, costo de las medidas, responsable de aplicación de las medidas, indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento y síntesis del compromiso ambiental.

Como parte del PGA se definen objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan, conforme se ejecutan las acciones del proyecto, obra o actividad, definiendo claramente cuáles son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos y frecuencias de muestreo, institución responsable).

Como parte del plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre se define la que una vez cumplidos sus objetivos presenta un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones, de tal forma que pueda ser corroborado.

3.3.1.8. Descripción del ambiente socioeconómico y cultural

Para describir el ambiente socioeconómico del área de influencia del proyecto se incluyen datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, así como sus tendencias, especialmente aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.

Cualquier autorización proveniente de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento de parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será emitida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

garantizar la competitividad que beneficie los intereses del Instituto Nacional de Electrificación -INDE- y de los oferentes.

Los términos de referencia de la invitación a ofertar están integrados por los siguientes capítulos:

- Capítulo I: disposiciones generales y específicas
- Capítulo II: disposiciones técnicas
- Capítulo III: minuta de contrato
- Anexos

Como parte de los elementos de diseño para la obra civil para la ampliación de la subestación Huehuetenango, se encuentra la elaboración del capítulo II, que se refiere a las disposiciones técnicas, por estar estas ligadas directamente al diseño y a los planos constructivos indicados en la sección 3.2 de este documento.

Mientras que los capítulos I y III son elaborados en la institución con el apoyo de la unidad de asuntos jurídicos del INDE y el departamento administrativo de la ETCEE.

A continuación se enlistan los ítems enmarcados en las disposiciones técnicas para el proyecto.

- Objetivo: especificar los requisitos para la ejecución de todas las actividades necesarias para la construcción de obras civiles de la ampliación a la subestación Huehuetenango, ubicada en Guatemala.

- Alcance: será responsabilidad del contratista la ejecución de todas las labores objeto de la presente especificación técnica; siguiendo procedimientos y buenas prácticas que garanticen la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con los planos aprobados y las presentes especificaciones técnicas.

El contratista considerará el listado de cantidades de obra, planos de ingeniería, experiencia en obras similares y lo indicado en el presente documento para diligenciar el formulario de costos unitarios. Los costos contemplarán todas las actividades correspondientes a seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente, de acuerdo con lo especificado en los numerales de este documento y con las leyes de nacionales aplicables.

3.5.1. Generalidades

En esta sección se consignan las especificaciones técnicas generales que rigen la construcción de las obras civiles de drenaje, cárcamos, ductos, vías internas, cimentaciones para equipos, y demás obras necesarias para la construcción de la subestación.

Para la realización de cualquier trabajo que implique la afectación de obras existentes. El contratista proveerá los medios necesarios para que se conserven en su estado original; cualquier daño o alteración de estas obras será reparado, sin que implique ningún costo adicional para la ETCEE.

- Diseño: en esta sección se consignan las especificaciones técnicas generales y los parámetros, condiciones y requisitos aplicables en la construcción de las obras civiles del contrato. Los planos de diseño se le

suministrarán al contratista con suficiente anticipación para prever la construcción de las obras.

- Planos y replanteos: después de la adjudicación del contrato, se entregarán los planos de las obras civiles a ejecutar. El contratista los revisará cuidadosamente y advertirá a la ETCEE, por escrito, sobre cualquier error u omisión que descubra u otras observaciones que desee hacer, dentro de los veinte (20) días calendario anterior a la fecha de inicio de los trabajos relacionados con los planos.

Las obras se ejecutarán en un todo de acuerdo con los planos entregados y con lo estipulado en las especificaciones técnicas. Los planos y las especificaciones técnicas son complementarios; en caso de discrepancias entre estos, el contratista informará sobre ello al supervisor y a la ETCEE, quienes aclararán la situación. La ETCEE suministrará al contratista las coordenadas y cotas de los puntos básicos para el replanteo de las obras. El replanteo y nivelación de las líneas y puntos secundarios serán hechos por el contratista de acuerdo con los planos para construcción suministrados.

Las especificaciones o normas bajo las cuales se deben ejecutar las obras se presentan en estas especificaciones o en los planos, o en las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala AGIES, y deben estar acordes con los requerimientos indicados en la sección Medidas ambientales, seguridad industrial y de salud ocupacional de estas especificaciones.

También se aplicarán como normativas las normas ASTM, las recomendaciones de los fabricantes de los materiales y equipos que

se utilizarán en la construcción de las obras, y la última versión de las normas emitidas por las entidades que se mencionan a continuación:

- *AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials.*
- *AASHTO - Standard Specification for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing.*
- *ACI - American Concrete Institute.*
- *ASCE - American Society of Civil Engineers.*
- *ASTM - American Society for Testing and Materials.*

Materiales: el contratista, antes de disponer de los materiales a utilizar en la obra, entregará a la supervisión el listado de las fuentes de los materiales y los sitios de depósito a utilizar. La supervisión podrá hacer en cualquier momento una inspección con El contratista para la verificación de dichas fuentes y a los sitios en los cuales serán depositados, para dar cumplimiento con lo especificado en el plan de manejo ambiental del proyecto.

Todos los materiales incorporados a la obra serán nuevos y de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones y con certificados de clasificación y grado. Los materiales que no hayan sido especificados en particular serán sometidos previamente a aprobación y en lo posible la satisfacción de las exigencias de las normas aplicables indicadas por la ETCEE.

3.5.2. Movilización e instalación

- Generalidades: Las actividades que debera realizar el contratista en el proyecto a que se refiere esta especificación son las siguientes:
 - Someter a aprobación del supervisor antes de iniciar los trabajos, un programa detallado de movilización e instalación de equipos de construcción y de la construcción de oficinas (en caso de requerirse), y demás facilidades necesarias para la ejecución de las obras.
 - Suministrar y movilizar hasta el sitio de las obras todos los equipos, elementos de trabajo y personal, como también hacer las instalaciones temporales que se requieran para ejecutar normal y eficientemente todas las obras objeto del contrato.
 - Ejecutar por su cuenta y riesgo, el suministro y movilización de todos los equipos de construcción hasta las áreas de trabajo, incluyendo el pago de transporte, seguros, costos de capital y demás costos relacionados con esta operación.
 - Mantener durante la ejecución de las obras y entregar al final del proyecto los caminos de acceso y obras anexas ya construidas, en iguales o mejores condiciones a las entregadas inicialmente.
 - Planear, construir y mantener en buen estado las instalaciones de carácter temporal que se requieran para ejecutar las obras objeto de este contrato.

- Mantener en buen estado los equipos de construcción, plantas, campamentos y demás elementos necesarios para la normal operación de las actividades de este contrato.
 - Una vez haya terminado el trabajo, el contratista retirará de las zonas de propiedad de la ETCEE todos los materiales sobrantes, instalaciones, equipos, entre otros.
 - En general, el contratista suministrará los servicios y mantendrá las instalaciones que se requieran para el buen funcionamiento de la obra.
- Almacenamiento y manejo de materiales: el contratista contará con bodegas o centros de acopio de materiales que faciliten su transporte a los sitios donde vayan a utilizarse. El contratista almacenará y manejará los materiales de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las exigencias legales, teniendo especial cuidado con sustancias tóxicas, radioactivas, inflamables, explosivas o contaminantes del medio ambiente, en la forma más segura, de acuerdo con las dimensiones, peso y contenido, además de lo mencionado en la sección de medidas ambientales, seguridad industrial y salud ocupacional de estas especificaciones.
 - Orden, limpieza y vigilancia durante la construcción: el contratista velará por mantener, durante toda la construcción, orden y limpieza en toda la zona de los trabajos incluyendo las ocupadas por instalaciones provisionales, con este fin el contratista dispondrá del personal requerido para ello. El contratista mantendrá por su cuenta, guardias

permanentes para vigilancia de las instalaciones y equipos en toda el área de trabajo, pues no será la ETCEE responsable de ellos.

- Remoción de las instalaciones de construcción: tan pronto como se hayan concluido las obras de que tratan estas especificaciones y antes de efectuar la liquidación final del contrato, el contratista retirará de los terrenos de propiedad de la ETCEE todas las instalaciones provisionales de construcción. Las cercas existentes removidas durante la ejecución de la obra y que a juicio del supervisor deban ser reinstaladas, deberán ser colocadas de nuevo por el contratista de acuerdo con los alineamientos que ordene el supervisor.

3.5.3. Obras preliminares

Constituyen todos los trabajos previos al inicio de la obra.

- Localización y replanteo
 - Descripción: en esta sección se describen los trabajos de topografía que realizará el contratista para determinar la localización planimétrica y altimétrica de todas las obras del contrato, a partir de los puntos y ejes topográficos de referencia, de acuerdo con los planos de construcción o las instrucciones del supervisor.

El contratista se obliga a suministrar y mantener durante el periodo de ejecución del contrato, comisiones de topografía con personal idóneo y dotado del equipo de precisión adecuado, previamente autorizado por la supervisión, las cuales deben realizar todos los trabajos de localización, replanteo y altimetría

necesarios, para la correcta ejecución y control de la obra, bajo la responsabilidad total del contratista, de acuerdo con las órdenes e instrucciones impartidas por el supervisor.

- Ejecución del trabajo: antes de iniciar cualquier trabajo, el contratista hará el levantamiento planimétrico y altimétrico de las obras a ejecutar, elaborando el plano respectivo y sometiéndolo a aprobación de la supervisión. Para tal fin, hará las labores requeridas de limpieza en el área de trabajo a satisfacción del supervisor. El contratista ejecutará la localización de las construcciones, trazará y verificará los ejes de las obras mostradas en los planos y el replanteo general del proyecto, utilizando todos los instrumentos de precisión que sean necesarios para la ubicación exacta de las obras.

El contratista tomará las medidas necesarias para asegurar que sus trabajos de localización sean exactos y será responsable por la corrección o demolición de obras que resulten defectuosas por errores en la localización. Los equipos estarán calibrados, el contratista entregará certificados recientes de calibración de los equipos a utilizar expedidos por laboratorios autorizados por las autoridades competentes de la república de Guatemala.

Será obligación del contratista poner a disposición de la supervisión la comisión de topografía, cuando lo requiera para efectuar trabajos de verificación y control de las obras en construcción o para la ejecución de trabajos de planimetría o altimetría que se requieran para definir aspectos relativos a las obras objeto del contrato. Al finalizar la obra, el contratista hará el levantamiento altimétrico y

planimétrico del proyecto tal como quedó construido, y lo someterá a aprobación del supervisor, antes de editar el plano tal como se construyó.

- Demoliciones

- Ejecución del trabajo: el contratista suministrará los materiales, equipos, mano de obra y demás elementos necesarios para la correcta y completa ejecución de las demoliciones requeridas, hasta las profundidades y límites indicados en los planos o autorizados por el supervisor.

El contratista demolerá parcial o totalmente, según lo indique el supervisor, las fundaciones u obras existentes que interfieran con la obra a construir. Serán demolidas, como mínimo, hasta el nivel de adecuación del terreno; de tal forma que queden cubiertas con el material granular de acabado de patio en un espesor de 10 cm. El contratista tendrá en cuenta, cuando se trate de demolición de fundaciones que estas pueden tener acero de refuerzo en una cuantía aproximada entre 30 kg/ m³ y 50 kg/ m³, consistente en general en barras de refuerzo de diámetro de 1/2 pulg, a 5/8 pulg, espaciadas entre sí 20 a 40 cm, aproximadamente. Cuando se ejecuten demoliciones parciales, no quedarán varillas sobresaliendo más de 10 cm de las superficies demolidas.

El contratista podrá presentar como alternativa a la demolición de fundaciones la extracción parcial o total de las mismas mediante grúa u otro equipo de izaje, Durante la ejecución de las demoliciones se pondrá especial cuidado en no afectar obras

adyacentes no programadas para demolición, protegiéndolas debidamente con métodos y medios aprobados por el supervisor.

Los trabajos de demolición se deben ejecutar de manera que no produzcan daños a las instalaciones o a otras obras existentes que deban preservarse, Si los trabajos implican interrupción en las redes de servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, entre otros), el contratista tomará las medidas adecuadas para efectuar los arreglos necesarios, contribuyendo a que se minimicen las duraciones de las interrupciones del caso.

El contratista protegerá las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler, y construirá las defensas necesarias para su estabilidad o protección y aquellas indispensables para la seguridad de las personas; las zanjas resultantes deben ser llenadas con el material y el método adecuado, previamente aprobado por el supervisor. Los daños ocasionados a elementos adyacentes serán reparados a completa satisfacción de la ETCEE por cuenta y a costo del contratista.

Los materiales provenientes de demoliciones serán retirados de la obra por el contratista y dispuestos de acuerdo con las instrucciones del supervisor. Cuando a juicio del supervisor estos sean reutilizables por la ETCEE en la obra que se ejecuta o en otra obra, deberán ser dispuestos por el contratista en los sitios que para su conservación indique el supervisor, y serán de propiedad de la ETCEE. Se exceptúan los elementos reutilizables provenientes de la malla de cerramiento, los cuales serán de obligatorio uso por

parte del contratista en la reconstrucción de la misma, cuyos detalles se muestran en los planos.

3.5.4. Movimiento de tierras

- Limpieza del terreno: esta sección se refiere a la limpieza de las áreas que ocuparán las obras del proyecto y otras relacionadas con el mismo y expresamente autorizadas por la supervisión y de acuerdo con sus instrucciones. El trabajo consiste en la limpieza de las áreas cubiertas de rastrojo, arbustos, maleza y bosque, así como la remoción de cercos o alambrados existentes, tocones y raíces que obstaculicen la ejecución de las obras y que impidan el trabajo normal del equipo de movimiento de tierras.

- Descapote
 - Ejecución del trabajo: el contratista adoptará procedimientos para ejecutar las labores, de tal forma que no afecten las condiciones de estabilidad del terreno. Estos deben ser aprobados por la supervisión, pero tal aprobación en ningún momento exime al contratista de su responsabilidad de garantizar la estabilidad del terreno.

Es obligación del contratista tomar las medidas necesarias para evitar la erosión del terreno descapotado en los taludes y llenos resultantes en este proceso. El contratista tendrá en cuenta las obras para el control de erosión previstos en el plan de manejo ambiental, en las especificaciones técnicas para la gestión ambiental y los tratamientos de taludes indicados en los planos.

- Explanaciones

- Explanaciones en corte: se refiere al conjunto de operaciones de remoción del terreno hasta obtener el nivel de subrasante del proyecto, para lo cual entre otras labores, se incluye remover, cargar y transportar hasta las zonas de utilización o almacenamiento de todos los materiales de los cortes que se efectúen desde el nivel de descapote hasta el nivel de explanación proyectado.

Incluye también el perfilado de los taludes, nivelación, conformación y compactación de la subrasante en toda el área de trabajo. Se consideran como explanaciones en corte aquellas excavaciones que, por su magnitud, efectuará el contratista con equipo mecánico pesado. Las explanaciones en corte se consideran en material común y serán ejecutadas en material relativamente blando de consistencia diferente a la roca.

- Ejecución del trabajo: la explanación se ejecutará ciñéndose a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenadas por control de obra y se perfilará de tal manera que ningún punto de la superficie excavada difiera en más de 3 cm de las cotas y secciones fijadas en los planos o indicadas por control de obra, evitando que cualquier desviación se repita en forma sistemática. El trabajo comprende además la excavación y remoción de piedras existentes que sobresalgan del nivel de explanación mostrado en los planos.

Mientras se llevan a cabo explanaciones, excavaciones y demás obras del contrato, el contratista tiene la obligación de mantener, a su costo, un adecuado control de las aguas de escorrentía y freáticas, mientras se construye el sistema de drenaje definitivo, con el fin de evitar a toda costa inundaciones o contaminación de las obras ya construidas o derrumbes y anegamientos por mal manejo de estas aguas.

Cuando la explanación se haya completado hasta los niveles especificados, el contratista lo notificará a la supervisión, la cual procederá a inspeccionar los trabajos realizados. No podrá procederse a la colocación de rellenos o ejecución de los trabajos mientras no se haya dado por terminada la inspección, y el contratista haya obtenido de la supervisión la autorización para continuar los trabajos.

El material proveniente de las explanaciones que de acuerdo con los planos o a juicio de control de obra sea adecuado para los terraplenes u otras obras, será transportado y dispuesto por el contratista en el sitio de utilización, o si la supervisión así lo aprueba, ser apilado en lugar limpio, seco y protegido de las corrientes de agua hasta el momento de ser utilizado.

Durante el proceso constructivo se mantendrá una inspección permanente de la presencia y comportamiento del nivel freático, para dar un control adecuado que permita garantizar la estabilidad de los taludes.

- Explanaciones en terraplén o rellenos: el trabajo a que se refiere esta especificación consiste en la ejecución de todas las actividades necesarias para construir sobre el terreno debidamente preparado, los terraplenes de relleno que contemple el proyecto, y elevar las cotas del terreno descapotado hasta los niveles requeridos en los planos.
 - Materiales: los materiales de terraplén de relleno deben estar libres de materia orgánica, basuras, tierra vegetal, terrones de arcilla y piedras mayores de 6 cm de diámetro. El material para terraplén de relleno será constituido por los materiales que se obtengan de materiales de préstamo, seleccionados de acuerdo con el control del departamento de obra con exclusión de material orgánico y piedras mayores de 6 cm.

La fracción del material que pasa por el tamiz Núm. 40 no tendrá índice de plasticidad mayor del 15 %, ni un límite líquido mayor del 40 %, a menos que control de obra indique algo diferente.

- Ejecución del trabajo: todos los trabajos se ejecutarán de acuerdo con los planos, estas especificaciones e instrucciones de la supervisión. Los programas, procedimientos y equipos de trabajo deben ser previamente aprobados por la supervisión y ceñirse a las mejores prácticas de construcción.

Previamente a la iniciación de cualquier trabajo, el contratista solicitará a la supervisión la revisión y verificación de los replanteos a ejecutar y la localización de estacas y chaflanes, quien autorizará por escrito la iniciación del trabajo, si se cumplen todas las condiciones necesarias para su inicio. Antes de iniciar la construcción de un terraplén de relleno, la superficie del terreno natural que le servirá de cimentación estará limpia y descapotada, y se habrá instalado el sistema de drenaje requerido.

La supervisión solamente autorizará la colocación de materiales de relleno cuando el terreno base del terraplén esté adecuadamente preparado y escalonado de acuerdo con sus indicaciones o las de los planos. El material de relleno se colocará en capas horizontales de un espesor máximo compactado de 20 centímetros con las dimensiones, pendientes y taludes indicados en los planos. La compactación mínima de cada capa será del 95 % de la densidad máxima seca obtenida del ensayo próctor modificado.

Los materiales para cada relleno deben tener inmediatamente antes y durante la compactación, un contenido de humedad uniforme de acuerdo con las instrucciones del supervisor. El máximo contenido de humedad de los materiales para rellenos será determinado por el contratista y los resultados serán sometidos a la aprobación de la supervisión con anterioridad al comienzo de la operación, pero en ningún caso se permitirá utilizar

materiales cuyo contenido de humedad exceda el valor óptimo correspondiente al ensayo próctor modificado en más del 5 %. En caso que el contenido de humedad estuviese por debajo del óptimo determinado por la supervisión, este material se humedecerá uniformemente hasta obtenerlo.

- Excavaciones estructurales
 - Ejecución del trabajo: todas las excavaciones estructurales se harán de acuerdo con los alineamientos y cotas indicadas en los planos. Cuando no se encuentre una buena fundación en la cota fijada para cimentar las obras, debido a la existencia de suelo blando, esponjoso o de otra manera inestable, tal suelo inadecuado se retirará en un ancho y hasta una profundidad que indicará el supervisor, y se reemplazará por material procedente de otros cortes o zonas de préstamo que cumplan con las especificaciones; este material será compactado a satisfacción del supervisor con el fin de obtener un soporte adecuado para las cimentaciones, a menos que en los planos se indiquen otros métodos de construcción.

El fondo de las excavaciones estructurales que recibirán concretos será terminado cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o por el supervisor. Las superficies así preparadas se apisonarán con herramientas adecuadas para darles una buena compactación, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de concreto que soportarán.

Toda sobreexcavación ejecutada por fuera de las líneas de cota inferior indicada en los planos para la fundación o por debajo de la cota ordenada por el supervisor cuando este haya modificado la profundidad mostrada en los planos, será llenada por cuenta del contratista en forma satisfactoria y con material aprobado por el supervisor, compactado al 95 % de la densidad máxima obtenida para el ensayo próctor modificado de ese material. El supervisor podrá exigir alternativamente que dicho lleno se haga con concreto ciclópeo.

En aquellas excavaciones estructurales en las cuales por las características del terreno, por la profundidad o por las condiciones de humedad, existan riesgos de derrumbes, el contratista tiene la responsabilidad de colocar entibado en la cantidad que lo estime necesario, con el fin de evitarlos y de acuerdo con las instrucciones de la supervisión.

Cuando el material de fundación sea inadecuado a criterio del supervisor, el contratista extraerá dicho material y podrá reemplazarlo por material de relleno que puede ser arena, arenilla, suelo cemento o gravas gradadas, según lo determine el supervisor. El relleno se colocará y deberá compactarse en capas de 15 centímetros hasta alcanzar la cota fijada para fundación.

Cuando se encuentren rocas aisladas en el fondo o en las paredes de las excavaciones, serán retiradas hasta la profundidad que indique el supervisor y se procederá a llenar con un material semejante al del resto del piso de la excavación debidamente compactado.

- Retiro y disposición final de material sobrante
 - Ejecución del trabajo: el material extraído de las excavaciones puede ser utilizado en rellenos, previa autorización del supervisor. Cuando el aprovechamiento no es inmediato el contratista procederá a colocarlo en un sitio conveniente para su utilización posterior. En ningún caso se permitirá botar el material sobrante a los lados de la excavación, ni en predios ajenos a la ETCEE, tampoco colocarlo en pilas en las zonas de desecho, ni en sitios donde interfiera con el drenaje natural del terreno o vaya en detrimento de la apariencia general de la zona.

Los botaderos no estarán dentro del mismo lote donde se está construyendo, debido a la afectación de los taludes adyacentes a la construcción, La conformación y el tratamiento final que se dará a las escombreras se realizarán de acuerdo con lo especificado para ello en el plan de manejo ambiental. Las zonas de disposición de materiales de desecho se dejarán en condiciones satisfactorias de acuerdo con las recomendaciones de las autoridades ambientales.

- Llenos estructurales
 - Materiales: se obtendrán de las excavaciones ejecutadas en las obras, previa autorización de la supervisión, si esto no fuese posible como resultado de la secuencia de las operaciones del contratista o cuando los materiales de las excavaciones sean inadecuados, el contratista obtendrá los materiales de áreas de préstamo, previa aprobación de dicho material por parte del

supervisor. Los materiales para construcción de rellenos serán preferiblemente materiales granular, aunque se podrán utilizar limos o arcillas, cuando así lo indique el supervisor.

No podrán utilizarse para los rellenos materiales con basuras, escombros, raíces, capotes, maleza, o cualquier otro material que entre en descomposición o que no permita el grado de compactación deseado.

- Ejecución del trabajo: antes de iniciar las actividades correspondientes a los llenos estructurales se solicitará al supervisor la revisión de las estructuras previamente construidas. El terreno sobre el cual se colocará el lleno estructural estará libre de cualquier materia orgánica. Los materiales para cada capa de lleno tendrán inmediatamente antes y durante la compactación, un contenido de humedad uniforme de acuerdo con las instrucciones del supervisor. El máximo contenido de humedad de los materiales para llenos será determinado por el supervisor con anterioridad al comienzo de la operación, pero en ningún caso se permitirá utilizar materiales cuyo contenido de humedad exceda el valor óptimo correspondiente al ensayo próctor modificado en más del 5 %. En caso que el contenido de humedad del material de lleno estuviese por debajo del óptimo determinado por el supervisor, este material se humedecerá uniformemente hasta obtenerlo.

Los llenos se colocarán en capas con un espesor no mayor de 20 cm antes de compactar. La colocación del lleno se hará evitando presiones excesivas descompensadas y daños a las estructuras

adyacentes. En ningún caso se permitirá hacer un lleno sobre concretos que tengan menos de ocho días de vaciados.

La compactación se hará por medio de equipos y métodos apropiados aprobados por el supervisor, garantizándose una densidad del 95 % del valor próctor modificado.

- Ensayos: el contratista ejecutará los ensayos necesarios para la determinación de las características de los materiales que se utilizarán en los diferentes llenos, tales como: granulometría, límites de atterberg y próctor modificado. Estos ensayos serán ejecutados en laboratorios aprobados por el supervisor. Los costos para la toma, transporte y manejo de muestras y la ejecución de los ensayos se incluirán dentro de los costos de administración. El contratista está obligado a presentar a la supervisión los resultados de los ensayos a más tardar 5 días hábiles después de ejecutados estos.

El supervisor podrá suspender cualquier tipo de trabajo que a su juicio considere necesario con base en los resultados de los ensayos del laboratorio o del resultado de las muestras tomadas y no entregadas oportunamente por el contratista.

3.5.5. Obras en concreto

El contratista tendrá en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos de todas las obras en concreto indicadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos dados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- **Materiales**

- Generalidades: el concreto estará formado por una mezcla de cemento portland, agregados áridos y agua limpia. Será manejable y de fácil colocación en su estado plástico, poseer buena uniformidad, resistencia, impermeabilidad y baja variación volumétrica en su estado sólido.

Todos los materiales serán suministrados por el contratista y requerirán la aprobación previa de la supervisión. Durante la ejecución de los trabajos, el contratista suministrará a la supervisión las muestras que este solicite, tanto de los materiales como de la mezcla de concreto producida, para verificar que la calidad de los mismos sea la adecuada y que cumplen las especificaciones. Todas las muestras serán tomadas bajo la supervisión. Los ensayos requeridos serán ejecutados por cuenta y a costo del contratista.

El cemento será portland tipo I u otro tipo, previamente aprobado por la supervisión, siempre que cumpla las Norma ASTM C-150. No se aceptará por ningún motivo mezclar cemento procedente de distintas fábricas. Será obligación del contratista presentar, junto con los diseños de mezclas, copias certificadas de los resultados de los ensayos físicos y químicos del cemento que empleará en la elaboración de los concretos en todo el transcurso de la obra.

En general los aditivos cumplirán las disposiciones las normas ASTM C-260, C-618 y C-494. En elementos de concreto reforzado no será permitida la utilización de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas. La aceptación previa de los

aditivos no exime a el contratista de la responsabilidad que tiene de suministrar concretos con las calidades especificadas. Toda el agua utilizada en la mezcla y el curado del concreto, estará libre de aceites, sales, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia perjudicial a la calidad, resistencia y durabilidad del concreto.

- Cemento: el cemento será portland tipo I u otro tipo, previamente aprobado por la supervisión, siempre que cumpla la Norma ASTM C150. No se aceptará por ningún motivo mezcla de cemento procedente de distintas fábricas. Será obligación del contratista presentar junto con los diseños de mezclas, copias certificadas de los resultados de los ensayos fisicoquímicos del cemento que empleará en la elaboración de los concretos en todo el transcurso de la obra. El contratista proveerá espacios adecuados para almacenar el cemento, aplicar medidas ambientales y protegerlo contra la humedad. El cemento se almacenará en sitios cubiertos y sobre plataformas de madera. Los sacos de cemento serán colocados de costado, en pilas cuya altura no sea mayor de cinco sacos y se voltarán cada catorce días.

El cemento que el supervisor considere que se ha deteriorado debido a la absorción de humedad o a cualquier otra causa, será sometido a ensayo y si se encuentra en mal estado será rechazado y el contratista lo repondrá por su cuenta lo antes posible. El almacenamiento de los sacos permitirá el libre acceso para su inspección e identificación de cada lote. Los diferentes tipos de cemento que se requieran para la obra, se almacenarán en secciones separadas en los depósitos y cada tipo de cemento

se identificará claramente por medio de sacos de colores diferentes.

El cemento a granel se transportará a la obra y se almacenará en sitios protegidos contra la intemperie y la absorción de la humedad. El contratista llevará un registro detallado del periodo de almacenamiento de cada lote, con el fin de consumir en primer término el lote más antiguo, pues no podrá utilizarse el cemento que haya sido almacenado por más de dos meses, que por cualquier circunstancia haya fraguado parcialmente, que tenga terrones aglutinados, como tampoco el cemento recuperado de sacos rechazados.

- Aditivos: para el concreto solo podrán utilizarse de acuerdo con lo indicado en los planos, las recomendaciones del fabricante y con aprobación escrita del supervisor. Su costo quedará involucrado en el costo del concreto o mortero, sea que su utilización esté especificada en los planos o haya sido propuesta por el contratista por su propia conveniencia, según los métodos de construcción a emplear en la obra.

En general los aditivos cumplirán las disposiciones de las normas ASTM C-260, C-618 y C-494. En elementos de concreto reforzado no será permitida la utilización de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas. La aceptación previa de los aditivos no exime al contratista de la responsabilidad que tiene de suministrar concretos con las calidades especificadas.

Toda el agua utilizada en la mezcla y curado del concreto estará libre de aceites, sales, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia perjudicial a la calidad, resistencia y durabilidad del concreto. Los aditivos e impermeabilizantes no disminuirán las propiedades básicas ni la resistencia especificada del concreto, ni deteriorarán los elementos embebidos.

En elementos de concreto reforzado no será permitida la utilización de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas. El contratista suministrará certificados sobre ensayos de los aditivos, en los que se indiquen los resultados de la utilización de los mismos y su efecto en la resistencia del concreto, con edades hasta de un año y con gamas de temperatura iniciales entre 10 °C y 32 °C. La aceptación previa de los aditivos no exime al contratista de la responsabilidad que tiene de suministrar concretos con las calidades especificadas.

Los agentes incorporadores de aire serán manejados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones del supervisor. La cantidad de agente incorporador de aire, será la indicada por el fabricante y respaldada por los ensayos certificados. Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado, se manejarán y almacenarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- Mezcla de concreto
 - Generalidades: el concreto se compondrá de una mezcla homogénea de cemento portland, agua, agregados finos,

agregados gruesos y los aditivos autorizados en las proporciones correctas para producir una mezcla que tenga la plasticidad y resistencia requeridas.

- Resistencia: la resistencia especificada del concreto (f''_c) para cada una de las diferentes estructuras será la indicada en los planos o en estas especificaciones. Los requisitos de resistencia se verificarán mediante ensayos a la compresión, de acuerdo con los métodos de la designación ASTM C-39. El diseño de las mezclas de concreto se elaborará de manera que se asigne una resistencia a la compresión promedio, tal que se minimice la frecuencia de resultados de pruebas de resistencia por debajo de la especificada. Como consecuencia, el diseño de las mezclas de concreto se hará para una resistencia crítica (f''_c) = $1,25 f''_c$ (o sea un 25 % mayor que la resistencia (f''_c) indicada en los planos o en estas especificaciones).
- Plasticidad y asentamiento: la mezcla tendrá una plasticidad que permita su apropiada consolidación en las esquinas, ángulos de las formaletas y alrededor del acero de refuerzo con los métodos de colocación y compactación utilizados en el trabajo, pero sin que ocurra segregación de los materiales ni demasiada exudación en la superficie. El concreto se proporcionará y producirá de modo que tenga un asentamiento de acuerdo con la norma ASTM C143. Para cada parte de las estructuras, el asentamiento será el mínimo con el cual pueda compactarse apropiadamente el concreto por vibración.

- Diseño de las mezclas de concreto: el diseño de mezclas comprende la determinación de la cantidad en kN de cada uno de los componentes de la mezcla para producir un metro cúbico (m^3) de concreto de la resistencia especificada. El contratista tendrá en cuenta en los diseños de las mezclas, las limitaciones que imponen para el tamaño máximo del agregado grueso de acuerdo con normas de construcción de Guatemala.

La responsabilidad del diseño de las mezclas de concreto que se utilicen en la obra, depende por completo del contratista. El diseño se hará para cada clase de concreto solicitado en estas especificaciones, con los materiales aprobados por el supervisor, con base en los ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, modificaciones y revisiones serán sometidos a la aprobación del supervisor.

Por cada diseño de mezcla que se someta a aprobación o cuando el supervisor lo requiera, el contratista suministrará por su cuenta, muestras de las mezclas diseñadas que representen, con la mayor aproximación posible, la calidad del concreto a utilizarse en la obra, además de los resultados de los ensayos correspondientes a cada muestra. La aceptación de las obras depende de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia mínima a la compresión especificada ($f'c$) en la respectiva resistencia del concreto; la resistencia será determinada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

- Concreto de las plantas de mezcla: los concretos suministrados por plantas de mezclas cumplirán con las especificaciones de estos

pliegos. El contratista entregará al supervisor certificados de calidad de las mezclas que suministran las plantas que se utilizarán en la obra.

- Equipo del contratista: todo el equipo y herramientas para la elaboración de la mezcla, colocación y compactación del concreto, requerirá la aprobación del supervisor en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas. Las mezcladoras serán de diseño tal que produzcan una mezcla homogénea. Los vibradores para la compactación del concreto serán del tipo interno de inmersión, con frecuencia mínima de 7000 VPM y capacidad de afectar visiblemente una mezcla con asentamiento de 2,5 centímetros a una distancia de por lo menos 45 cm desde el vibrador.
- Formaletas o encofrados: el contratista diseñará, suministrará e instalará todas las formaletas en donde sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, para dar la forma y dimensiones requeridas. Las formaletas se construirán en tal forma que, las superficies del concreto terminado sean de textura uniformes y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique en los planos. Las formaletas podrán construirse de madera, acero u otro material aprobado.

Las formaletas y la obra falsa serán lo suficientemente fuertes y rígidas para soportar todas las cargas a las que vayan a estar sometidas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y el vibrado de la mezcla. Además, permanecerán rígidamente en sus posiciones iniciales hasta cuando la mezcla de concreto se

haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí misma. Las formaletas podrán construirse de madera, acero u otro material aprobado por el supervisor. La madera provendrá de sitios autorizados por la autoridad ambiental.

- Producción de la mezcla: los componentes de la mezcla se medirán por peso. Los dispositivos que se utilicen para medir los materiales estarán en óptimas condiciones, todas las operaciones de dosificación y mezclado se ejecutarán bajo supervisión. El agua podrá medirse por volumen y el cemento por sacos de 50 kg. Al dosificar los agregados se tendrá en cuenta la humedad libre de estos, la cual se determinará en forma apropiada y se deducirá de la cantidad de agua a incorporar en la mezcla. No podrán utilizarse materiales de fuentes distintas o de características diferentes a las de los materiales utilizados en el diseño de la mezcla.

La producción y el suministro de la mezcla en la obra se efectuarán en forma continua, de manera que no se interrumpa el proceso de colocación del concreto. Las mezcladoras se operarán a la capacidad y con el número de revoluciones por minuto especificadas por el fabricante. En ningún caso podrá mezclarse el concreto a mano. El tiempo de mezclado será el mínimo necesario para obtener una mezcla homogénea, pero no será menor de un minuto y medio (1,5 min) para mezcladoras de capacidad hasta de 0,5 metros cúbicos (m³). El tiempo mínimo de mezclado se aumentará en treinta segundos para cada metro cúbico o fracción adicional de capacidad de la mezcladora.

La primera colada de los materiales colocados en la mezcladora, al iniciar cada operación de mezclado, contendrá un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor y sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla. El contenido de la mezcladora se descargará totalmente antes de introducir los materiales de la colada siguiente. Después de una interrupción en el uso de la mezcladora, el interior de su tambor se limpiará completamente.

- Transporte y colocación de la mezcla: no podrá iniciarse la colocación del concreto hasta que el supervisor haya aprobado la construcción y preparación de las formaletas, la colocación del acero de refuerzo, equipo y elementos necesarios para el transporte, vaciado, compactación, acabado y curado del concreto. No se colocará concreto bajo agua, sin la previa autorización del supervisor, Se ejecutarán los trabajos necesarios para evitar que durante la colocación del concreto el agua lo lave, mezcle o lo infiltre.

El concreto se depositará en su posición final en la estructura tan rápidamente como sea posible después de su mezcla y por métodos que eviten la segregación de los agregados o el desplazamiento del acero de refuerzo u otros elementos; la colocación se hará, siempre que sea posible, en capas horizontales de espesor no mayor de 30 cm. Cada capa se colocará y vibrará antes de comenzar a endurecerse el concreto de la capa inmediatamente inferior, salvo el caso de juntas de construcciones horizontales, debidamente aprobadas.

Se utilizarán suficientes vibradores para producir la compactación del concreto en los quince minutos siguientes a su colocación. Los vibradores se manipularán para producir un concreto carente de vacíos, de una textura adecuada en las caras expuestas y de máxima compactación. Los vibradores no se colocarán contra las formaletas o el acero de refuerzo, ni podrán utilizarse para mover el concreto dentro de las formaletas hasta el lugar de su colocación. La aplicación de los vibradores se hará en puntos uniformemente espaciados, no más distantes que el doble del radio en el cual la vibración sea visiblemente producida, se operará a intervalos regulares y frecuentes en posición vertical.

El vibrado será de suficiente duración para compactar adecuadamente el concreto, pero sin que cause segregación, y se suplementará con otros métodos de compactación, cuando sea necesario, para obtener un concreto denso con superficies lisas frente a las formaletas, en las esquinas y en los ángulos donde sea poco efectiva la utilización de los vibradores. A no ser que se provea de una adecuada protección al concreto, no se colocará durante la lluvia.

Cuando se suspenda la colocación del concreto se limpiarán las acumulaciones de mortero sobre el refuerzo y las caras interiores de la formaleta en la parte aún no vaciada. Este trabajo se hará con las precauciones necesarias para que no se rompa la adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto fresco, cuidando de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga durante un periodo de por lo menos veinticuatro horas desde que se haya colocado el concreto. Antes de continuar el vaciado la junta se debió

escarificar, por medio de un cepillo de alambre, procurando obtener una superficie áspera, sin recubrimiento de pasta de cemento en los áridos.

- Concreto pobre: una vez terminada la excavación para fundar las estructuras de concreto en material distinto a roca, será necesario proteger el fondo de las excavaciones con una capa de concreto pobre de 5 centímetros de espesor y una resistencia de $f'c = 14$ MPa; su colocación se hará sin vibrado, pero con una ligera compactación a mano, que garantice una total protección a la fundación. La capa de concreto pobre no se considera parte del recubrimiento inferior del acero de refuerzo.

Las profundidades y dimensiones indicadas en los planos para las fundaciones son aproximadas y el supervisor podrá ordenar por escrito los cambios que se consideren necesarios para obtener fundaciones satisfactorias, en donde lo indiquen los planos o el supervisor; se colocará una capa de concreto pobre de espesor mínimo de 5 cm en el fondo de la excavación y a la cota requerida.

- Protección y curado: el concreto recién colocado se protegerá cuidadosamente de corrientes de agua, lluvias, brisa seca, tránsito de personas o equipo, exposición directa a los rayos solares, vibraciones y otras causas de deterioro. A menos que se especifique diferente, el concreto se curará manteniendo sus superficies permanentemente húmedas. El curado con agua se hará durante un periodo de por lo menos 20 días después de la colocación del concreto o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto. El supervisor puede aprobar otros métodos alternativos propuestos por el contratista.

- Remoción de formaletas: las formaletas y apuntalamientos de cualquier parte de la estructura no se removerán hasta que el concreto haya adquirido la resistencia suficiente para conservar su forma. Las formaletas y sus soportes no podrán retirarse sin la previa aprobación del supervisor, pero tal aprobación no eximirá al contratista de su responsabilidad respecto de la calidad y seguridad de la obra. Los soportes se removerán de tal manera que el concreto vaya tomando los esfuerzos debidos a su propio peso, en forma gradual y uniforme.

- Acabados y reparaciones
 - Generalidades: las superficies de concreto cumplirán con los alineamientos especificados en los planos y quedar libres de irregularidades, tales como salientes, escamas, huecos, depresiones, entre otros, y cumplirán con todas las especificaciones que se establecen más adelante, las que se indiquen en los planos o las que ordene el supervisor. El contratista realizará los acabados con personal especializado y bajo la supervisión del supervisor, quien será el encargado de determinar si las irregularidades de las superficies están dentro de los límites tolerables.

 - Superficies formaleteadas: a menos que los planos o el supervisor indiquen algo diferente, los acabados para superficies de concreto formaleteadas se efectuarán de acuerdo con las estipulaciones que se dan a continuación para los grupos de acabados F-1, F-2 y F-3.
 - Acabado F1: se aplicará a las superficies sobre o contra las cuales se colocará material de lleno o concreto. Después de

retiradas las formaletas, las superficies solamente requerirán tratamiento para reparar el concreto defectuoso, llenar los huecos que queden al remover las abrazaderas o soportes de formaleta, y realizar el curado especificado. La corrección de las irregularidades superficiales se hará solamente para depresiones mayores de 20 mm.

- Acabado F2: se aplicará a las superficies que quedarán permanentemente expuestas y para las cuales no se especifica el acabado F3. El tratamiento para este acabado comprenderá la reparación del concreto defectuoso, la remoción de las irregularidades por medio de esmeril u otro sistema aprobado por el supervisor, el lleno de los huecos de las abrazaderas o soportes y el curado necesario. Las irregularidades bruscas no excederán de 3 mm y las graduales de 10 milímetros.
 - Acabado F3: se aplicará a las superficies que van a estar destacadamente a la vista y por lo tanto, su apariencia es de suma importancia. No se requerirá pulimento especial, aunque ocasionalmente se puede exigir por frotamiento con tela de fique.
- Superficies no formaleteadas: los acabados de las superficies no formaleteadas serán de tipo U-1, U-2, U-3 y U-4, con los requerimientos que se especifican a continuación, a menos que el supervisor o los planos indiquen algo diferente, todas las superficies indicadas como horizontales que estén expuestas a la lluvia o al agua, tendrán pendientes adecuadas para su drenaje.

- Acabado U-1 (acabado con regla): se aplicará a superficies que serán cubiertas por un material de lleno o concreto o que no requieran una superficie uniforme. También se aplicará como primera etapa de los acabados U-2 y U-3. El tratamiento consistirá en nivelar y emparejar el concreto por medio de regla, para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades de la superficie no excederán los 10 milímetros.

- Acabado U-2 (acabado con llana de madera): se aplicará a superficies que no serán cubiertas por un material de lleno o concreto y que no requieran acabado tipo U-3. Este acabado podrá efectuarse con equipo mecánico o manual después de pasar la regla como para el acabado U-1, tan pronto como la superficie se endurezca lo suficiente para obtener con la llana una textura uniforme, libre de marcas y evitando la segregación. No se permitirá agregar cemento puro para realizar el tratamiento. Las irregularidades de las superficies no excederán los 5 milímetros. Las juntas y bordes se biselarán de acuerdo con las instrucciones del supervisor.

- Acabado U-3 (acabado con llana metálica): se aplica a las superficies donde se requiera un alineamiento exacto y una superficie uniforme, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, donde lo indiquen los planos o lo requiera el supervisor.

La superficie recibirá inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U-2, seguido por un

alisado con llana metálica tan pronto como la superficie haya endurecido lo suficiente, para prevenir que el material fino de la mezcla salga a la superficie. La nivelación con malla metálica se hará aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, y libre de manchas y marcas. Las rugosidades bruscas se eliminarán y las suaves se reducirán por lijamiento a los límites especificados.

- Acabado U-4 (acabado con cepillo): se aplicará a todas las superficies no formaleteadas que formarán andenes y pisos, exceptuando aquellas sobre las cuales se hará otro tipo de acabado, como baldosas de granito o mármol. El acabado se realizará inicialmente como se especifica para el acabado U-2, procediendo a continuación a pasar un cepillo de cerdas rígidas en ángulo recto a la pendiente de la superficie, o según lo indicado por el supervisor.
- Reparaciones: las reparaciones en el concreto se harán con personal experto en este trabajo y bajo vigilancia del supervisor. El contratista corregirá todas las imperfecciones que se presenten en el concreto antes de veinticuatro (24) horas a partir del momento de retiro de las formaletas. En donde el concreto haya sufrido daños, tenga hormigueros, fracturas o cualquier otro defecto, y donde sea necesario hacer llenos debido a depresiones o vacíos apreciables. las superficies de concreto se picarán hasta retirar totalmente el concreto imperfecto o hasta donde lo determine el

supervisor y llenarse con concreto o mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas.

Las reparaciones son a costa del contratista. Si a criterio del supervisor se presentan excesos de hormigueros, cavidades y otros defectos, la obra puede ser rechazada y el contratista se verá obligado por su cuenta a demoler el concreto y volverlo a colocar de nuevo.

- Materiales: el concreto defectuoso se retirarán y reemplazarán con concreto, mortero o resinas epóxicas. La utilización de cada material se especifica a continuación:
 - Concreto: se utiliza para llenar los huecos que aparezcan en las secciones del concreto que posean un área mayor de 5 dm² y profundidad superior a 10 cm.
 - Mortero: se utiliza para cubrir cavidades con dimensiones inferiores a las fijadas para lleno de concreto, y en depresiones poco profundas que no alcancen la cara exterior del refuerzo.
 - Resinas epóxicas: se utilizan cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies para las cuales se haya especificado el acabado U-3. Además en aquellas estructuras impermeables en donde se encuentren orificios como consecuencia de la extracción de varillas de amarre para las formaletas. Todos los rellenos anteriores quedarán

firmemente adheridos a las superficies del concreto existente.

- Procedimiento: en una estructura que sea necesario reparar todo el concreto defectuoso o dañado se retirará. Asimismo, se removerá una capa de concreto sano de por lo menos tres centímetros (3 cm) de espesor de la superficie de las paredes del hueco, con el fin de obtener bordes de arista afilada que sirvan de llave para el material de lleno.

El proveedor suministrará cemento blanco en suficiente cantidad para que al mezclarse con el concreto normal utilizado, se obtenga un acabado de color y apariencia similar al concreto adyacente, si fuera necesario se utilizarán aditivos que eviten contracción. En los sitios donde las varillas de amarre de las formaletas atraviesan totalmente las secciones del concreto de cualquier estructura que requiera impermeabilidad, el contratista llenará los huecos que resulten al removerlas. Las reparaciones y aplicaciones con resinas epóxicas deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- Limpieza: en todas las etapas de construcción y especialmente durante el retiro de las formaletas, el contratista mantendrá en orden y aseo los sitios de trabajo para prevenir accidentes. Aplicará especial atención en evitar que queden elementos cortantes o punzantes tirados en el piso o salientes de las formaletas donde pueden afectar la integridad del personal. Después de la terminación de las obras de concreto y antes de su aceptación final, el contratista retirará del sitio de los trabajos toda

obra falsa y andamios, residuos de formaletas, instalaciones temporales, tierra y todo tipo de residuos, los cuales serán dispuestos en sitios autorizados por la autoridad ambiental.

- Ensayos de resistencia: antes de iniciar la colocación del concreto y durante la ejecución de los trabajos, el supervisor ordenará la elaboración de muestras de concreto para la realización de ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento. La evaluación y aceptación del concreto se harán de acuerdo con los requisitos dados en la Norma ASTM.

Las muestras para ensayos de resistencia se tomarán al azar en cilindros de 15 cm (6 pulg) de diámetro y 30 cm (12 pulg) de altura. Cada muestra estará compuesta por 9 cilindros, los cuales se fallarán, 3 los primeros 7 días y 3 a los 28 días, para ensayos de resistencia los 3 restantes quedan para comprobación de la resistencia. Se tomará una muestra por cada 10 metros cúbicos (m³) de concreto, pero no menos de una por cada día de vaciado. Los cilindros de ensayo se curarán en la obra y en las mismas condiciones que el concreto colocado. Por cada muestra que se tome para los ensayos de resistencia o cuando la consistencia de la mezcla varíe visiblemente, se hará el ensayo de asentamiento.

Correrá por cuenta del contratista la toma de las muestras, la preparación y el curado de los cilindros y todos los ensayos de laboratorio necesarios, tanto para el diseño de las mezclas como para la verificación de la resistencia y el asentamiento durante los trabajos. Cuando el concreto que ha sido colocado en cualquiera de las estructuras de la obra no cumpla con los requisitos de resistencia especificados, el supervisor podrá ordenar al contratista la demolición y posterior reconstrucción de la obra

defectuosa, lo que se hará por cuenta del contratista y a satisfacción del supervisor.

- Bordillos y elementos prefabricados en concreto: la construcción de los bordillos en vías y demás elementos prefabricados se hará de acuerdo con los detalles consignados en los planos. Se construirán con materiales que cumplan con las estipulaciones indicadas en este capítulo en lo relativo a agregados, cemento, aditivos, formaletas; lo indicado en la sección de Acero de refuerzo de estas especificaciones, sistemas de construcción y curado, entre otros. La superficie expuesta quedará lisa y sin poros. Se empleará concreto con una resistencia de $f'c = 21$ MPa. limitando el tamaño máximo del agregado a 12,7 mm (1/2 pulg).
- Tapas de concreto para cárcamos y cajas: se construirán con materiales que cumplan con las estipulaciones indicadas en este capítulo en lo relativo a agregados, cemento, aditivos, formaletas, lo indicado en la sección de Acero de refuerzo de estas especificaciones, sistemas de construcción y curado. En la utilización del agregado grueso se limitará el tamaño a un máximo de 12,7 mm (1/2 pulg). Las asas y herrajes se ajustarán en todo a lo estipulado en la sección Acero de refuerzo y Elementos metálicos de estas especificaciones.

El acabado de las tapas será F-3 en su cara superior y U-1 en su cara inferior. No se aceptarán tapas con aristas desbordadas o superficies irregulares que no permitan su asiento firme y uniforme en los muros del cárcamo o caja; la formaleta será aprobada por el supervisor antes de iniciar los vaciados.

- Juntas y sellos

- Generalidades: las juntas se localizarán en los sitios indicados en los planos o en los que autorice el supervisor en la obra. Se ejecutarán según los diseños indicados en los planos y con las precauciones y curado que se indican en estas normas. El contratista podrá proponer cambios en la localización de las juntas, si así fuere conveniente para su mejor realización; dichas modificaciones serán sometidas a aprobación del supervisor. Las juntas de construcción, contracción y dilatación mostradas en los planos de licitación podrán ser cambiadas en número, posición y forma en los planos de construcción, sin que por este motivo haya lugar a cambio de precios o plazos.

La superficie de las juntas de construcción quedará de tal forma que asegure su adherencia con el concreto colocado posteriormente. Se tendrá especial cuidado en la preparación de la junta si esta se estanca. Es objetable que penetre agua o mortero a la superficie donde se formará la junta. Si esto sucede, el supervisor ordenará la remoción de una capa de concreto y la limpieza que se considere necesaria. A menos que los planos de construcción o el supervisor lo determinen de otra manera, a todas las juntas que se hagan en estructuras de concreto reforzado se les hará una llave que evite el desplazamiento diferencial de los diferentes elementos de la estructura.

- Juntas de construcción: se denominan juntas de construcción las superficies sobre o contra las cuales se va a colocar concreto nuevo, el cual quedará adherido, pero no incorporado al concreto

existente. Las juntas de construcción en estructuras continuas que no necesiten ser estancas, se harán utilizando las llaves indicadas en los planos o las instrucciones del supervisor. El vaciado de concreto en la zona comprendida entre dos juntas de construcción se hará en una sola operación continua. Cuando por circunstancias imprevistas, el contratista necesite interrumpir el vaciado del concreto en sitios no previstos en los planos para colocar juntas; estas se harán por cuenta exclusiva del contratista y de acuerdo con las instrucciones que sobre el particular imparta el supervisor.

- Juntas de contracción: las juntas de contracción se construirán de acuerdo con los detalles mostrados en los planos, encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que este fragüe antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la misma. A menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del concreto en uno de los lados de la junta recibirá una capa de material adecuado que evite la adherencia, antes de colocar el concreto adyacente.
- Juntas de dilatación: en los sitios indicados en los planos se dejarán juntas de dilatación y se instalarán sellos de caucho o de lámina del diseño indicado en los planos o por el supervisor. En las juntas de dilatación y en las losas de pavimentos de concreto se colocarán barras pasantes en acero liso con las dimensiones y accesorios indicados en los planos y luego se hará el tratamiento de sellado que indiquen los planos o el supervisor. Este tratamiento se hará también en los perímetros de las cámaras de inspección, intersección con bancos de ductos, entre otros.

- Sellos de caucho o PVC: el contratista suministrará e instalará los sellos de caucho o PVC de primera calidad con las dimensiones, características, los detalles y sitios mostrados en los planos. También se instalarán sellos en las juntas de construcción que sea necesario ejecutar en estructuras hidráulicas o de almacenamiento de agua y aceite, así como todas aquellas estructuras que requieran condiciones especiales de estanqueidad. Las uniones y empalmes de los sellos se harán con las piezas de conexión correspondientes o pegando los sellos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Los sellos se colocarán perfectamente alineados, para lo cual se soportarán convenientemente en el sitio exacto indicado en los planos antes del proceso de vaciado del concreto. En el contorno del sello se vibrará el concreto cuidadosamente para que el sello quede bien adherido. Los sellos serán instalados y sus uniones pegadas de tal manera que formen un diafragma estanco continuo.

- Anclajes y elementos embebidos en concreto: el contratista instalará correctamente las piezas embebidas, sellos, anclajes metálicos, camisas, pasa muros y tuberías o accesorios que atraviesan las estructuras, antes de fundir el concreto. Tendrá especial cuidado y tomará todas las precauciones del caso, para que dichos elementos queden correctamente fijados en el concreto en la localización indicada en los planos, con las pendientes verticales y horizontales mostradas en los planos y para que no se formen vacíos, grietas u hormigueros en los sitios en donde se instalen. Principalmente proveerá inspección especial en la zona donde van los pernos de anclaje.

Los pernos de anclaje de elementos metálicos o equipos se localizarán con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos de construcción, las recomendaciones de los fabricantes, y mediante la utilización de plantillas, cuyo diseño, material y fabricación será presentado por el contratista para aprobación del supervisor. Los pernos de anclaje serán entregados al final de la obra perfectamente alineados horizontal y verticalmente, asimismo, limpios de cualquier material en la parte que sobresale.

En caso que los elementos o equipos no se puedan montar satisfactoriamente por mala posición de los anclajes, el contratista los corregirá a su costo, hasta dejarlos en el sitio indicado. En caso de que accidentalmente se doble un perno de anclaje. El contratista hará a su costo las reparaciones que se requieran e incluso si el supervisor lo solicita, la demolición y reconstrucción completa del pedestal en que se ubica.

Los vanos, ranuras y orificios de paso se encofrarán y se construirán con las dimensiones exactas prescritas y localizarse con absoluta precisión. Los vacíos en camisas o manguitos, ranuras de anclajes y otros aditamentos se llenarán con un material de fácil extracción que impida la entrada del concreto en estos vacíos. Ningún elemento embebido en el concreto tendrá componentes que ataquen o afecten su calidad y resistencia, ni las del acero de refuerzo. La disposición de los elementos embebidos en concreto no deteriorarán la continuidad de la estructura monolítica.

- Morteros: el mortero está formado por una mezcla de cemento portland, cal, arena y agua limpia. Será manejable y de fácil colocación en su estado plástico, además, poseerá buena uniformidad, resistencia, impermeabilidad y baja variación de volumen en su estado sólido. El cemento y el agua cumplirán con los mismos requisitos que se estipularon para la utilización de estos materiales en la fabricación de concreto, La arena cumplirá con lo estipulado para el agregado fino del concreto. Los materiales serán dosificados por peso y mezclarse mecánicamente. La mezcla preparada se depositará, para su posterior colocación, en canecas o recipientes que garanticen que la mezcla preparada no se contaminará con otros materiales. No se permitirá la colocación de la mezcla directamente sobre el terreno, ni sobre losas ya construidas.
 - Mortero de pega: es la mezcla homogénea de cemento, cal, arena lavada de peña y agua limpia, en proporción 1:3, adicionando 0,25 de cal por peso para obtener una resistencia mínima a la compresión de $f'c = 17,5$ MPa y relación agua cemento no mayor de 0,5. Se utilizará como ligante en muros de ladrillo o adobe cerámico cocido, bloques de cemento en cajas y pozos de inspección, sumideros, cárcamos, entre otros. La arena utilizada para estos morteros cumplirá con los siguientes requisitos:
 - Módulo de finura de 2 a 3.
 - Fracción de finos que pasa la malla Núm. 200 menor del 10 %.
 - Materia orgánica menos del 2 %.

La cal hidratada será como mínimo del 80 % de pureza, con una finura tal que no más del 20 % quede retenido en la malla Núm. 200

y de esta fracción no más del 0,5 % sea retenido por la malla Núm. 30.

- Mortero de revoque: se utilizará para los revoques requeridos en muros, cajas, cámaras de inspección, entre otros. Se utilizará una mezcla con dosificación 1:6 adicionando 0,20 de cal por peso. La arena a utilizar cumplirá los siguientes requisitos:
 - Módulo de finura de 1 a 2
 - Fracción de finos que pasan la malla Núm. 200 del 8 % al 15 %.
 - Materia orgánica menos del 2 %.
 - La relación agua cemento no será mayor de 0,5. Para mejorar las características de resistencia de la mezcla, si se requiere, pueden combinarse en el amasado cuatro volúmenes de arena de revoque y dos volúmenes de arena de pega.
- Mortero de alistada de pisos: cumplirá los requisitos estipulados para los morteros de pega; su dosificación será 1:4, adicionando 0,25 de cal por peso.
- Mortero sin contracciones: en los sitios indicados en los planos o donde lo indique el supervisor se empleará un lleno con mortero de alta densidad. Este mortero se empleará principalmente para nivelar platinas de soporte, para anclaje de pernos y otros usos similares. El contratista someterá a la aprobación del supervisor el mortero que se propone utilizar, ya sea como producto comercial listo para ser usado o para mezclar en obra. Se empleará un

producto comercial de la mejor calidad, tal que permita que el mortero:

- Fluya perfectamente aún en capas delgadas.
- Obtenga altas resistencias en corto tiempo.
- No sufra contracciones.
- Sea resistente a todo tipo de agentes lubricantes y de limpieza de equipos.
- La adherencia sobre sí mismo sea perfecta.

3.5.6. Acero de refuerzo

El contratista tendrá en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos del acero para la construcción de las subestaciones.

Todas las indicaciones están dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- Materiales: se utilizarán barras corrugadas de fabricación nacional con un límite de fluencia certificada de 420 MPa. Las mallas electrosoldadas que se utilicen en las obras tendrán un límite de fluencia de 490 MPa. Estos materiales cumplirán con las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala. Todos los materiales serán suministrados por el contratista.
- Suministro y almacenamiento: cada uno de los envíos de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde se ejecute su figuración, se identificarán con etiquetas que indiquen la procedencia,

calidad y el diámetro del correspondiente lote. Las varillas se transportarán evitando que se doblen, y se almacenarán en forma ordenada en estanterías construidas para ese fin; se agruparán y marcarán debidamente de acuerdo con el tamaño, forma y tipo de refuerzo, con las listas de despiece.

- Listas y diagramas de despiece: cuando los planos no incluyan listas y diagramas de despiece o cuando las presentadas en los planos sean indicativas, el contratista las preparará y enviará para la aprobación del supervisor acompañadas de las memorias de cálculo respectivas y ordenará la figuración de las barras, una vez aprobado. Cuando los planos incluyan despieces, el contratista los analizará antes de proceder a la figuración del refuerzo. Si encuentra discrepancias o inconsistencias con los planos de construcción lo notificará por escrito al supervisor quien determinará la figuración definitiva.
- Colocación del refuerzo: las barras de refuerzo se cortarán en su dimensión exacta y doblar en frío, de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos. Todo el refuerzo se colocará en la posición exacta mostrada en los planos; se asegurará con alambre y deberá mantenerse en posición por medio de bloques de mortero prefabricados, espaciadores, silletas metálicas, u otros dispositivos aprobados por el supervisor, para prevenir su desplazamiento durante la colocación del concreto. No se permitirá la utilización de piedras o bloques de madera para mantener el refuerzo en su lugar. Para el amarre de las barras se utilizará alambre u otro tipo de amarre mecánico aprobado previamente por el supervisor. En ningún caso podrá utilizarse soldadura.

El recubrimiento mínimo del refuerzo será el indicado en los planos. En el momento de colocación del concreto, las barras de refuerzo estarán limpias de óxidos, tierra, escombros, pintura, grasas y de cualquier otra sustancia que pueda disminuir su adherencia con el concreto. Antes de comenzar el vaciado del concreto, las estructuras serán inspeccionadas conjuntamente por el contratista y el supervisor con el fin de comprobar si se ha cumplido con las especificaciones de los planos respecto de la ubicación, dimensiones, acero, traslapos, recubrimientos, limpieza, amarre y todo lo requerido para la construcción y el buen funcionamiento de la estructura.

- Ganchos, dobleces y empalmes al traslapo: los empalmes de las barras se harán en la forma y localización indicadas en los planos. Todo empalme no indicado en los planos requerirá la autorización del supervisor. No se permitirán empalmes soldados. Los empalmes en barras adyacentes se localizarán de manera que no queden todos en una misma sección, en caso extremo se permitirá traslapar un máximo del 50 % del acero en la misma sección alternado. Salvo lo indicado en los planos, la longitud de los empalmes, los radios de doblez y las dimensiones de los ganchos de anclaje, cumplirán lo especificado al respecto, en las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala.

3.5.7. Elementos metálicos

El contratista tendrá en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos de los elementos metálicos para la construcción de las subestaciones, todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en

cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- Materiales: los materiales que se utilizarán para la construcción y montaje de elementos metálicos serán nuevos, de primera calidad y requerirán la aceptación previa del supervisor, antes de su colocación en la obra. En términos generales cumplirán con las especificaciones que se describen a continuación.
 - Pernos de anclaje: estos serán suministrados por la ETCEE y fabricados con los materiales y dimensiones indicados en los planos y de acuerdo con las normas dadas en las especificaciones de estructuras metálicas. El suministro incluirá tuerca de nivelación, arandela de presión, tuerca de apriete y contratuerca. El contratista suministrará las plantillas que permitan la colocación precisa de los pernos de anclaje.
 - Pernos autoportantes o de expansión: los pernos del tipo autoportantes o de expansión para aplicación con martillo neumático, serán del tipo igual o equivalente a los producidos por las marcas *Hilti* o *Red head*. Las características de cada perno serán adecuadas para la utilización que se propone y el contratista contará con la herramienta y personal técnico para su colocación. Tanto el tipo de perno como la herramienta utilizada y el sistema de aplicación, serán aprobados por el supervisor con anterioridad a su instalación.
 - Pinturas: todos los elementos metálicos que no queden embebidos en el concreto y para los cuales no se exija que sean galvanizados

tendrán el siguiente tratamiento en su cara exterior, previa remoción de rebabas, escamas y manchas de óxido mediante sistemas y materiales adecuados: se aplicarán dos manos de pintura anticorrosiva amarilla a base de cromato de zinc y sobre esta superficie, después de cumplir con las especificaciones de secado del fabricante, se aplicará una pintura de acabado que sea compatible, cuyas características y color serán definidos en los planos o por el supervisor. En ambientes altamente corrosivos la pintura de acabado estará compuesta por resinas alquídicas, epóxicas o en base bituminosa, según se indique en los planos o lo ordene el supervisor.

- Rejas y rejillas metálicas: se utilizarán para cubrir zonas de cunetas, sumideros, canaletas, entre otras. Estas ajustarán con exactitud sobre las aberturas y tener suficiente tolerancia para su fácil colocación y remoción. Las rejillas descansarán en forma pareja en los marcos embebidos y apoyarse con uniformidad para evitar movimiento bajo carga. Se fabricarán con las dimensiones y perfiles de los diámetros indicados en los planos y pintarse o galvanizarse, según se indique en los planos de construcción o en estas especificaciones.
- Láminas de alfajor: en donde lo indiquen los planos se colocarán tapas metálicas en lámina del tipo antideslizante de la mejor calidad y con los acabados requeridos. Estas tapas se cortarán con las dimensiones mostradas en los planos en una sola unidad; no se aceptarán soldaduras de empate en cada tapa. Algunas tapas podrán requerir ser reforzadas en su parte inferior con platinas o ángulos, en tal caso se aplicarán las soldaduras requeridas y

pulirlas posteriormente. No quedarán puntas o bordes filudos. La medida será confirmada en obra para que su dimensión sea exacta y encaje perfectamente en sus soportes y con las tapas adyacentes. Antes de iniciar la etapa de pintura se efectuará la limpieza de todos los elementos por medio de disolventes apropiados y medios mecánicos que permitan la remoción de escorias y rebabas. Las tapas recibirán inicialmente dos manos de pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc; transcurridas 48 horas de esta aplicación, se procederá a dar el enlucido final mediante la aplicación de dos manos de esmalte sintético de primera calidad del color definido por el supervisor. En los cárcamos y sitios que van cubiertos con lámina de alfajor, se preverá que estas irán apoyadas en una superficie de concreto rematada por una platina metálica con las dimensiones mostradas en los planos.

- Manejo de elementos metálicos embebidos: el contratista instalará los pernos de anclaje, platinas, ángulos y las tuberías que quedarán embebidas en el concreto. Antes de fundir el concreto primario se tendrá especial cuidado y se tomarán todas las precauciones del caso para que dichos elementos queden correctamente fijados y embebidos en el concreto y para que no se formen vacíos, grietas, ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Los huecos para montaje de elementos metálicos se localizarán de acuerdo con lo indicado en los planos o con las instrucciones del supervisor. En caso que los elementos metálicos no puedan colocarse satisfactoriamente por mala posición de los anclajes, el contratista los corregirá a su costo hasta dejarlos en el sitio indicado, utilizando procedimientos que no afecten la calidad o apariencia de estos elementos.

En el caso que los elementos metálicos se fijen al concreto con posterioridad a la fundición del mismo, las cavidades dejadas para tal fin se llenarán con mortero mezclado con un expansor, previamente aprobado por el supervisor. Será obligación del contratista, localizar y dejar los elementos metálicos embebidos en el concreto, correctamente orientados con las distancias y posiciones indicadas en los planos de construcción. El contratista presentará para la aprobación del supervisor, los procedimientos de colocación de los pernos de anclaje y garantizará que estos queden instalados de acuerdo con los detalles de los planos.

3.5.8. Fundaciones para soporte de equipos

- Materiales: las fundaciones serán construidas en concreto reforzado con las resistencias y detalles indicados en los planos, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios requeridos.
- Ejecución del trabajo: el contratista suministrará el equipo, mano de obra y materiales que se requieran para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y a satisfacción del supervisor. Las profundidades de los cimientos indicadas en los planos se consideran aproximadas; sin embargo, el supervisor podrá ordenar que se efectúen los cambios que considere necesarios para obtener una cimentación satisfactoria y segura. El fondo de las excavaciones que recibirán los concretos será terminado cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o por el supervisor. Las superficies así preparadas se humedecerán y apisonarán con herramientas adecuadas para darles una buena compactación, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de concreto que soportarán.

El terreno de fundación se protegerá con una capa de concreto pobre para solados, del espesor indicado en los planos. Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con la figuración indicada en los planos. Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del concreto de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones garantizarán la calidad de las estructuras construidas.

Antes de fundir el concreto primario se tendrá especial cuidado y se tomaran todas las precauciones del caso, para que los pernos queden correctamente fijados y embebidos en el concreto y alineados de acuerdo con las indicaciones de los planos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, el contratista suministrará plantillas u otros elementos que considere convenientes y necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos, con previa aprobación del supervisor. Durante el vaciado del concreto de los pedestales se verificará que los pernos no se desplacen o inclinen. Los concretos secundarios cumplirán con los requisitos estipulados en los planos y en estas especificaciones, y tendrá un acabado tipo F-2 y U-3.

Antes de vaciar los concretos secundarios, se aplicará a la superficie del concreto primario un adhesivo epóxico que sirva como puente adherente entre concretos y que cumpla con la Norma ASTM C-881 tipo II, grado 2, clase B y C y la especificación AASHTO M-235, y sea avalado y aprobado por el supervisor antes de su aplicación en obra. El contratista tendrá en cuenta que antes del vaciado del concreto se dejarán los pases para las tuberías de conexión de los equipos a los cárcamos y de la conexión a la malla de puesta a tierra, evitando que estas tuberías queden enterradas para evitar los daños en caso de que sea necesaria una reparación.

Los pedestales se construirán con el bombeo indicado en los planos, de tal forma que se evite el encharcamiento del agua. La construcción de las fundaciones incluirá los ductos requeridos como accesos para conexiones de equipos a cárcamos y conexiones a la malla de puesta a tierra, de acuerdo con las indicaciones de los planos y las especificaciones correspondientes en cuanto a la clase de ductos y su sistema de instalación, teniendo en cuenta que los ductos entre la fundación del equipo y la caja de tiro se construyen con tubería metálica galvanizada y los ductos entre las cajas de tiro y el cárcamo se construyen con tubería PVC tipo DB, en los diámetros, tipos y secciones que se indiquen en los planos.

La ejecución de los trabajos incluirá la colocación de las tuberías PVC tipo DB o de hierro galvanizado, las protecciones, los concretos de empotramiento, las cajas de conexión necesarias, los llenos y los demás elementos que sean requeridos para la ejecución de los trabajos a satisfacción del supervisor, de acuerdo con las especificaciones correspondientes a cada una de las actividades. Se considerarán tanto las conexiones de los equipos cuyo acceso se realiza hacia un solo polo como las conexiones cuando el acceso de los equipos se realiza hacia tres polos, de acuerdo con los detalles de los planos.

3.5.9. Canalizaciones de cables

El contratista tendrá en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos de las canalizaciones de cables necesarias para las subestación y todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- Materiales: los cárcamos serán construidos en concreto reforzado, de acuerdo con lo indicado en los planos, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los materiales para llenos, en ellos previstos. Los ductos desde el equipo hasta la caja de tiro o cárcamo adyacente serán en tubería *conduit* metálica galvanizada y sus accesorios tales como curvas o uniones serán tipo *conduit* metálicos. Algunos de estos ductos dejarán embebidos en el concreto de la fundación. Los ductos entre cajas de tiro y cárcamos serán en tubería PVC tipo DB o EB, de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los bancos de ductos se construirán con tubería de PVC según las indicaciones de los planos, utilizando tuberías para ductos eléctricos PVC tipos EB o DB, con sus correspondientes accesorios tales como curvas, uniones y boquillas terminales de campana. Los *conduits* metálicos rígidos y sus accesorios serán de acero galvanizado en caliente, del tipo semipesado. El acero, el concreto y elementos metálicos que se utilicen cumplirán con los detalles mostrados en los planos y seguir las indicaciones dadas en las secciones obras en concreto, acero de refuerzo y elementos metálicos de estas especificaciones.

- Ejecución del trabajo
 - Cárcamos o canalizaciones en patios: cualquiera que sea el sistema constructivo de los cárcamos, se requiere, antes de iniciar su construcción, que el supervisor apruebe los alineamientos, la profundidad de la excavación y la calidad del terreno de fundación. Sobre el piso compactado de la excavación se colocará una capa de concreto pobre como solado, con un espesor de 0,05 m.

Estando el solado en condiciones de fraguado tales que permitan pisarlo sin sufrir deterioro (no menos de 24 horas), se colocará el refuerzo especificado en los planos, apoyado sobre elementos de concreto, dejando libre las puntas del traslape de los muros, luego se vaciarán los concretos que constituyen el fondo del cárcamo. Este concreto tendrá la pendiente, terminado y nivelación de acuerdo con lo mostrado en los planos. La base de concreto tendrá la pendiente mínima indicada en los planos y que garantice un drenaje adecuado hacia los sumideros o rejillas previstas en el fondo de los cárcamos, los cuales serán drenados mediante tubería de PVC, al sistema principal de drenaje de la subestación de los diámetros y lo indicado en los planos. El acabado de la losa de fondo de los cárcamos será tipo U-3.

Posteriormente se hará la colocación del acero de refuerzo de los muros, asegurando firmemente los elementos metálicos incorporados al concreto, o en los bordes de los cárcamos, posteriormente se colocará la formaleta hasta el nivel final de acabado del muro; se asegurarán adecuadamente para evitar desalineamientos o deformaciones. Estos elementos se alinearán y nivelarán con absoluta precisión, ya que no se aceptarán irregularidades visibles. El acabado interior de los muros y el exterior de las tapas de los cárcamos, será del tipo F-3. Se dejará un pase en los cárcamos para la tubería por donde va la puesta a tierra.

Los muros de concreto una vez vaciados se terminarán en su canto superior con un acabado U-3, perfectamente alineado y nivelado con las pendientes indicadas en los planos, de manera que las

tapas que descansarán sobre ellos lo hagan en forma uniforme, sin vibraciones o movimientos basculantes sobre el muro. Las tapas de los cárcamos que están localizados en los patios de la subestación se fabricarán en concreto, de acuerdo con las indicaciones de los planos o del supervisor.

- Ductos empotrados en concreto: en las zanjas, una vez excavadas, compactadas, niveladas, revisadas y aprobadas por el supervisor, se colocará en el piso una primera capa de concreto en la cual se embeberá una tubería de PVC para drenaje, debidamente ensamblada, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con la pendiente, longitud y diámetro mostrados en los planos o indicados por el supervisor. A continuación se colocarán las capas de concreto para disponer las tuberías empotradas de los ductos con los espaciamientos indicados en los planos y se colocarán espaciadores y formaletas adecuadas previamente aprobados por el supervisor. Se tendrá en cuenta que las tuberías siempre se rematarán con adaptadores terminales de campana a tope con la cara interior de las cajas de tiro o de los cárcamos.

Las tuberías se ensamblarán en la longitud total del ducto, mediante accesorios de fábrica, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No se admitirá la fabricación de campanas ni curvas en obra. Los tiros completos de tubería se extenderán al lado de la excavación, cuidando que no les entre mezcla ni basura antes ni durante su instalación. En el caso de bancos de ductos, la instalación de los tubos y el vaciado del concreto con la resistencia especificada en los planos, se hará en capas horizontales, manteniendo la separación entre tubos, según se muestra en los

planos; para la siguiente colocación de la capa de tubos se dejará endurecer la primera capa de concreto, de tal manera que garantice que los tubos ya colocados no se van a mover.

Terminada la última capa de concreto, y cuando este haya endurecido suficientemente, se procede a la ejecución del lleno compactado con material granular, hasta la cota indicada en los planos. Seguidamente se efectúa la limpieza de los ductos instalados mediante la utilización de un mandril de un diámetro ligeramente inferior al de los ductos, provisto en su extremo de una arandela o cuello de goma con un diámetro ligeramente superior al del ducto, que garantice una limpieza total.

- Ductos directamente enterrados: para los ductos que se colocan directamente en contacto con el suelo, el contratista procederá así: una vez excavadas y niveladas las zanjas, se colocará la tubería para ducto con la pendiente indicada en los planos, cubriéndola en su totalidad con un lleno de arena fina compactada de 3 cm de espesor por encima del tubo. Si se instala tubería en una hilera superior, se construirá la capa de material siguiente y se procederá en la misma forma que para la colocación de los ductos, sobre los cuales se compacta el material de lleno hasta la cota indicada en los planos. Para los ductos se exige la utilización de accesorios de fábrica, no se permitirá doblar tubos en obra, hacer campanas o boquillas por calentamiento de las tuberías. Todas las uniones y empalmes serán realizadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, para obtener tuberías herméticas.

- Cajas de tiro y gabinetes de campo: las cimentaciones para gabinetes de campo y cajas de tiro, que conectan los ductos, se construirán en concreto reforzado, en los sitios y con las dimensiones indicadas en los planos o por el supervisor.

El acabado interior de las cajas de tiro y gabinetes de campo, fabricadas en concreto será F-3. Todas las cajas de tiro y MK serán drenadas mediante tubería de PVC de los diámetros indicados en los planos, empalmada al sistema principal de drenajes del patio de conexiones de las subestación. Las cajas de tiro tendrán dimensiones uniformes; los muros serán ortogonales y las tapas apoyarán uniformemente, permitiendo su levantamiento con facilidad.

Las tapas de las cajas de tiro y de los gabinetes de campo se fabricarán en concreto, de acuerdo con las indicaciones de los planos, según lo descrito en las secciones obras de concreto y acero de refuerzo de estas especificaciones o lo indicado por el supervisor.

- *Box culvert*: la construcción de *box culvert* comprende la excavación, lleno, suministro de materiales y colocación de acero de refuerzo; según lo estipulado en las secciones obras en concreto y acero de refuerzo de estas especificaciones; este se construirá de acuerdo con las dimensiones y requerimientos indicados en los planos o lo indicado por el supervisor. El contratista verificará con el supervisor la localización del *box culvert*. Seguidamente preparará, excavará y acondicionará el terreno.

3.5.10. Drenajes

- Materiales: los concretos, materiales para las cunetas y canales de conducción y el mortero de las uniones cumplirán con lo especificado en el capítulo obras en concreto. El diseño de la mezcla de concreto para la construcción de las cunetas se hará con base en una resistencia mínima a la compresión de 17,5 MPa. a los veintiocho días.
 - El sistema de drenaje de aguas de lluvia se construirá utilizando tuberías, polivinilo (PVC), perforadas o no, según se indique en los planos o lo exija la supervisión. La tubería para los colectores será la que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM F794. La tubería y accesorios tendrán los diámetros indicados en los planos. La cama de arena, para la nivelación de las tuberías, estará libre de piedras o elementos agudos y cortantes.
 - Los tubos y accesorios serán de la mejor calidad. No se acepta la instalación de tubos o accesorios que hayan sufrido algún desperfecto debido al manejo o transporte, ni la fabricación de accesorios en obra; todos serán suministrados por el mismo proveedor de la tubería. El contratista entregará la garantía y certificados de calidad de la tubería y accesorios al supervisor con ocho (8) días de anticipación al inicio de la instalación de tubería.
 - La tubería perforada será de PVC perforada para filtros, según lo indiquen los planos o el supervisor, y cumplirá con las dimensiones y detalles mostrados en los planos. Estas tuberías cumplirán con los requerimientos del fabricante; además, el sistema de unión de las tuberías será de espigo y campana con empaque de caucho;

- este empaque cumplirá con las especificaciones técnicas y requerimientos del fabricante. Los tubos perforados serán de tipo espigo y campana con el diámetro interior especificado para cada caso; las perforaciones pueden ser cuadradas de un 1 cm de lado o también redondas de 1 cm de diámetro, bien terminadas y sin que afecten la resistencia del tubo, ni obstaculicen el flujo del agua. Los tubos llegarán a la obra perforados, en ningún caso se permitirá la perforación de los tubos por medio de golpes; solo se permitirá la utilización de taladros de alta revolución para tal efecto.
- Como material filtrante se usará grava de 1½ pulgada (0,038 m) conformada por partículas duras, recias y durables y exentas de piedra desintegrada, sales, álcalis, materias orgánicas o revestimientos adheridos, y cumplirán con los requisitos que a juicio del supervisor sean aplicables a los materiales para filtros, según la Norma ANSI/AWWA B100-01. El material filtrante y la tubería se envolverán con un manto de geotextil (tela no tejida), fabricado totalmente con filamentos de poliéster, con peso unitario de 0,60 N/m² y con un espesor aproximado de 3 milímetros como mínimo constante en todas las direcciones, con una resistencia a la tensión longitudinal mínima de 400 N/cm². que garantice una elongación a rotura de 120 %.
 - Ejecución del trabajo
 - Cunetas en concreto: la construcción de cunetas comprende la excavación, vaciado del concreto y sus elementos constitutivos y las juntas de expansión, con las dimensiones indicadas en los planos. Antes de construir la cuneta, se excavará y se retirará todo

el material suelto e inestable de la superficie del terreno. Para llenar cavidades o emparejar la superficie a la cota requerida, se utilizará material seleccionado que se podrá compactar manualmente, aunque se podrá exigir que se haga por medios mecánicos, en los casos que la supervisión lo indique.

- Las juntas de expansión se harán a distancias no mayores de 10 metros y se llenarán con asfalto caliente mezclado con arena en proporciones aprobadas por la supervisión. Se garantizará la impermeabilidad de estos sellos en las juntas.

- Construcción de filtros y colectores de aguas lluvias: las excavaciones y rellenos necesarios para la instalación de los tubos, para conformar el sistema de drenaje de aguas lluvias se ejecutarán de acuerdo con las normas para excavaciones y rellenos estructurales de estas especificaciones. Los anchos de las zanjas dependerán del diámetro y de la profundidad de la tubería a instalar. Para asegurar la estabilidad de los taludes excavados, estos se entibarán cuando su altura sea mayor de 1,80 m o cuando las características del suelo no garanticen la estabilidad de las paredes de la zanja. Las zanjas para los drenes o filtros con tubería perforada se excavarán en el sitio con las dimensiones, pendientes y alineamientos indicados en los planos o por el supervisor.

Los tubos se instalarán de acuerdo con las localizaciones, alineamientos, cotas y pendientes indicados en los planos u ordenados por el supervisor. La colocación de los tubos se comenzará por el extremo de aguas abajo. La campana de los tubos se colocará hacia la cota alta de la tubería según, se indica en los

planos. El fondo de la zanja será cuidadosamente nivelado, compactado y llenado con material adecuado. Cuando la tubería que se está colocando sea de espigo y campana, se harán nichos para las campanas en cada junta; y se apoyará en toda su longitud el cuerpo de la tubería.

Donde se encuentre agua subterránea el contratista ejecutará por su cuenta, y sin ningún costo adicional, los drenajes necesarios para permitir adecuadas condiciones de trabajo. Si el supervisor juzga que el fondo de la zanja es inapropiado para soportar la tubería, se ordenará por escrito el procedimiento que se seguirá para obtener un fondo de zanja satisfactorio. La colocación de tubería se hará en zanjas secas que tengan fondo estable. Si el supervisor lo exige, los tubos se asentarán en toda su longitud sobre una base de concreto pobre. Para la construcción de filtros, después de nivelar el fondo de la zanja se colocará el geotextil cubriendo totalmente el perímetro de la zanja y acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de esta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode la tubería y el material filtrante, se cubran en su totalidad, con un traslapo mínimo de 30 cm. Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente 45 cm.

El geotextil no quedará expuesto sin cubrir por un lapso mayor de dos semanas. Después de colocado el geotextil, se colocará una capa de material granular clasificado del espesor indicado en los planos y compactada en todo el ancho de la excavación o según lo disponga el supervisor. Encima se colocarán los tubos con el cuadrante perforado hacia abajo y en el mismo sentido de los

alcantarillados. A continuación se llenará la zanja con material filtrante con la altura y el espesor determinado para cada caso, según lo indicado en los planos. El material filtrante se humedecerá con agua y se compactará regularmente. Sobre el material se cerrará el geotextil dejando los traslapes indicados y se colocará encima una capa de arena de 10 cm de espesor. Esta capa de arena se utilizará como protección del dren construido y se retirará cuando el área esté dispuesta para la colocación del material de acabado de patio.

- Cajas de inspección y cajas de empalme: el fondo de la excavación de la caja se cubrirá con una capa de concreto pobre de 0,05 m de espesor, sobre la cual se fundirá una base de concreto reforzado de $f'c = 21$ MPa del espesor indicado en los planos respectivos. Luego se construirán las paredes en concreto reforzado debidamente impermeabilizadas, en concreto de $f'c = 21$ MPa.

Sobre la base de la caja, se hará en mortero de alistado de piso y afinado con llana metálica, una cañuela de profundidad igual a la mitad del diámetro del tubo de salida y en la dirección del flujo con la pendiente adecuada para el empalme con la tubería y así garantizar la continuidad del flujo. Las cajas de inspección y empalme llevan tapas de concreto reforzado de $f'c = 21$ MPa; las dimensiones de las tapas y de los elementos metálicos se muestran en los planos.

- Cámaras de inspección: las cámaras de inspección se construirán de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Las paredes del cilindro serán en concreto simple de $f'c = 21$ MPa. se levantarán

verticalmente para empatar con un tronco de cono de 0,70 m de altura en concreto reforzado. Llevará una tapa del diámetro indicado en planos en concreto reforzado de $f'c = 21$ MPa y estarán provistas de un marco metálico, con el fin de permitir un buen asiento de la tapa.

- La cañuela se hará en concreto simple de $f'c = 17,5$ MPa. sobre una losa circular en concreto simple de $f'c = 21$ MPa. Todas las cámaras estarán provistas de escaleras de inspección hechas con pasos de varillas de 19 mm de diámetro, los cuales se cubrirán con pintura anticorrosiva.
- Cámaras de caída: se construirán cámaras de caída en los sitios indicados en los planos, cuando haya un desnivel mayor o igual de 0,60 m entre las bateas de los tubos de entrada y de salida.

La tubería principal se unirá al fondo de la cámara con un tubo bajante, cuyo diámetro será igual al de esta. Tendrá como mínimo 8 pulgadas (20,3 cm) y se conectará a la tubería principal por medio de una sección cuya forma y dimensiones se indican en los planos. Los materiales y detalles para las tapas, paredes y refuerzos se indican en los planos.

- Sumideros en vías: son los drenajes diseñados para evacuar las aguas superficiales en las vías de acuerdo con la localización mostrada en planos o la indicada por el supervisor. Los sumideros para vías constan de una estructura en concreto $f'c = 21$ MPa, con una rejilla de acero para tránsito pesado, drenando con tubería de concreto del diámetro indicado en los planos a la red de

alcantarillado con las dimensiones y pendientes tal como se muestran en los planos.

- Drenajes de cajas de tiro y cárcamos: son los drenajes diseñados para evacuar las aguas de cajas de tiro y cárcamos de acuerdo con la localización mostrada en planos o la indicada por el supervisor.

Los drenajes en cajas de tiro y cárcamos constan de una rejilla metálica en bronce de la mejor calidad, de diámetro indicado en los planos, conectados a la red de drenaje del patio por medio de tubería PVC de diámetro de 3". Los drenajes que descargan a filtros permanecerán sellados mientras se ejecutan los trabajos, destapándolos solamente después de la limpieza del cárcamo o caja, El supervisor exigirá probar el sistema para verificar su correcta operación y proceder a su recibo.

3.5.11. Vías internas

- Preparación de la subrasante: esta actividad consiste en la ejecución de las excavaciones y llenos necesarios para llevar el terreno a los niveles a partir de los cuales se construirá la estructura del pavimento. La banca se conformará de acuerdo con las características geométricas del proyecto mostradas en los planos.
 - Materiales: en la ejecución de los llenos necesarios, se utilizará preferiblemente material procedente de préstamos con material seleccionado que cumpla con la especificación indicada más adelante para la subbase.

- Ejecución del trabajo: el contratista procederá inicialmente a ejecutar la limpieza y adecuación necesaria en las franjas donde se localizarán las vías, en el ancho total demarcado por los chaflanes de la banca o terraplén previsto. Seguidamente el contratista iniciará las excavaciones y llenos necesarios para alcanzar las cotas definidas de la subrasante.

- En caso de encontrarse materiales inadecuados de suelo a juicio del supervisor, el contratista procederá a retirarlo en capas sucesivas hasta la profundidad que indique el supervisor. Si se encuentran bolas de roca, estas serán removidas en su totalidad. Si por su volumen y características no es posible retirarlas totalmente, se retirarán parcialmente hasta una profundidad de por lo menos 25 cm por debajo del nivel de la subrasante. Posteriormente se llenarán los espacios dejados por el material inadecuado o rocas con material de subbase y se compactará hasta alcanzar el 95 % de la densidad máxima obtenida en el ensayo próctor modificado (D1557).

La subrasante de la banca se escarificará en una profundidad de 20 cm; debe conformarse de acuerdo con las pendientes transversales especificadas en los planos y se compactará hasta obtener el 95 % de la densidad seca máxima, determinada según el ensayo próctor modificado (D1557).

- Subbase: consiste esta actividad en la colocación de una capa de material seleccionado sobre la subrasante, con el fin de mejorar la capacidad de carga de esta, mejorando las condiciones de drenaje de la subrasante y dar un apoyo uniforme a la losa de concreto del pavimento.

- Materiales: la subbase se compondrá de partículas duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias; para obtener el tamaño y granulometría exigidos para una subbase se cumplirá con la granulometría de acuerdo con la Norma ASTM D 1241:
- Ejecución del trabajo: antes de proceder a la colocación del material se habrá efectuado el trabajo de limpieza, y preparado debidamente la subrasante, es decir, que la superficie sobre la cual se asentará la subbase tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos; además en lo posible se habrán ejecutado las cunetas y demás obras básicas de drenaje. Todo lo anterior habrá sido aprobado previamente por el supervisor.

Los materiales se dispondrán en un cordón de sección uniforme. Si se va a utilizar la combinación de varios materiales; estos se mezclarán previamente en seco con el fin de garantizar su uniformidad. Así acordonado el material se humedecerá y mezclará hasta obtener una humedad uniforme igual a la humedad óptima determinada en el ensayo próctor modificado. En la fuente de materiales se retirarán por zarandeo los sobre tamaños.

Una vez humedecida la mezcla se iniciará su extendido en capas sucesivas en espesores no mayores de 15 cm compactadas, hasta obtener el espesor indicado. Durante la compactación se

compensarán las pérdidas de humedad mediante oportunos riegos con agua. A cada capa de la subbase se realizarán ensayos de densidad en el terreno, en un número no inferior a uno por cada 200 metros lineales o uno por cada jornada de trabajo, si es menor a la longitud indicada. El supervisor a su juicio podrá ordenar ensayos adicionales; no se aceptarán tramos con compactaciones inferiores al 95 % del próctor modificado.

- Base granular: se refiere a la colocación de una o varias capas de material granular seleccionado como base de la estructura de pavimento, utilizando materiales aprobados por la supervisión, sobre la subbase o la subrasante, hasta alcanzar los niveles del proyecto. Para su ejecución se tendrán en cuenta las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.
 - Materiales: el material granular que se utilizará para la construcción de la base del pavimento será seleccionado por el contratista y sometido a la aprobación del supervisor, tomando en consideración la disponibilidad de materiales existentes en el área del proyecto. Cualquier otro tipo de material que se proponga por parte del contratista, deberá ser aprobado por el supervisor, siempre que cumpla con las normas de AASHTO correspondientes.

La base granular estará compuesta por partículas duras y durables de piedra triturada o grava y un llenante (fracción que pasa el tamiz Núm. 10) de arena u otro material mineral finamente dividido, El material se ajustará a la siguiente granulometría: el material granular al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los angeles dará un desgaste menor del 50 %. El contenido de

arena no será superior al 20 % en peso; el índice de plasticidad será inferior al 6 % y el límite líquido menor del 25 % para la fracción que pasa el tamiz Núm. 40.

El material granular no presentará señales de desintegración, ni pérdida de peso mayor al 12 % al someterlo a 5 ciclos alternados en la prueba de solidez en sulfato de sodio. El valor del CBR será superior al 60 % para una densidad seca mínima del 95 % en relación con la densidad máxima obtenida en el ensayo próctor modificado. El porcentaje que pasa por el tamiz Núm. 200 será menor que la mitad del porcentaje que pasa por el tamiz Núm. 40. El material granular y el llenante no deben contener materia orgánica, ni material vegetal o bolas de arcilla.

- Ejecución del trabajo: el equipo, herramientas y demás implementos a utilizar en la construcción de la base deben ser previamente aprobados por el supervisor, quien podrá exigir el cambio de los que a su juicio no considere aceptables o convenientes; los equipos que presenten deficiencias o mal funcionamiento deben ser reemplazados a criterio del supervisor.

Se consideran básicamente equipos necesarios para la ejecución de los trabajos: motoniveladoras, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llantas o vibratorio y vehículos de transporte. Todos los anteriores equipos deben permitir un proceso continuo de la construcción para terminar el trabajo en el plazo estipulado. El material de base se colocará y esparcirá uniformemente en todo lo ancho de la vía en capas, cuyo espesor

después de compactado no sea mayor a 0,10 m hasta obtener el espesor especificado.

Se procederá al extendido y compactación completa cuando la mezcla sea homogénea en gradación y humedad. Debe evitarse la disgregación del material. Para obtener la densidad requerida el material se humedecerá hasta alcanzar la humedad óptima obtenida en el ensayo próctor modificado, siguiendo las instrucciones del supervisor. Si la humedad es muy alta, el material se removerá, aireará y dejará secar hasta que adquiera la humedad óptima que permita compactar el material y alcanzar la densidad especificada.

Los equipos y métodos utilizados para esparcir el material deben ser tales que este no resulte segregado. Si una vez colocada y compactada se observan zonas en donde el material colocado está segregado, sea por concentración de partículas gruesas o de material fino, el contratista corregirá a su costo tales zonas escarificando, mezclando y compactando el material o reemplazándolo por material aceptable. El material que se contamine con material inadecuado, será reemplazado por cuenta del contratista. Además de los trabajos especificados se harán todos los que sean necesarios para que la superficie a pavimentar se presente en condiciones satisfactorias.

- Pavimento de concreto
 - Materiales: se utilizará concreto de la resistencia y tipo indicados en los planos. Los agregados fino y grueso cumplirán con los requisitos

establecidos en la Norma AASHTO M 80. Las barras de acero de refuerzo, dispositivos de transferencia de carga y pasadores cumplirán con los requisitos establecidos en la Norma ASTM A6. Si se indica la utilización de acero de refuerzo, se empleará la malla electrosoldada de las dimensiones y resistencia indicada en los planos.

Todas las juntas y dispositivos de transferencia de cargas se harán de acuerdo con lo establecido en las recomendaciones ASTM D1190. También podrá utilizarse arena asfáltica ASTM D1190 con las dosificaciones que indique el diseñador, cuando sea del caso.

- Ejecución del trabajo: consiste en la preparación de la mezcla, construcción y colocación de las formaletas y de las juntas, en la colocación del concreto, su nivelación, compactación, curado y protección. El manejo, medida, dosificación de los materiales, consistencia del concreto, equipo de producción y la colocación del concreto y del acero de refuerzo, se ejecutarán de acuerdo con lo especificado para estos materiales.

La superficie de la base sobre la que se colocará el pavimento será tersa y compacta. Sobre la base así terminada, se colocará una capa de tela de polietileno de 0,3 mm de espesor a todo lo ancho del área del pavimento y rematando contra el bordillo a una altura igual a la del espesor del pavimento.

- Juntas: antes de iniciar el vaciado y una vez ubicadas y aseguradas las formaletas, se colocará la armadura para las juntas formando ángulo recto con el eje central del

pavimento. La parte de la junta quedará a la profundidad indicada por debajo de la superficie del pavimento. Las juntas serán longitudinales (metálicas, simuladas, de contacto o aserradas) y transversales (expansión, contracción o construcción).

Las juntas longitudinales coincidirán en ser paralelas a la línea central del pavimento. Las juntas transversales pueden estar en ángulo recto con la línea central o formar ángulo con dicho, eje si así está indicado en los planos; pero de todas maneras se prolongarán a todo lo ancho del pavimento. Las juntas de expansión y contracción serán colocadas y ejecutadas como lo indican los planos. La superficie de las juntas será perpendicular al plano de la superficie del pavimento. Cuando se requiera la colocación de barras para transferencia de cargas, estas se colocarán a través de las juntas transversales.

Las juntas longitudinales se localizarán entre fajas de pavimento y estarán provistas de llaves o cuñas según los detalles indicados en los planos. Para formar las cajas de las cuñas se utilizarán formaletas metálicas, cuyas dimensiones no variarán en más de 1,5 mm de las indicadas. Las juntas longitudinales simuladas consistirán en una ranura o muesca que se extiende hacia abajo en sentido normal a la superficie del pavimento, que se ejecuta con el concreto en estado plástico mediante la inserción de platinas de la forma y dimensiones aprobadas por el supervisor

Las juntas longitudinales aserradas se formarán mediante el uso de sierra para concreto que penetren hasta la profundidad indicada en los planos; esta operación se ejecutará antes de completarse el periodo final de curado.

Las juntas transversales se efectuarán en lo posible al terminar las operaciones de cada día de trabajo. Donde la colocación del concreto se interrumpa por más de treinta minutos, será necesario ejecutar una junta de construcción; estas, hasta donde sea posible, se instalará coincidiendo con la junta prevista en los planos. Cuando no pueda continuarse la colocación de concreto, la junta transversal de construcción puede ejecutarse, previa autorización del supervisor, dentro de una losa individual, pero en la mitad del largo de la losa entre juntas transversales previstas en los planos.

Las juntas transversales de contracción serán del tipo de junta premoldeada o de plano debilitado y construirse de acuerdo con los planos. Se instalarán formando una ranura en la parte superior de la losa mientras el concreto se halle todavía en estado plástico. Tal ranura se forma embebiendo una platina de diseño aprobado para lograr las dimensiones mostradas en los planos.

- Vaciado del concreto: una vez que el supervisor haya verificado la colocación correcta de las telas de polietileno, la colocación, nivelación y alineamiento de las formaletas y la instalación de accesorios o elementos constitutivos de

las juntas longitudinales y transversales, autorizará por escrito al contratista, la colocación del concreto.

El concreto será depositado de manera que no requiera excesiva manipulación para llevarlo a su posición final. Se iniciará la colocación en los extremos cercanos a las juntas transversales, pero cuidando de no hacerlo sobre los dispositivos de estas, distribuyéndolo mediante palas a lo largo de la junta y compactándolo debidamente para evitar la formación de vacíos, hormigueros o la segregación del material por debajo o alrededor de los elementos de transferencia de cargas. Igual cuidado se tendrá a lo largo de las formaletas.

Se evitará poner en contacto el vibrador con las formaletas, juntas y elementos de transferencia de cargas. El concreto se distribuirá de manera que al compactarlo y terminarlo, la losa tenga el espesor requerido en cualquier punto de su superficie, la elevación y el bombeo indicados. La colocación del concreto se hará de manera continua entre juntas transversales sin interrupción y en el ancho total indicado en los planos. La junta longitudinal será continua y debe quedar perfectamente alineada.

Terminada la nivelación y consolidación del concreto se hará un allanado para alisar y compactar la superficie, eliminando el exceso de agua o natas cuidando de mantener los niveles de bombeo de la losa. Después de terminada la operación con la llana longitudinal y que haya sido removido el exceso

de agua y mientras el concreto esté todavía en estado plástico, se comprobará la superficie de la placa mediante la utilización de reglas patrones de 3 m de longitud, las cuales se irán colocando cada 1,5 m paralelamente al eje, haciendo las reparaciones requeridas en los niveles finales de su superficie.

El acabado final se dará con barridas de cepillo o escoba del centro del pavimento hacia los bordes, o el tratamiento indicado en los planos o por el supervisor. Las aristas de los extremos de las placas y de las juntas se redondearán con un canteador con radio de 6 mm en la parte curva y con una parte plana de 5 cm que marque el reborde de las losas de concreto.

- Curado: inmediatamente después de terminadas las operaciones de acabado se cubrirá la superficie total del concreto recientemente colocado para permitir el periodo de curado de acuerdo con el método indicado en los planos o por el supervisor. Dentro de la siguiente hora después de removidas las formaletas, se dará a las superficies expuestas un tratamiento de curado similar al de la superficie de las losas

- Remoción de las formaletas: las formaletas no se retirarán del concreto hasta que este haya fraguado por lo menos durante doce horas. El retiro se hará cuidadosamente para evitar daños en el pavimento. Una vez retiradas se limpiarán los extremos de todas las juntas, reparando los hormigueros

que se presenten, después de lo cual se procederá al curado de estas superficies.

- Sellado de las juntas: inmediatamente después de transcurrido el periodo de curado y tan pronto como las condiciones del tiempo lo permitan, se procederá al sellado de las juntas con el material aprobado por el supervisor. Antes del sellado las juntas se secarán y limpiarán cuidadosamente retirando el polvo, las protuberancias de concreto, los materiales extraños y cualquier residuo de compuesto de curado. El sellante llenará la ranura de la junta. No se derramará sobre los bordes, ni sobresalir sobre el nivel del pavimento.
- Bordillos: el trabajo comprende la construcción de bordillos en concreto prefabricados o vaciados en las zonas definidas en los planos o indicadas por el supervisor. Estos irán colocados de forma continua o discontinua, según lo indicado en los planos o lo definido por el supervisor. Los materiales y acabados cumplirán con lo indicado en los planos y de acuerdo con las indicaciones dadas en la sección obras de concreto de estas especificaciones. Los bordillos prefabricados se elaborarán en piezas de longitud mínima de un metro y con las formas y demás dimensiones definidas en los planos. La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

Las piezas se asentarán sobre un lecho de mortero, siguiendo el alineamiento previsto y se colocarán cuando sean continuos, dejando

entre ellas un espacio de aproximadamente 5 mm, el cual se rellenará con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento. Posteriormente se realizará el vaciado del concreto. Se proveerán juntas de expansión a intervalos no mayores de seis metros, del espesor indicado en planos. Este espacio se rellenará con el material sellante que sea aprobado por la supervisión.

Las formaletas se quitarán antes de que haya fraguado totalmente el concreto y luego se alisarán las caras superior y adyacente al pavimento, con llana o palustres, para producir una superficie lisa y uniforme.

3.5.12. Red de puesta a tierra

- Ejecución del trabajo
 - Relleno y compactación excavación: el contratista considerará la provisión de equipos, herramientas y mano de obra necesaria para ejecutar los rellenos estructurales y la restitución de los pavimentos que en las labores de excavación hayan sido afectados. Los rellenos solo se realizarán después que las excavaciones, fundaciones y demás componentes del sistema de puesta a tierra hayan sido revisadas y aprobadas por la supervisión.
 - Sistema de puesta a tierra: ninguna brecha podrá ser tapada sin contar con la previa revisión y aprobación de que todos los elementos constitutivos de la malla se encuentran contenidos dentro de dicha brecha e instalados de manera apropiada. Todos los moldes, accesorios y demás elementos necesarios para la

instalación de la malla de puesta a tierra son considerados como herramienta y por tanto no serán objeto de pago alguno por parte del contratista. Los moldes podrán ser utilizados un máximo de 40 ocasiones, o antes, si se observa que las soldaduras obtenidas con el mismo no cumplen con las características mínimas aceptables.

3.5.13. Grava para acabado de patios

El acabado a construir como aislante eléctrico en el patio de conexiones de la subestación se ejecutará con los alineamientos, cotas, espesores y demás detalles mostrados en los planos y con las modificaciones que ordene el supervisor en la obra.

- **Materiales:** se utilizarán para acabado del piso del patio de conexiones cumplirán con los siguientes requisitos: el material granular se obtendrá de fuentes aluviales o por trituración y lavado de roca no meteorizada de una cantera con permiso ambiental escogida por el contratista y aceptada por el supervisor. El contratista indicará en su propuesta las fuentes o canteras que utilizará para surtirse de agregados. No se permitirá la utilización de materiales que contengan sustancias orgánicas, arcillas o materiales en descomposición o cualquier otro producto objetable a criterio del supervisor.
- **Ejecución del trabajo**
 - **Preparación de la subrasante:** la superficie que vaya a servir de fundación para el acabado del patio de conexiones, se limpiará de cualquier material suelto, removido, erosionado o inadecuado; se

perfilará y compactará con mínimo cuatro (4) pasadas de rana hasta obtener una superficie lisa y compacta con las cotas y pendientes indicadas en los planos o por el supervisor. No se aceptarán cavidades o depresiones antes de iniciar la colocación del material de acabado.

- Colocación del material de acabado: el material de acabado se colocará y esparcirá uniformemente a todo lo largo y ancho del patio de conexiones y se compactará mediante el empleo de equipo mecánico liviano (rana o vibrocompactador) en por lo menos 2 pasadas, conservando las cotas, espesores y pendientes indicadas en los planos o por el supervisor.

El contratista tendrá en cuenta que el acabado solo podrá colocarse una vez se hayan construido los drenajes, las redes de puesta a tierra, las fundaciones para equipos, pórticos y los cárcamos, razón por la cual programarán y estudiarán los accesos para el suministro de materiales dentro del patio de conexiones, sin que afecte ninguna de las obras ya construidas, ni los plazos de ejecución de las mismas.

3.5.14. Obras complementarias

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos, contempladas, en la subestación. Todas las actividades que apliquen según el proyecto deberán tomar en cuenta las indicaciones dadas en los planos y todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- Cerramiento en malla eslabonada
 - Materiales: en general todos los materiales y elementos deben cumplir las normas de calidad que se especifican a continuación: Las fundaciones del cerco serán en concreto simple o reforzado, según lo indiquen los planos, y deben cumplir con lo estipulado en el capítulo obras en concreto de estas especificaciones. La fundación estará formada por una viga perimetral de concreto, las dimensiones y tipo de concreto se indicarán en los planos o serán definidas por el supervisor. El sobrecimiento se construirá con bloques de concreto que cumplan con la norma guatemalteca. La mezcla para la pega de los bloques cumplirá con lo indicado en la sección correspondiente a los morteros de pega de estas especificaciones.

La malla eslabonada estará constituida por alambre galvanizado en caliente por doble inmersión, formando un tejido eslabonado con huecos del calibre y diámetros indicados en los planos. La malla perimetral rematará en tres hiladas de alambre de púas en alambre galvanizado con los calibres y dimensiones indicadas en los planos. La malla y alambrado se soportarán y sujetarán a postes en tubería galvanizada de dimensiones y diámetros indicados en los planos.

El extremo superior de cada poste de la malla perimetral tendrá una longitud de extensión, que soportará los hilos de alambre de púas galvanizado, de dimensiones y requerimientos indicados en los planos. El remate en la corona del muro de sobrecimientos en bloques de concreto, se construirá una alfajía (pisa malla) en

concreto tal como se muestra en los planos, en la cual la malla quedará embebida y asegurada.

- Ejecución del trabajo: la construcción e instalación del cerco perimetral del patio de conexiones, se ejecutará de acuerdo con las siguientes definiciones: La fundación del cerco será del tipo corrido con viga perimetral de las dimensiones y características del concreto indicadas en los planos. El sobrecimiento se conformará con tres hiladas de bloque de concreto utilizando el mortero de pega especificado.

En todas las esquinas, al inicio y terminación de cada tramo y cada 20 m, en los tramos rectos se colocarán arriostramientos o pie de amigo. Estos elementos serán de tubería galvanizada de dimensiones y diámetro según lo indicado en los planos, se colocarán con una inclinación entre 30° y 45° con la vertical, fijados con soldadura a ambos lados del poste arriostrado. Los postes y los pie de amigo tendrán un empotramiento mínimo de 50 cm. en el machón o columna de concreto que amarra el sobrecimiento.

A la parte superior de los tubos verticales se le agregará mediante el empleo de soldadura, un tramo de tubo de la misma calidad de los tubos verticales de la longitud indicada en los planos, formando un ángulo de 45° con la vertical en la parte superior de la cerca, sobre los cuales se instalarán tres hilos de alambre de púas galvanizado, según se muestra en los planos.

En la parte superior, media e inferior de la malla, se colocarán alambres galvanizados calibre 9, que actuarán como tensores. La

malla se fijará a los postes por medio de soldadura y platinas galvanizadas, tal como se muestra en los planos. El amarre de la malla al tensor se hará a distancias no mayores de 30 cm. Si en algún sitio de la cerca se daña el galvanizado, este deberá ser reparado, a costo de el contratista, aplicando dos capas de pintura anticorrosiva y dos de pintura de aluminio.

- Señalización: el contratista deberá suministrar e instalar de acuerdo con los detalles de los planos, las señalizaciones en el patio de la subestación tales como: la señalización para acceso a las vías de servicio y la señalización en las edificaciones. La instalación de la señalización incluirá todas las obras civiles requeridas para la correcta ejecución de la obra.

- Muros de mampostería
 - Materiales: los materiales para el concreto simple, reforzado o ciclópeo, así como el acero de refuerzo para los cimientos, cumplirá con los requerimientos estipulados en los capítulos obras en concreto y acero de refuerzo de estas especificaciones. El ladrillo será de primera calidad, cortado a máquina, sólido, bien cocido, de forma y dimensiones regulares especificadas en los planos, textura compacta, libre de terrones, rajaduras y desperfectos que afecten su aspecto, resistencia y durabilidad.

El contratista, antes de hacer los pedidos del material someterá a aprobación del supervisor las muestras representativas de cada una de las clases de componentes que se propone emplear, pero la aprobación de las muestras, ensayadas o sin ensayar, no

exoneran al contratista de su responsabilidad de la calidad por la solidez y apariencia final de la obra.

El ladrillo de arcilla cocida podrá ser de los siguientes tipos: tolete común, prensado, semiprensado, recocido, de perforación horizontal y vertical, deben cumplir con las normas que rigen el reglamento en Guatemala. Los bloques de concreto estarán compuestos por una mezcla de cemento, arena lavada gruesa y fina, y deben cumplir con todas las Normas que rigen el reglamento específico en Guatemala.

Los materiales para impermeabilizar los sobrecimientos deben cumplir los requerimientos indicados para impermeabilizar muros y sobrecimientos del capítulo impermeabilización de estas especificaciones.

El mortero de pega de ladrillo y bloque de muros de mampostería será una mezcla de cemento, arena, cal y agua que cumpla con los requerimientos de calidad de materiales y dosificación indicados en estas especificaciones para morteros de pega del capítulo obras en concreto, impermeabilizados integralmente donde así se indique. El mortero de pega, (gris y a color), para los bloques de concreto en el edificio de control y casetas, deben contar con un diseño de mezcla que cumpla la resistencia (10 a 13 Mpa) y norma que aplique. A esta mezcla se le adicionará un retenedor de agua (cal o similar).

Los muros serán rebitados con una mezcla de arena de cuarzo y cemento blanco en la proporción recomendada por el fabricante. El

transporte, almacenamiento y manipulación del bloque o ladrillo será de acuerdo con lo indicado por el fabricante. Los dinteles serán contruidos con base en lo indicado en los planos estructurales.

- Bloques de concreto para mampostería: los bloques de concreto estarán compuestos por una mezcla de cemento, arena lavada gruesa y fina, y deben cumplir con las normas de calidad que rigen en el reglamento de Guatemala.
- Ladrillos de arcilla para mampostería: el ladrillo de arcilla cocida podrá ser de los siguientes tipos: tolete común, prensado, semiprensado, recocido, de perforación horizontal y vertical y deben cumplir con las normas que rigen el reglamento de Guatemala.
- Alfajías y dinteles de concreto
 - Ejecución del trabajo: la construcción de los cimientos, sobrecimientos y muros, se deben hacer de acuerdo con el tipo, localización, dimensiones, alineamientos, cotas y demás detalles indicados en los planos. El contratista suministrará todos los materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la correcta y total ejecución de los trabajos aquí estipulados y a satisfacción del supervisor.

Los sobrecimientos se construirán con bloque de concreto, según se indica en los planos. Antes de iniciar el trabajo se picará la superficie de apoyo entre cimiento y sobrecimiento

para mejorar la adherencia del mortero. Dicha superficie estará limpia, seca y nivelada.

Luego se inicia la colocación de la primera hilada de bloque, comenzando en una de las esquinas. Cada bloque se colocará sobre una capa uniforme de mortero de pega impermeabilizado integralmente no mayor de 1 cm que hará junta horizontal, debidamente alineado, nivelado e hilado. A los extremos de los bloques también se les colocará una capa uniforme de mortero de pega no mayor de 1 cm, que conformará la junta vertical; posteriormente se procede con la segunda hilada de bloques construida en la misma forma que la primera, haciendo traba de por lo menos media unidad, cuidando que se coloque suficiente mortero para la junta horizontal.

Una vez el mortero de las juntas haya fraguado hasta el punto de tomar las huellas de los dedos, se repasarán las juntas para obtener el acabado requerido para su posterior retoque e impermeabilización. Los sobrecimientos deben quedar perfectamente alineados, nivelados y aplomados. Terminado el sobrecimiento en esta forma se procederá a llenar los orificios verticales del bloque con concreto pobre o gravilla fina, seca y limpia, según indiquen los planos. La impermeabilización del sobrecimiento se hará en la forma indicada en el capítulo Impermeabilizaciones, de estas especificaciones.

Los bloques de concreto se deben almacenar protegiéndolos de la humedad. Al momento de pegarse deben estar limpios y secos. Los ladrillos en cambio deben humedecerse hasta su capacidad de absorción; en el momento de pegarse deben estar superficialmente secos y limpios. No se permitirá la utilización de bloques o ladrillos desbordados o fisurados.

Para la construcción de los muros de mampostería el contratista utilizará mano de obra calificada, provista de equipos de protección personal para trabajo en altura, de las herramientas, andamios certificados y guías necesarias para el control del alineamiento, nivelación y aplomo de los muros.

Las hiladas que conforman el muro deben colocarse bien alineadas y aplomadas. Cada bloque o ladrillo se colocará en lecho completo de mortero, el cual se extenderá en una capa de espesor uniforme, no mayor de un centímetro de manera que la junta sea nítida, sin interrupciones en sentido horizontal y las juntas verticales deben quedar alineadas en hiladas intermedias. Para muros a la vista, en bloque o ladrillo, se garantizará un color homogéneo de las juntas, tanto verticales como horizontales, por lo que no se permite la mezcla entre diferentes marcas de cemento.

A los extremos de los ladrillos se aplicará suficiente mezcla para llenar la junta vertical. A los bloques que queden en los cantos o finales de muros sueltos, se les llenarán los huecos con el mismo mortero de pega.

Para el ladrillo o bloque a la vista, cuando el mortero de las juntas haya fraguado hasta el punto de tomar la huella de los dedos, se repasarán estas con la herramienta apropiada, para comprimirlas y alisarlas uniformemente hasta obtener el acabado que se indique en los planos (revitado o ranurado).

Cuando se indique junta ranurada, dicha ranura se hará de 1 cm de profundidad mediante una plantilla apropiada. Todas las demás juntas se deben repasar con la punta del palustre cuando estén recién hechas, para dejarlas enrasadas con los bordes de los ladrillos. No se aceptarán acumulaciones o pegotes de mortero, aunque los muros deban ser pañetados posteriormente.

Los muros de bloque o ladrillo a la vista se construirán además con las juntas verticales de cada hilada, coincidiendo con los centros de los ladrillos de las 2 hiladas adyacentes. Todas las hiladas de los muros deben quedar trabadas y los huecos del bloque o ladrillo deben coincidir verticalmente. Los muros y tabiques que queden sueltos se deben trabar o anclar como se indique en los planos.

Los muros deberán construirse de acuerdo con los detalles indicados en los planos estructurales y atendiendo las recomendaciones del fabricante. El contratista se cerciorará de la localización y naturaleza de las piezas que deban quedar embebidas. Cuando en los planos se indique mampostería a la vista, el contratista deberá instalar todas

las tuberías simultáneamente con la construcción de los muros. Los marcos de puertas y ventanas se deben anclar al muro, según lo indicado en los planos y a satisfacción del supervisor.

Los muros a la vista se deben entregar perfectamente limpios con las juntas claramente acabadas y sin manchas ni salpicaduras de mortero. Una vez terminada la labor de mampostería, los muros se deben lavar de acuerdo con las recomendaciones dadas por el fabricante.

Una vez lavado el muro y seco, se procederá al tratamiento de humedades mediante la aplicación de hidrófugos, según recomendaciones dadas por el fabricante y en los sitios donde se indique en los planos o donde lo sugiera el supervisor.

3.5.15. Acabados y enlucidos

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades y cálculo de los costos de los acabados y enlucidos en las edificaciones de la subestación todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- **Materiales:** los materiales suministrados deben ser de primera calidad y aprobados por el supervisor antes de su colocación en la obra.

- Revoques y estucos: los morteros para revoques se deben dosificar según los requisitos establecidos en la sección obras de concreto de estas especificaciones.

El estuco como preparación para el acabado en pintura de los muros o cielos interiores revocados estará constituido por una mezcla homogénea de yeso y caolín de consistencia tal, que permita su aplicación mediante llana metálica en varias manos. Es necesaria la aprobación previa del supervisor sobre el sistema a seguir para su aplicación. Antes de iniciar el trabajo, el contratista preparará muestras para determinar la consistencia, trabajabilidad de la mezcla preparada y la calidad del acabado, el supervisor podrá aprobar otro material que ofrezca garantía como tapaporos.

- Enchapes
 - Pinturas: las caras expuestas de los muros tanto de fachada como interiores se protegerán con hidrófugo, según recomendaciones del fabricante.

El terminado de muros en revoque liso y en las áreas indicadas en los planos, se hará con estuco u otro tapaporos equivalente, sobre el cual se aplicará la pintura de acabado y color final, indicado en los planos o por el supervisor, el contratista suministrará la mano de obra y todos los elementos (andamios), de protección personal, equipo de trabajo en altura y materiales necesarios para la aplicación de la pintura, en los sitios y de las calidades indicadas en los planos u ordenados por el supervisor.

- Ejecución del trabajo: la ejecución de los diversos acabados y enlucidos de los muros se iniciará con el resane requerido, preparado con la misma proporción de cemento y arena del revoque básico. Luego, cuando los resanes hayan fraguado y secado, se procederá con la limpieza de los muros, removiendo cuidadosamente con agua y cepillo de fibra sintética el polvo, residuos de pega y toda clase de materiales extraños. La aplicación del tapaporos solo podrá efectuarse ocho días después de terminados los resanes, siempre y cuando el muro haya secado completamente por ambos lados en forma natural. No se acepta la acción de calor artificial para el secado de los muros.

Cuando se haya cumplido con la impermeabilización de cubiertas exteriores y muros interiores y se hayan tomado todas las medidas de seguridad para evitar la presencia de humedades, tales como el haber ejecutado las pruebas hidráulico-sanitarias y haber corregido satisfactoriamente las fallas que hayan podido presentarse, se procederá a la ejecución de los acabados y enlucidos.

- Revoques: los revoques se deben aplicar sobre la superficie de la mampostería o concreto para producir una base apta para la terminación indicada en los planos, especificaciones, o donde lo requiera el supervisor.

Antes de la ejecución del revoque, el contratista efectuará el resane de todas las perforaciones ejecutadas en los muros, proceder a limpiar la superficie de todo material suelto, extraño como aceite, polvo, entre otros, que impida la buena adherencia del revoque, picar cuidadosamente toda la superficie de concreto que vaya a recibir acabado en mortero hasta obtener una rugosidad que

garantice la buena adherencia entre concreto y mortero, si el supervisor lo considera necesario podrá exigir la utilización de un aditivo que mejore esta adherencia.

En todos los cambios de superficie y a lo largo de las juntas entre muros y estructuras de concreto se deben dejar juntas, ranuras plantilladas, dilataciones y filos redondeados. Además de las indicadas por el supervisor.

En los cielos rasos la cuadrícula de dilataciones se hará de acuerdo con el material utilizado y las recomendaciones del fabricante. El desplome máximo tolerado en el revoque será de 3 mm en 5 m.

Donde se requiera revoque rústico se prescindirá del alisado final; el acabado rústico se obtendrá lanzando el mortero a través de una malla de alambre de aberturas indicada en los planos o cualquier otro método aprobado por el supervisor. Toda intersección de revoque con vigas, antepechos, losas, entre otros, se hará con ranuras plantilladas de dilatación de 1 cm de espesor.

- Pinturas: el contratista seguirá las instrucciones del fabricante de la pintura en cuanto a mezclas, cuidados y aplicación de esta. No se permite la mezcla entre diferentes marcas de pintura.
 - Pintura en látex sobre revoque o estuco: esta sección se refiere a la forma de ejecutar los trabajos de aplicación de estuco y pintura sobre las superficies revocadas en muros interiores, tal como se indica en los planos y siguiendo las recomendaciones del fabricante de la pintura.

El tipo de pintura y color se aplicará según lo indicado en los planos, el contratista previamente suministrará al supervisor muestras representativas de los materiales que propone utilizar. Los huecos y desportilladuras se deben resanar con mortero. El estuco se aplicará por lo menos dos semanas después de aplicado el revoque para que este haya tenido un buen curado. El muro se humedecerá antes de iniciar la aplicación del estuco.

Después de aplicada la primera mano de estuco con llana metálica, las superficies se deben lijar cuidadosamente hasta obtener un terminado parejo, terso, brillante y sin rayones. La aplicación de la segunda mano solo se podrá hacer cuando el supervisor haya dado su aprobación a la superficie inicial. Cuando se haya secado la segunda mano de estuco se aplicará a brocha una mano de imprimante, de la misma marca de la pintura y luego tres manos de pintura, extendida en forma pareja y ordenada, sin rayas, goteras o huellas de brocha.

Nunca se aplicará pintura sobre superficies húmedas o antes de que la mano anterior esté completamente seca y hayan transcurrido por lo menos dos horas desde su aplicación.

- Pintura hidrófuga: este tipo de protección se aplicará en los muros de bloque o ladrillo que tengan caras a la vista, según se indique en los planos o lo ordene el supervisor. Se limpian las superficies de bloque o ladrillo a proteger con

el fin de quitarle las manchas, restos de mortero, polvo y partes flojas que desmejoren su acabado.

La superficie estará completamente seca y solo podrá aplicarse la pintura después de cuarenta y ocho horas de la última lluvia y nunca en tiempo que presente riesgos de lluvias durante las tres horas siguientes a la aplicación. Se aplicarán dos manos de pintura en forma que impregne el ladrillo o bloque. Se puede usar brocha, pistola o fumigador agrícola.

- Pintura anticorrosiva: todos los elementos metálicos que no queden embebidos en el concreto y para los cuales no se exija que sean galvanizados, tendrán el siguiente tratamiento, previa remoción de rebabas, escamas, polvo, grasa y manchas de óxido, mediante sistemas y materiales adecuados.

Se aplicarán dos manos de pintura anticorrosiva amarilla a base de cromato de zinc igual o equivalente a la 505 de la marca pintuco. Sobre esta superficie, después de cumplir con las especificaciones de secado del fabricante de la pintura, se aplicará como pintura de acabado un esmalte compatible, cuyo color será definido en los planos o por el supervisor.

- Pintura epóxica: por las condiciones ambientales especiales del cuarto de baterías y de la sala diesel, se aplicará sobre el estuco una pintura epóxica igual o equivalente a las

marcas pintucoat de pintuco. Para su aplicación se tendrán en cuenta las recomendaciones del fabricante en cuanto a preparación de la superficie, el modo de aplicación y los tiempos de secado.

3.5.16. Losas

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- **Materiales:** los materiales para construcción de las cubiertas serán de la mejor calidad y los materiales que se proponga utilizar por parte del contratista requerirán aprobación previa del supervisor.

El contenido de este capítulo hace referencia a las cubiertas que se utilizarán en las subestaciones. Las cubiertas en los edificios de control y casetas de control serán en losa de concreto reforzada e impermeabilizada con una resistencia de $f'c = 21$ MPa, de acuerdo con lo indicado en la secciones de obras de concreto, acero de refuerzo e Impermeabilización de estas especificaciones y a lo indicado en los planos. El contratista deberá tener en cuenta para los acabados, de la cubierta y para los muros de cerramiento, los cuadros mostrados en los planos en donde se indican los tipos y descripción de cada una de ellos.

- **Bajantes en PVC:** los bajantes fabricados en PVC que se colocarán en los sitios, del tipo y con las dimensiones indicadas en los planos,

deben cumplir con la norma guatemalteca; serán de primera calidad, sanos y sin fisuras.

Su empalme, fijación y los materiales se harán según recomendación del fabricante y lo autorizado por el supervisor. Los bajantes deberán conformarse según lo especifiquen los detalles de los planos o el supervisor.

- Canales y remates en manto asfáltico con foil de aluminio: se elaborarán en manto asfáltico con foili de aluminio de 4 mm de espesor de primera calidad, para ser colocado en los sitios y dimensiones indicadas en los planos, El foil de 4 mm de espesor entrará como mínimo en el PVC 10 cm.

Si por la longitud del elemento se deben hacer traslapos, estos serán de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sometidos a la aprobación del supervisor.

Las dimensiones de los bajantes en cada una de las edificaciones, así como su instalación se harán conforme a los planos y a las recomendaciones dadas por el fabricante, previa autorización del supervisor.

- Ejecución del trabajo

- Cubiertas en losa de concreto: las cubiertas en losas de concreto ya sean planas o inclinadas se construirán con las dimensiones, proporciones, detalles y ubicación mostrados en los planos. Para su fabricación se deben tener en cuenta todos los

requisitos para construcción de obras en concreto contenidos en estas especificaciones. Su impermeabilización se hará en la forma indicada en el capítulo correspondiente a estas especificaciones y a lo indicado en los planos, según aplique a cada edificación.

- Bajantes en PVC: los bajantes en PVC no deben tener deformaciones o fisuras que dañen su buen funcionamiento y se deben fijar teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y las indicaciones del supervisor; los bajantes exteriores a la vista se deberán entregar debidamente pintados, con dos manos de pintura en esmalte mate, del color que indique el supervisor.

Su fijación a la estructura se hará mediante ganchos metálicos galvanizados de sección apropiada al tamaño del elemento que soportará y con espaciamentos recomendados por el fabricante, y los bajantes se sujetarán con abrazaderas metálicas galvanizadas cada 2 m.

3.5.17. Pisos y sus acabados

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades y el cálculo de los costos de los pisos y sus acabados en las edificaciones de la subestación, todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- Materiales: el contratista suministrará todos los materiales necesarios para construir los pisos, tal como se indica en los planos o de acuerdo con

las instrucciones del supervisor. El contratista presentará al supervisor por lo menos con 30 días de anticipación a su colocación, muestras del piso que se propone utilizar, con el fin de que este decida y apruebe el color y calidad del material con base en lo especificado en los planos.

Para la construcción de los entresuelos se utilizará piedra, grava o triturado de primera calidad, compuesto de partículas duras y durables, y exento de partículas deleznable, arcilla o materia orgánica. Para el tipo de piso que se instalará en cada una de las zonas se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en los planos y para su instalación lo sugerido por el fabricante y avalado por el supervisor.

Las baldosas deben estar sanas, libres de roturas y agrietamientos por retracción de fraguado o por golpes. Cuando los planos indiquen pisos en concreto simple o reforzado, estos se construirán con los materiales que cumplan con las calidades y condiciones que se mencionan en las secciones obras en concreto y acero de refuerzo de estas especificaciones.

Todos los pisos en concreto endurecido deben estar compuestos por una mezcla de concreto de la clase indicada en los planos y un endurecedor de agregados minerales aglutinantes y sellantes del cemento Portland, que garantice un grado de dureza de 4 a 7 en la escala Mohs; no contendrá elementos ferrosos que se oxiden en presencia del agua o ambientes húmedos. El piso en concreto afinado y con endurecedor tipo sikafloor o equivalente endurecido del cuarto de grupo electrógeno y baterías será de color gris.

- Ejecución del trabajo: los planos indican las zonas donde se deben colocar las diferentes clases de pisos especificados y las cotas a las cuales deben ser terminados. El contratista construirá los pisos de acuerdo con la distribución y localización indicadas en los planos.

En zonas en donde se hayan previsto desagües y drenajes como en baños y patios, los pisos se conformarán con las pendientes para que el agua corra libremente hacia los desagües y drenajes. El contratista seguirá además de estas especificaciones, las recomendaciones del fabricante respecto del manejo, transporte, almacenamiento, colocación y empleo del producto que se utilizará.

Los pisos deben quedar perfectamente nivelados. Las uniones deben ser paralelas a los muros que limitan el recinto. Los ajustes necesarios al pie de muros, escalas, y otros elementos, se harán con piezas del mismo material cuidadosamente cortadas; no se admitirán ajustes con mezcla. La protección contra deterioros que se puedan producir por otras labores de construcción, se hará por cuenta del contratista hasta la entrega final de la obra.

- Losa de piso o plantilla: sobre el terreno perfilado, compactado y nivelado y aprobado por el supervisor, se colocará una película impermeabilizante de polietileno calibre 6 en tiras, debidamente traslapada y pegada con cinta especial para este fin, sobre toda el área de la losa a construir, rematándose contra los muros hasta una altura no menor del nivel indicado para el piso terminado.

Sobre la película de polietileno así extendida, se iniciará el vaciado del concreto para la conformación de la losa de piso o plantilla,

cuidando de no ir a perforarla durante este proceso. Se llevará un estricto control de los niveles de la losa o plantilla, previendo las pendientes requeridas para drenaje hacia los sifones de piso, si estos están previstos. El terminado de la superficie que se dará al piso o plantilla dependerá del tipo de material de piso acabado que se vaya a colocar o a lo ordenado por el supervisor.

Cuando el concreto haya alcanzado suficiente consistencia y haya desaparecido el agua en la superficie, se pasa la llana de madera en forma pareja por toda la superficie, eliminando todas las irregularidades, evitando dejar marcas tanto de la llana como las originadas por el arrastre de las partículas finas; para afinar la superficie se puede dar una última pasada con llana metálica, No se permitirá la adición de cemento puro a la superficie ni el acabado esmaltado.

- Pisos duros: se entiende por pisos duros todos aquellos materiales para piso que constituyen por sí mismos un elemento estructural resistente e indeformable y adicionalmente presentan una capa de desgaste decorativa.

Dentro de esta clasificación se incluyen los pisos en baldosa de grano. Todos estos pisos tienen similar forma de instalación y en general, se hará con las siguientes recomendaciones: antes de iniciar la instalación, se deben trazar los ejes principales en la dirección de los ejes de la junta; a continuación se hará la distribución del piso en seco, es decir, sin aplicar la mezcla, con el fin de identificar los puntos críticos de la instalación y los ajustes que puedan resultar.

Los ajustes en lo posible deben hacerse con piezas mayores de media unidad y quedar ubicados en las zonas menos expuestas a la vista. En los pasillos los ajustes se dejan hacia los costados repartidos en igual dimensión, de manera que el eje del pasillo coincida con el eje de la fila central de las baldosas. Una vez aprobada por el supervisor la distribución del piso, se deben colocar las baldosas maestras, cuidadosamente alineadas con el eje y debidamente niveladas. A partir de ellas se templarán hilos de control para la colocación de las demás baldosas.

Todas las baldosas de los pisos duros deben quedar perfectamente adheridas a la base, sin resaltos ni irregularidades, escalas, o cualquier otra imperfección. El contratista hará por su cuenta y a su costo la sustitución de elementos deteriorados durante la instalación. Una vez instalados los pisos de grano pulido, se hará una emporada con lechada de cemento similar a la utilizada en el emboquillado y de color similar al piso o a lo sugerido por el supervisor.

- Pisos en concreto simple, reforzado o endurecido: los pisos en concreto simple, reforzado o endurecido, se construirán teniendo en cuenta las instrucciones de materiales, mezcla, transporte, colocación, curado, entre otros, que se establecen en la sección obras de concreto y acero de refuerzo de estas especificaciones. Antes de vaciar los pisos de concreto, se instalará una película de polietileno como la indicada en la sección de losas de piso o plantillas de estas especificaciones. Los pisos en concreto simple se conformarán en placas del espesor indicado en los planos. Los pisos en concreto reforzado se deben construir colocando

inicialmente la malla de refuerzo y luego fundir la mezcla de concreto, del tipo y de acuerdo con las especificaciones, como se indica en los planos o como lo ordene el supervisor.

Los pisos en concreto simple se construirán en recuadros de las dimensiones indicadas en los planos y se proveerán juntas conformadas por tablillas de madera completamente rectas y debidamente cepilladas de 1,5 cm x 3 cm de sección, las cuales se retirarán una vez haya fraguado el concreto. Las ranuras formadas al retirar las juntas de tablilla, deben llenarse con una masilla bituminosa plástica formando un sello; este procedimiento deberá ser aprobado por el supervisor, antes de iniciar el lleno de las juntas.

La aplicación del endurecedor superficial en pisos de concreto, se hará de la siguiente manera: una vez nivelado el piso de concreto y cuando el exceso de agua haya desaparecido y el concreto se encuentre firme pero sin que haya fraguado, se esparcirá el endurecedor especificado en los planos y aprobado por el supervisor, en la cantidad y forma indicada por el fabricante del producto, permitiendo luego que absorba la humedad del concreto hasta que quede uniformemente mojado luego se termina con llana de madera o metálica según el tipo de acabado deseado. Aplicado el endurecedor el piso se someterá a un proceso de curado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3.5.18. Impermeabilización

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades y cálculo de los costos de las impermeabilizaciones en las edificaciones de la

subestación todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta todos los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- **Materiales:** la impermeabilización de cimientos, sobrecimientos, muros y otras estructuras enterradas se hará mediante la utilización de una solución de productos asfálticos refinados, reforzados con elastómeros, adhesivos y plastificantes, que sean resistentes al vapor, aplicado sobre una capa de imprimante que le sea compatible. El material a utilizar deberá ser aprobado previamente por el supervisor. Los muros en mampostería a la vista serán impermeabilizados exteriormente aplicando dos capas de un compuesto hidrófugo, de composición y aplicabilidad recomendada por el fabricante.

Cuando los planos o estas especificaciones hagan referencia a concretos o morteros impermeabilizados integralmente, se utilizará un aditivo líquido a base de lignosulfanatos de acción impermeabilizante y plastificante, No tóxico, no inflamable, no contenido de cloruros. La impermeabilización de los tanques de almacenamiento de agua se hará utilizando concretos impermeabilizados integralmente, sellos de PVC y recubrimientos con dos componentes a base de polímeros modificados y cemento hidráulico altamente adhesivo. El material a utilizar deberá ser aprobado previamente por el supervisor.

- **Ejecución del trabajo:** con el fin de garantizar la mayor impermeabilidad posible de los sobrecimientos, el mortero de pega de los bloques se impermeabilizará integralmente. Todos los sobrecimientos se impermeabilizarán tanto vertical como horizontalmente, para impedir que la humedad del terreno pase a los muros por capilaridad.

Terminada la construcción del sobrecimiento, se revocará en sus costados hasta el nivel de cimiento con un mortero impermeabilizado integralmente, con un espesor mínimo de 2,5 cm. Una vez seco el mortero, se procede a aplicar, siguiendo las recomendaciones del fabricante, sobre la superficie horizontal del sobrecimiento y en sus costados, tres capas continuas de productos asfálticos refinados, reforzados con elastómeros adhesivos y plastificantes resistentes al vapor. El material a utilizar deberá ser aprobado previamente por el supervisor.

De acuerdo con las características del terreno y la destinación del recinto en construcción, el supervisor podrá exigir que la impermeabilización se extienda por las caras exteriores del cimiento o que el polietileno de impermeabilización de las losas o plantillas se prolongue hasta la superficie horizontal del sobrecimiento. El contratista someterá a la aprobación del supervisor los sistemas que se proponga emplear para el tratamiento de juntas, dilataciones y desagües, pero en todo caso se garantizará su estanqueidad y el adecuado desempeño del sistema frente a los cambios de humedad y temperatura.

Todas las losas de pisos interiores deben proveerse de una barrera de vapor, con el fin de evitar la entrada de humedad en forma de vapor que pueda afectar los pisos. Esta será provista por la colocación de una película de polietileno de espesor no menor de 0,3 mm, sobre el entresuelo que soportará las losas de piso. Esta será colocada cuidadosamente, evitando que se perfora en cualquier punto durante su instalación o durante el vaciado de las losas.

Las tiras de polietileno se colocarán en toda el área del piso; deben rematarse al nivel del piso terminado contra el sobrecimiento o el muro.

Los traslajos no serán menores de 20 cm y estos serán pegados con cinta especial para ese efecto de 2,5 cm de ancho en toda su longitud. Los remates se adherirán a los muros y sobrecimientos por métodos aprobados por el supervisor. Los traslajos deben tener su parte superior en la dirección del vaciado del concreto. Los tanques de almacenamiento de agua se impermeabilizarán utilizando un impermeabilizante integral formado por un aditivo líquido a base de lignosulfatos de acción impermeabilizante y plastificante, no tóxico, no inflamable y que no contenga cloruros.

Las juntas de construcción se sellarán mediante el uso de cintas o sellos de PVC, especialmente diseñados para esa función y para su instalación se tendrá en cuenta lo indicado en la sección juntas y sellos de estas especificaciones y las recomendaciones del fabricante. Interiormente se aplicará un recubrimiento de dos componentes a base de polímeros modificados y cemento hidráulico altamente adhesivo en toda la superficie del tanque.

3.5.19. Carpintería metálica

El contratista deberá tener en cuenta para el desarrollo de las actividades y cálculo de los costos de la carpintería metálica y de madera en las edificaciones de la subestación Huehuetenango, todas las indicaciones dadas en los planos, teniendo en cuenta los requerimientos indicados en estas especificaciones para el buen funcionamiento de las obras.

- **Materiales**
 - Elementos metálicos: el contratista suministrará y montará los elementos metálicos indicados en los planos, fabricados con

perfiles doblados en frío de lámina de acero (laminado en frío) o en aluminio extruído de las características y especificaciones que se indican en los planos. El contratista verificará y responderá por la estabilidad de la perfilería y someter a aprobación de la Supervisión los planos de taller antes de iniciar la fabricación de los elementos. Los elementos deben soportar adecuadamente las cargas sísmicas de diseño sin que ocurran volcamientos, fallas en su estabilidad y deformaciones permanentes.

Los materiales no deberán tener imperfecciones o defectos de fabricación, deben ser nuevos y tanto su clasificación como su grado deben ser aprobados por el supervisor. A menos que se especifique algo diferente en los planos, todos los materiales y sus pruebas deben cumplir con los requisitos aplicables de la ASTM y la soldadura cumplirá con las normas AWS.

- Puertas y ventanas metálicas
 - En aluminio: las puertas, ventanas y los marcos correspondientes, para los elementos que se indican en los planos elaborados en aluminio, se deben fabricar con base en los diseños, serie, color y calidad señalados en los planos y aprobados por el supervisor, con ensambles que garanticen la mayor rigidez y óptimo acabado.
 - Cerraduras, herrajes y accesorios: el contratista suministrará muestras físicas para la decisión por parte de la supervisión en cuanto al tipo de cerraduras, herrajes y accesorios que sean equivalentes a lo indicado en los planos.

- Vidrios y espejos: el contratista suministrará e instalar todos los vidrios y espejos de la calidad y espesor indicados en los planos u ordenados por el supervisor; estos serán de primera calidad libres de imperfecciones y defectos de transparencia, empaquetados en todos los casos, el contratista someterá a la aprobación del supervisor muestras de los vidrios que se propone utilizar. Los vidrios deben cortarse con las dimensiones requeridas y sus bordes deben ser esmerilados y redondeados. No se aceptan cortes ni talladuras en los bordes del vidrio. De acuerdo con el elemento el espesor de los vidrios se regirán según se indique en los planos y lo contenido en el Reglamento que rige.

3.5.20. Instalaciones eléctricas

En este capítulo se especifican los requisitos y procedimientos para el suministro e instalación de los sistemas eléctricos interiores de las edificaciones objeto del proyecto, así como del sistema de iluminación perimetral y de patio de la subestación.

Para cumplir con el objeto de estas especificaciones, el contratista realizará las siguientes actividades:

- Suministro: el contratista suministrará todo el material necesario para la instalación eléctrica incluyendo lámparas, tomacorrientes, interruptores, etc. Las instalaciones provisionales que el contratista requiera para la construcción, instalación y pruebas serán ejecutadas por su cuenta y bajo su total responsabilidad, pero deben ser sometidas a la revisión y

aprobación del supervisor. Durante la visita previa al sitio de la obra el contratista ha debido informarse de las condiciones y disponibilidad de energía para construcción y haber hecho las provisiones del caso para la instalación de este servicio.

- **Materiales:** todos los materiales y equipos objeto de este contrato serán nuevos de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones. Todos aquellos componentes que no se indiquen expresamente aquí pero que sean necesarios dentro del propósito de este contrato, deben ser suministrados para completar los equipos, instalarlos adecuadamente y dejarlos listos para una correcta operación continua.

Todos los materiales que se proponga utilizar el contratista deben ser sometidos a la previa aprobación del supervisor, suministrando los correspondientes catálogos que contengan sus características técnicas acompañados de muestras físicas de cada uno de ellos.

Los materiales se protegerán contra deterioro o daño en forma permanente, antes y durante la instalación. Al finalizar el trabajo, todo el material instalado quedará limpio y en condiciones satisfactorias de operación. Los materiales que resulten defectuosos o se dañen durante el montaje serán reparados o reemplazados a satisfacción del supervisor, sin ningún costo adicional.

- *Conduits* y ductos: los *conduits* metálicos rígidos y sus accesorios para instalación exterior deben ser de acero galvanizado en caliente, del tipo semipesado. Los *conduits* metálicos y sus accesorios para uso interior deben ser del tipo EMT. Los *conduits* de PVC son para uso interior. La utilización de tubería PVC se

limitará a las instalaciones embebidas. Los ductos eléctricos PVC, para enterramiento directo o embebido en mortero deben ser del tipo TDP.

- Cajas de paso, cajas de empalme y accesorios: las cajas de paso y las de tiro vaciadas en concreto se ubicarán en las bases de los postes y mástiles; estas cajas se deben construir en concreto reforzado, en los sitios y dimensiones indicadas en los planos o por el supervisor. Deben tener dimensiones uniformes; los muros deben ser ortogonales y las tapas deben apoyar uniformemente, permitiendo su levantamiento con facilidad.

Todas las cajas deben ser drenadas mediante tubería PVC empalmada a la red de desagües del patio de conexiones de la subestación. Las tapas de las cajas de tiro se fabricarán en concreto, de acuerdo con las indicaciones de los planos o del supervisor. En el caso de la instalación con ductos de PVC deben emplearse adaptadores terminales a cajas de paso y tiro, curvas a 90° y a 45° y el procedimiento de colocación se ceñirá a las indicaciones del fabricante. No será permitida la utilización de curvas hechas en obra.

En las instalaciones embebidas se deben utilizar cajas de conexión galvanizadas fabricadas en lámina calibre Núm. 16, con troqueles y sacabocados para entrada y salida y que permita la fijación de las tuberías *conduit* por medio de boquillas y contratuerkas. La forma y medida de las cajas se escogerá de acuerdo con la aplicación indicada en los planos y detalles de instalación. En las

instalaciones con *conduit* PVC. todos los accesorios deben ser de PVC.

En el caso de la instalación con *conduit* de PVC deben emplearse adaptadores terminales, adaptadores hembras (si son necesarios), curvas a 90° y 45° y el procedimiento de colocación se ceñirá a las indicaciones del fabricante. No será permitida la utilización de curvas hechas en obra. En las instalaciones expuestas deben emplearse cajas en lámina *Cold Rolled* calibre Num. 16, tratada con el procedimiento fosfatado de zinc y pintados con pintura de aplicación electrostática, con las dimensiones indicadas en los planos.

- Conductores aislados: los conductores aislados deben ser de cobre electrolítico, contruidos de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad de los Estados Unidos de América para conductores sólidos o cableados, según el caso. El aislamiento será en cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la temperatura y a la humedad, para 600 V mínimo y serán del tipo THW para el alambrado interior de las edificaciones y del mismo tipo (75 °C) para las acometidas y el alambrado que se ejecute en exteriores o que se pueda ver sometido a la acción de la humedad.
- Accesorios para alambrado: en las derivaciones, terminaciones y empalmes de los conductores se deben utilizar accesorios adecuados para obtener conexiones firmes y seguras y la identificación permanente de los circuitos y de los conductores. En las derivaciones de los circuitos de alumbrado se deben utilizar conectores aislados de los tamaños apropiados para los calibres

de los conductores a conectar. En los gabinetes, la entrada de cables se hará por medio de prensa-estopas metálicas o de plástico de tamaños adecuados.

- Tomacorrientes e interruptores de alumbrado: todos los tomacorrientes e interruptores de alumbrado deben ser de material plástico moldeado retardante a la llama, del tipo corriente utilizado en esta clase de instalaciones. Los interruptores de alumbrado, sencillos, dobles, triples o conmutables deben ser aptos para resistir una corriente nominal de 10 A, o según especificaciones de los planos eléctricos y con conexión de tierra.

El contratista tendrá en cuenta los sitios en los cuales los planos exigen tomas monofásicos para instalar en el piso; estos tomas serán de caja en fundición de aluminio o aluminio extruido y tapa de diseño especial con sello de neopreno que impida la entrada de agua y tierra al aparato. Las cajas de tomacorrientes múltiples de sobreponer en lámina *Cold Rolled* calibre 16, con acabado en pintura electrostática contendrán un tomacorriente monofásico doble, uno bifásico y un tomacorriente trifásico con las características indicadas.

- Cable de puesta a tierra de los circuitos individuales: el cable para la conexión de tierra de los tomas, luminarias, etcétera, será de cobre electrolítico y no menor a 4 mm² (12 AWG), aislado tipo THW.
- Ejecución del trabajo: el contratista realizará la instalación y montaje de los materiales, elementos y equipos necesarios para las obras objeto de este contrato de acuerdo con los planos aprobados, observando las

normas dadas a continuación y las mejores técnicas empleadas en instalaciones de este tipo.

- *Conduits* y accesorios: el contratista suministrará, almacenará e instalará todos los *conduits*, accesorios, cajas de conexión, cajas de empalme, codos, uniones, reducciones, accesorios de expansión, grapas, soportes, accesorios de sello y drenaje para todos los sistemas que se muestran en los planos y a los cuales se refieren estas especificaciones. Todos los *conduits* y sus accesorios deben ser fabricados e instalados de acuerdo con las normas guatemaltecas. El trabajo de montaje incluye la hechura de perforaciones para entrada de *conduits* a las cajas de conexiones de los equipos o a los gabinetes de conexiones o a las cajas de empalme, según sea necesario.

El contratista instalará los ductos portacables necesarios, según se muestra en planos o según indicaciones del supervisor. Los *conduits* exteriores y las extensiones de los sistemas empotrados de conduit deben tenderse exactamente paralelos o formando ángulos rectos con los muros de las edificaciones, otros conduits, artefactos de iluminación, y conductos de ventilación. Se deben evitar las curvas y desvíos hasta donde sea posible, pero si se requieren estos se harán en las tuberías metálicas con un doblador de tubos aprobado por el supervisor o por medio de codos de fábrica. No se permitirá el uso de tees o prensas para el doblado de conduits.

Por ningún motivo se permitirá el doblado de conduits de PVC en la obra por medio del calentamiento de los tubos. Todos los cambios

de dirección en estas tuberías se harán mediante el uso de curvas hechas en fábrica. Los cambios de dirección de tramos de conduit se deben hacer mediante curvas simétricas o accesorios apropiados. Todas las curvas en los conduits deben tener en cuenta el radio de curvatura recomendado por el fabricante de los cables. No se permite la instalación de conduits aplastados o deformados.

Para evitar que se aloje yeso, tierra o basura en los *conduits*, cajas, accesorios o equipos durante la construcción, todos sus extremos se deben tapar inmediatamente después de instalarse en su lugar con tapas o tapones adecuados y se deben limpiar hasta inmediatamente antes de instalar los cables. Todos los conduits metálicos deben quedar conectados al sistema de tierra de la subestación bien sea a través de las uniones necesarias de las estructuras y gabinetes, o a través de conexiones con conductor aislado 4 mm² (12 AWG) el cual se fija al conduit mediante una abrazadera galvanizada.

- Cables y accesorios: el contratista suministrará e instalará todos los cables de fuerza e iluminación de las edificaciones consideradas dentro del proyecto. Los calibres, el tipo y voltaje nominal del aislamiento son los que se indican en estas especificaciones y planos de construcción. No se permitirá ningún cambio en las características de los cables, sin la aprobación del supervisor.
- Iluminación interior, perimetral y de vías internas: el contratista montará y conectará los gabinetes de distribución y de control de

iluminación, todas las cajas de distribución; las luminarias, soportes, balastos, contactores y control para alumbrado, *conduits* y accesorios, tomacorrientes, interruptores y conductores, como se indica en los planos y de acuerdo con estas especificaciones para la iluminación e instalación interior.

Los planos de instalaciones eléctricas de edificaciones y de iluminación perimetral y de vías internas muestran la ubicación aproximada e indican el tipo de los artefactos a instalar en las diferentes zonas. La ubicación exacta será definida en la obra. El sistema de *conduit* se instalará en forma continua y adecuadamente conectado a la malla de tierra. En cada zona los artefactos deben quedar instalados a la misma altura sobre el piso. El contratista dejará instaladas todas las luminarias de acuerdo con lo especificado sobre tipos, tensiones y potencia, salvo indicación contraria del supervisor y previa aprobación de la ETCEE. Las conexiones se deben hacer como se indica en los planos y de acuerdo con la codificación de colores para los conductores indicada anteriormente.

Todos los empalmes y ramificaciones para iluminación y tomacorrientes deben hacerse mediante conectores aislados de autodesforre que aseguren la unión eléctrica y mecánica perfecta. No se permitirán empalmes en ramales a no ser que se hagan en cajas de conexión o accesorios que sean permanentemente accesibles. Todo cable empalmado o ramificado mantendrá el color o la numeración del existente, El contratista montará el sistema completo de soportes, los artefactos y

luminarias de techo, de acuerdo con los planos e instrucciones del supervisor.

- Puesta a tierra: todos los tomacorrientes, interruptores, luminarias, ductos portacables y tubería EMT deberán ser puestos a tierra mediante el cable de puesta a tierra de los circuitos individuales, el cual se conectará sólidamente a las barras de tierra de los gabinetes de interruptores automáticos.
- Inspección final y pruebas: durante el progreso de la obra el contratista mantendrá un juego completo de los planos de construcción en los que se indiquen las modificaciones efectuadas, que haya sido necesario efectuar durante la ejecución de las obras y previa aprobación del supervisor. Este juego de planos será entregado por el contratista al supervisor, a la terminación de las obras, marcándolos con la leyenda tal como se construyó.

Una vez terminadas las varias fases de la obra o durante la ejecución de los trabajos, se verificarán y ensayarán las instalaciones hechas por el contratista, como se indica a continuación: las pruebas y verificaciones deben ser ejecutadas por personal capacitado suministrado por el contratista, bajo las órdenes e indicaciones del supervisor. Las pruebas se deben hacer con las debidas precauciones para proteger el personal y el equipo. El contratista suministrará también todo el equipo e instrumentos necesarios para llevar a cabo las pruebas. No serán válidas las pruebas que se realicen sin la aprobación del supervisor. Las instalaciones provisionales que sean necesarias para la ejecución

de las pruebas, serán hechas por cuenta y bajo la total responsabilidad del contratista.

El contratista llevará un registro de los resultados de las pruebas, en formatos previamente aprobados por el supervisor y entregará a la ETCEE dos copias de los resultados finales para aprobación de esta última, como requisito indispensable para la recepción de las instalaciones eléctricas interiores y exteriores.

3.5.21. Limpieza final

El contratista mantendrá las obras en todo momento en buen estado de limpieza, retirando todos los elementos sobrantes y desperdicios, con el fin de evitar interferencias e inconvenientes para el normal desarrollo de los trabajos. Al terminar las obras se deben remover totalmente todos los materiales sobrantes y hacer un aseo general en los sitios de las construcciones, para entregarlas en completo estado de limpieza a satisfacción del supervisor y listas para ocupación por parte de la ETCEE. Todos los daños ocasionados durante la ejecución de esta actividad serán reparados a costo del contratista y a satisfacción del supervisor para su entrega final.

El contratista, para la disposición final de los materiales sobrantes, deberá cumplir con lo indicado en las secciones medidas ambientales, seguridad industrial y de salud ocupacional y aplicación y control del plan de manejo ambiental del proyecto.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño de la obra civil para la ampliación de la subestación Huehuetenango con la cual se obtiene un aumento de la confiabilidad, calidad y seguridad del suministro de energía eléctrica del área noroccidente del país.
2. Los estudios preliminares como los de suelos y topografía son de gran importancia para el diseño los elementos de obra civil, ya que basados en el análisis de los datos obtenidos de cada estudio dependerán los criterios y factores a tomar en cuenta en el diseño para que este cumpla con los valores de una buena ingeniería.
3. Los diseños para la ampliación de la subestación incluyeron elementos como el movimiento de tierras para conformación de plataforma, cerramiento, calles internas, cimentaciones menores, cimentaciones mayores, cimientos de transformadores y muro cortafuego.
4. Las bases de licitación y especificaciones técnicas se realizaron en base a los elementos diseñados para ser utilizados como una guía de construcción y como ejemplo para elaboración de otras licitaciones dentro de la institución.
5. El Ejercicio Profesional Supervisado es un complemento para la preparación profesional del estudiante. Se adquiere la experiencia necesaria para unir la práctica con la teoría, previo a iniciar una vida profesional.

RECOMENDACIONES

1. Verificar que el contratista designado para la construcción cumpla con los requerimientos de calidad, tanto en materiales como mano de obra establecidos en las especificaciones técnicas de las bases de licitación.
2. Mantener una estricta supervisión de parte de la ETCEE sobre el contratista en los trabajos de trazo, centrado y fundido de pernos en las cimentaciones, ya que estos serán los que servirán de anclaje a la estructura que albergará los equipos electromecánicos los cuales son muy costosos y se deben respetar las distancias de seguridad eléctrica entre ellos.
3. Solicitar a la empresa contratista la entrega de planos, como construidos al finalizar el proyecto, con el objetivo de representar cualquier cambio realizado durante la ejecución.
4. Mantener las correspondientes medidas de seguridad industrial y seguridad ocupacional para el personal dentro del proyecto.
5. Generar manuales de operación y mantenimiento de las obras civiles con el objetivo de establecer procesos de limpieza de posibles sedimentos restos de hojas en cunetas, cajas de registro, trincheras, fosas de captación de aceite también, impermeabilización de sobrecimientos y lubricación de puertas o portones.

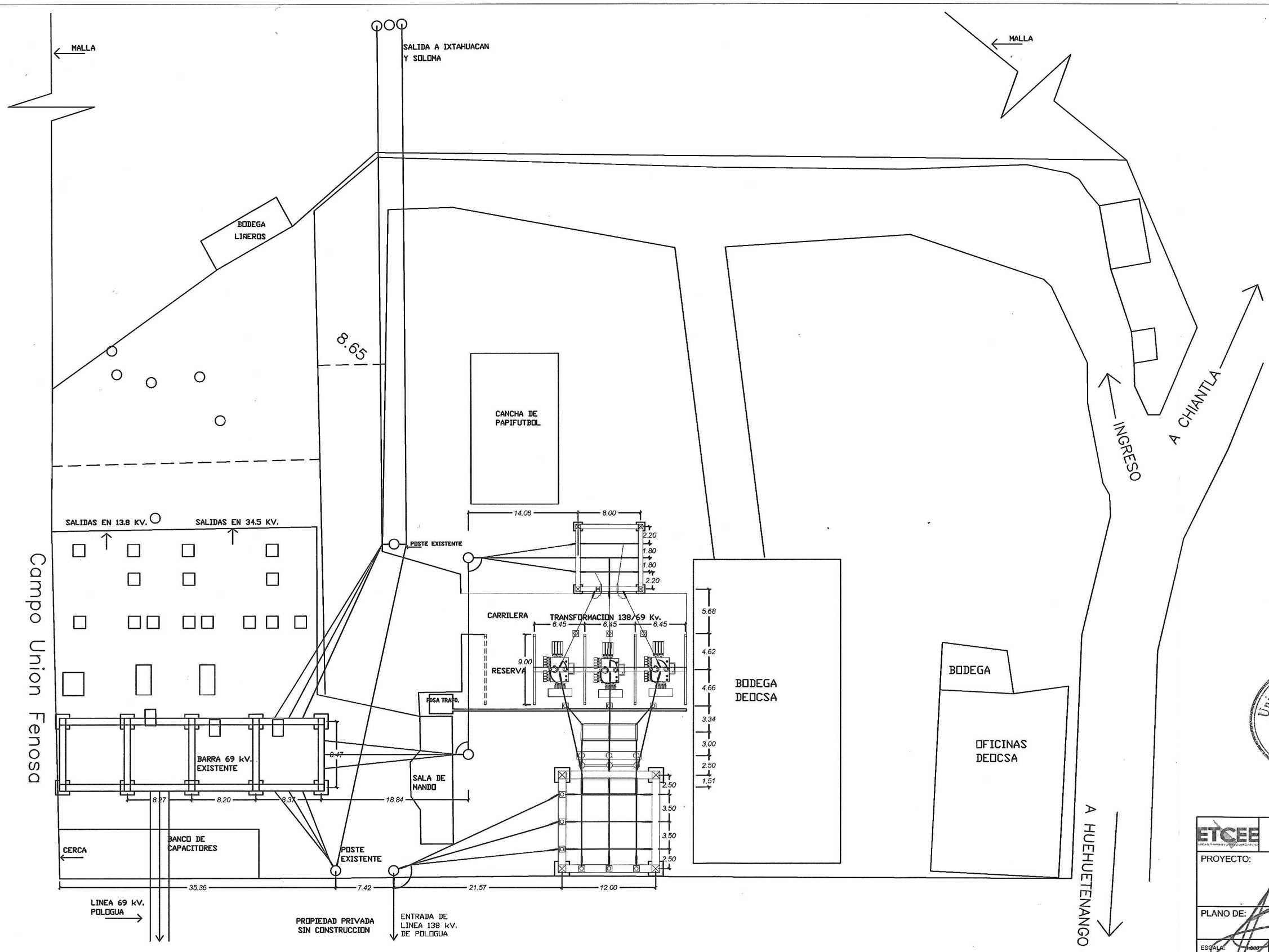
BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
2. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 155 p.
3. Comisión Federal de Electricidad. *Diseño de subestaciones de transmisión*. 2a ed. México: 2014. 27 p.
4. Comité 318 del Instituto Americano del Concreto. *American concrete Institute. ACI-318S-2008*. Estados Unidos: ACI, 2008. 490 p.
5. DAS, Braja Millston. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a. ed, México: CENGAGE Learning, 2010. 743 p.
6. McCORMAC, Jack Charlie. – BROWN, Russell Henry. *Diseño de concreto reforzado*. 8a ed. Mexico: Alfaomega. 724 p.
7. NILSON, Arthur Hinkel. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a. ed. Colombia: McGraw-Hill, 2005. 722 p.
8. RAMIREZ G, Carlos Felipe. *Subestaciones de alta y extra alta tensión*. 2a. ed. Colombia: Mejía Villegas S.A. 2001. 254 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Planos de obra civil para la ampliación de la subestación Huehuetenango

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

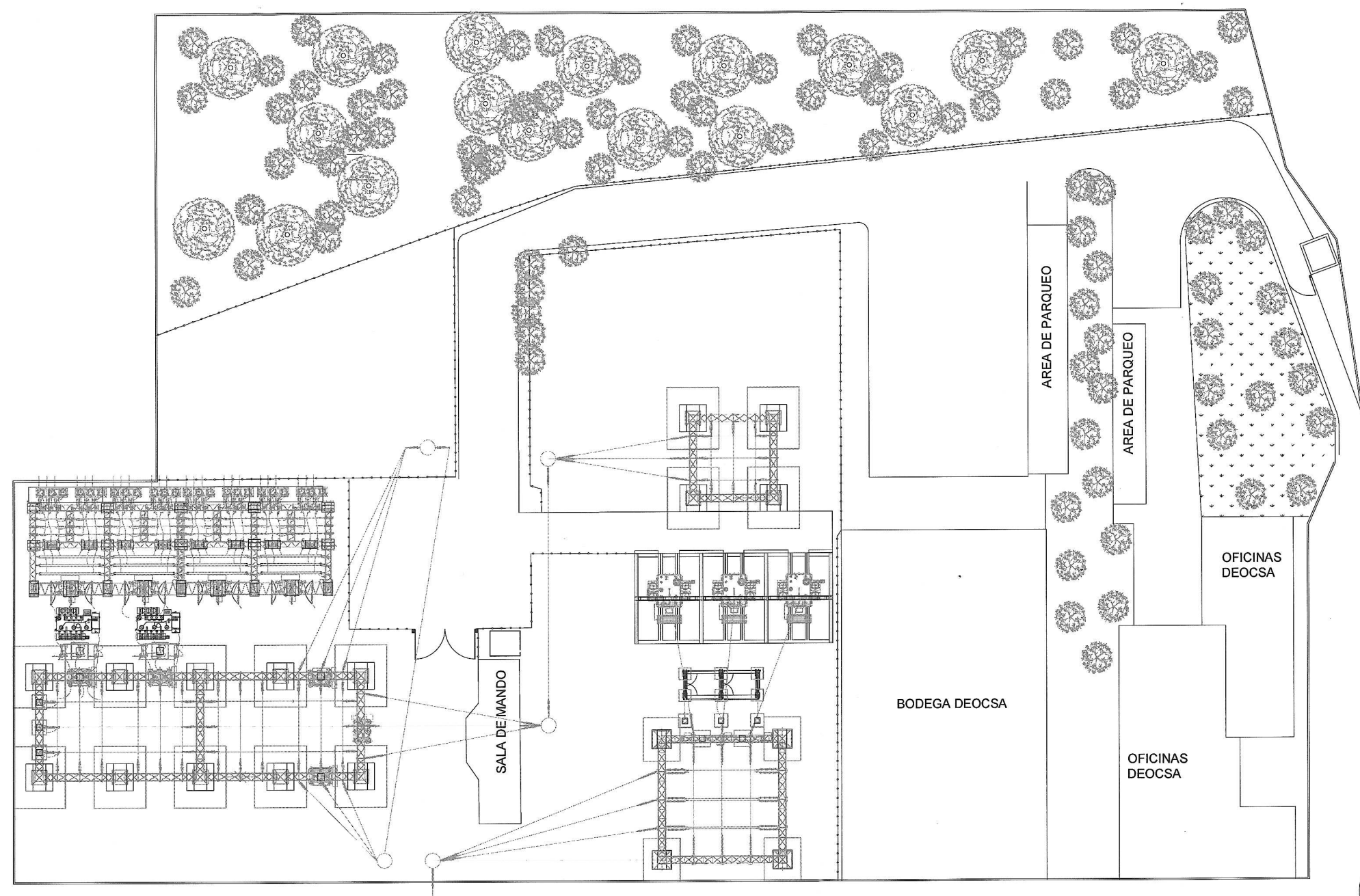


DISEÑO DE SUBESTACIONES ETCEE INICE CENTRAL 2014



ETCEE INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN EMPRESA DE TRANSPORTE Y CONTROL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO 138/69/34.5/13.8 KV.	
PLANO DE: PLANTA GENERAL EXISTENTE	
ESCALA: 1:1000	DIGITALIZADO: DISEÑO S/E ETCEE
FECHA: octubre, 2015	HOJA: 1

VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	08/10/16



PLANTA GENERAL EXISTENTE

Escala 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANTA GENERAL EXISTENTE

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: 1:250	FECHA: 16/10/16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS		

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

FORMAT = A1(841mm X 594mm)



TOPOGRAFIA EXISTENTE PLANTA

Escala 1:200

VERSION	REVISION	FOR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16

COORDENADAS GEOGRAFICAS

EST.	ESTE	NORTE	Z
0	14°08'03.00 N	90°50'36.10 O	55.45
1	14°08'03.28 N	90°50'34.30 O	56.09
2	14°08'02.24 N	90°50'34.18 O	55.92
3	14°08'01.99 N	90°50'35.98 O	55.32

COORDENADAS EN SISTEMA GUATEMALA TRANSVERSAL DE MERCATOR DATUM WGS 84

EST.	ESTE	NORTE
1	462934.33	1562904.82
2	462988.57	1562913.35
3	462992.30	1562881.45
4	462938.74	1562873.18

COORDENADAS UTM, DATUM WGS84, ZONA 15

EST.	ESTE	NORTE
1	732810.098	1563635.962
2	732864.338	1563644.492
3	732868.068	1563612.592
4	732814.508	1563604.322

DATOS ANGULARES DE POLIGONO GENERAL

EST.	P.O	AZIMUTS	DISTANCIA (METROS)
0	1	81°24'20"	54.91
1	2	173°24'20"	32.13
2	3	261°24'20"	54.25
3	0	352°24'20"	31.94

COORDENADAS EN SISTEMA GUATEMALA TRANSVERSAL DE MERCATOR DATUM WGS 84

BM	ESTE	NORTE	ELEV.
1	462883.43	1562907.28	55.44
2	462893.56	1562907.28	55.44



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

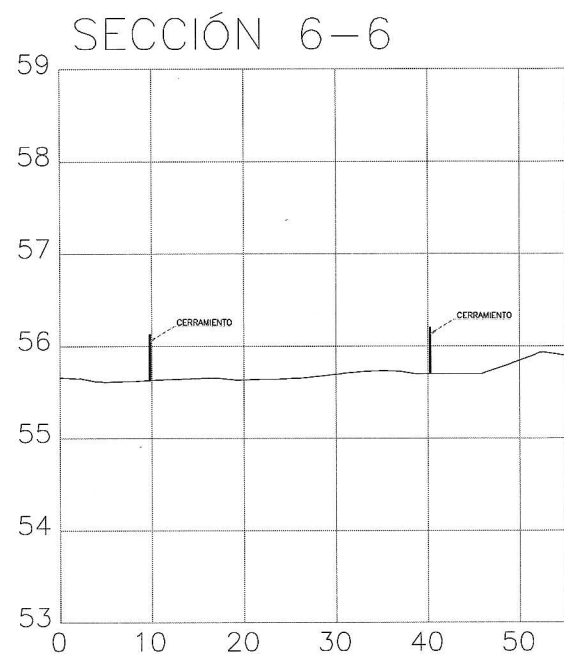
PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: TOPOGRAFIA EXISTENTE

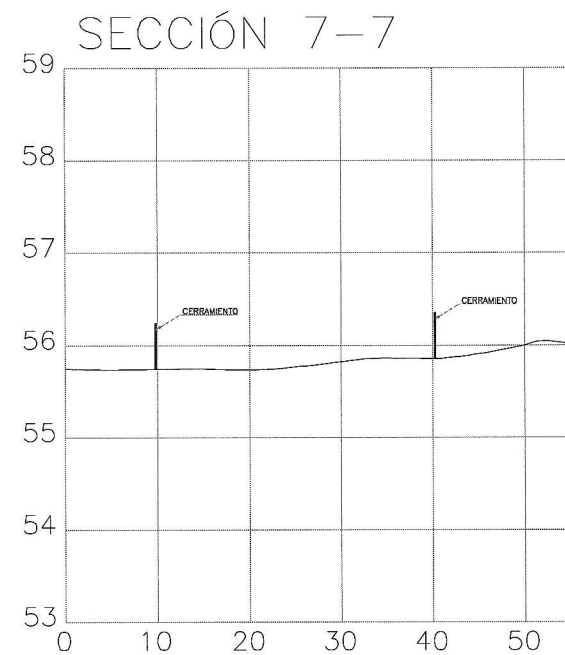
DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20.10.16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		3
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS		

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

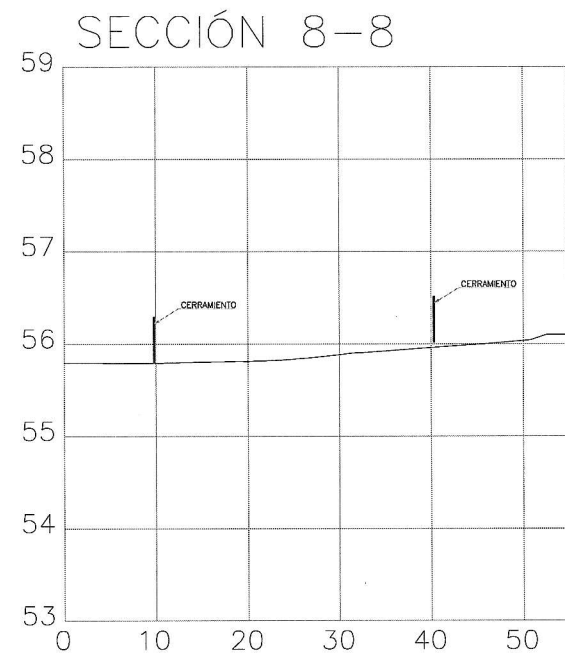
VERSION	REVISION	POR	APROBO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16



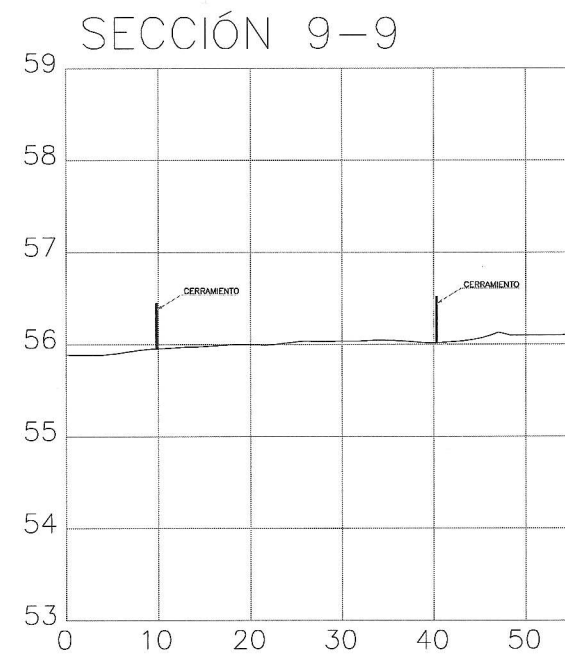
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:50



ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:50



ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:50



ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:50



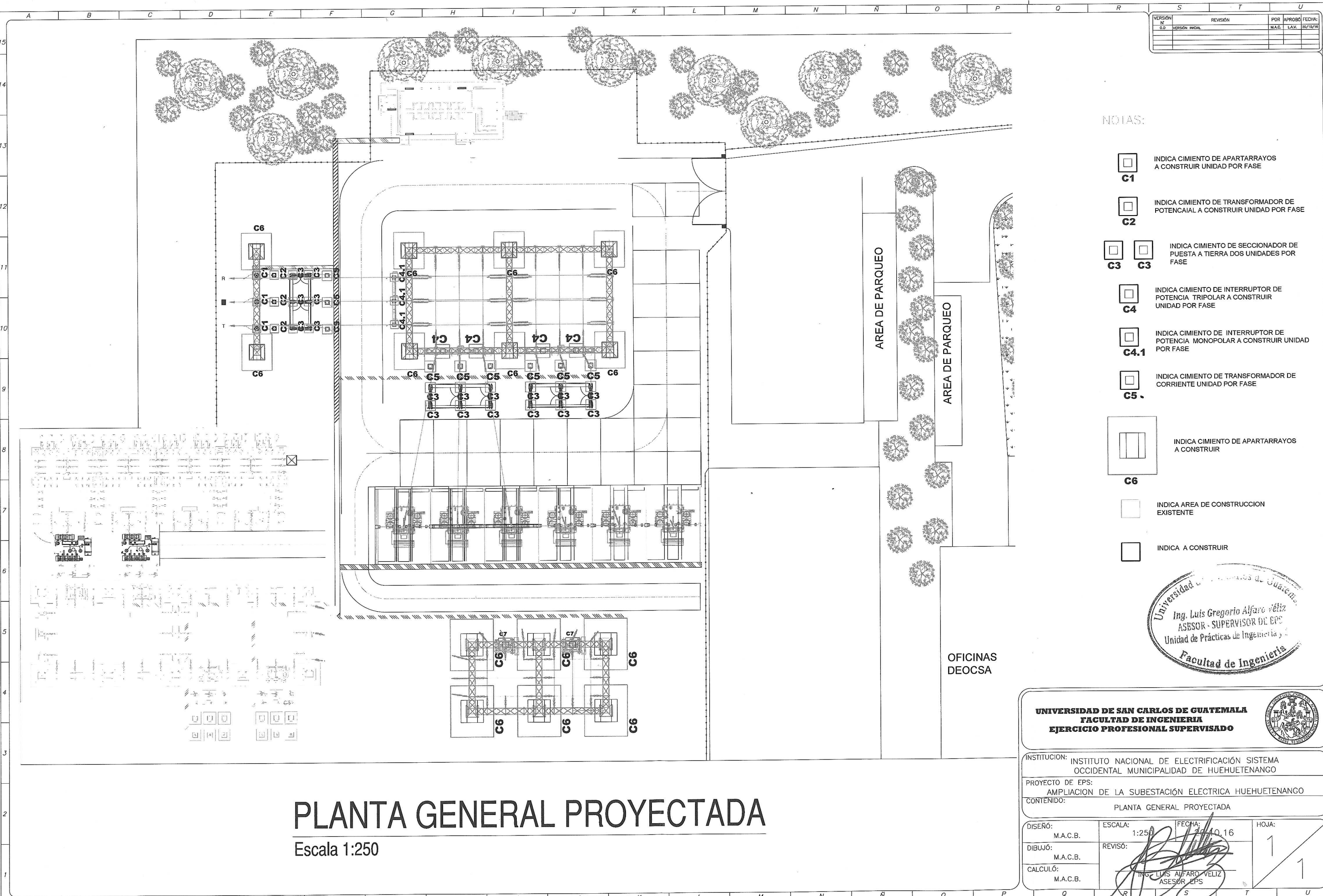
TOPOGRAFIA EXISTENTE PERFILES

Escala indicada

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO				
INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO				
PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO				HOJA: 3 3
CONTENIDO: TOPOGRAFIA EXISTENTE				
DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20.10.16	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR EPS	
DIBUJO: M.A.C.B.	REVISO:			
CALCULO: M.A.C.B.				





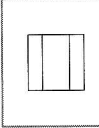

FORMAT = A1(841mm x 594mm)

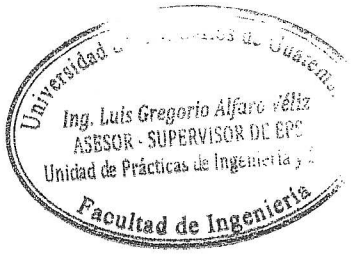
TOPOGRAFIA EXISTENTE PERFILES




VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	25/10/16

NOTIAS:

-  **C1** INDICA CIMIENTO DE APARTARRAYOS A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  **C2** INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  **C3** INDICA CIMIENTO DE SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA DOS UNIDADES POR FASE
-  **C4** INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  **C4.1** INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA MONOPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  **C5** INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIDAD POR FASE
-  **C6** INDICA CIMIENTO DE APARTARRAYOS A CONSTRUIR
-  INDICA AREA DE CONSTRUCCION EXISTENTE
-  INDICA A CONSTRUIR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
 PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO
 CONTENIDO: PLANTA GENERAL PROYECTADA

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: 1:250	FECHA: 30.10.16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:	 ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS	
CALCULÓ: M.A.C.B.			

PLANTA GENERAL PROYECTADA

Escala 1:250

VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/12/16

CONVENCIONES

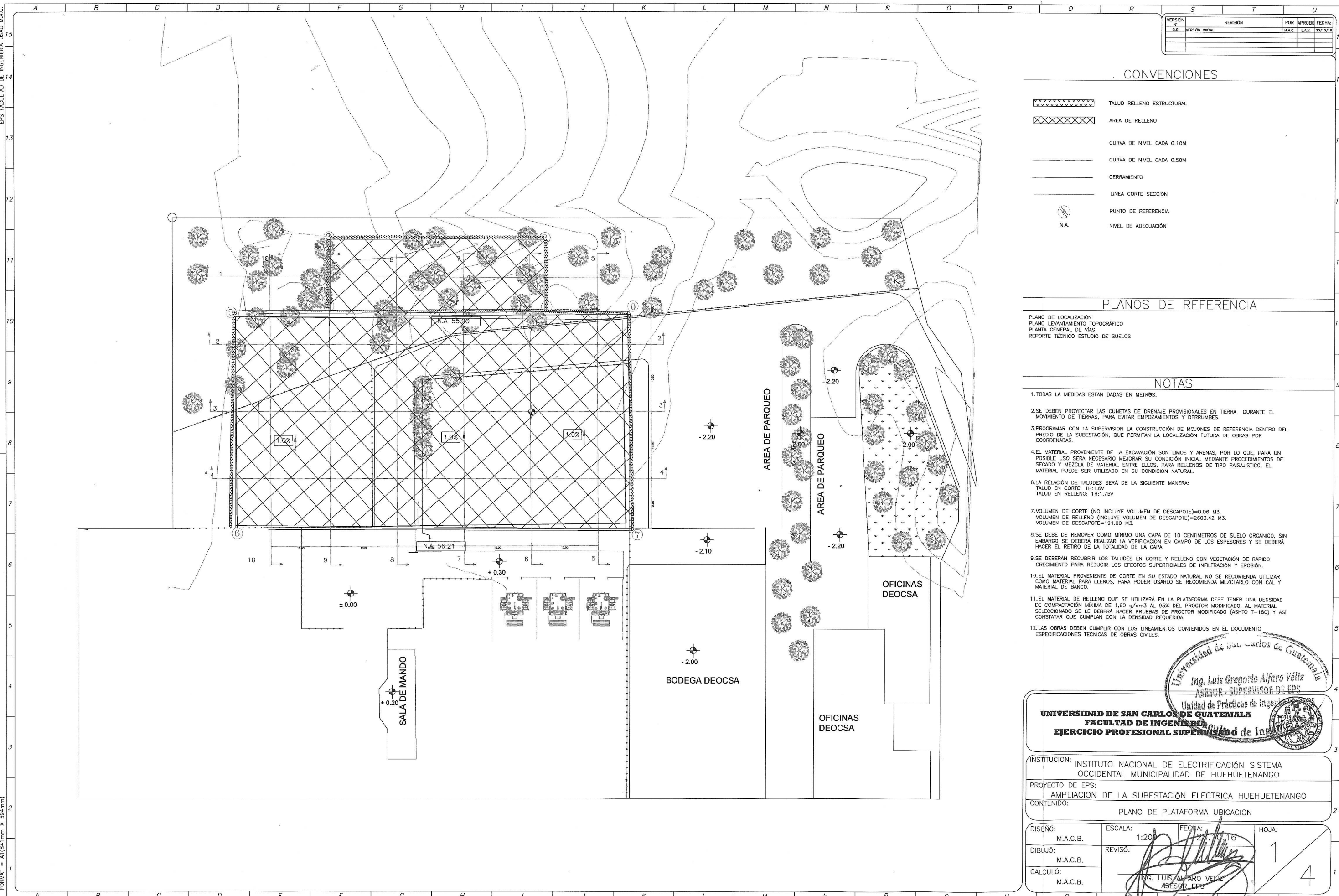
- TALUD RELLENO ESTRUCTURAL
- AREA DE RELLENO
- CURVA DE NIVEL CADA 0.10M
- CURVA DE NIVEL CADA 0.50M
- CERRAMIENTO
- LINEA CORTE SECCION
- PUNTO DE REFERENCIA
- N.A. NIVEL DE ADECUACION

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO DE LOCALIZACION
- PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
- PLANTA GENERAL DE VIAS
- REPORTE TECNICO ESTUDIO DE SUELOS

NOTAS

1. TODAS LA MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
2. SE DEBEN PROYECTAR LAS CUNETAS DE DRENAJE PROVISIONALES EN TIERRA DURANTE EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, PARA EVITAR EMPOZAMIENTOS Y DERRUMBES.
3. PROGRAMAR CON LA SUPERVISION LA CONSTRUCCION DE MOJONES DE REFERENCIA DENTRO DEL PREDIO DE LA SUBESTACION, QUE PERMITAN LA LOCALIZACION FUTURA DE OBRAS POR COORDENADAS.
4. EL MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACION SON LIMOS Y ARENAS, POR LO QUE, PARA UN POSIBLE USO SERA NECESARIO MEJORAR SU CONDICION INICIAL MEDIANTE PROCEDIMIENTOS DE SECADO Y MEZCLA DE MATERIAL ENTRE ELLOS. PARA RELLENOS DE TIPO PASAJISTICO, EL MATERIAL PUEDE SER UTILIZADO EN SU CONDICION NATURAL.
6. LA RELACION DE TALUDES SERA DE LA SIGUIENTE MANERA:
TALUD EN CORTE: 1H:1.6V
TALUD EN RELLENO: 1H:1.75V
7. VOLUMEN DE CORTE (NO INCLUYE VOLUMEN DE DESCAPOTE)=0.06 M3.
VOLUMEN DE RELLENO (INCLUYE VOLUMEN DE DESCAPOTE)=2603.42 M3.
VOLUMEN DE DESCAPOTE=191.00 M3.
8. SE DEBE DE REMOVER COMO MINIMO UNA CAPA DE 10 CENTIMETROS DE SUELO ORGANICO, SIN EMBARGO SE DEBERA REALIZAR LA VERIFICACION EN CAMPO DE LOS ESPESORES Y SE DEBERA HACER EL RETIRO DE LA TOTALIDAD DE LA CAPA
9. SE DEBERAN RECUBRIR LOS TALUDES EN CORTE Y RELLENO CON VEGETACION DE RAPIDO CRECIMIENTO PARA REDUCIR LOS EFECTOS SUPERFICIALES DE INFILTRACION Y EROSION.
10. EL MATERIAL PROVENIENTE DE CORTE EN SU ESTADO NATURAL, NO SE RECOMIENDA UTILIZAR COMO MATERIAL PARA LLENOS, PARA PODER USARLO SE RECOMIENDA MEZCLARLO CON CAL Y MATERIAL DE BANCO.
11. EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE UTILIZARA EN LA PLATAFORMA DEBE TENER UNA DENSIDAD DE COMPACTACION MINIMA DE 1.60 g/cm3 AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO, AL MATERIAL SELECCIONADO SE LE DEBERA HACER PRUEBAS DE PROCTOR MODIFICADO (ASHTO T-180) Y ASI CONSTATAR QUE CUMPLAN CON LA DENSIDAD REQUERIDA.
12. LAS OBRAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LINEAMIENTOS CONTENIDOS EN EL DOCUMENTO ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OBRAS CIVILES.

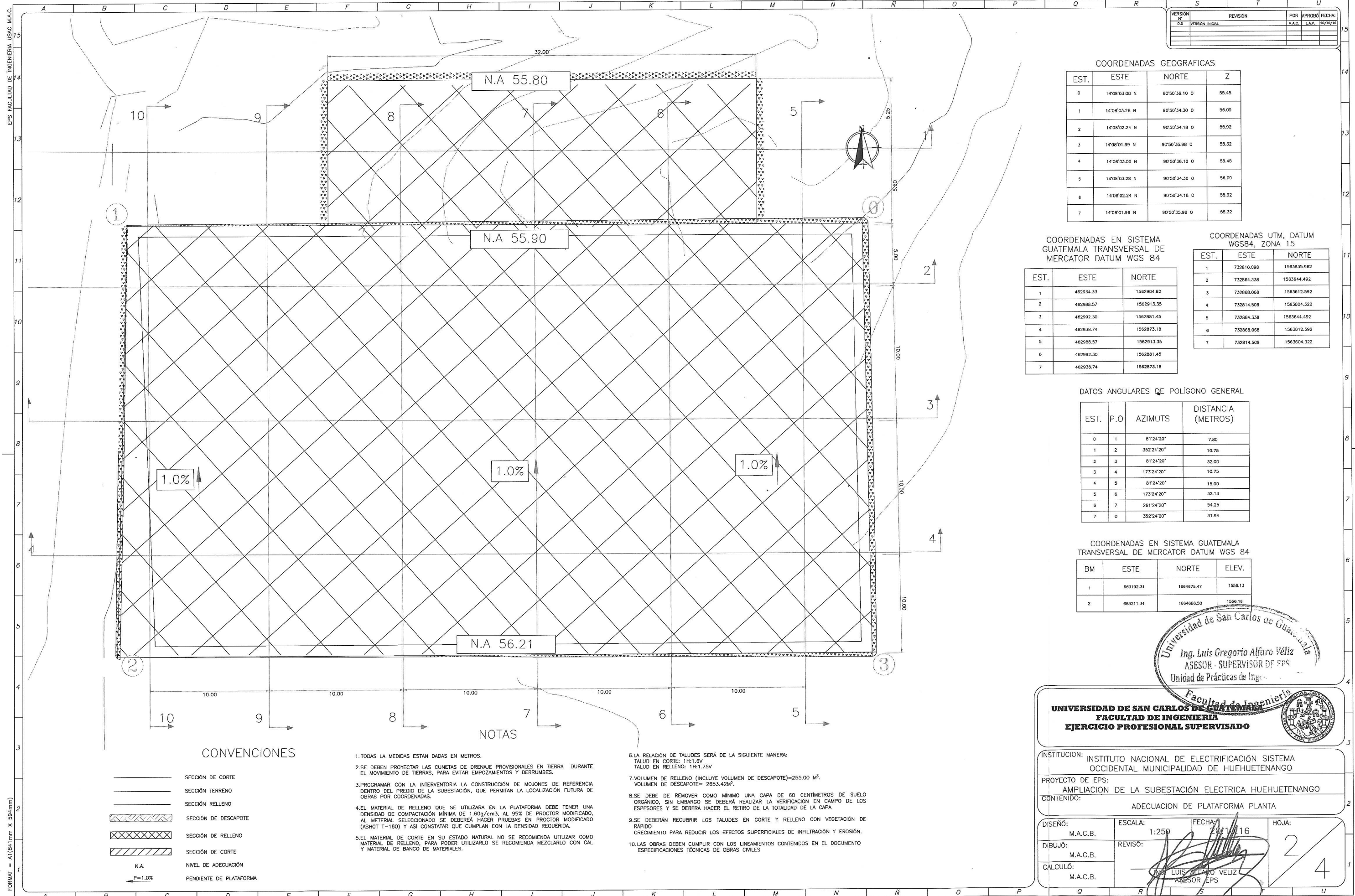


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
 ASesor SUPERVISOR DE EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE INGENIERIA

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
 PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO
 CONTENIDO: PLANO DE PLATAFORMA UBICACION

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: 1:200	FECHA: 20/12/16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASesor EPS		



VERSION	REVISION	FOR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	26/10/16

COORDENADAS GEOGRAFICAS

EST.	ESTE	NORTE	Z
0	14°08'03.00 N	90°50'36.10 O	55.45
1	14°08'03.28 N	90°50'34.30 O	56.09
2	14°08'02.24 N	90°50'34.18 O	55.92
3	14°08'01.99 N	90°50'35.98 O	55.32
4	14°08'03.00 N	90°50'36.10 O	55.45
5	14°08'03.28 N	90°50'34.30 O	56.09
6	14°08'02.24 N	90°50'34.18 O	55.92
7	14°08'01.99 N	90°50'35.98 O	55.32

COORDENADAS EN SISTEMA GUATEMALA TRANSVERSAL DE MERCATOR DATUM WGS 84

EST.	ESTE	NORTE
1	462934.33	1562904.82
2	462988.57	1562913.35
3	462992.30	1562881.45
4	462938.74	1562873.18
5	462988.57	1562913.35
6	462992.30	1562881.45
7	462938.74	1562873.18

COORDENADAS UTM, DATUM WGS84, ZONA 15

EST.	ESTE	NORTE
1	732810.098	1563635.962
2	732864.338	1563644.492
3	732868.068	1563612.592
4	732814.508	1563604.322
5	732864.338	1563644.492
6	732868.068	1563612.592
7	732814.508	1563604.322

DATOS ANGULARES DE POLIGONO GENERAL

EST.	P.O	AZIMUTS	DISTANCIA (METROS)
0	1	81°24'20"	7.80
1	2	352°24'20"	10.75
2	3	81°24'20"	32.00
3	4	173°24'20"	10.75
4	5	81°24'20"	15.00
5	6	173°24'20"	32.13
6	7	261°24'20"	54.25
7	0	352°24'20"	51.94

COORDENADAS EN SISTEMA GUATEMALA TRANSVERSAL DE MERCATOR DATUM WGS 84

BM	ESTE	NORTE	ELEV.
1	663192.31	1664675.47	1556.13
2	663211.34	1664666.50	1556.16

CONVENCIONES

	SECCIÓN DE CORTE
	SECCIÓN TERRENO
	SECCIÓN RELLENO
	SECCIÓN DE DESCAPOTE
	SECCIÓN DE RELLENO
	SECCIÓN DE CORTE
N.A.	NIVEL DE ADECUACIÓN
P=1.0%	PENDIENTE DE PLATAFORMA

- NOTAS**
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
 - SE DEBEN PROYECTAR LAS CUNETAS DE DRENAJE PROVISIONALES EN TIERRA DURANTE EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, PARA EVITAR EMPOZAMIENTOS Y DERRUMBES.
 - PROGRAMAR CON LA INTERVENTORIA LA CONSTRUCCIÓN DE MOJONES DE REFERENCIA DENTRO DEL PREDIO DE LA SUBESTACIÓN, QUE PERMITAN LA LOCALIZACIÓN FUTURA DE OBRAS POR COORDENADAS.
 - EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE UTILIZARA EN LA PLATAFORMA DEBE TENER UNA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN MÍNIMA DE 1.60g/cm³, AL 95% DE PROCTOR MODIFICADO, AL MATERIAL SELECCIONADO SE DEBERÁ HACER PRUEBAS EN PROCTOR MODIFICADO (ASHOT T-180) Y ASI CONSTATAR QUE CUMPLAN CON LA DENSIDAD REQUERIDA.
 - EL MATERIAL DE CORTE EN SU ESTADO NATURAL NO SE RECOMIENDA UTILIZAR COMO MATERIAL DE RELLENO, PARA PODER UTILIZARLO SE RECOMIENDA MEZCLARLO CON CAL Y MATERIAL DE BANCO DE MATERIALES.
 - LA RELACION DE TALUDES SERÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:
TALUD EN CORTE: 1H:1.6V
TALUD EN RELLENO: 1H:1.75V
 - VOLUMEN DE RELLENO (INCLUYE VOLUMEN DE DESCAPOTE)=255.00 M³.
VOLUMEN DE DESCAPOTE= 2653.42M³.
 - SE DEBE DE REMOVER COMO MÍNIMO UNA CAPA DE 60 CENTÍMETROS DE SUELO ORGÁNICO, SIN EMBARGO SE DEBERÁ REALIZAR LA VERIFICACIÓN EN CAMPO DE LOS ESPESORES Y SE DEBERÁ HACER EL RETIRO DE LA TOTALIDAD DE LA CAPA
 - SE DEBERÁN RECUBRIR LOS TALUDES EN CORTE Y RELLENO CON VEGETACIÓN DE RÁPIDO CRECIMIENTO PARA REDUCIR LOS EFECTOS SUPERFICIALES DE INFILTRACIÓN Y EROSIÓN.
 - LAS OBRAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LINEAMIENTOS CONTENIDOS EN EL DOCUMENTO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO
CONTENIDO: ADECUACION DE PLATAFORMA PLANTA

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: 1:250 FECHA: 2016/10/16 HOJA: 2/4
DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: ASesor EPS
CALCULO: M.A.C.B. ASesor EPS

FORMATO: A1(841mm X 594mm)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSIÓN	REVISIÓN	POR APROBÓ	FECHA
0.0	VERSIÓN INICIAL	M.A.C.	L.A.Y. 22/10/16

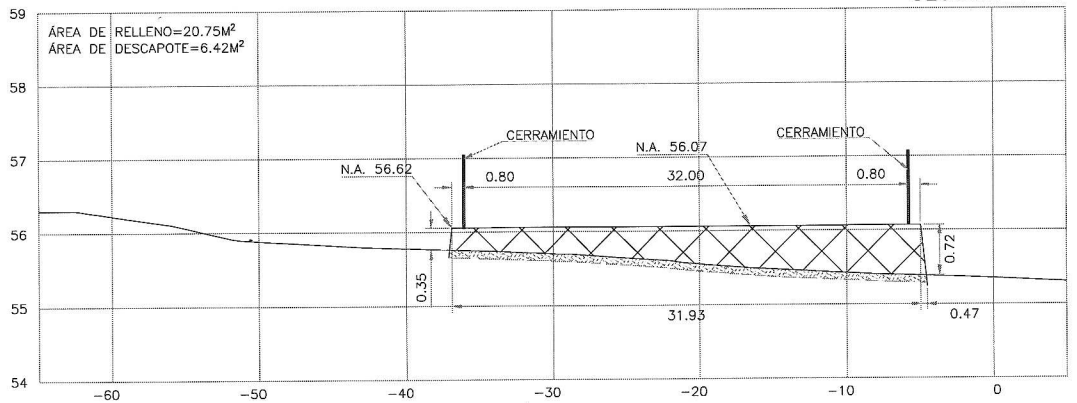
CONVENCIONES

- SECCIÓN DE CORTE
- SECCIÓN TERRENO
- SECCIÓN DE RELLENO
- SECCIÓN DE DESCAPOTE
- SECCIÓN DE CORTE
- N.A. NIVEL DE ADECUACIÓN
- P=1.0% PENDIENTE DE PLATAFORMA

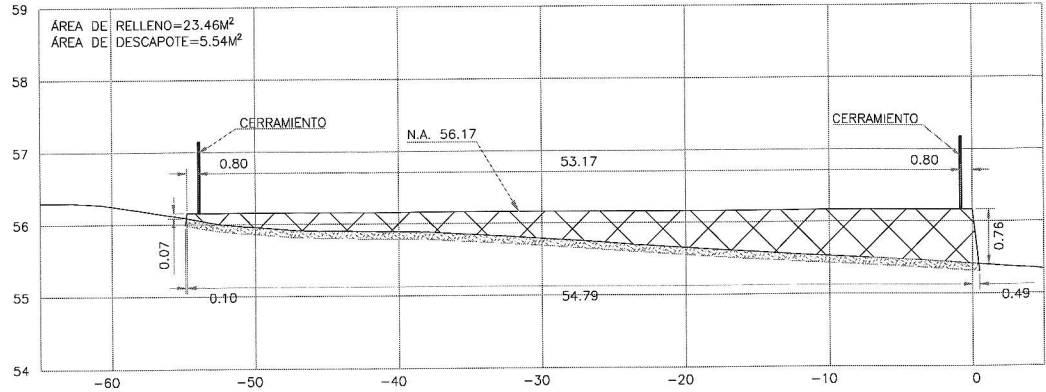
NOTAS

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
2. SE DEBEN PROYECTAR LAS CUNETAS DE DRENAJE PROVISIONALES EN TIERRA DURANTE EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, PARA EVITAR EMPOZAMIENTOS Y DERRUMBES.
3. PROGRAMAR CON LA INTERVENTORIA LA CONSTRUCCIÓN DE MOJONES DE REFERENCIA DENTRO DEL PREDIO DE LA SUBESTACIÓN, QUE PERMITAN LA LOCALIZACIÓN FUTURA DE OBRAS POR COORDENADAS.
4. EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE UTILIZARA EN LA PLATAFORMA DEBE TENER UNA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN MÍNIMA DE 1.60g/cm³, AL 95% DE PROCTOR MODIFICADO, AL MATERIAL SELECCIONADO SE DEBERÁ HACER PRUEBAS EN PROCTOR MODIFICADO (ASHOT T-180) Y ASÍ CONSTATAR QUE CUMPLAN CON LA DENSIDAD REQUERIDA.
5. EL MATERIAL DE CORTE EN SU ESTADO NATURAL NO SE RECOMIENDA UTILIZAR COMO MATERIAL DE RELLENO, PARA PODER UTILIZARLO SE RECOMIENDA MEZCLARLO CON CAL Y MATERIAL DE BANCO DE MATERIALES.
6. LA RELACION DE TALUDES SERÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:
TALUD EN CORTE: 1H:1.6V
TALUD EN RELLENO: 1H:1.75V
7. VOLUMEN DE RELLENO (INCLUYE VOLUMEN DE DESCAPOTE)=255.00 M³.
VOLUMEN DE DESCAPOTE= 2653.42M³.
8. SE DEBE DE REMOVER COMO MÍNIMO UNA CAPA DE 80 CENTÍMETROS DE SUELO ORGÁNICO, SIN EMBARGO SE DEBERÁ REALIZAR LA VERIFICACIÓN EN CAMPO DE LOS ESPESORES Y SE DEBERÁ HACER EL RETIRO DE LA TOTALIDAD DE LA CAPA.
9. SE DEBERÁN RECUBRIR LOS TALUDES EN CORTE Y RELLENO CON VEGETACIÓN DE RÁPIDO CRECIMIENTO PARA REDUCIR LOS EFECTOS SUPERFICIALES DE INFILTRACIÓN Y EROSIÓN.
10. LAS OBRAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LINEAMIENTOS CONTENIDOS EN EL DOCUMENTO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES

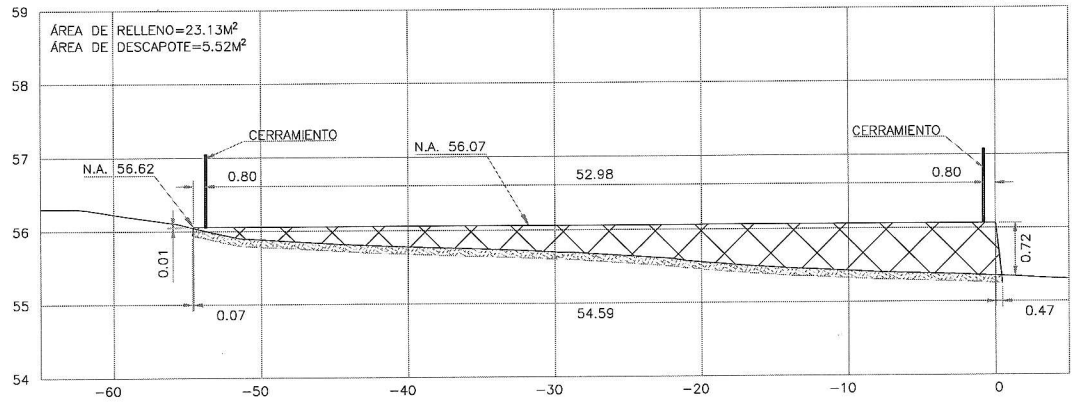
SECCIÓN 1-1



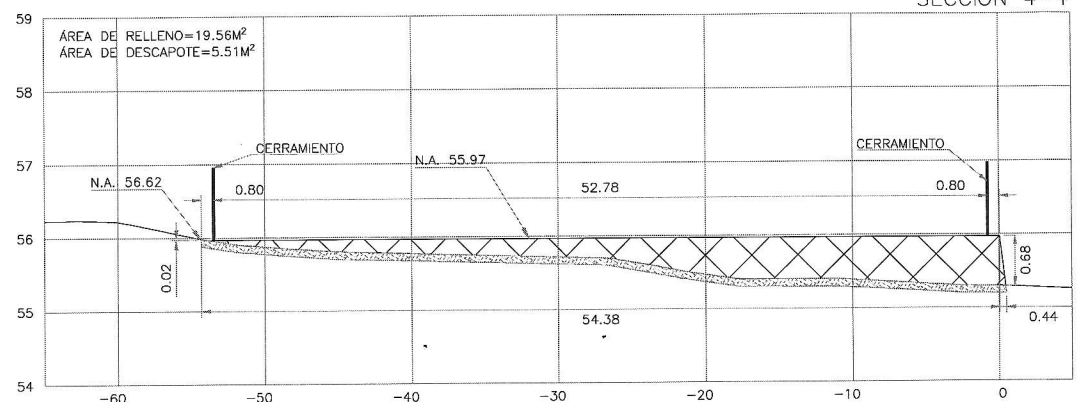
SECCIÓN 2-2



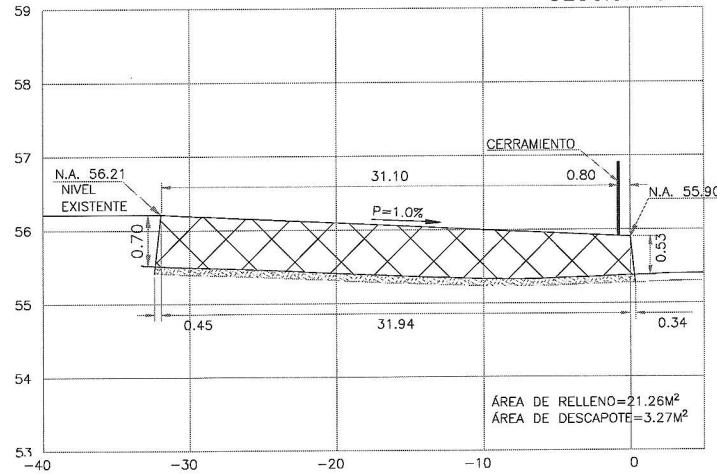
SECCIÓN 3-3



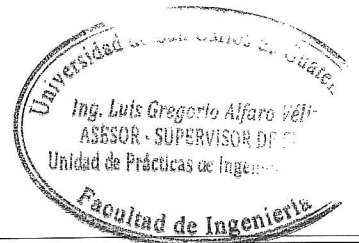
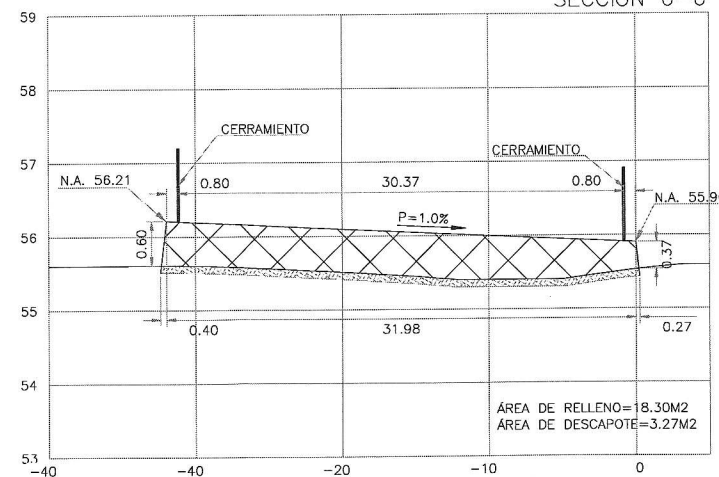
SECCIÓN 4-4



SECCIÓN 5-5



SECCIÓN 6-6



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

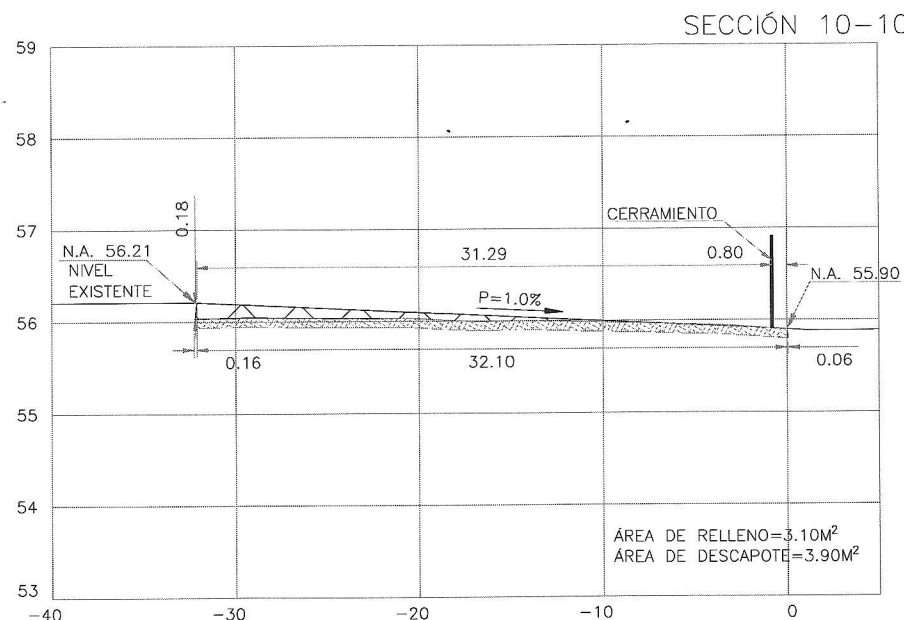
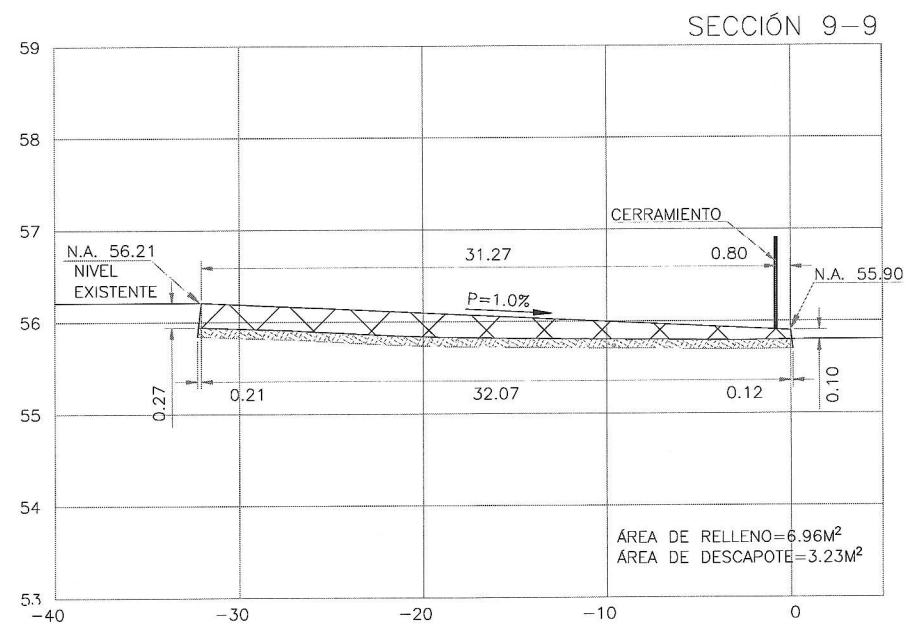
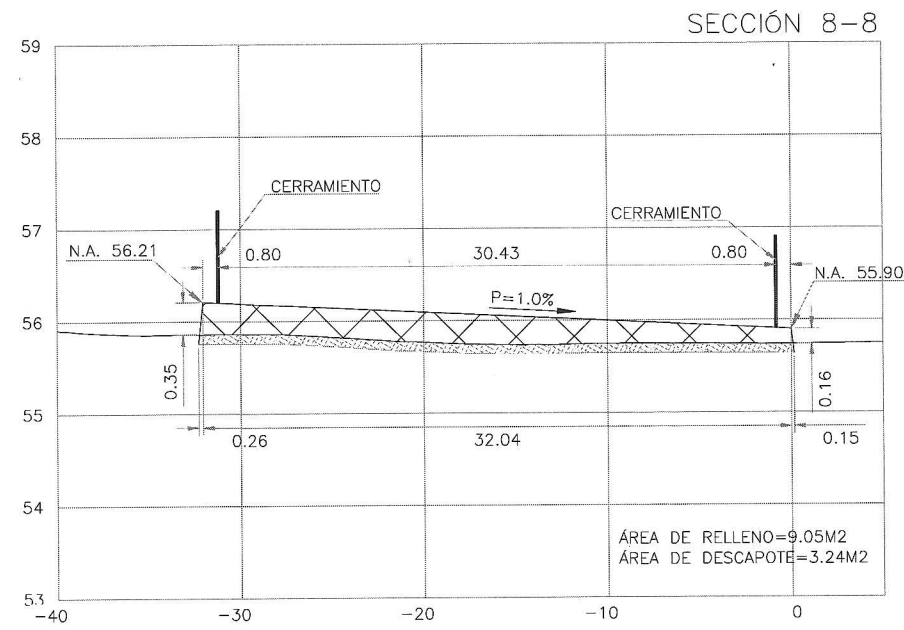
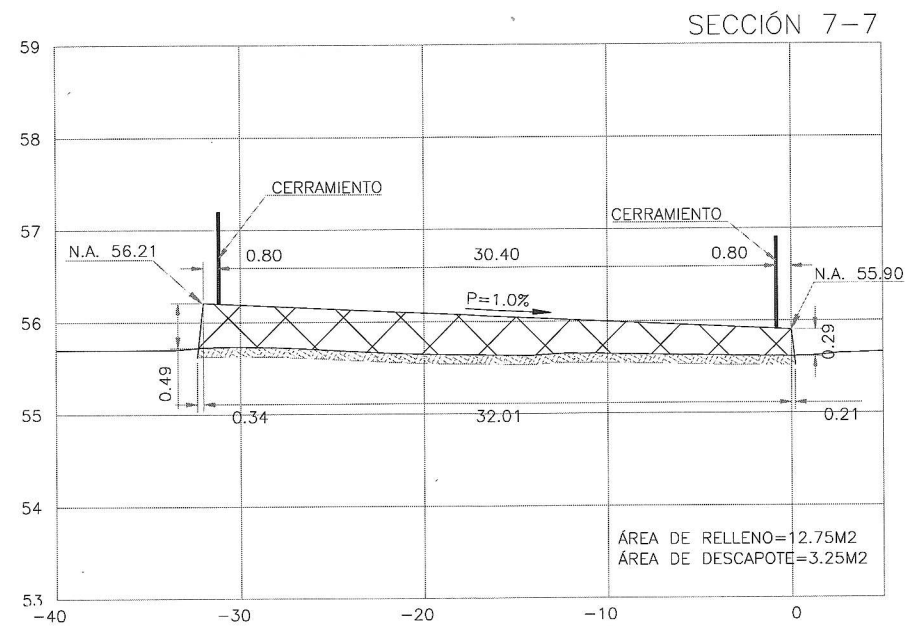
PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: ADECUACION DE PLATAFORMA PERFIL

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/10/16	HOJA: 3
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS	4
CALCULÓ: M.A.C.B.			

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION N°	REVISION	FOR	APROB	FECHA
0.0	VERSION FINAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16



CONVENCIONES

- SECCIÓN DE CORTE
- SECCIÓN TERRENO
- SECCIÓN RELLENO
- SECCIÓN DE DESCAPOTE
- SECCIÓN DE RELLENO
- SECCIÓN DE CORTE
- N.A. NIVEL DE ADECUACIÓN
- $P=1.0\%$ PENDIENTE DE PLATAFORMA

NOTAS

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
2. SE DEBEN PROYECTAR LAS CUNETAS DE DRENAJE PROVISIONALES EN TIERRA DURANTE EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, PARA EVITAR EMPUJAMIENTOS Y DERRUMBES.
3. PROGRAMAR CON LA INTERVENTORIA LA CONSTRUCCIÓN DE MOJONES DE REFERENCIA DENTRO DEL PREDIO DE LA SUBESTACIÓN, QUE PERMITAN LA LOCALIZACIÓN FUTURA DE OBRAS POR COORDENADAS.
4. EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE UTILIZARA EN LA PLATAFORMA DEBE TENER UNA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN MÍNIMA DE 1.60g/cm³, AL 95% DE PROCTOR MODIFICADO. AL MATERIAL SELECCIONADO SE DEBERÁ HACER PRUEBAS EN PROCTOR MODIFICADO (ASHOT T-180) Y ASÍ CONSTATAR QUE CUMPLAN CON LA DENSIDAD REQUERIDA.
5. EL MATERIAL DE CORTE EN SU ESTADO NATURAL NO SE RECOMIENDA UTILIZAR COMO MATERIAL DE RELLENO, PARA PODER UTILIZARLO SE RECOMIENDA MEZCLARLO CON CAL Y MATERIAL DE BANCO DE MATERIALES.
6. LA RELACIÓN DE TALUDES SERÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:
TALUD EN CORTE: 1H:1.6V
TALUD EN RELLENO: 1H:1.75V
7. VOLUMEN DE RELLENO (INCLUYE VOLUMEN DE DESCAPOTE)=255.00 M³.
VOLUMEN DE DESCAPOTE= 2653.42M³.
8. SE DEBE DE REMOVER COMO MÍNIMO UNA CAPA DE 60 CENTÍMETROS DE SUELO ORGÁNICO, SIN EMBARGO SE DEBERÁ REALIZAR LA VERIFICACIÓN EN CAMPO DE LOS ESPESORES Y SE DEBERÁ HACER EL RETIRO DE LA TOTALIDAD DE LA CAPA
9. SE DEBERÁN RECUBRIR LOS TALUDES EN CORTE Y RELLENO CON VEGETACIÓN DE RÁPIDO CRECIMIENTO PARA REDUCIR LOS EFECTOS SUPERFICIALES DE INFILTRACIÓN Y EROSIÓN.
10. LAS OBRAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LINEAMIENTOS CONTENIDOS EN EL DOCUMENTO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: ADECUACION DE PLATAFORMA PERFIL

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/10/16	HOJA: 4
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.			

VERSIÓN	REVISIÓN	FOR	APROBÓ	FECHA:
0.0	VERSIÓN INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	28/10/14

- CERRAMIENTO
- PEDESTAL

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
 PLANO DE PLATAFORMA
 PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
 PLANTA GENERAL DE VÍAS

NOTAS

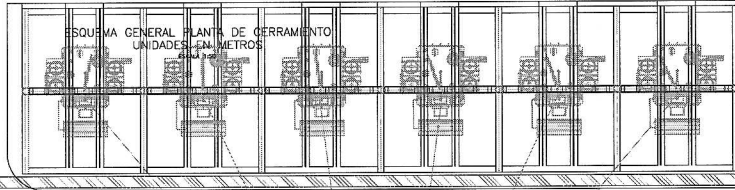
1. TODAS LAS UNIDADES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
 CONCRETO $f'c = 21$ MPa VIGA DE CIMENTACIÓN, PEDESTALES Y COLUMNAS
 REFUERZO Y PERNOS $f_y = 420$ MPa
 SOLADOS: $f'c = 14$ MPa
 MORTERO: $f'm = 17,5$ MPa
 MAMPOSTERÍA: $f'm = 5,5$ MPa
 TUBERÍA COMERCIAL NORMA AISI/SAE1008
3. LAS DIAGONALES SERÁN SOLDADAS A LOS POSTES DE SOPORTE DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR, EN LA PARTE INFERIOR DEBERÁN QUEDAR EMBEBIDAS EN CONCRETO A UNA PROFUNDIDAD DE 600 mm.
4. LAS DIAGONALES O PIE DE AMIGO SE COLGARÁN EN AMBOS LADOS DEL POSTE, CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN HORIZONTAL Y EN LOS TRAMOS RECTOS MÁXIMO CADA 15.00 m.
5. LAS PARTES DONDE EL GALVANIZADO DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS SE HAYA DETERIORADO DURANTE SU INSTALACIÓN, SERÁN PROTEGIDAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS CAPAS DE PINTURA DE ALUMINIO, Y QUE SERÁ APROBADA POR LA SUPERVISIÓN.
6. PARA SOLDADURA UTILIZAR ELECTRODO TIPO E-6011.
7. SE DEBERÁN CONSTRUIR JUNTAS DE DILATACIÓN MÁXIMO CADA 21.0 m EN LAS VIGAS DE FUNDACIÓN.
8. LA FIJACIÓN DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR SERÁ CON TENSOR EN ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 8, IRÁ ENTRETEJIDO EN LA MALLA, EL ALAMBRE IRÁ EMBEBIDO EN EL CONCRETO DE BOMBO EN LA PARTE INFERIOR.
9. LA MALLA SERÁ EN ARCO ESLABONADO EN CALIENTE POR DOBLE INMERSIÓN, CALIBRE 10 CON TEJIDO DE 50 x 50 mm.
10. LA REJILLA PARA EL PASO DE AGUA SERÁ GALVANIZADA EN CALIENTE Y SE FUJARÁ AL MURO CON MORTERO DE PEGA. LA ALTURA DE LA REJILLA SERÁ A NIVEL DEL TERRENO CON RESPECTO A LA PARTE INFERIOR.
11. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 70 kN/m² A 1.00m DE PROFUNDIDAD.
12. EL BORDE INFERIOR DE LA REJILLA DEBERÁ COINCIDIR CON EL NIVEL DEL TERRENO.
13. LA MALLA ESLABONADA SERÁ FIJADA A LOS POSTES POR UNA PL. PISA MALLA DE 1/8"x1/2" GALVANIZADA O PROTEJIDA COMO LO INDICA LA NOTA 5.
14. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 2" SERÁ DE 2.60 MILÍMETROS.
15. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 3" SERÁ DE 4.00 MILÍMETROS.
16. EL GROSOR DE RECUBRIMIENTO DEL GALVANIZADO SERÁ COMO MÍNIMO DE 50 MICRAS PARA TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE COMPONEN EL CERRAMIENTO.
17. TODAS LAS ARISTAS VISIBLES DE LAS COLUMNAS EN PARTE FRONTAL DE LA SUBESTACIÓN TENDRÁN UN CHAFLÁN DE 20 X 20.

AREA DE PARQUEO

AREA DE PARQUEO

BODEGA DEOCSA

OFICINA DEOCSA



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado
 Unidad de Ingeniería

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
 PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO
 CONTENIDO: PLANO DE CERRAMIENTO PLANTA ACOTADA

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/10/16	HOJA: 1
DIBUJO: M.A.C.B.	REVISÓ:	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS	3
CALCULO: M.A.C.B.			

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION N°	REVISION	POR	AFROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.E.	LAV.	20/10/10

CONVENCIONES

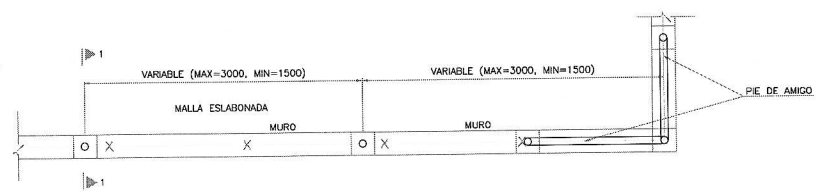
- MALLA ESLABONADA
 - SUELO
 - CONCRETO POBRE
 - CONCRETO ESTRUCTURAL
 - ALAMBRE DE PÓAS
- MÁX. MÁXIMO
MÍN. MÍNIMO
E ESTRIBOS

PLANOS DE REFERENCIA

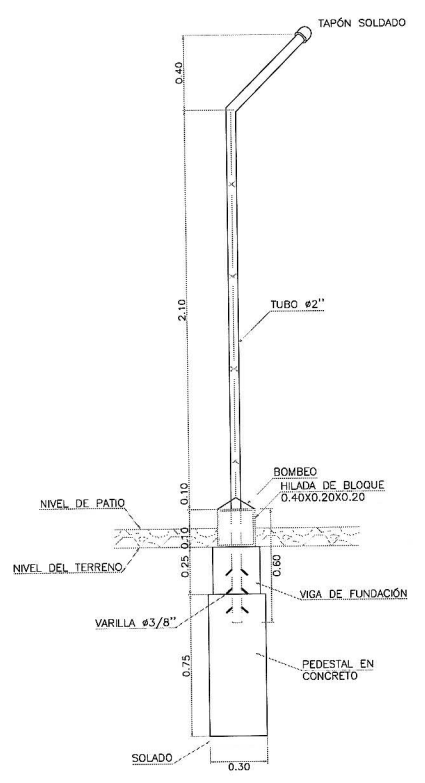
- PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- PLANO DE PLATAFORMA
- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANTA GENERAL DE VÍAS

NOTAS

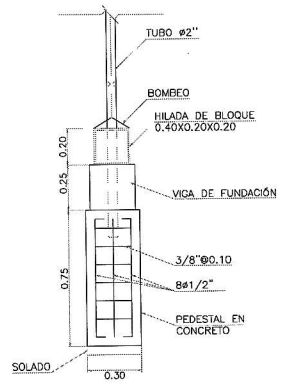
1. TODAS LAS UNIDADES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
CONCRETO: $f_c = 21 \text{ MPa}$ VIGA DE CIMENTACIÓN, PEDESTALES Y COLUMNAS
REFUERZO Y PERNOS $f_y = 420 \text{ MPa}$
SOLADO: $f_c = 14 \text{ MPa}$
MORTERO: $f_c = 17,5 \text{ MPa}$
MAMPOSTERIA: $f_m = 5,5 \text{ MPa}$
TUBERÍA COMERCIAL NORMA AISI/SAE1008
3. LAS DIAGONALES SERÁN SOLDADAS A LOS POSTES DE SOPORTE DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR, EN LA PARTE INFERIOR DEBERÁN QUEDAR EMBEBIDAS EN CONCRETO A UNA PROFUNDIDAD DE 600 mm.
4. LAS DIAGONALES O PIE DE AMIGO SE COLOCARÁN EN AMBOS LADOS DEL POSTE, CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN HORIZONTAL Y EN LOS TRAMOS RECTOS MÁXIMO CADA 15.00 m.
5. LAS PARTES DONDE EL GALVANIZADO DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS SE HAYA DEGRADADO DURANTE SU INSTALACIÓN, SERÁN PROTEGIDAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS CAPAS DE PINTURA DE ALUMINIO, Y QUE SERÁ APROBADA POR LA SUPERVISIÓN.
6. PARA SOLDADURA UTILIZAR ELECTRODO TIPO E-6011.
7. SE DEBERÁN CONSTRUIR JUNTAS DE DILATACIÓN MÁXIMO CADA 21.0 m EN LAS VIGAS DE FUNDACIÓN.
8. LA FIJACIÓN DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR SERÁ CON TENSOR EN ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 8, IRÁ ENTRETEJIDO EN LA MALLA, EL ALAMBRE IRÁ EMBEBIDO EN EL CONCRETO DE BOMBEO EN LA PARTE INFERIOR.
9. LA MALLA SERÁ EN ARCO ESLABONADO EN CALIENTE POR DOBLE INMERSIÓN, CALIBRE 10 CON TEJIDO DE 50 x 50 mm.
10. LA REJILLA PARA EL PASO DE AGUA SERÁ GALVANIZADA EN CALIENTE Y SE FIJARÁ AL MURO CON MORTERO DE PEGA. LA ALTURA DE LA REJILLA SERÁ A NIVEL DEL TERRENO CON RESPECTO A LA PARTE INFERIOR.
11. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 70 kN/m^2 A 1.00m DE PROFUNDIDAD.
12. EL BORDE INFERIOR DE LA REJILLA DEBERÁ COINCIDIR CON EL NIVEL DEL TERRENO.
13. LA MALLA ESLABONADA SERÁ FIJADA A LOS POSTES POR UNA PL PISA MALLA DE 1/8"x1/2" GALVANIZADA O PROTEJIDA COMO LO INDICA LA NOTA 5.
14. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 2" SERÁ DE 2.60 MILÍMETROS.
15. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 3" SERÁ DE 4.00 MILÍMETROS.
16. EL GROSOR DE RECUBRIMIENTO DEL GALVANIZADO SERÁ COMO MÍNIMO DE 50 MICRAS PARA TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE COMPONEN EL CERRAMIENTO.
17. TODAS LAS ARISTAS VISIBLES DE LAS COLUMNAS EN PARTE FRONTAL DE LA SUBESTACIÓN TENDRÁN UN CHAFLÁN DE 20 x 20.



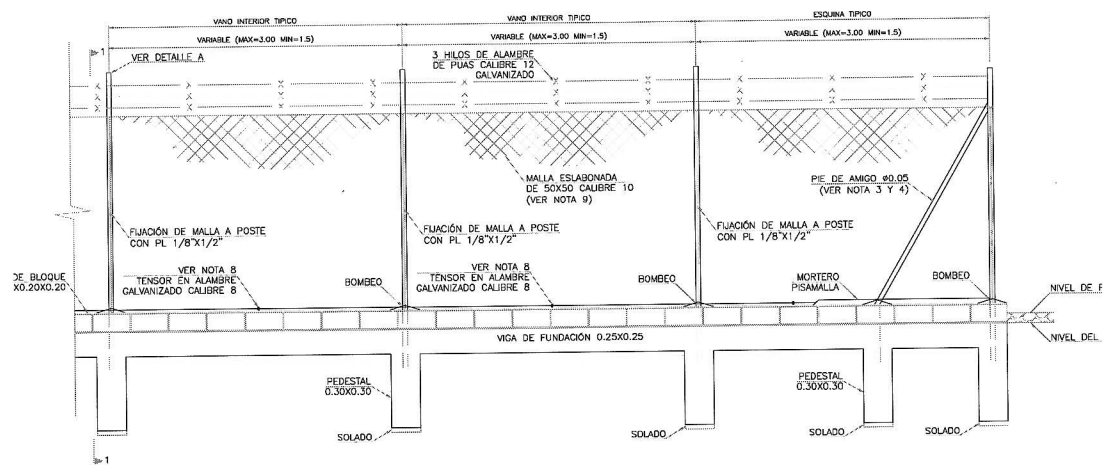
**CERCO DE MALLA ESLABONADA
PLANTA Y ESQUINA**
ESCALA 1:25



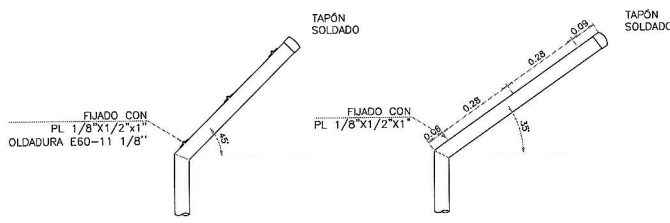
**CERCO DE MALLA ESLABONADA
SECCIÓN 1-1**
ESCALA 1:15



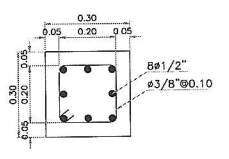
**SECCIÓN TÍPICA
REFUERZO PEDESTAL**
ESCALA 1:15



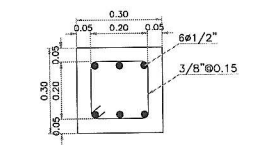
**CERCO DE MALLA ESLABONADA
ELEVACIÓN**
ESCALA 1:25



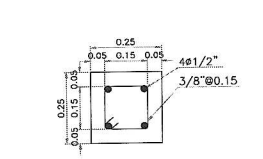
DETALLE A
ESCALA 1:10



**SECCIÓN TÍPICA
REFUERZO PEDESTAL**



**SECCIÓN TÍPICA
VIGA DE FUNDACIÓN**



**SECCIÓN TÍPICA
VIGA DE FUNDACIÓN**

BARRAS DE ACERO - GANCOS

BARRA	DIÁMETRO		D	A 90°				A 135°				A 180°				Id_Gancho TRACCIÓN
	N°	[pulg]		[mm]	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G		
#3	3/8	9,5	5,7	11,4	17	5,7	11	6,5	12	15						
#4	1/2	12,7	7,6	15,2	23	7,6	15	6,5	14	20						
#5	5/8	15,9	9,5	19,1	29	9,5	19	6,5	16	24						
#6	3/4	19,1	11,4	22,9	34	11,4	23	7,6	19	29						
#7	7/8	22,2	13,3	26,7	40	13,3	27	8,9	22	34						
#8	1"	25,4	15,2	30,5	46	15,2	30	10,2	25	39						
#10	1 1/4"	31,8	25,4	38,1	64	19,1	44	12,7	38	49						

Barra	Diámetro (d _b)		Área	Masa	Longitudes cm (Concretos de f'c 21 Mpa)			
	[in]	[mm]			Longitud de Desarrollo	Longitud de Empalme		
N°			[cm ²]	[Kg/m]	Id_TRACCIÓN	Id_COMPRESIÓN	Compresión	Tracción
#3	3/8	9,5	0,71	0,560	42	21	28	54
#4	1/2	12,7	1,27	0,994	55	28	37	72
#5	5/8	15,9	1,98	1,552	69	35	47	90
#6	3/4	19,1	2,85	2,235	83	42	56	108
#7	7/8	22,2	3,88	3,042	120	49	65	156
#8	1	25,4	5,07	3,973	137	56	75	178
#10	1 1/4	32,3	8,19	6,404	174	71	95	226

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE LA CABAÑA DE SAN CARLOS

PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE LA CABAÑA DE SAN CARLOS

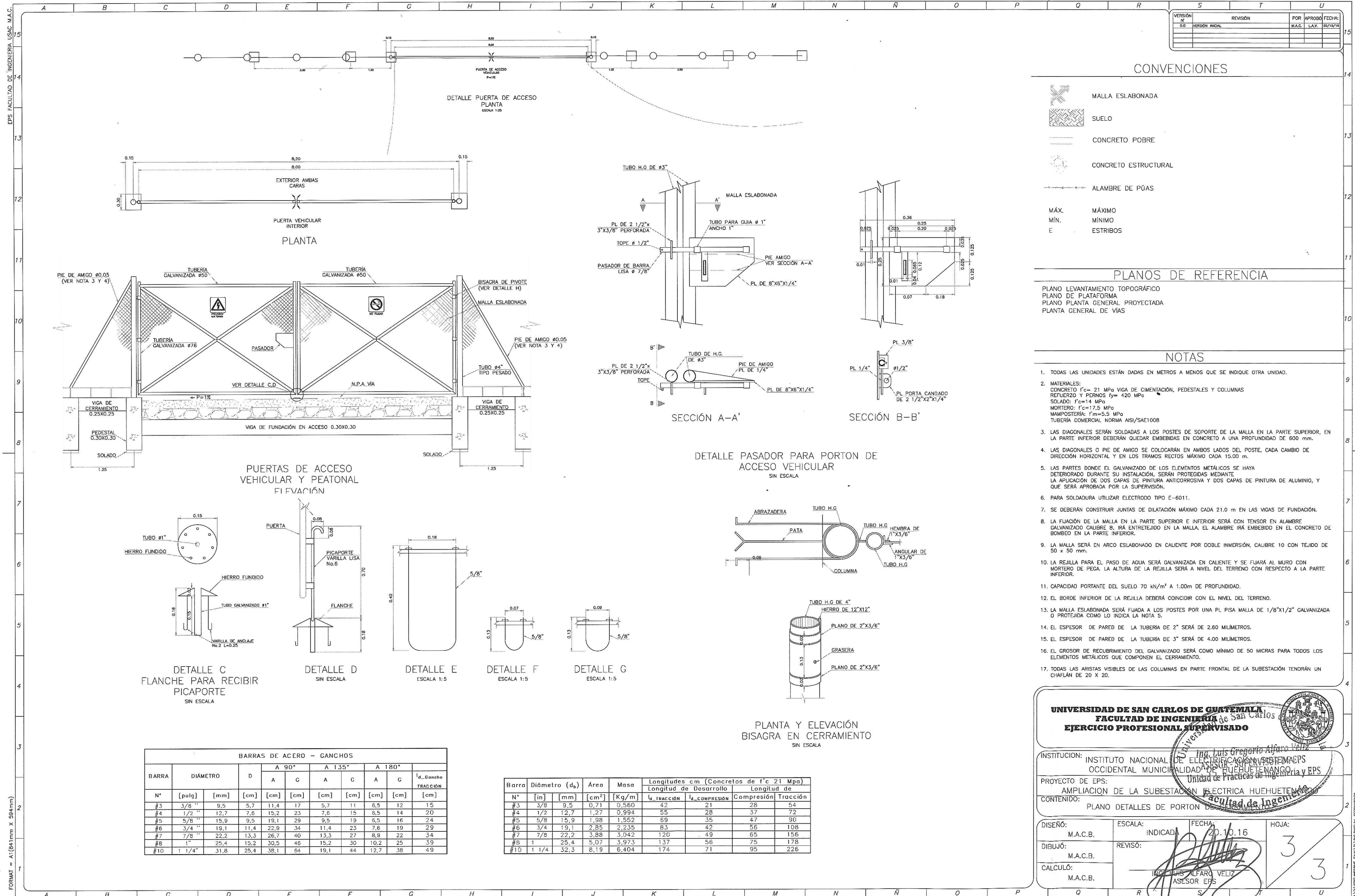
CONTENIDO: PLANO DETALLES DE CERRAMIENTO

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ:

CALCULÓ: M.A.C.B.

ASESOR EPS



VERSION	REVISION	FOR	APROBÓ	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	20/10/16

CONVENCIONES

- MALLA ESLABONADA
- SUELO
- CONCRETO POBRE
- CONCRETO ESTRUCTURAL
- ALAMBRE DE PÓAS
- MÁX. MÁXIMO
- MÍN. MÍNIMO
- E ESTRIBOS

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- PLANO DE PLATAFORMA
- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANTA GENERAL DE VÍAS

NOTAS

1. TODAS LAS UNIDADES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
CONCRETO $f'_c = 21$ MPa VIGA DE CIMENTACIÓN, PEDESTALES Y COLUMNAS
REFUERZO Y PERNOS $f_y = 420$ MPa
SOLADO: $f'_c = 14$ MPa
MORTERO: $f'_c = 17.5$ MPa
MAPOSTERÍA: $f'_m = 5.5$ MPa
TUBERÍA COMERCIAL NORMA AISI/SAE1008
3. LAS DIAGONALES SERÁN SOLDADAS A LOS POSTES DE SOPORTE DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR, EN LA PARTE INFERIOR DEBERÁN QUEDAR EMBEBIDAS EN CONCRETO A UNA PROFUNDIDAD DE 600 mm.
4. LAS DIAGONALES O PIE DE AMIGO SE COLOCARÁN EN AMBOS LADOS DEL POSTE, CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN HORIZONTAL Y EN LOS TRAMOS RECTOS MÁXIMO CADA 15.00 m.
5. LAS PARTES DONDE EL GALVANIZADO DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS SE HAYA DETERIORADO DURANTE SU INSTALACIÓN, SERÁN PROTEGIDAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS CAPAS DE PINTURA DE ALUMINIO, Y QUE SERÁ APROBADA POR LA SUPERVISIÓN.
6. PARA SOLDADURA UTILIZAR ELECTRODO TIPO E-6011.
7. SE DEBERÁN CONSTRUIR JUNTAS DE DILATACIÓN MÁXIMO CADA 21.0 m EN LAS VIGAS DE FUNDACIÓN.
8. LA FIJACIÓN DE LA MALLA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR SERÁ CON TENSOR EN ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE B, IRÁ ENTRETEJIDO EN LA MALLA. EL ALAMBRE IRÁ EMBEBIDO EN EL CONCRETO DE BOMBO EN LA PARTE INFERIOR.
9. LA MALLA SERÁ EN ARCO ESLABONADO EN CALIENTE POR DOBLE INMERSIÓN, CALIBRE 10 CON TEJIDO DE 50 x 50 mm.
10. LA REJILLA PARA EL PASO DE AGUA SERÁ GALVANIZADA EN CALIENTE Y SE FIJARÁ AL MURO CON MORTERO DE PEGA. LA ALTURA DE LA REJILLA SERÁ A NIVEL DEL TERRENO CON RESPECTO A LA PARTE INFERIOR.
11. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 70 kN/m² A 1.00m DE PROFUNDIDAD.
12. EL BORDE INFERIOR DE LA REJILLA DEBERÁ COINCIDIR CON EL NIVEL DEL TERRENO.
13. LA MALLA ESLABONADA SERÁ FIJADA A LOS POSTES POR UNA PL. PISA MALLA DE 1/8"x1/2" GALVANIZADA O PROTEJIDA COMO LO INDICA LA NOTA 5.
14. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 2" SERÁ DE 2.60 MILÍMETROS.
15. EL ESPESOR DE PARED DE LA TUBERÍA DE 3" SERÁ DE 4.00 MILÍMETROS.
16. EL GROSOR DE RECUBRIMIENTO DEL GALVANIZADO SERÁ COMÍNIMO DE 50 MICRAS PARA TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE COMPONEN EL CERRAMIENTO.
17. TODAS LAS ARISTAS VISIBLES DE LAS COLUMNAS EN PARTE FRONTAL DE LA SUBESTACIÓN TENDRÁN UN CHAFLÁN DE 20 X 20.

BARRAS DE ACERO - GANCHOS										
BARRA	DIÁMETRO	D	A 90°		A 135°		A 180°		L _d Gancho TRACCIÓN	
			A	G	A	G	A	G		
#3	3/8"	9.5	5.7	11.4	17	5.7	11	6.5	12	15
#4	1/2"	12.7	7.6	15.2	23	7.6	15	6.5	14	20
#5	5/8"	15.9	9.5	19.1	29	9.5	19	6.5	16	24
#6	3/4"	19.1	11.4	22.9	34	11.4	23	7.6	19	29
#7	7/8"	22.2	13.3	26.7	40	13.3	27	8.9	22	34
#8	1"	25.4	15.2	30.5	46	15.2	30	10.2	25	39
#10	1 1/4"	31.8	25.4	38.1	64	19.1	44	12.7	38	49

Barra	Diámetro (d _b)	Área	Masa	Longitudes cm (Concretos de f'c 21 Mpa)		
				Longitud de Desarrollo	Longitud de Tracción	Longitud de Compresión
#3	3/8	9.5	0.71	0.560	42	21
#4	1/2	12.7	1.27	0.994	55	28
#5	5/8	15.9	1.98	1.552	69	35
#6	3/4	19.1	2.85	2.235	83	42
#7	7/8	22.2	3.88	3.042	120	49
#8	1	25.4	5.07	3.973	137	56
#10	1 1/4	32.3	8.19	6.404	174	71

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN Y SISTEMAS EPS OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE BUENAVISTA Y EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENÁNCO

CONTENIDO: PLANO DETALLES DE PORTON DE ACCESO

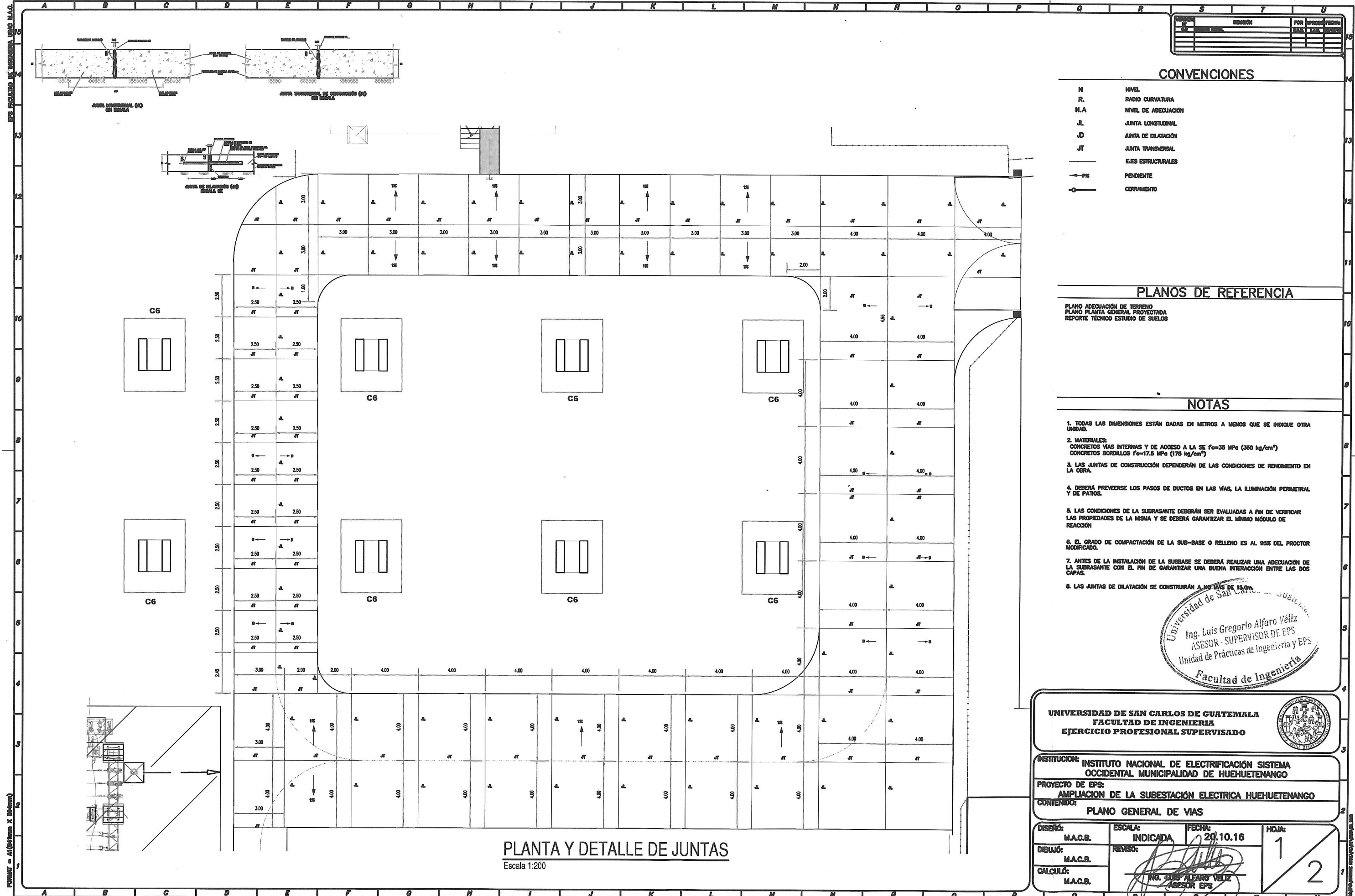
DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16 HOJA: 3/3

DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: *[Signature]*

CALCULO: M.A.C.B. INGENIERO ALFARO VELIZ ASESOR EPS

FORMAT = A1 (841mm X 594mm)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



REVISOR	FECHA	PROYECTO	HOJA

CONVENCIONES

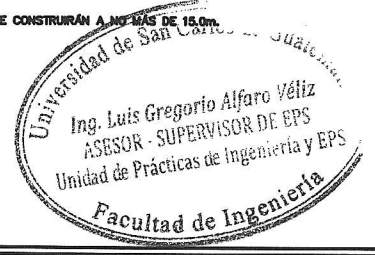
- N NIVEL
- R RADIO CURVATURA
- N.A NIVEL DE ADECUACIÓN
- JL JUNTA LONGITUDINAL
- JD JUNTA DE DILATACIÓN
- JT JUNTA TRANSVERSAL
- EJE ESTRUCTURALES
- ↘ P% PENDIENTE
- CERRAMIENTO

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO ADECUACIÓN DE TERRENO
 PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
 REPORTE TÉCNICO ESTUDIO DE SUELOS

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
 CONCRETOS VÍAS INTERNAS Y DE ACCESO A LA SE $f_c=35$ MPa (350 kg/cm²)
 CONCRETOS BORDILLOS $f_c=17.5$ MPa (175 kg/cm²)
3. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DEPENDERÁN DE LAS CONDICIONES DE RENDIMIENTO EN LA OBRAS.
4. DEBERÁ PREVERSE LOS PASOS DE DUCTOS EN LAS VÍAS, LA ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y DE PATIOS.
5. LAS CONDICIONES DE LA SUBRASANTE DEBERÁN SER EVALUADAS A FIN DE VERIFICAR LAS PROPIEDADES DE LA MISMA Y SE DEBERÁ GARANTIZAR EL MÍNIMO MÓDULO DE REACCIÓN.
6. EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE O RELLENO ES AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
7. ANTES DE LA INSTALACIÓN DE LA SUBBASE SE DEBERÁ REALIZAR UNA ADECUACIÓN DE LA SUBRASANTE CON EL FIN DE GARANTIZAR UNA BUENA INTERACCIÓN ENTRE LAS DOS CAPAS.
8. LAS JUNTAS DE DILATACIÓN SE CONSTRUIRÁN A UN MÁX DE 15.0m.



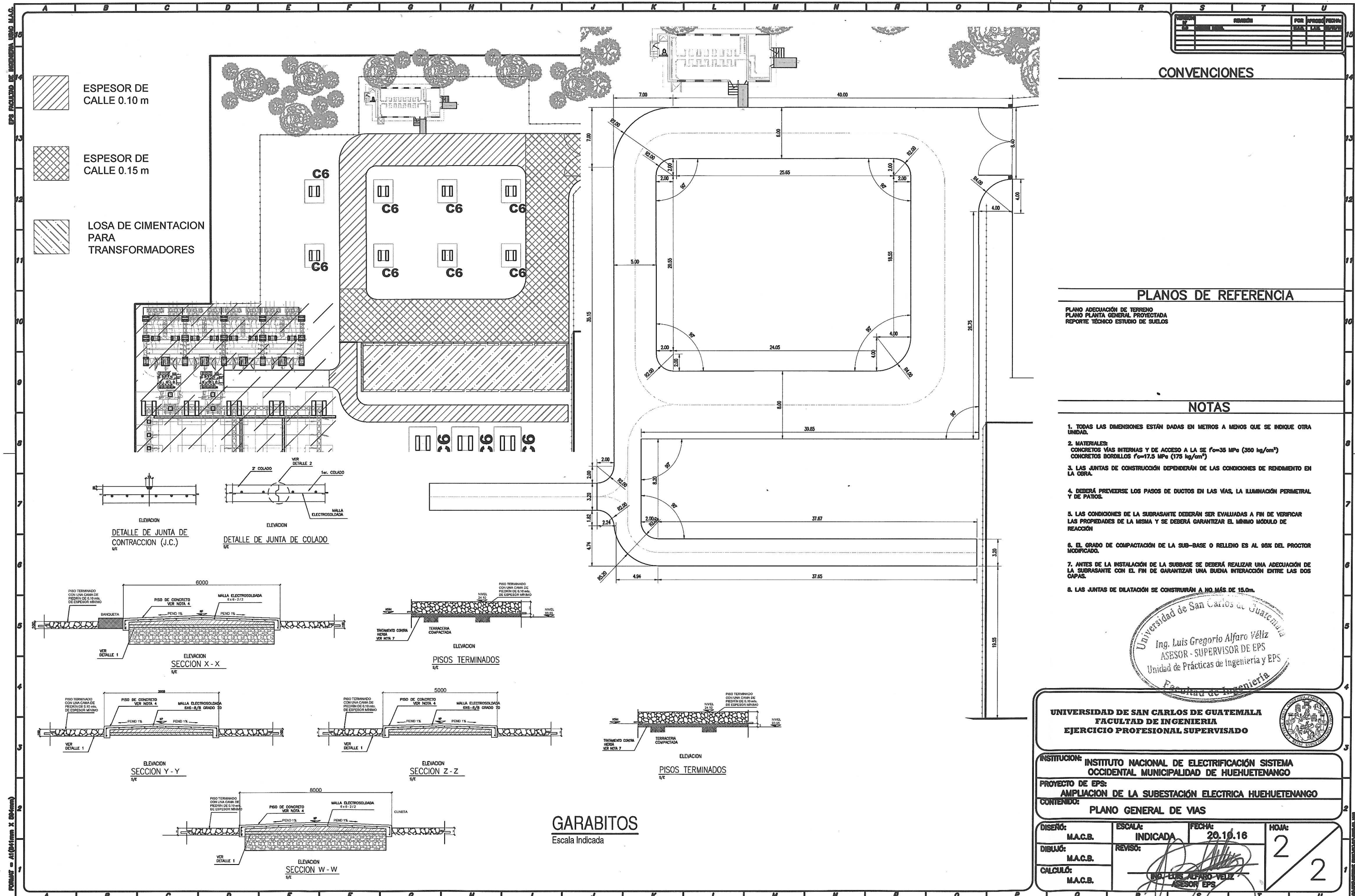
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
 PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO
 CONTENIDO: PLANO GENERAL DE VIAS

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20.10.16	HOJA: 1
DIBUJO: M.A.C.B.	REVISO:		2
CALCULO: M.A.C.B.	ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS		

PLANTA Y DETALLE DE JUNTAS
 Escala 1:200

FORMATO = A1(841mm X 594mm)



NO.	REVISIÓN	FECHA	PROYECTADO	REVISADO
1				

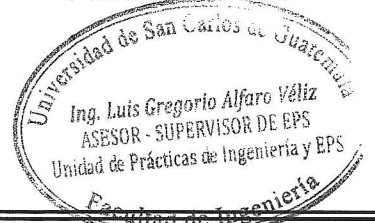
CONVENCIONES

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO ADECUACIÓN DE TERRENO
 PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
 REPORTE TÉCNICO ESTUDIO DE SUELOS

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
 CONCRETOS VÍAS INTERNAS Y DE ACCESO A LA SE $f_c=35 \text{ MPa}$ (350 kg/cm²)
 CONCRETOS BORDILLOS $f_c=17.5 \text{ MPa}$ (175 kg/cm²)
3. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DEPENDERÁN DE LAS CONDICIONES DE RENDIMIENTO EN LA OBRA.
4. DEBERÁ PREVERSE LOS PASOS DE DUCTOS EN LAS VÍAS, LA ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y DE PATIOS.
5. LAS CONDICIONES DE LA SUBRASANTE DEBERÁN SER EVALUADAS A FIN DE VERIFICAR LAS PROPIEDADES DE LA MISMA Y SE DEBERÁ GARANTIZAR EL MÍNIMO MÓDULO DE REACCIÓN
6. EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE O RELLENO ES AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
7. ANTES DE LA INSTALACIÓN DE LA SUBBASE SE DEBERÁ REALIZAR UNA ADECUACIÓN DE LA SUBRASANTE CON EL FIN DE GARANTIZAR UNA BUENA INTERACCIÓN ENTRE LAS DOS CAPAS.
8. LAS JUNTAS DE DILATACIÓN SE CONSTRUIRÁN A NO MÁS DE 15.0m.

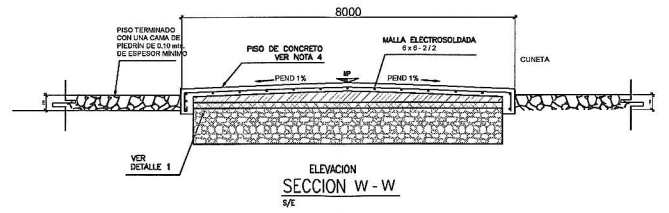
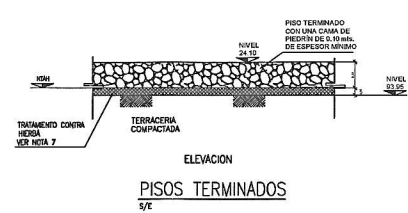
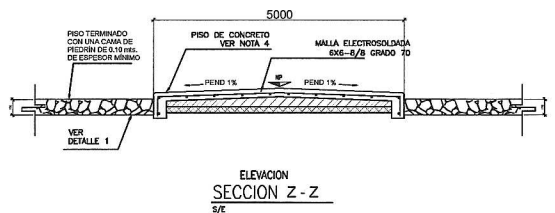
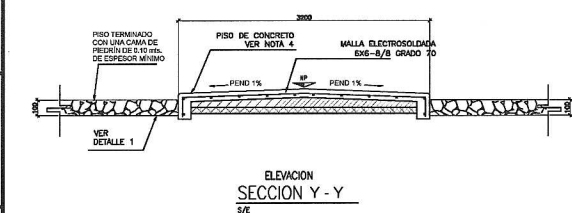
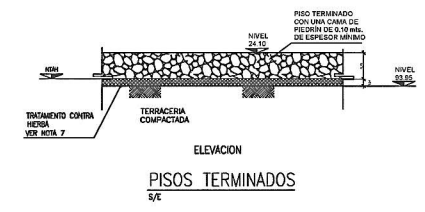
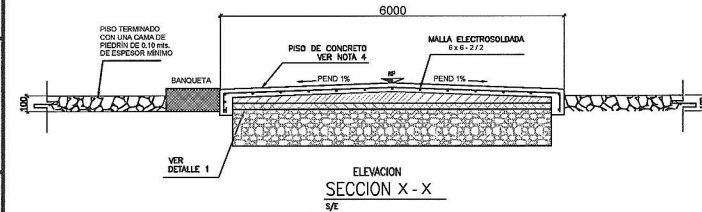
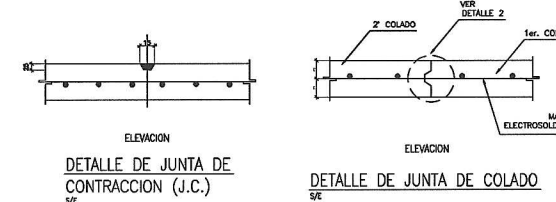


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO
CONTENIDO: PLANO GENERAL DE VIAS

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20.10.16	HOJA: 2
DIBUJO: M.A.C.B.	REVISÓ:	 LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR EPS	
CALCULO: M.A.C.B.			

GARABITOS
 Escala Indicada



FORMAT - A1 (841mm x 594mm)

VERSIÓN	REVISIÓN	POR	APROBADO	FECHA
Nº	INDIC	M.A.C.B.	LAV.	25/10/16

CONVENCIONES

- DIÁMETRO
- CAJA DE INSPECCIÓN
- ≡ LINEA FILTRO EN TUBERÍA PVC PERFORADA
- P% → PENDIENTE DE DRENAJE
- X COTA BATEA TUBERÍA
- ⊖ INICIO FILTRO
- TUBERÍA AGUA PLUVIAL EXISTENTE
- ⊕ DESIGNACIÓN FILTRO
- ⊕ DESIGNACIÓN DE CAJA
- CERRAMIENTO
- NA NIVEL ADECUACIÓN
- NPA NIVEL PATIO ACABADO

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
 PLANO DE TRINCHERAS
 REPORTE TÉCNICO ESTUDIO DE SUELOS

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
 CONCRETO $f_c=21$ MPa (210 kg/cm²)
 SOLADO $f_c=14$ MPa (140 kg/cm²)
 REFUERZO $f_y=420$ MPa (4200 kg/cm²)
3. TODO EL REFUERZO DEBE SER AMARRADO, SE PROHIBE EL USO DE SOLDADURA.
4. RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO: FUNDACIONES: 75mm.
5. TODAS LAS ARISTAS VISIBLES TENDRÁN UN CHAFLÁN DE 25 x 25 mm.
6. TODAS LAS FUNDACIONES TIENEN UN SOLADO DE CONCRETO DE 50mm.
7. LA ARENA QUE CUBRE EL MANTO GEOTEXTIL EN LOS FILTROS, DEBE SER RETIRADA EN EL MOMENTO DE COLOCAR EL MATERIAL GRANULAR DE ACABADO DE LOS PATIOS.
8. EL GEOTEXTIL DEBE SER NO TEJIDO, FABRICADO TOTALMENTE CON FILAMENTOS DE POLIPROPILENO, CON ESPESOR DE 2.03mm, TAMAÑO DE ABERTURA APARENTE IGUAL A 0.180mm, RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO DE 645N Ó 57lb Y PERMEABILIDAD IGUAL A 68X10⁻²cm/s; CUMPLIRÁ LAS NORMAS ASTM D5199, D4751, D4833 Y D4491.
9. LA PROFUNDIDAD DE LA CAJA DE INSPECCIÓN DEPENDERÁ DE LA COTA BATEA DE LA TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL EXISTENTE, ESTÁ DEBERÁ INSPECCIONARSE EN CAMPO ANTES DE REALIZAR CUALQUIER EXCAVACIÓN.
10. LAS PENDIENTES DE 0.5% QUE SE MUESTRAN EN EL PATIO, SERÁN MICROPENDIENTES QUE DEBEN SER CONSTRUIDAS EN OBRA, PARA LLEVAR LAS AGUAS A LOS FILTROS CORRESPONDIENTES.

Universidad de San Carlos
 Ing. Luis Gregorio Veliz
 ASESOR - SUPLENTE
 Unidad de Prácticas
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

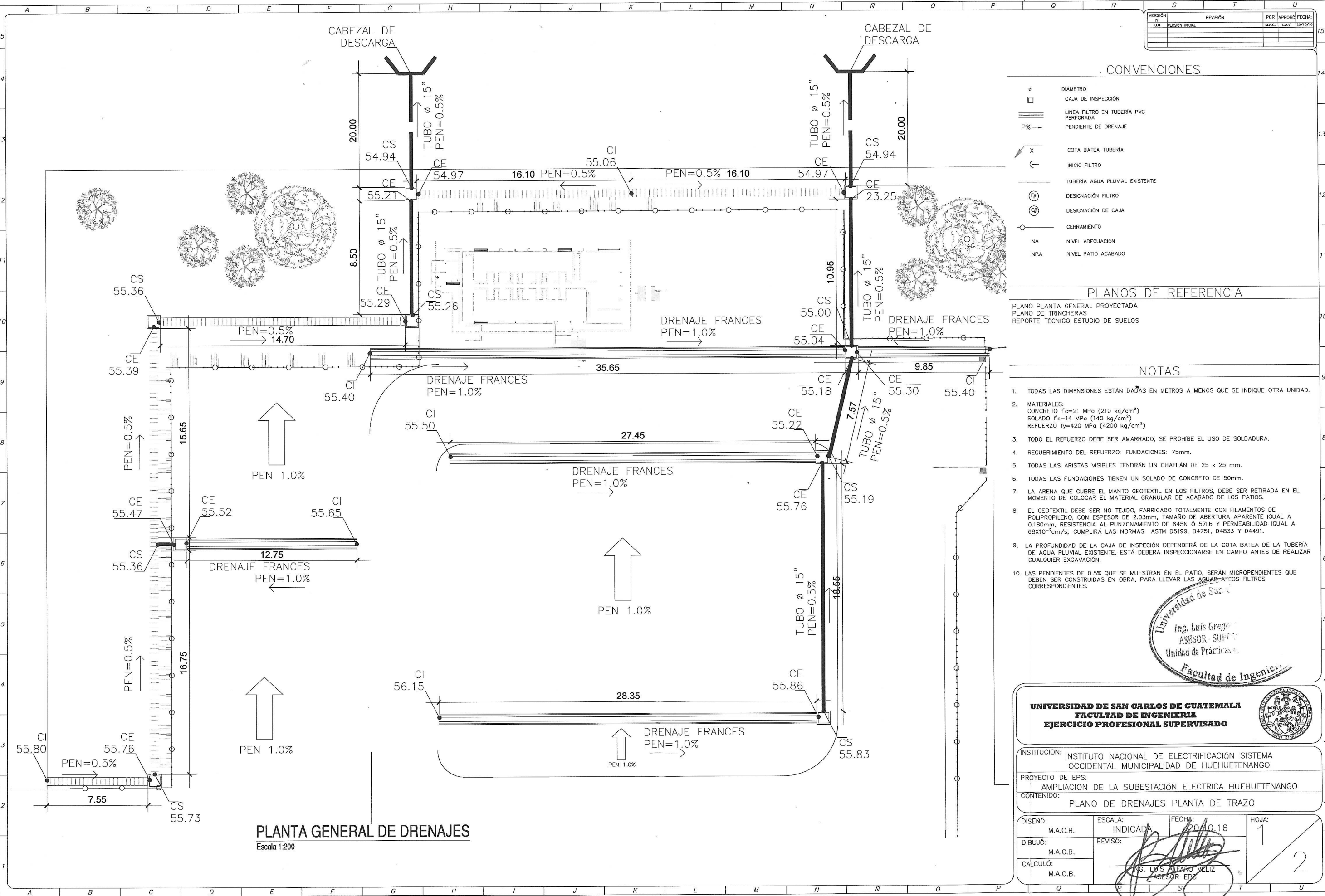


INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DE DRENAJES PLANTA DE TRAZO

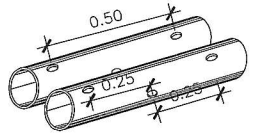
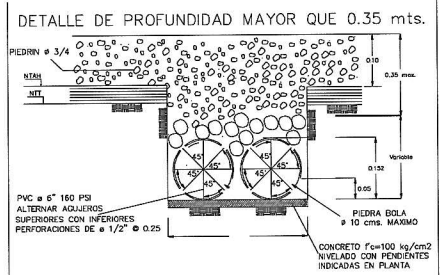
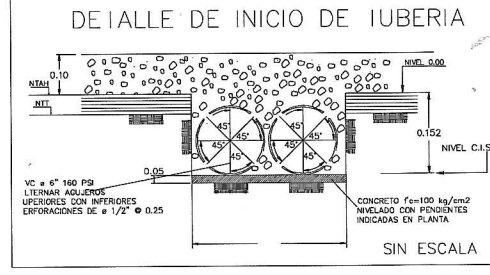
DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/10/16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		2
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS GREGORIO VELIZ ASESOR EPS		



PLANTA GENERAL DE DRENAJES
Escala 1:200

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSIÓN	REVISIÓN	POR	APROBÓ	FECHA:
0.0				



DETALLE DRENAJE FRANCES

CONVENCIONES

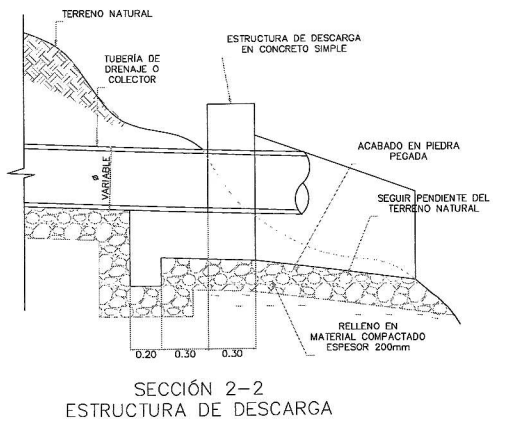
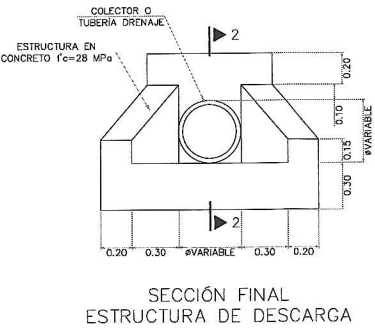
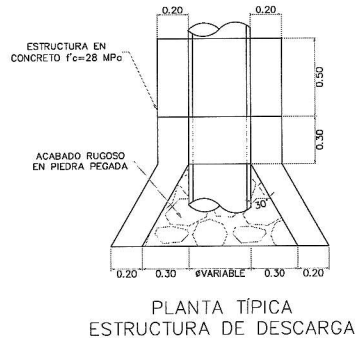
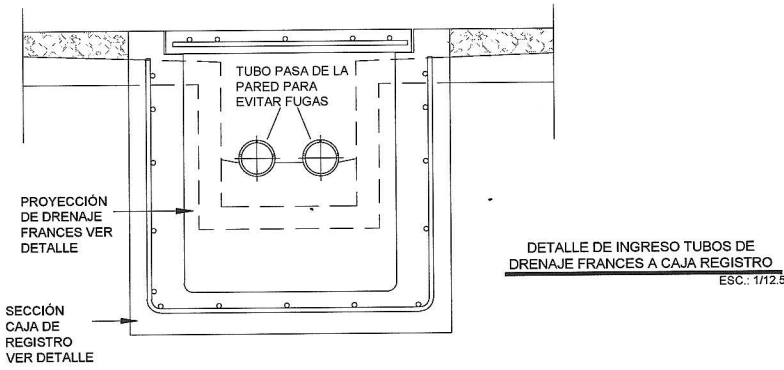
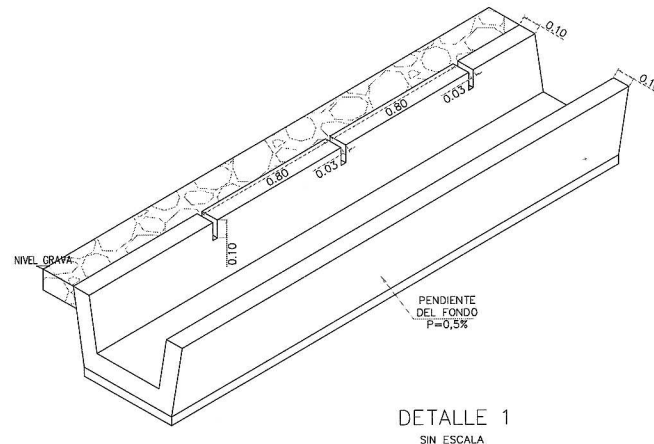
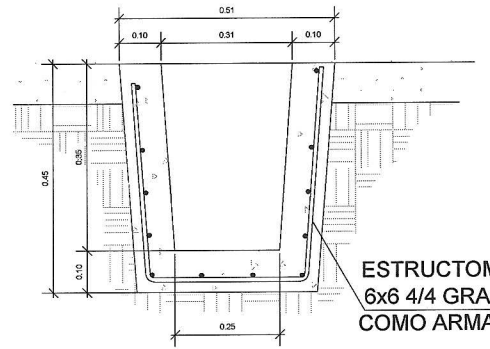
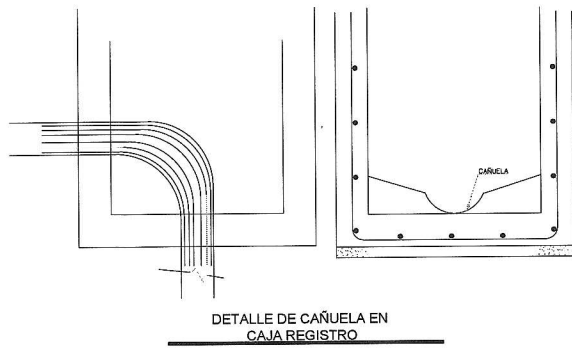
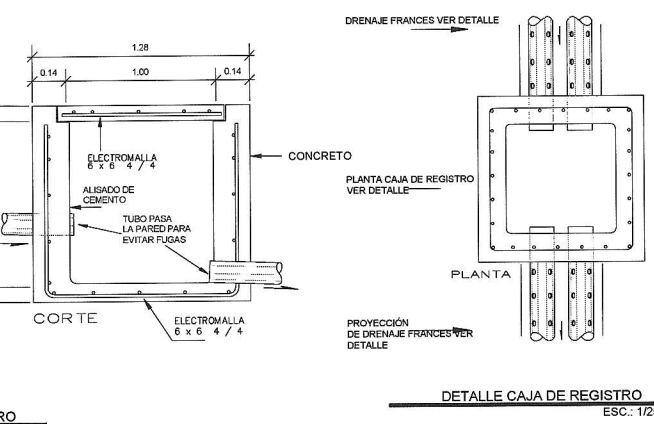
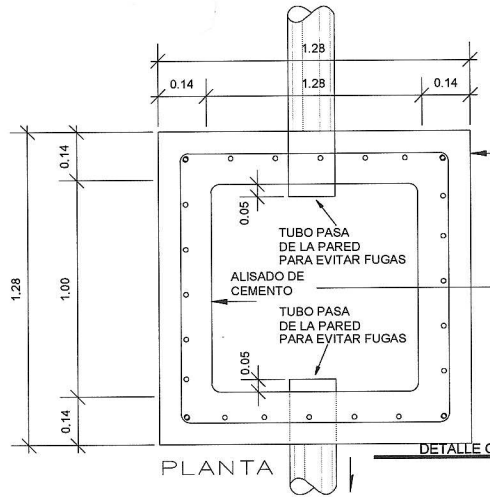
- Ø DIÁMETRO
- CAJA DE INSPECCIÓN
- ≡ LINEA FILTRO EN TUBERÍA PVC PERFORADA
- P% → PENDIENTE DE DRENAJE
- X COTA BATEA TUBERÍA
- ⊖ INICIO FILTRO
- TUBERÍA AGUA PLUVIAL EXISTENTE
- ⊕ DESIGNACIÓN FILTRO
- ⊙ DESIGNACIÓN DE CAJA
- CERRAMIENTO
- NA NIVEL ADECUACIÓN
- N.P.A NIVEL PATIO ACABADO

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO DE TRINCHERAS
- REPORTE TÉCNICO ESTUDIO DE SUELOS

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
CONCRETO f_c=21 MPa (210 kg/cm²)
SOLADO f_c=14 MPa (140 kg/cm²)
REFUERZO f_y=420 MPa (4200 kg/cm²)
3. TODO EL REFUERZO DEBE SER AMARRADO, SE PROHIBE EL USO DE SOLDADURA.
4. RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO: FUNDACIONES: 75mm.
5. TODAS LAS ARISTAS VISIBLES TENDRÁN UN CHAFLÁN DE 25 x 25 mm.
6. TODAS LAS FUNDACIONES TIENEN UN SOLADO DE CONCRETO DE 50mm.
7. LA ARENA QUE CUBRE EL MANTO GEOTEXTIL EN LOS FILTROS, DEBE SER RETIRADA EN EL MOMENTO DE COLOCAR EL MATERIAL GRANULAR DE ACABADO DE LOS PATIOS.
8. EL GEOTEXTIL DEBE SER NO TEJIDO, FABRICADO TOTALMENTE CON FILAMENTOS DE POLIPROPILENO, CON ESPESOR DE 2.03mm, TAMAÑO DE ABERTURA APARENTE IGUAL A 0.180mm, RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO DE 645N Ó 57Lb Y PERMEABILIDAD IGUAL A 68X10⁻²cm/s; CUMPLIRÁ LAS NORMAS ASTM D5199, D4751, D4833 Y D4491.
9. LA PROFUNDIDAD DE LA CAJA DE INSPECCIÓN DEPENDERÁ DE LA COTA BATEA DE LA TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL EXISTENTE, ESTÁ DEBERÁ INSPECCIONARSE EN CAMPO ANTES DE REALIZAR CUALQUIER EXCAVACIÓN.
10. LAS PENDIENTES DE 0.5% QUE SE MUESTRAN EN EL PATIO, SERÁN MICROPENDIENTES QUE DEBEN SER CONSTRUIDAS EN OBRA, PARA LLEVAR LAS AGUAS A LOS FILTROS CORRESPONDIENTES.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

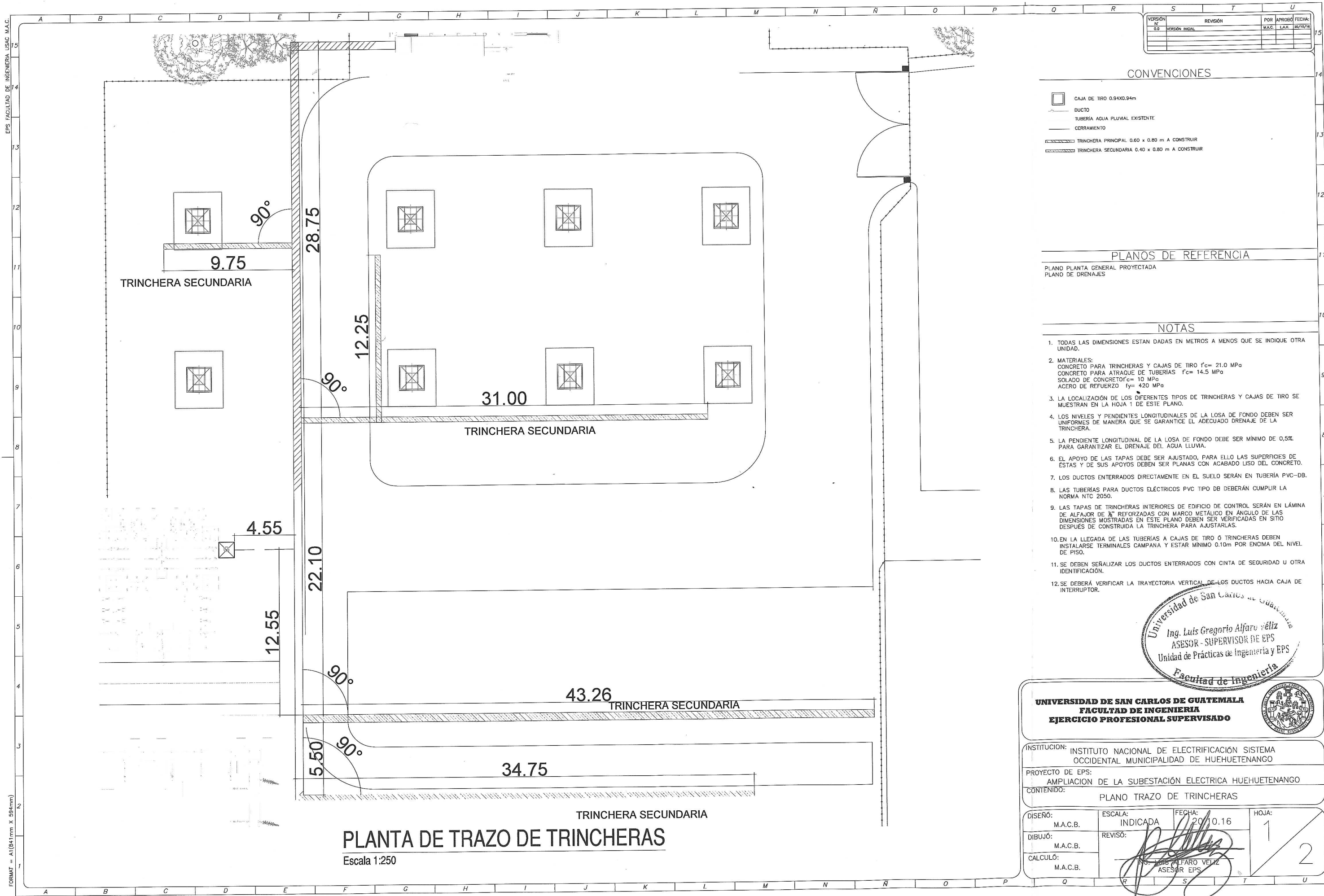
CONTENIDO: PLANO DE DRENAJES DETALLES

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16 HOJA: 2

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: [Signature]

CALCULÓ: M.A.C.B. [Signature]

V.D. EPS INFORME FINAL VALUACION DE DRENAJES



VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	28/10/16

CONVENCIONES

- CAJA DE TIRO 0.94X0.94m
- DUCTO
- TUBERIA AGUA PLUVIAL EXISTENTE
- CERRAMIENTO
- TRINCHERA PRINCIPAL 0.60 x 0.80 m A CONSTRUIR
- TRINCHERA SECUNDARIA 0.40 x 0.80 m A CONSTRUIR

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO DE DRENAJES

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
 CONCRETO PARA TRINCHERAS Y CAJAS DE TIRO $f_c = 21.0 \text{ MPa}$
 CONCRETO PARA ATRAQUE DE TUBERIAS $f_c = 14.5 \text{ MPa}$
 SOLADO DE CONCRETO $f_c = 10 \text{ MPa}$
 ACERO DE REFUERZO $f_y = 420 \text{ MPa}$
3. LA LOCALIZACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRINCHERAS Y CAJAS DE TIRO SE MUESTRAN EN LA HOJA 1 DE ESTE PLANO.
4. LOS NIVELES Y PENDIENTES LONGITUDINALES DE LA LOSA DE FONDO DEBEN SER UNIFORMES DE MANERA QUE SE GARANTICE EL ADECUADO DRENAJE DE LA TRINCHERA.
5. LA PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA LOSA DE FONDO DEBE SER MINIMO DE 0.5% PARA GARANTIZAR EL DRENAJE DEL AGUA LLUVIA.
6. EL APOYO DE LAS TAPAS DEBE SER AJUSTADO, PARA ELLO LAS SUPERFICIES DE ESTAS Y DE SUS APOYOS DEBEN SER PLANAS CON ACABADO LISO DEL CONCRETO.
7. LOS DUCTOS ENTERRADOS DIRECTAMENTE EN EL SUELO SERAN EN TUBERIA PVC-DB.
8. LAS TUBERIAS PARA DUCTOS ELECTRICOS PVC TIPO DB DEBERAN CUMPLIR LA NORMA NTC 2050.
9. LAS TAPAS DE TRINCHERAS INTERIORES DE EDIFICIO DE CONTROL SERAN EN LAMINA DE ALFAJOR DE 3" REFORZADAS CON MARCO METALICO EN ANGULO DE LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN ESTE PLANO DEBEN SER VERIFICADAS EN SITIO DESPUES DE CONSTRUIDA LA TRINCHERA PARA AJUSTARLAS.
10. EN LA LLEGADA DE LAS TUBERIAS A CAJAS DE TIRO O TRINCHERAS DEBEN INSTALARSE TERMINALES CAMPANA Y ESTAR MINIMO 0.10m POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO.
11. SE DEBEN SEÑALIZAR LOS DUCTOS ENTERRADOS CON CINTA DE SEGURIDAD U OTRA IDENTIFICACION.
12. SE DEBERA VERIFICAR LA TRAYECTORIA VERTICAL DE LOS DUCTOS HACIA CAJA DE INTERRUPTOR.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
 PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO
 CONTENIDO: PLANO TRAZO DE TRINCHERAS

DISEÑO:	M.A.C.B.	ESCALA:	INDICADA	FECHA:	20/10/16	HOJA:	1
DIBUJÓ:	M.A.C.B.	REVISÓ:					2
CALCULÓ:	M.A.C.B.	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR EPS					

PLANTA DE TRAZO DE TRINCHERAS
 Escala 1:250

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.
 FORMAT = A1(641mm x 594mm)

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION	REVISION	POR	APROBÓ	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	MAC	LAV	05/19/15

CONVENCIONES

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
PLANO DE DRENAJES

NOTAS

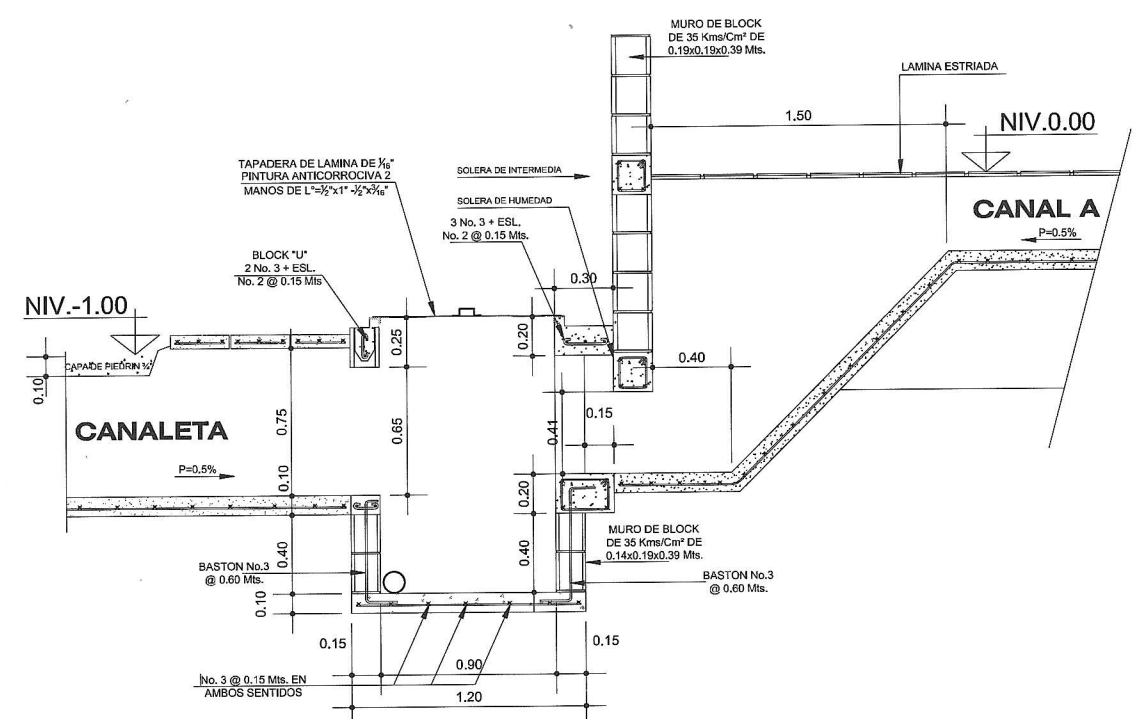
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. MATERIALES:
CONCRETO PARA TRINCHERAS Y CAJAS DE TIRO $f'_c = 21.0$ MPa
CONCRETO PARA ATRAQUE DE TUBERIAS $f'_c = 14.5$ MPa
SOLADO DE CONCRETO $f'_c = 10$ MPa
ACERO DE REFUERZO $f_y = 420$ MPa
3. LA LOCALIZACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRINCHERAS Y CAJAS DE TIRO SE MUESTRAN EN LA HOJA 1 DE ESTE PLANO.
4. LOS NIVELES Y PENDIENTES LONGITUDINALES DE LA LOSA DE FONDO DEBEN SER UNIFORMES DE MANERA QUE SE GARANTICE EL ADECUADO DRENAJE DE LA TRINCHERA.
5. LA PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA LOSA DE FONDO DEBE SER MÍNIMO DE 0,5% PARA GARANTIZAR EL DRENAJE DEL AGUA LLUVIA.
6. EL APOYO DE LAS TAPAS DEBE SER AJUSTADO, PARA ELLO LAS SUPERFICIES DE ESTAS Y DE SUS APOYOS DEBEN SER PLANAS CON ACABADO LISO DEL CONCRETO.
7. LOS DUCTOS ENTERRADOS DIRECTAMENTE EN EL SUELO SERÁN EN TUBERÍA PVC-DB.
8. LAS TUBERIAS PARA DUCTOS ELÉCTRICOS PVC TIPO DB DEBERÁN CUMPLIR LA NORMA NTC 2050.
9. LAS TAPAS DE TRINCHERAS INTERIORES DE EDIFICIO DE CONTROL SERÁN EN LÁMINA DE ALFAJOR DE 3/4" REFORZADAS CON MARCO METÁLICO EN ANGULO DE LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN ESTE PLANO DEBEN SER VERIFICADAS EN SITIO DESPUÉS DE CONSTRUÍDA LA TRINCHERA PARA AJUSTARLAS.
10. EN LA LLEGADA DE LAS TUBERIAS A CAJAS DE TIRO O TRINCHERAS DEBEN INSTALARSE TERMINALES CAMPANA Y ESTAR MÍNIMO 0.10m POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO.
11. SE DEBEN SEÑALIZAR LOS DUCTOS ENTERRADOS CON CINTA DE SEGURIDAD U OTRA IDENTIFICACIÓN.
12. SE DEBERÁ VERIFICAR LA TRAYECTORIA VERTICAL DE LOS DUCTOS HACIA LA CABA DE INTERRUPTOR.



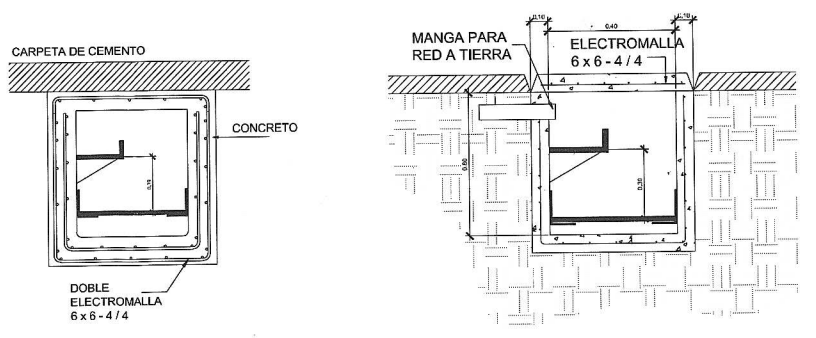
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO
PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO
CONTENIDO: PLANO DE TRINCHERAS DETALLES

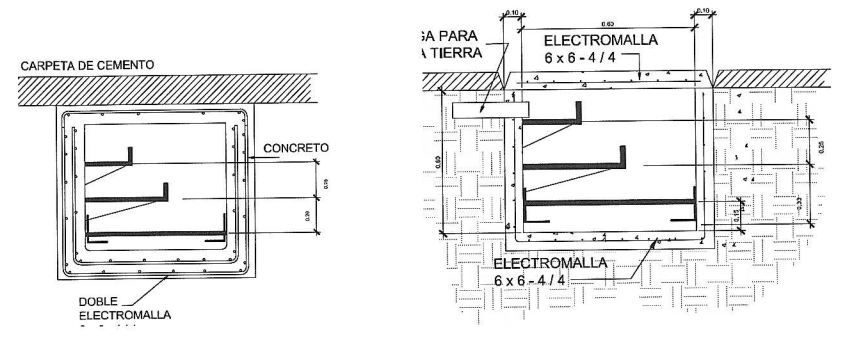
DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/01/16	HOJA: 2
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.			



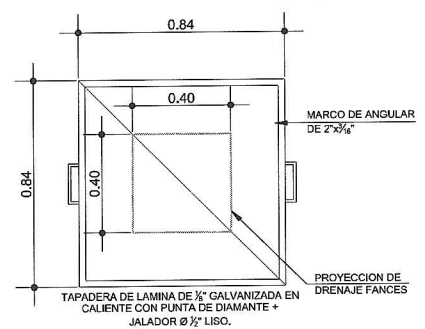
DETALLE INGRESO DE CANAL A CASETA
ESC.: 1:75



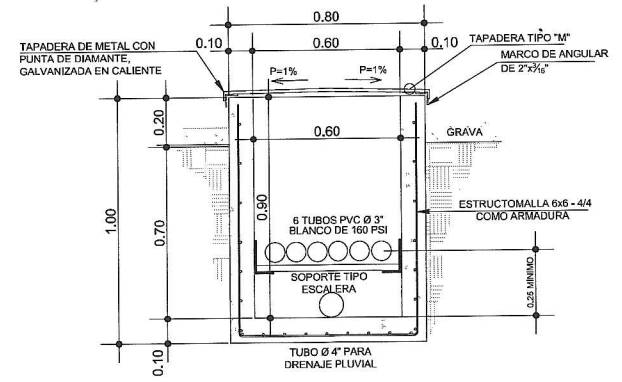
DETALLE TRINCHERA SECUNDARIA
ESC.: 1/25



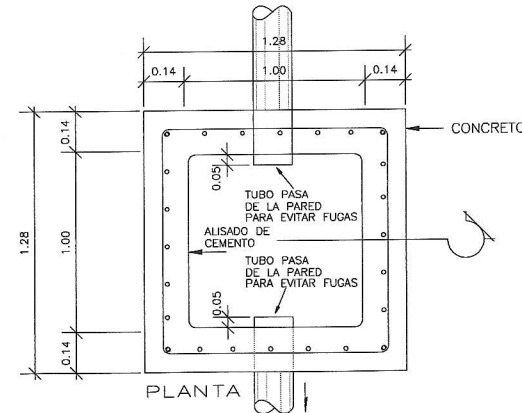
DETALLE TRINCHERA PRINCIPAL
ESC.: 1/25



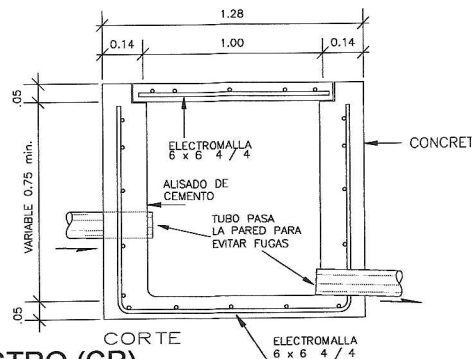
TAPADERA CAJA TIPO "M" (CR)
ESCALA: 1:150



SECCION CAJA TIPO "M" (CM)
ESCALA: 1:150













DETALLE CAJA DE REGISTRO (CR)
ESC.: 1/25

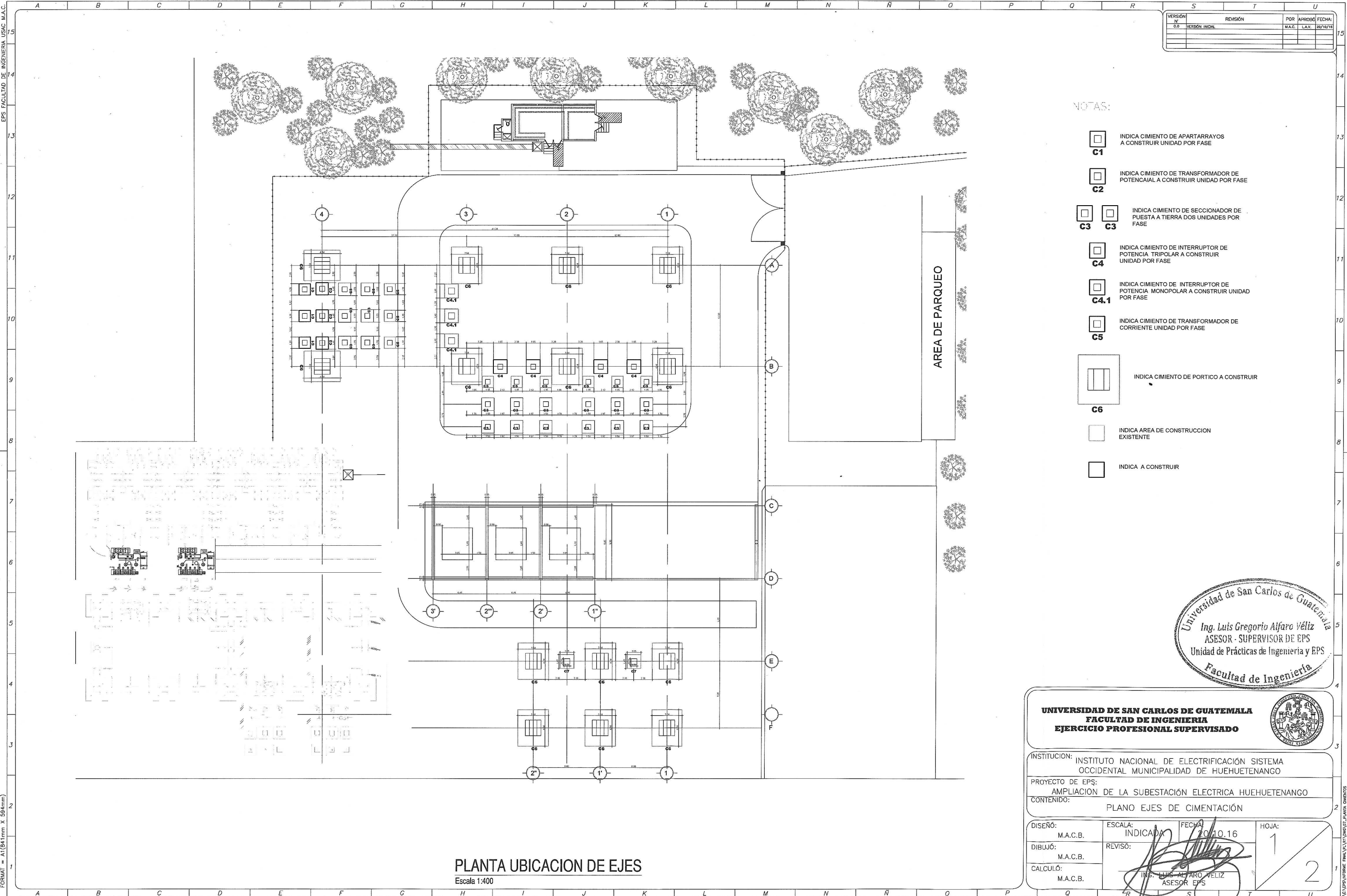


DETALLE CAJA DE REGISTRO (CR)
ESC.: 1/25

VERSION	REVISIÓN	POR	APROBÓ	FECHA:
Nº		M.A.C.	LAV.	28/10/16
0.0	VERSION INICIAL			

NOTAS:

-  INDICA CIMIENTO DE APARTARRAYOS A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-   INDICA CIMIENTO DE SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA DOS UNIDADES POR FASE
-  INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA MONOPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
-  INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIDAD POR FASE
-  INDICA CIMIENTO DE PORTICO A CONSTRUIR
-  INDICA AREA DE CONSTRUCCION EXISTENTE
-  INDICA A CONSTRUIR



PLANTA UBICACION DE EJES
Escala 1:400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO EJES DE CIMENTACION

DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20/10/16	HOJA: 1
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS GREGORIO VELIZ ASESOR EPS		

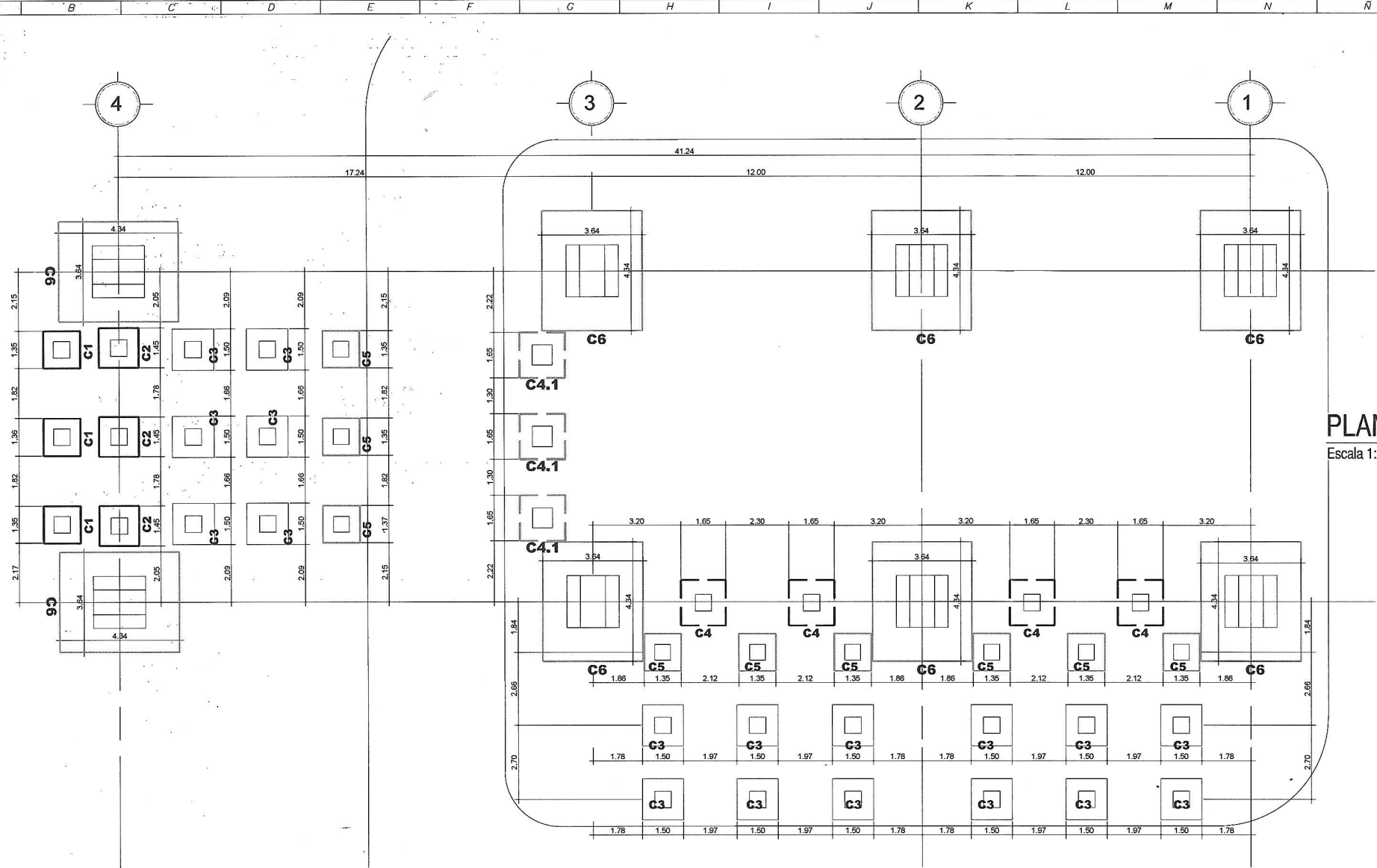
VERSION N°	REVISION	POR	APROBÓ	FECHA
01	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.Y.	02/16/14

NOTAS:

- INDICA CIMIENTO DE APARTARRAYOS A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIAL A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA DOS UNIDADES POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE INTERRUPTOR DE POTENCIA MONOPOLAR A CONSTRUIR UNIDAD POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIDAD POR FASE
- INDICA CIMIENTO DE PORTICO A CONSTRUIR
- INDICA AREA DE CONSTRUCCION EXISTENTE
- INDICA A CONSTRUIR

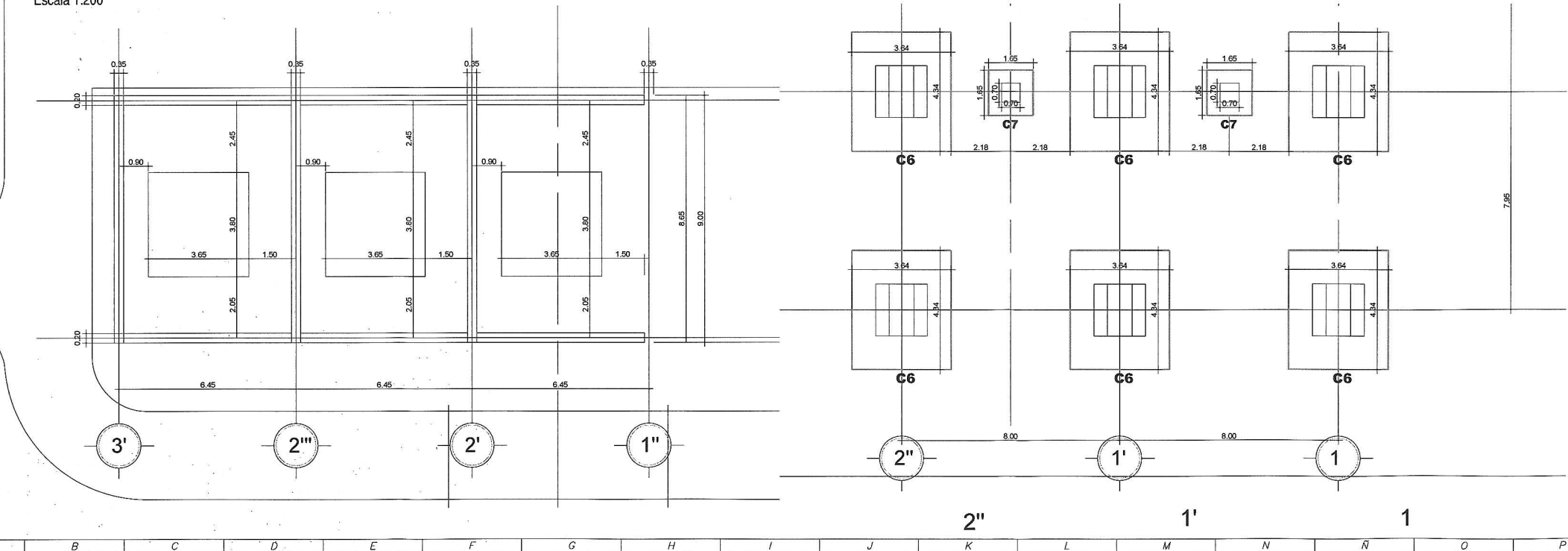
PLANTA DE TRAZO EN 138kV

Escala 1:200



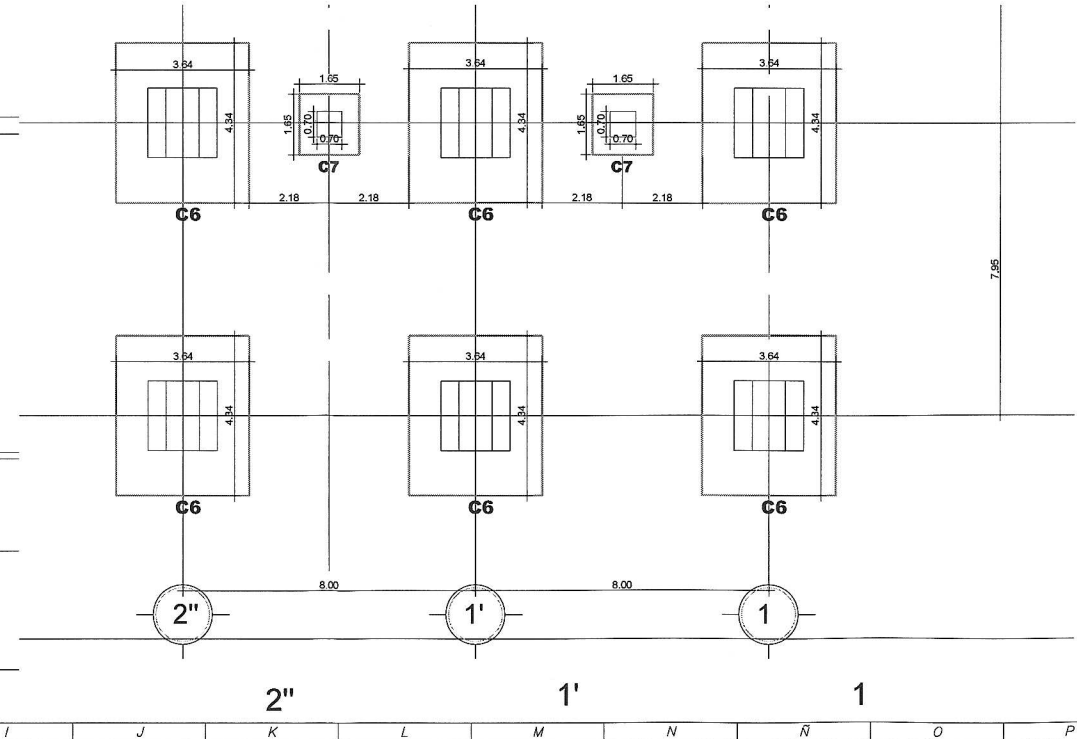
PLANTA DE TRAZO BANCO DE TRANSFORMACION

Escala 1:200



PLANTA DE TRAZO EN 69kV

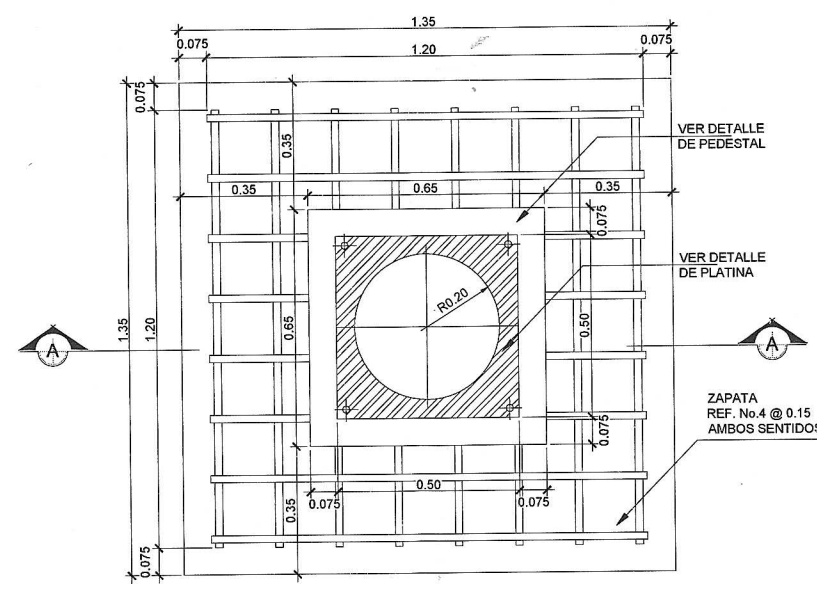
Escala 1:200



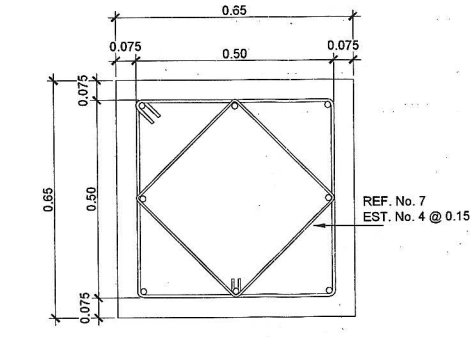
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO			
PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO			
CONTENIDO: PLANO TRAZO DE CIMENTACION			
DISEÑO: M.A.C.B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 20.10.16	HOJA: 2
DIBUJÓ: M.A.C.B.	REVISÓ:		
CALCULÓ: M.A.C.B.	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR EPS		

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

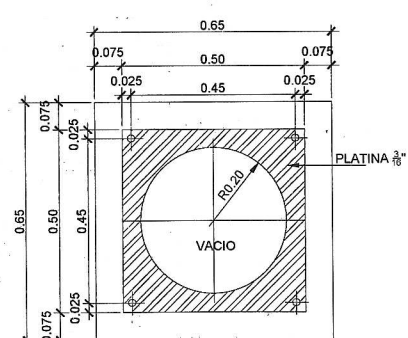
VERSION	REVISION	FOR	APROB	FECHA
Nº	INICIAL	M.A.C.	L.A.X.	20/10/16



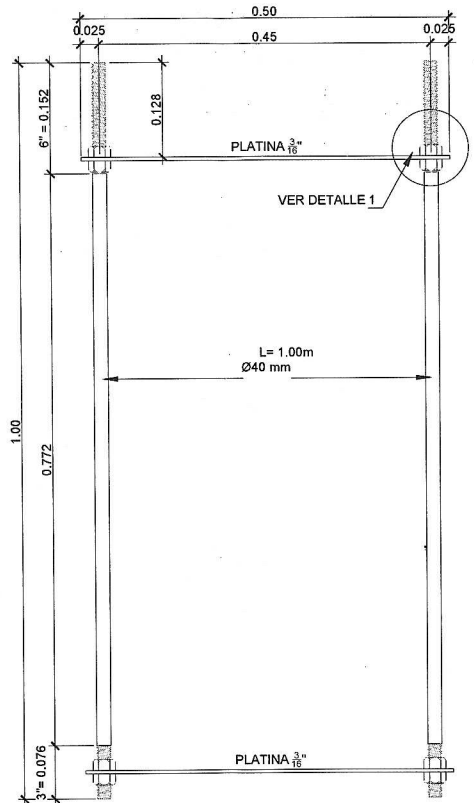
PLANTA CIMENTACION PARARRAYOS DE 138 KV C-1
ESC.: 1:20



DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20



DETALLE DE CANASTA
ESC.: 1:10

CONVENCIONES

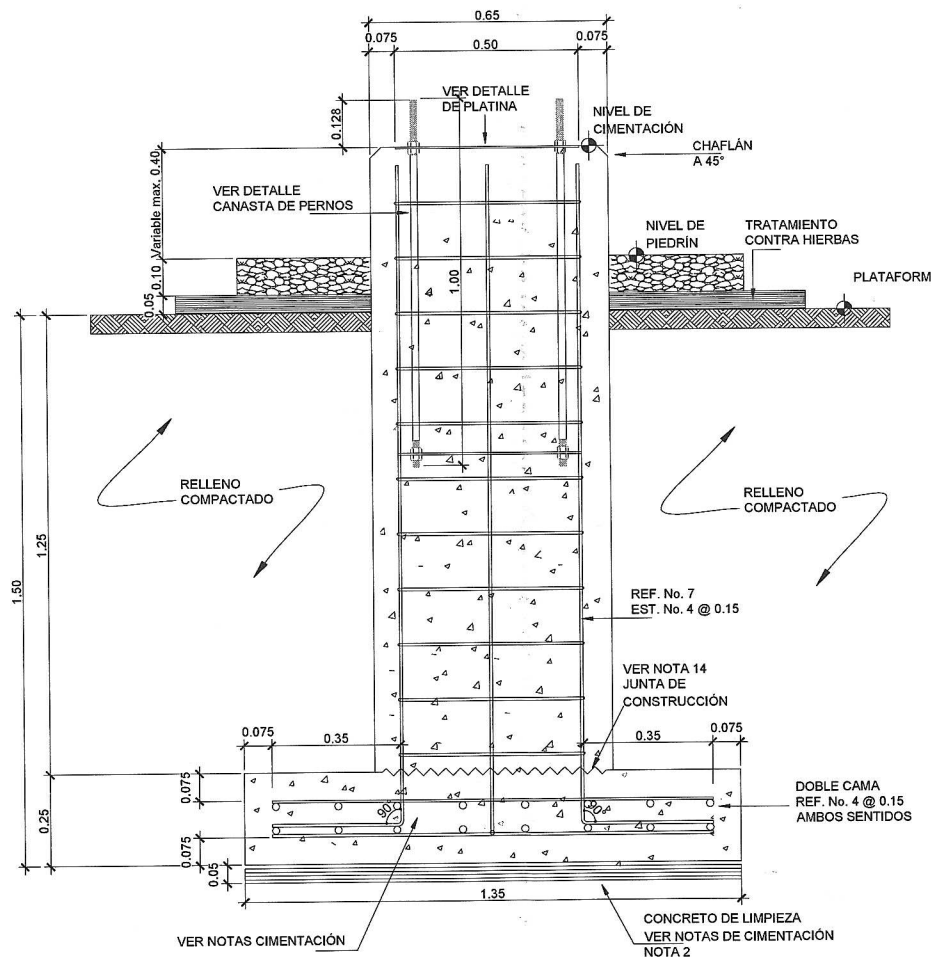
- A.C. AMBAS CARAS \emptyset DIÁMETRO
- A.D. AMBAS DIRECCIONES e ESPESOR
- U.E. UNIFORMEMENTE ESPACIADO X.XX NIVEL
- No. NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO X.XX NIVEL SUPERIOR
- TIP. TÍPICA. P PENDIENTE
- EST. ESTRIBO
- N.P.T NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO \odot EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
- N.T.C NIVEL TOPE DE CONCRETO \odot EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.
- MPa MEGAPASCAL
- J.C. JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa. LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
5. LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACION PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS CANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON ACIES HSE ZONA 5
 $I_p = 4$
 $S_R = 1.65$ $S_I = 0.6$
 $F_y = 1.5$ $F_a = 1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".



SECCIÓN A - A CIMIENTO C-1
ESC.: 1:20

C-1 PARARRAYOS 138KV							
POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 4	# 7
HORIZONTAL	4	1.20	16	1.40	-	22.4	-
HORIZONTAL	4	1.20	16	1.40	-	22.4	-
VERTICAL	7	1.90	8	1.75	-	-	14.00
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.20	-	24.2	-
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.20	-	24.2	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					-	93.2	14.00
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	0.994	3.042
PESO POR CADA \emptyset EN Kg					92.64	42.58	
PESO TOTAL C/U					135.22 Kg.		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Ing. Luis Gregorio Velz
ASESOR - SUPERVISOR
Unidad de Prácticas de Ingeniería y RPS

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DETALLES CIMENTACION C1

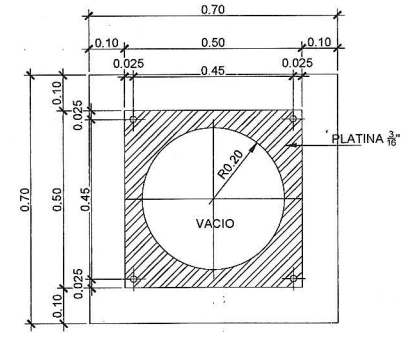
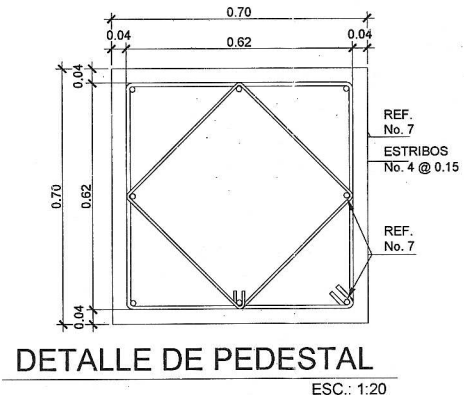
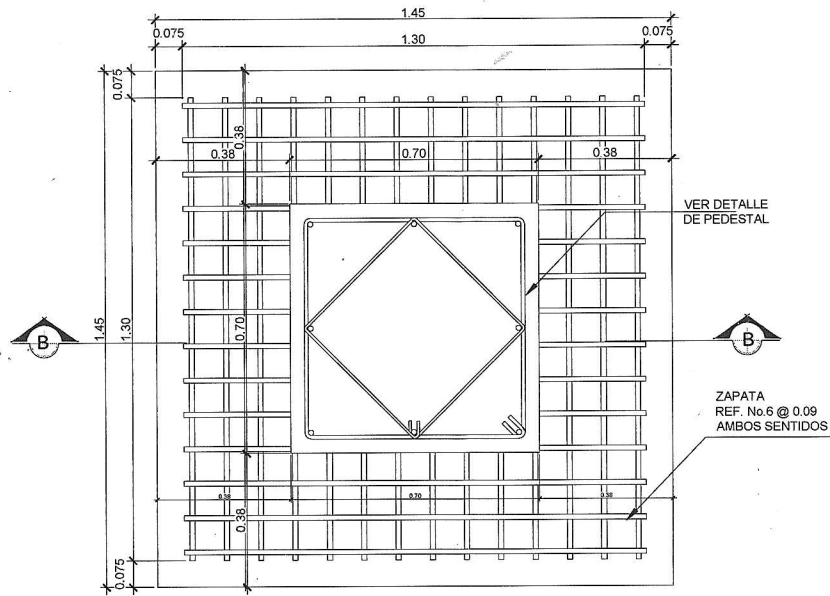
DISENO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20-10-16 HOJA: 1

DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: *[Signature]*

CALCULO: M.A.C.B. ING. LUIS ALFARO VELZ ASESOR EPS

8

REVISIÓN	REVISIÓN	POR APROBADO	FECHA
0.0	VERSIÓN INICIAL	M.A.C. L.A.V.	28/10/16



CONVENCIONES

A.C.	AMBAS CARAS	Ø	DIÁMETRO
A.D.	AMBAS DIRECCIONES	e	ESPESOR
U.E.	UNIFORMEMENTE ESPACIADO	X.XX	NIVEL
No.	NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO	X.XX	NIVEL SUPERIOR
TIP.	TÍPICA	P	PENDIENTE
EST.	ESTRIBO	EJE	EJE DE CIMENTACIÓN PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
N.P.T	NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO	EJE	EJE DE CIMENTACIÓN PARALELO A LOS EJES LETRA.
N.T.C	NIVEL TOPE DE CONCRETO		
MPa	MEGAPASCAL		
J.C.	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN		

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f'c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f'c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa, LA VARIILA TENDRÁ PASE ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
- EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
- LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARAN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERAN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
- LOS CANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARAN EN TODAS LAS ESQUINAS.
- LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_o = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGNES NSE
ZONA 5
 $I_o = 4$
 $S_{OR} = 1.65$ $S_{IR} = 0.6$
 $F_v = 1.5$ $F_o = 1$
- LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARAN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
- EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
- LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".

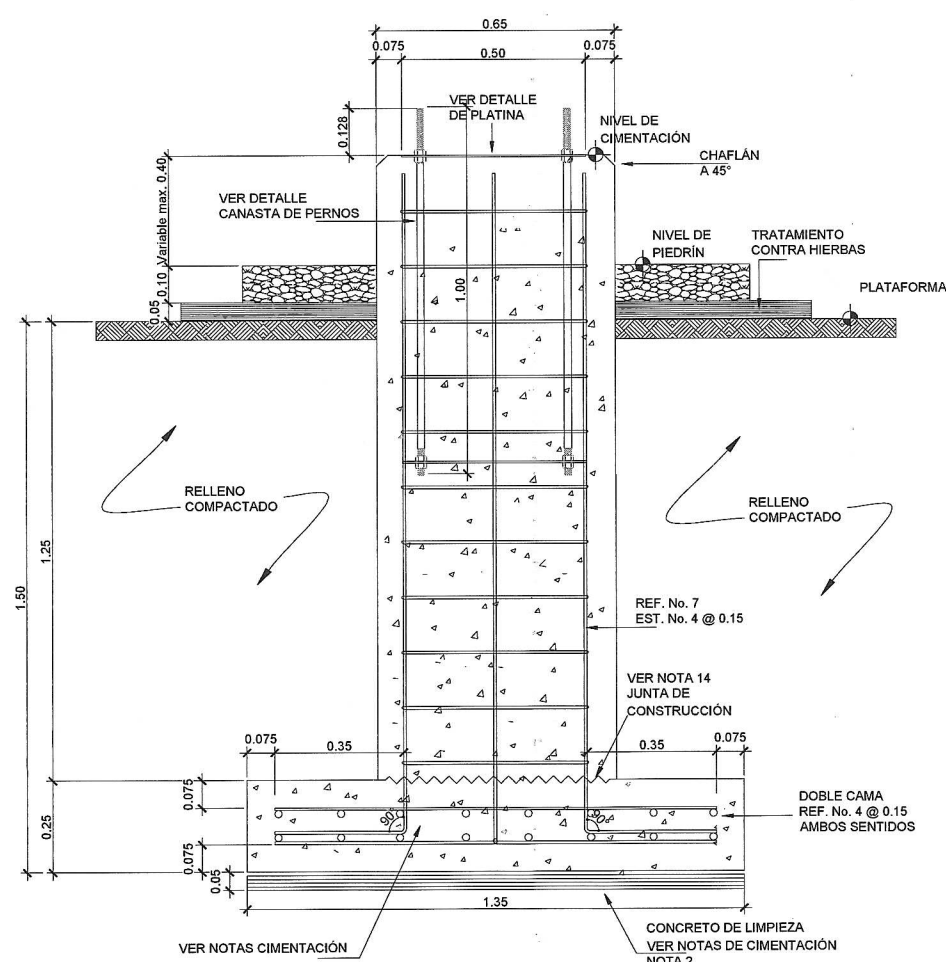
PLANTA CIMENTACION PT'S DE 138 KV C-2
ESC.: 1:20

DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20

DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20

DETALLE 1
ESC.: 1:2

DETALLE DE CANASTA
ESC.: 1:10



C-2 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 138KV							
POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 4	# 5	# 7
HORIZONTAL	6	1.30	14	1.50	-	21	-
HORIZONTAL	6	1.30	14	1.50	-	21	-
VERTICAL	7	2.15	8	2.40	-	-	19.2
ESTRIBOS	4	0.10 0.55	11	2.40	26.4	-	-
ESTRIBOS	4	0.10 0.55	11	2.40	26.4	-	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					52.8	42	19.2
PESÓ UNITARIO EN Kg / M					0.994	2.235	3.042
PESO POR CADA Ø EN Kg					52.48	93.66	58.40
PESO TOTAL C/U					204.54 Kg.		

SECCIÓN B - B CIMIENTO C-2
ESC.: 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DETALLES CIMENTACIÓN C2

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16 HOJA: 2

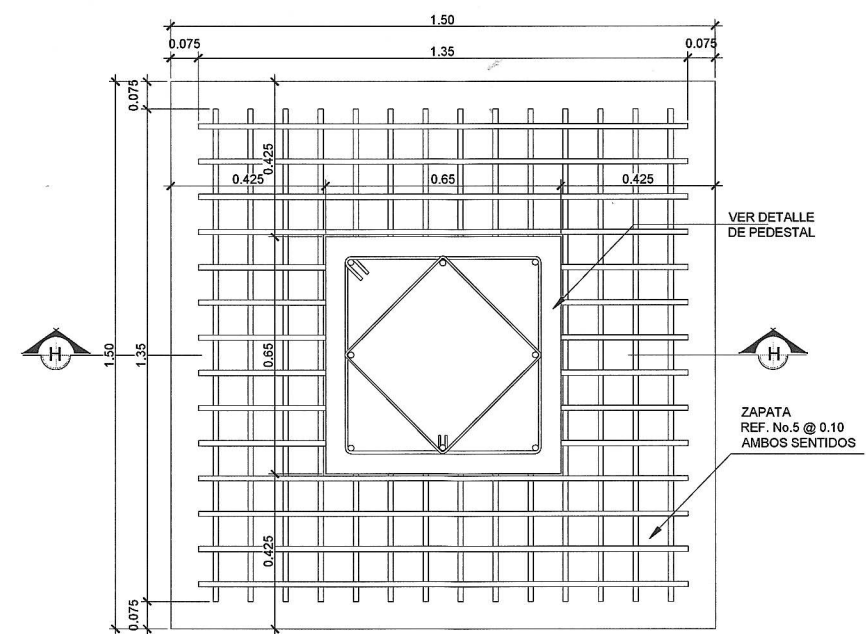
DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: [Signature]

CALCULO: M.A.C.B. [Signature]

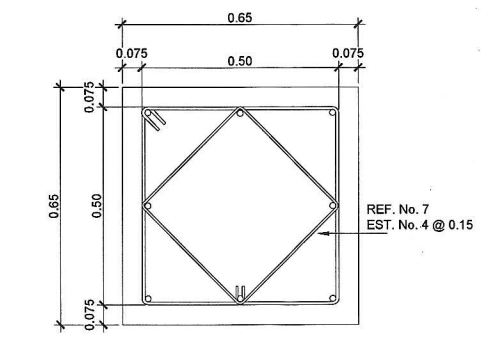
ASESOR EPS

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

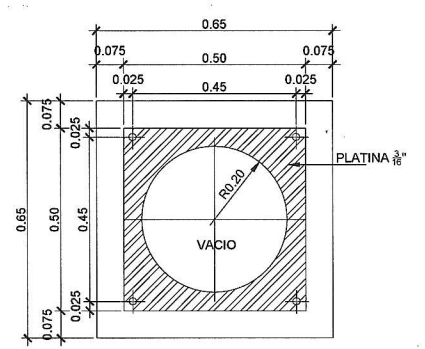
REVISIÓN	REVISIÓN	POR APROBADO	FECHA
0.0	VERSIÓN INICIAL	M.A.C. L.A.V.	26/09/16



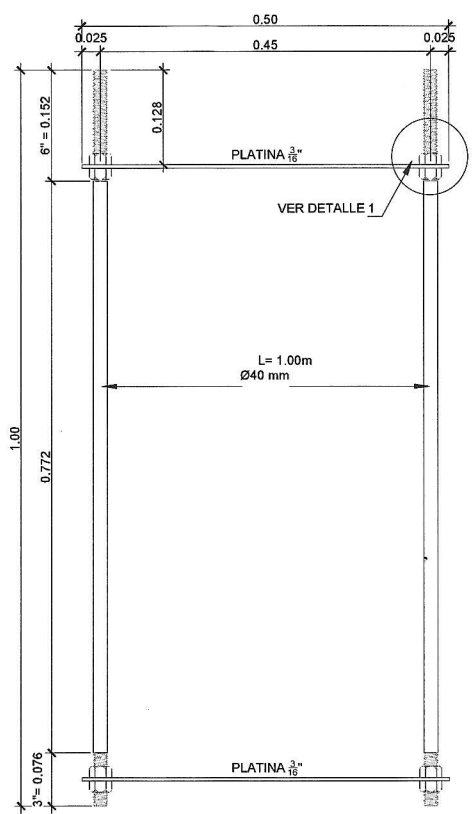
PLANTA CIMENTACION SECCIONADOR DE 138 KV C-3
ESC.: 1:20



DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20



DETALLE 1
ESC.: 1:2

CONVENCIONES

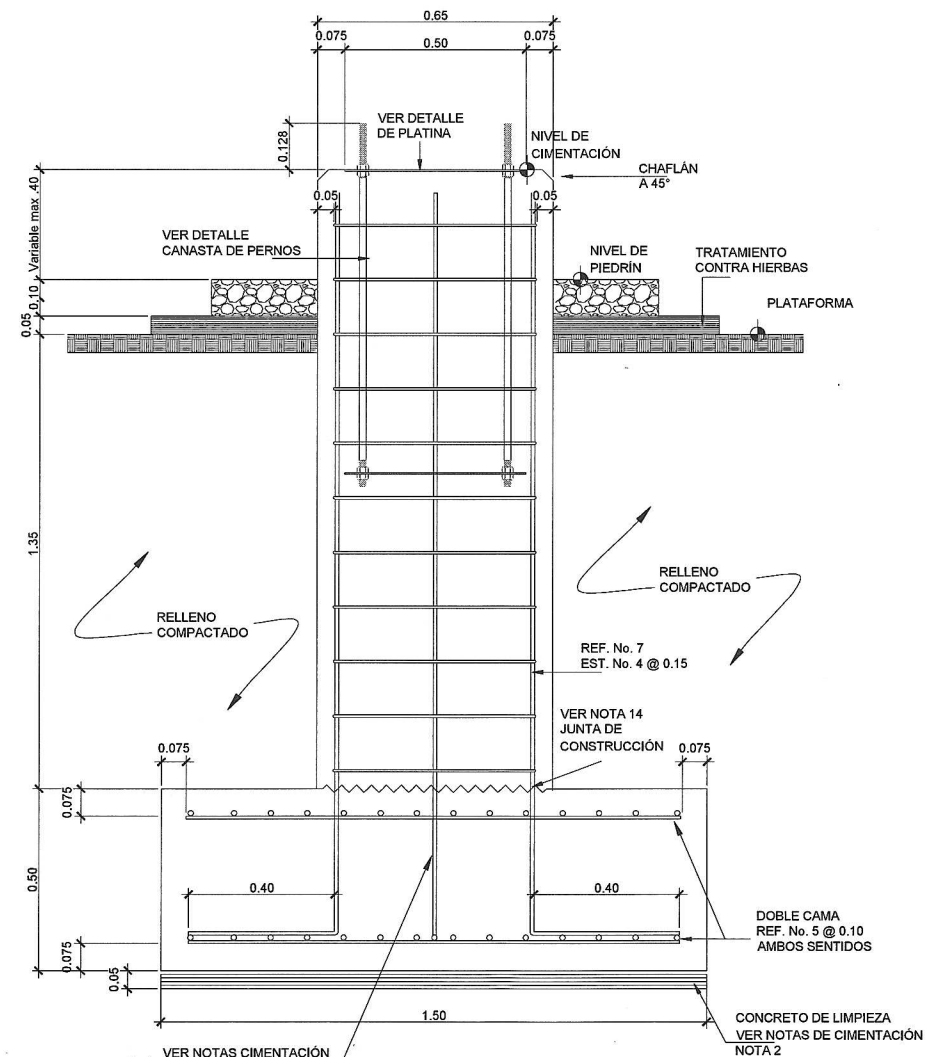
- A.C. AMBAS CARAS
- A.D. AMBAS DIRECCIONES
- U.E. UNIFORMEMENTE ESPACIADO
- No. NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO
- TIP. TÍPICA
- EST. ESTRIBO
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO
- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- MPa MEGAPASCAL
- J.C. JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
- Ø DIÁMETRO
- e ESPESOR
- X.XX NIVEL
- X.XX NIVEL SUPERIOR
- P PENDIENTE
- EJE # NIVEL EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
- EJE 'A' NIVEL EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa. LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSION EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
5. LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FLUACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_0 = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGES INSE
 $l_0=4$
 $l_0=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $F_v=1.5$ $F_0=1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".



SECCIÓN C - C CIMIENTO C-3
ESC.: 1:20

C-2 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 138kV							
POSICIÓN	Ø #	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 4	# 5	# 7
HORIZONTAL	5	1.35	14	1.55	-	21.7	-
HORIZONTAL	5	1.35	14	1.55	-	21.7	-
VERTICAL	7	2.25	8	2.50	-	-	20.0
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.40	26.4	-	-
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.40	26.4	-	-
LONGITUD TOTAL EN METROS				52.8	43.4	20	
PESO UNITARIO EN Kg / M				0.994	1.552	3.042	
PESO POR CADA Ø EN Kg				52.48	67.36	60.84	
PESO TOTAL C/U				180.68 Kg.			

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DETALLE DE CIMENTACIÓN C-3

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA. FECHA: 16/09/16. HOJA: 8

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: M.A.C.B. SUPERVISOR DE EPS

CALCULÓ: M.A.C.B. INGENIERO DE EPS

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSIÓN	REVISIÓN	POR	APROBÓ	FECHA
0.0	VERSIÓN INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	RD/10/18

CONVENCIONES

- A.C. AMBAS CARAS Ø DIÁMETRO
- A.D. AMBAS DIRECCIONES e ESPESOR
- U.E. UNIFORMEMENTE ESPACIADO X.XX NIVEL
- No. NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO X.XX NIVEL SUPERIOR
- TIP. TÍPICA. P PENDIENTE
- EST. ESTRIBO EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
- N.P.T NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.
- N.T.C NIVEL TOPE DE CONCRETO
- MPa MEGAPASCAL
- J.C. JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

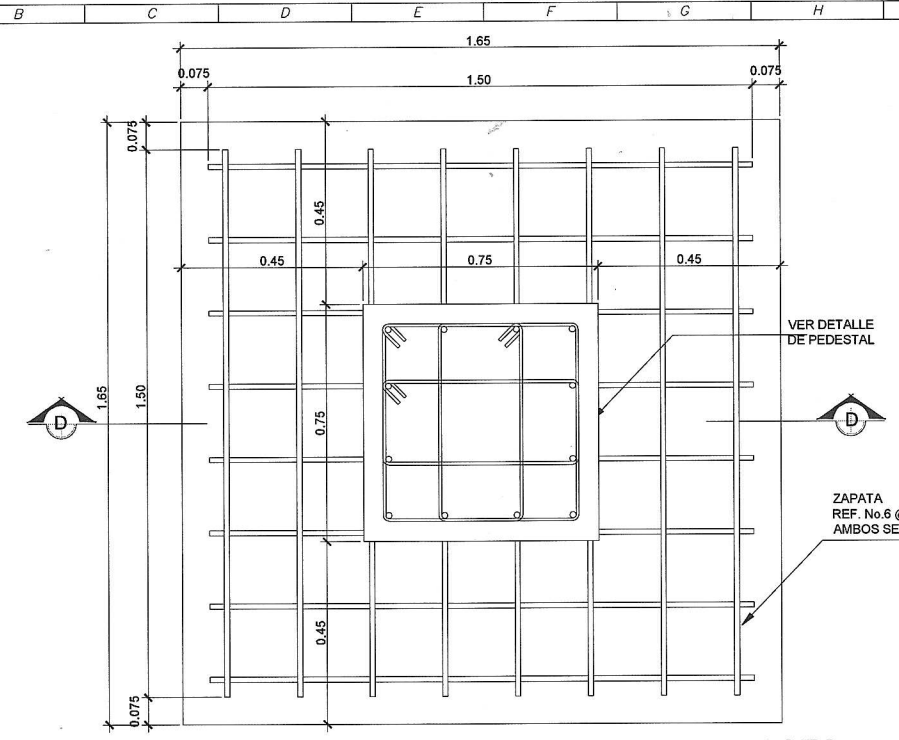
PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

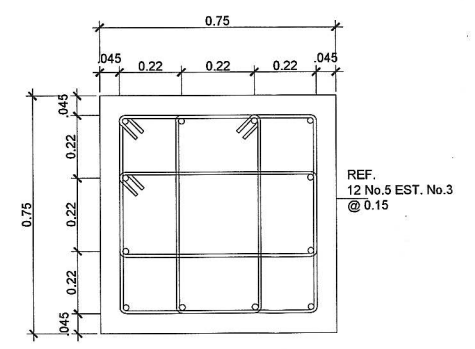
1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
 CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
 REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
 PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa, LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
5. LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREMISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
 MÁXIMA ACCELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_0 = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGES INSE ZONA 5
 $Io=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $Fv=1.5$ $Fa=1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".

PLANTA CIMENTACION INTERRUPTOR DE 138 KV C-4 2 BASES



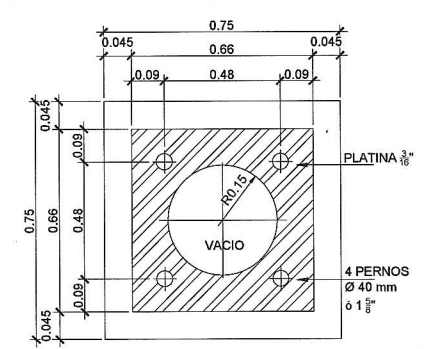
ESC.: 1:20

DETALLE DE PEDESTAL



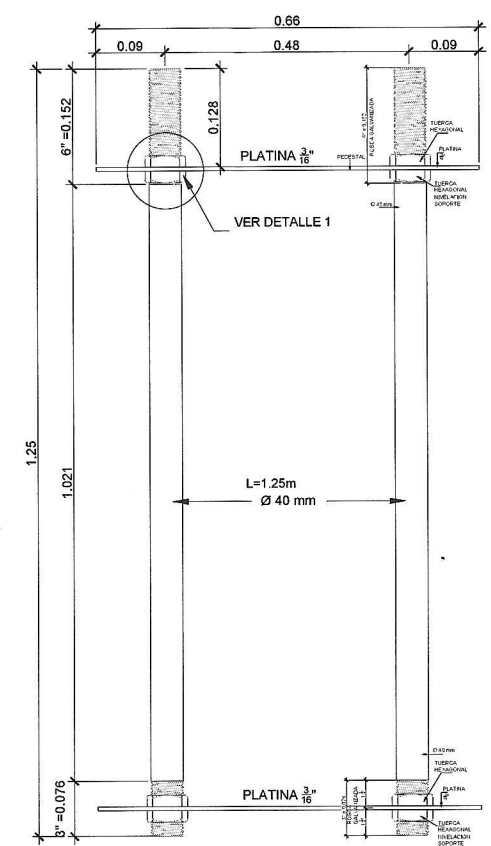
ESC.: 1:20

DETALLE DE PLATINA



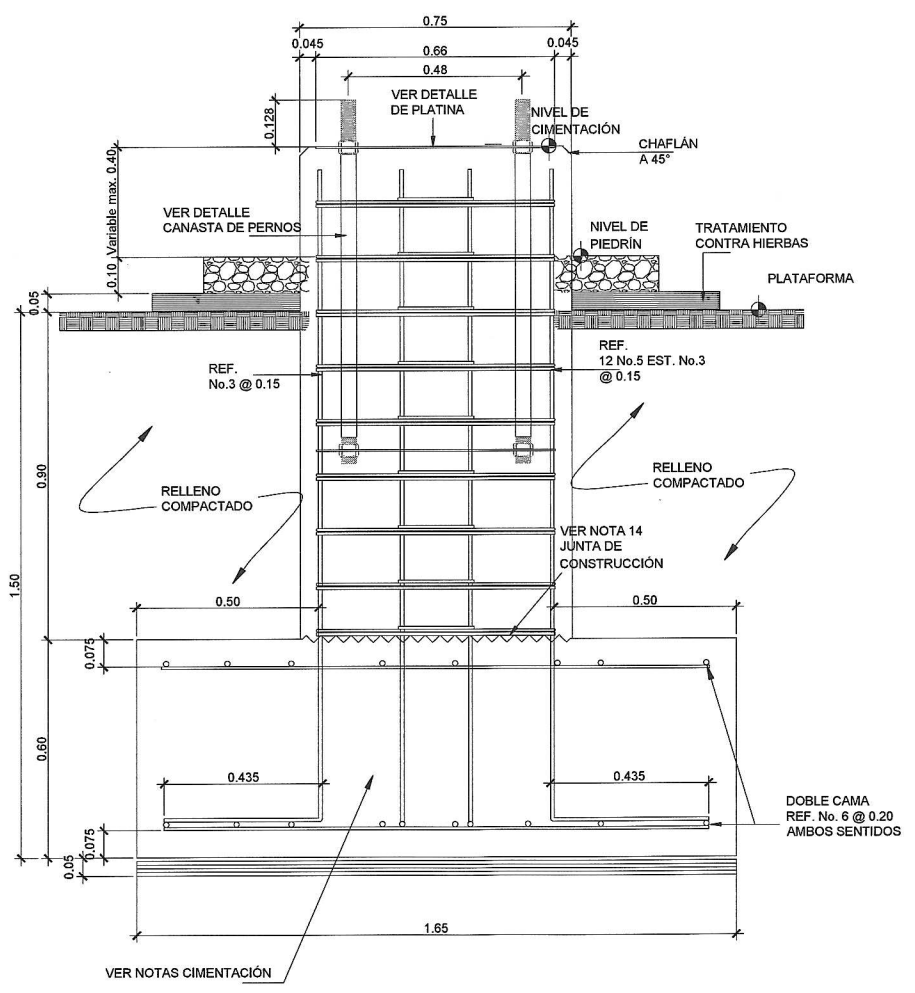
ESC.: 1:20

DETALLE 1



ESC.: 1:20

DETALLE DE CANASTA



ESC.: 1:20

C4 INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR DE 138kV							
POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 5	# 6
HORIZONTAL	6	1.50	8	1.70	-	-	13.6
HORIZONTAL	6	1.50	8	1.70	-	-	13.6
VERTICAL	5	1.90	12	2.15	-	-	25.8
ESTRIBOS	3	0.10	9	2.84	25.56	-	-
ESTRIBOS	3	0.10	18	1.96	35.28	-	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					60.84	25.8	27.2
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	1.552	2.235
PESO POR CADA Ø EN Kg					34.07	40.04	60.34
PESO TOTAL C/U					134.45 Kg.		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA DE HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DETALLES CIMENTACION DE LA UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ:

CALCULO: M.A.C.B.

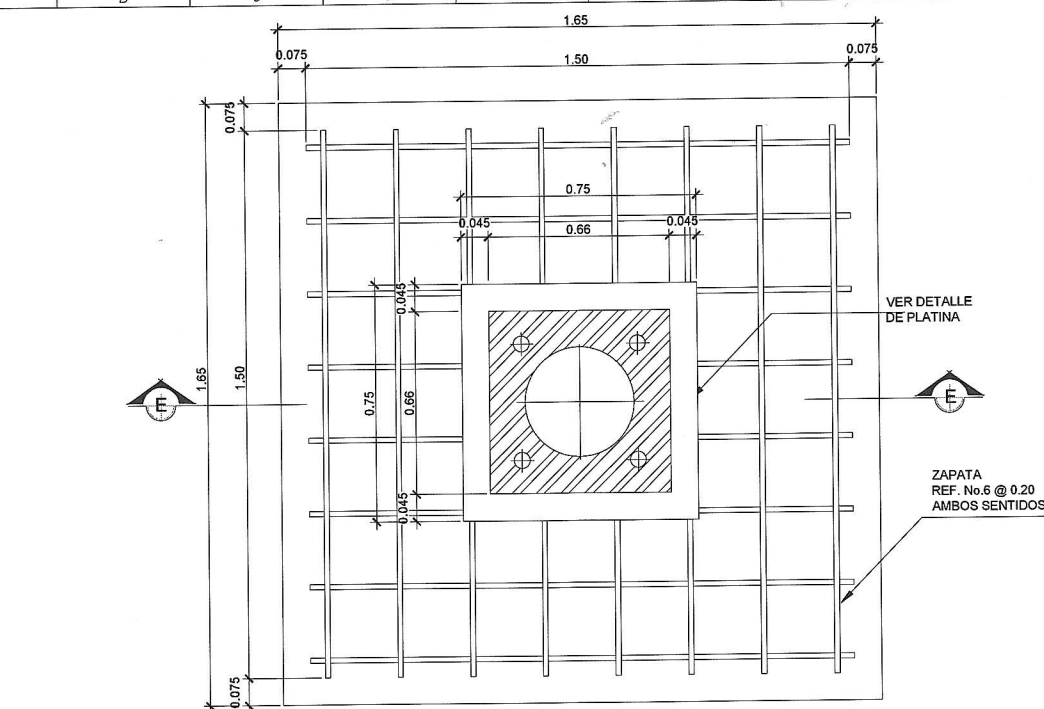
FECHA: 20/10/18

HOJA: 8

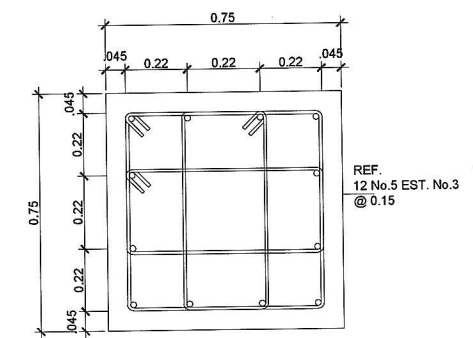
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
 ASESOR EPS

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

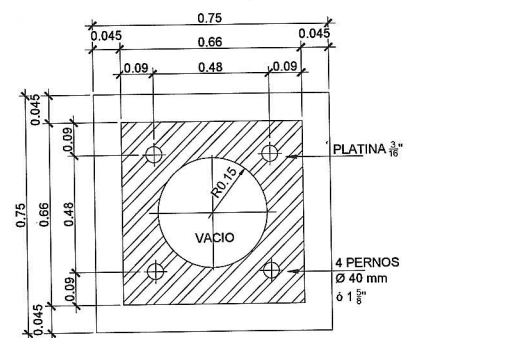
VERSION N°	REVISION	PDR	APROBÓ	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	10/16/18



PLANTA CIMENTACION INTERRUPTOR DE 138 KV C-4.1 3 BASES
ESC.: 1:20



DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20

CONVENCIONES

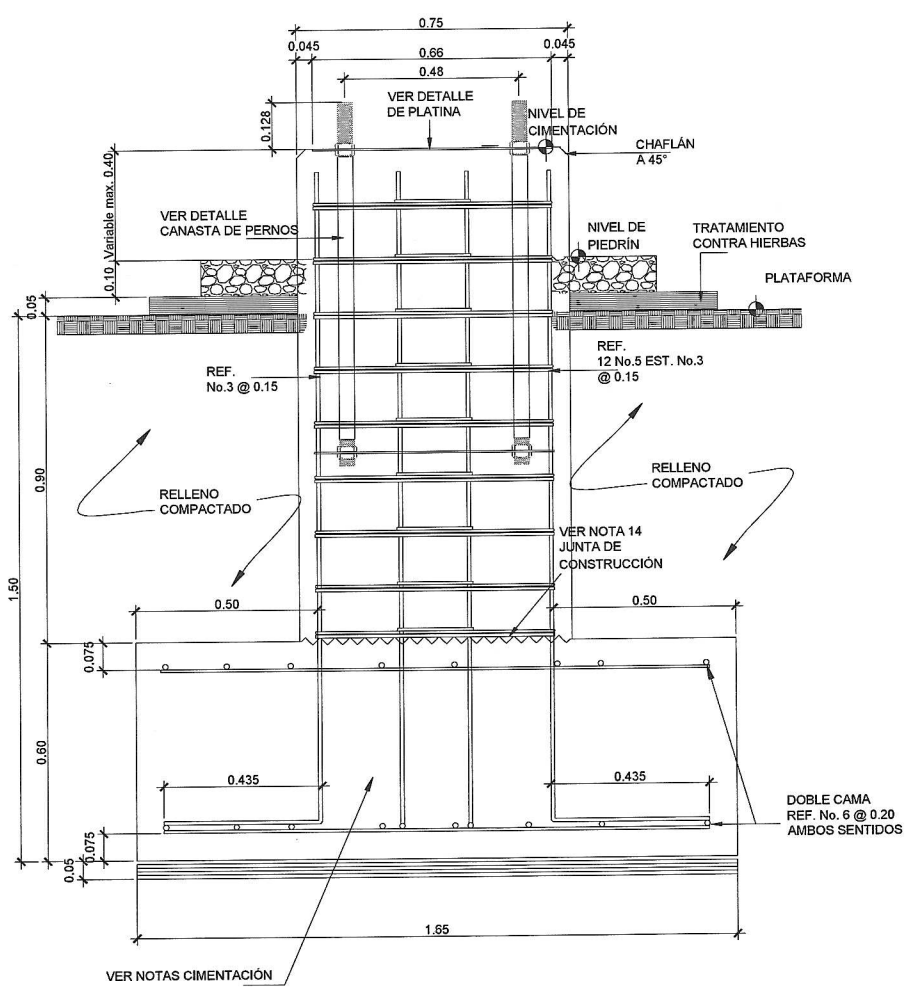
- | | | | |
|-------|--|-------|--|
| A.C. | AMBAS CARAS | Ø | DIÁMETRO |
| A.D. | AMBAS DIRECCIONES | e | ESPESOR |
| U.E. | UNIFORMEMENTE ESPACIADO | X.XX | NIVEL |
| No. | NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO | X.XX | NIVEL SUPERIOR |
| TIP. | TÍPICA | P | PENDIENTE |
| EST. | ESTRIBO | EJE # | EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO. |
| N.P.T | NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO | EJE A | EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA. |
| N.T.C | NIVEL TOPE DE CONCRETO | | |
| MPa | MEGAPASCAL | | |
| J.C. | JUNTA DE CONSTRUCCIÓN | | |

PLANOS DE REFERENCIA

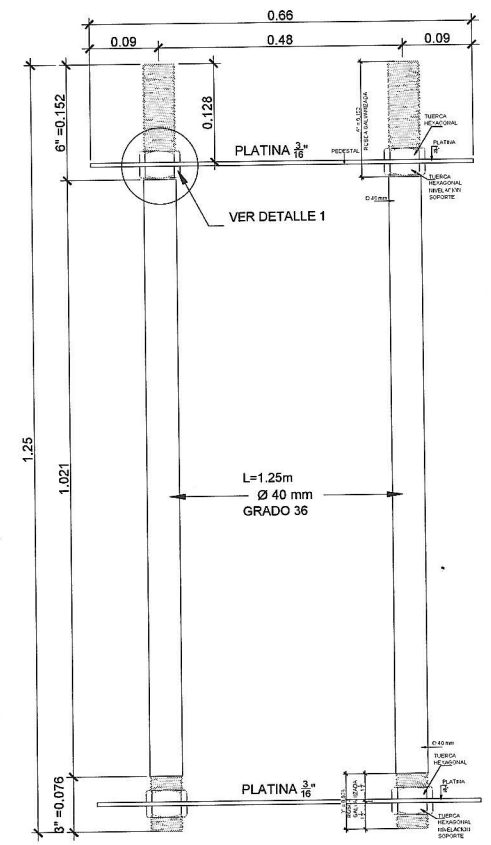
- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21 \text{ MPa}$ CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14 \text{ MPa}$ CONCRETO PÓBRE.
REFUERZO $f_y = 420 \text{ MPa}$ NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550 \text{ MPa}$ Y $f_y = 380 \text{ MPa}$. LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
- EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
- LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER 0 SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
- LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
- LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGES NSE ZONA 5
 $l_0=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $F_{v1}=1.5$ $F_{v2}=1$
- LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
- EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
- LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".



SECCIÓN E - E CIMENTO C-4.1
ESC.: 1:20



DETALLE 1
ESC.: 1:10

C4 INTERRUPTOR DE POTENCIA MONOPOLAR DE 138KV									
POSICION	Ø	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS			
						# 3	# 5	# 6	
HORIZONTAL	6	0.15	1.50	8	1.70	-	-	13.6	
HORIZONTAL	6	0.15	1.50	8	1.70	-	-	13.6	
VERTICAL	5	0.25	1.90	12	2.15	-	25.8	-	
ESTRIBOS	3	0.10	0.66	9	2.84	25.56	-	-	
ESTRIBOS	3	0.10	0.66	18	1.96	35.28	-	-	
LONGITUD TOTAL EN METROS					60.84	25.8	27.2		
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	1.552	2.235		
PESO POR CADA Ø EN Kg					34.07	40.04	60.34		
PESO TOTAL C/U					134.45 Kg.				

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION DE TRANSFORMACION DE 138KV EN LA ZONA DE LA VILLA DE SAN CARLOS, HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANO DETALLE DE CIMENTACION C4

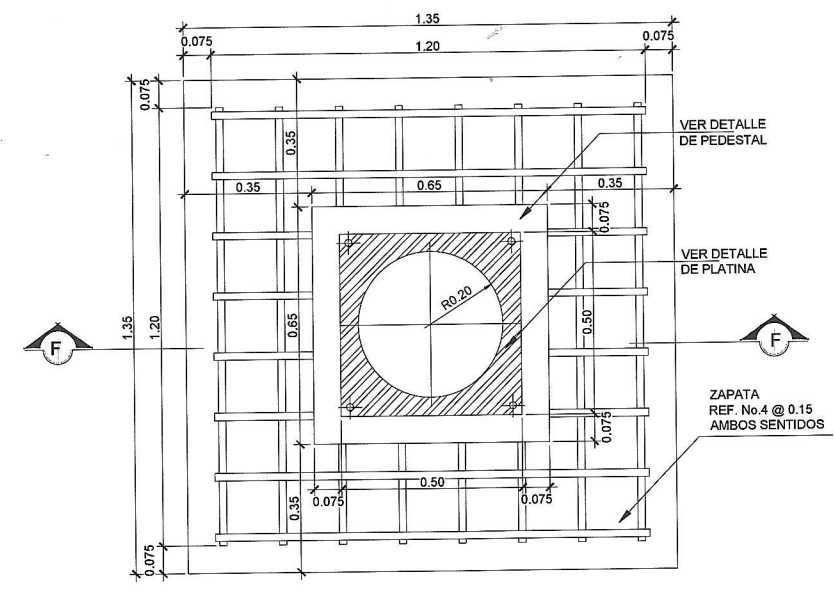
DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 10/20/10.16 HOJA: 8

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: [Signature]

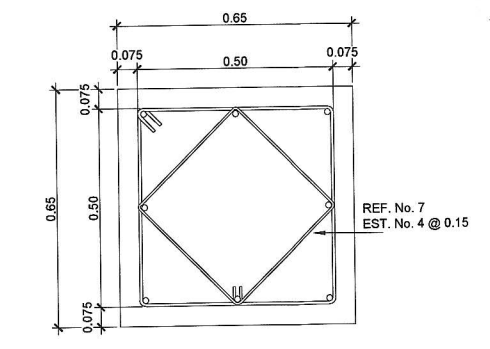
CALCULÓ: M.A.C.B. [Signature]

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

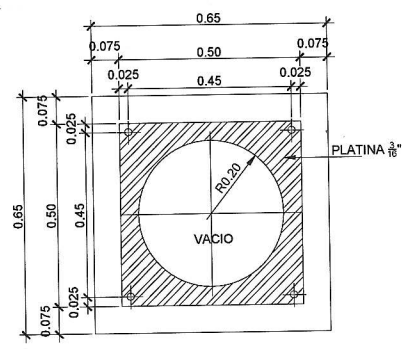
VERSION N°	REVISION	POR	APROBÓ	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	20/10/16



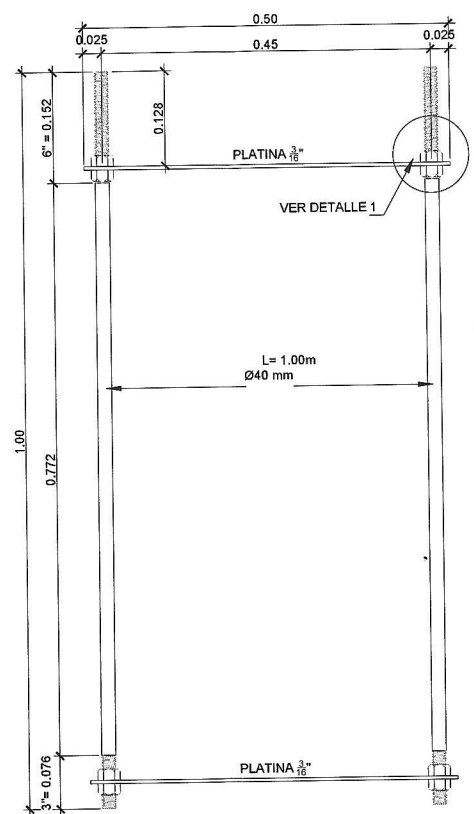
PLANTA CIMENTACION CT'S DE 138 KV C-5
ESC.: 1:20



DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20



DETALLE DE CANASTA
ESC.: 1:10

CONVENCIONES

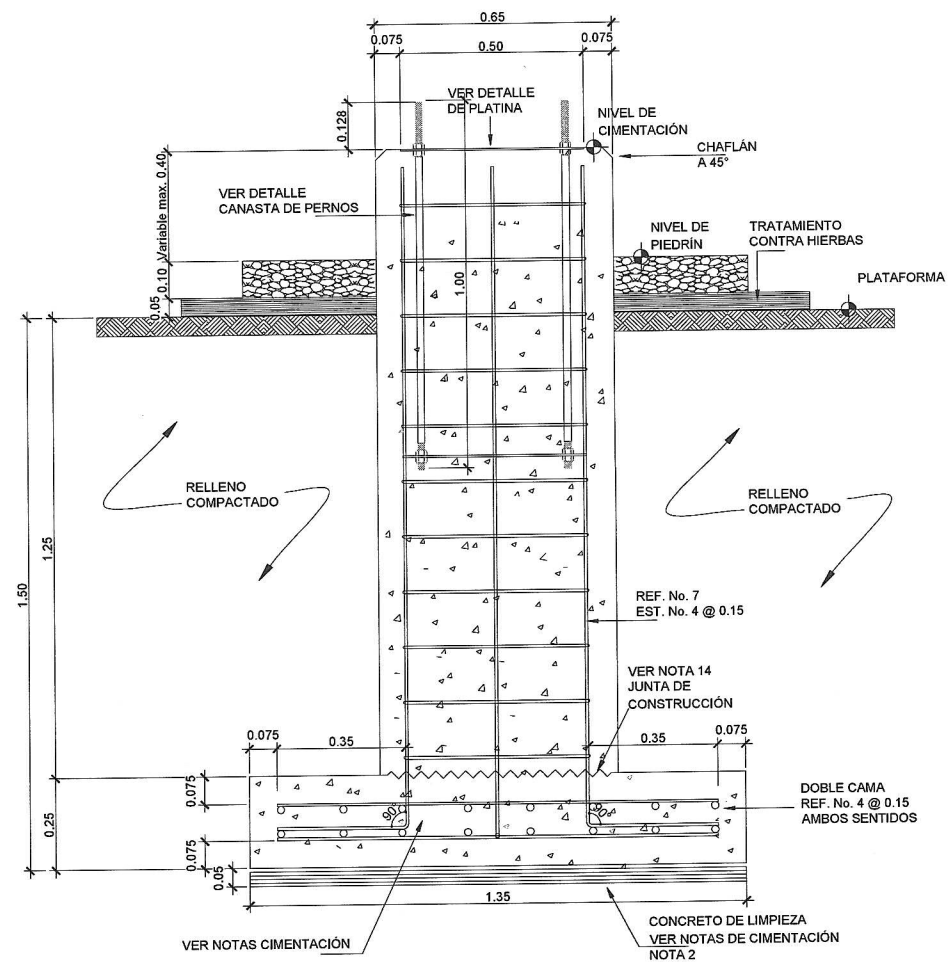
A.C.	AMBAS CARAS	Ø	DIÁMETRO
A.D.	AMBAS DIRECCIONES	e	ESPESOR
U.E.	UNIFORMEMENTE ESPACIADO	X.XX	NIVEL
No.	NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO	X.XX	NIVEL SUPERIOR
TIP.	TÍPICA	P	PENDIENTE
EST.	ESTRIBO	(EJE #)	EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
N.P.T	NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO	(EJE 'A')	EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.
N.T.C	NIVEL TOPE DE CONCRETO		
MPa	MEGAPASCAL		
J.C.	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN		

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21 \text{ MPa}$ CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14 \text{ MPa}$ CONCRETO PÓBRE.
REFUERZO $f_y = 420 \text{ MPa}$ NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550 \text{ MPa}$ Y $f_y = 380 \text{ MPa}$. LA VARRILA TENDRÁ PISO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSION EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
- EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
- LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER Ó SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
- LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
- LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_0 = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGES INE
 $l_0=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $F_y=1.5$ $F_0=1$
- LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
- EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0.10 m, A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
- LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".



SECCIÓN F - F CIMIENTO C-5
ESC.: 1:20

C-5 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 138kV							
POSICION	Ø #	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 4	# 7
HORIZONTAL	4	1.20	16	1.40	-	22.4	-
HORIZONTAL	4	1.20	16	1.40	-	22.4	-
VERTICAL	7	1.90	8	1.75	-	-	14.00
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.20	-	24.2	-
ESTRIBOS	4	0.10	11	2.20	-	24.2	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					-	93.2	14.00
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	0.994	3.042
PESO POR CADA Ø EN Kg					92.64	42.58	
PESO TOTAL C/U					135.22 Kg.		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA S.A. (INEE) DE EPS
OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUETENANCA

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUETENANCA

CONTENIDO: PLANO DETALLES CIMENTACION

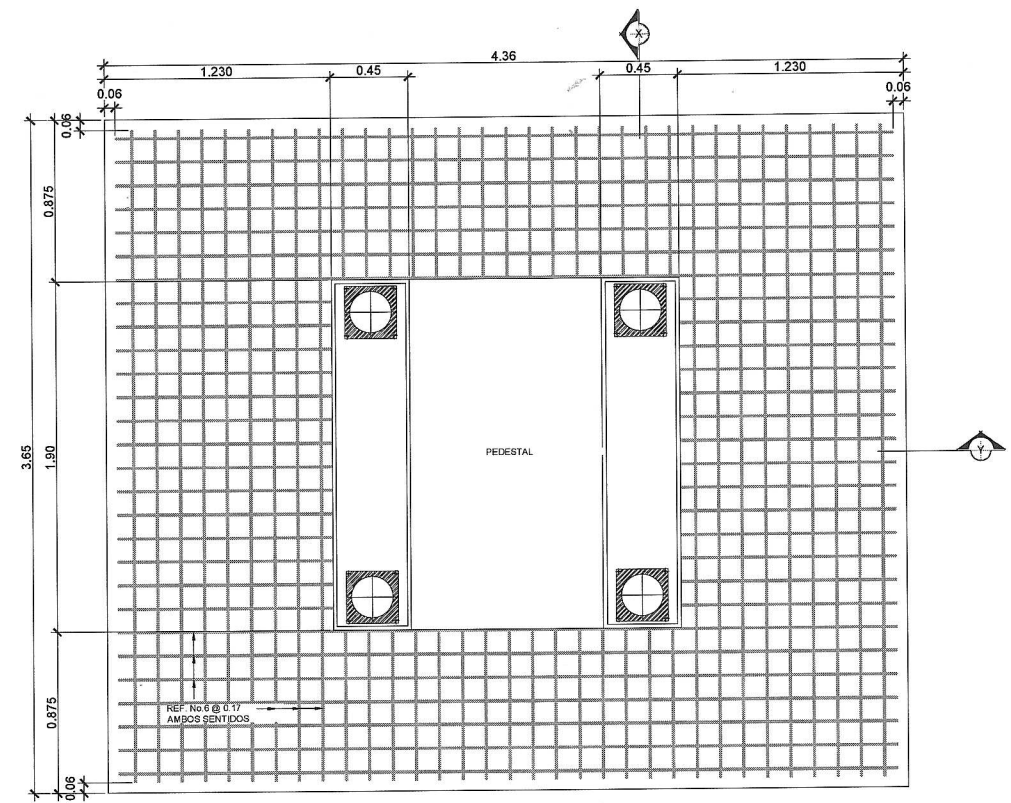
DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20/10/16 HOJA: 6

DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ: [Signature]

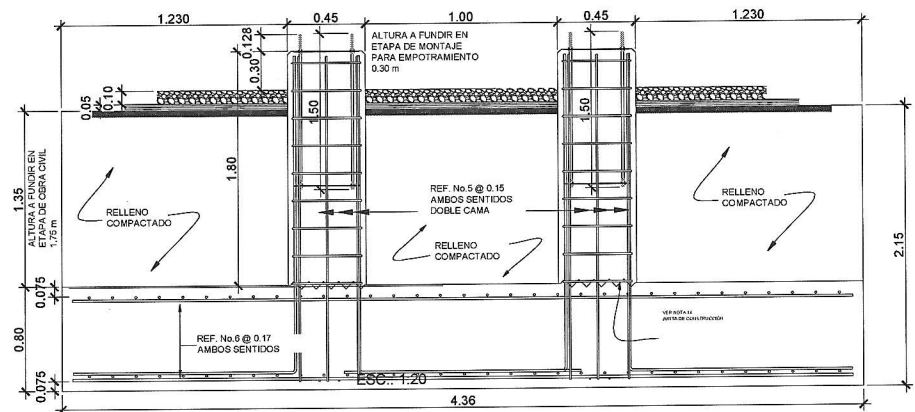
CALCULÓ: M.A.C.B. [Signature]

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

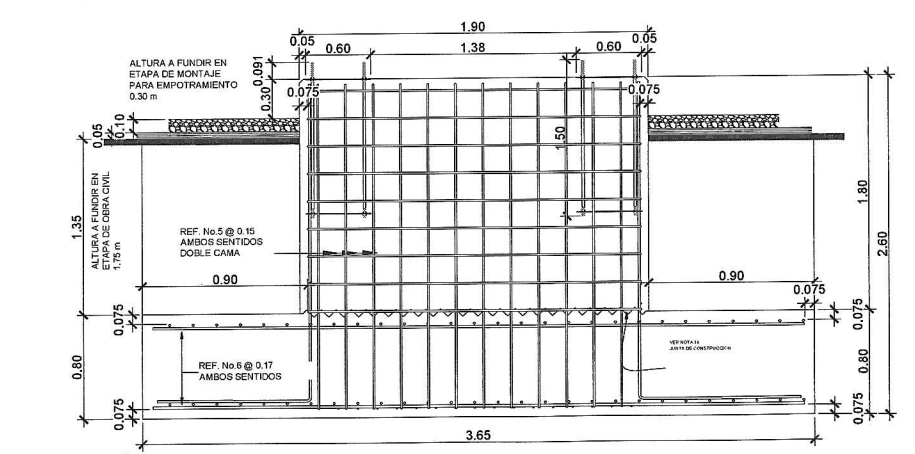
VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
0.0		M.A.C.	LAV.	20/10/18



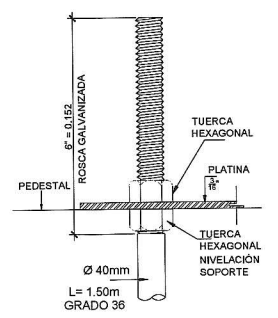
PLANTA CIMENTACION C6
ESC.: 1:20



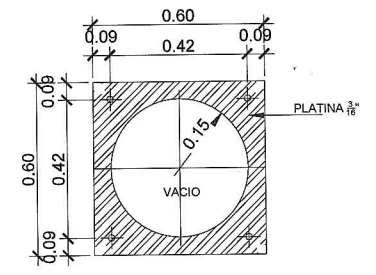
SECCIÓN Y - Y
ESC.: 1:20



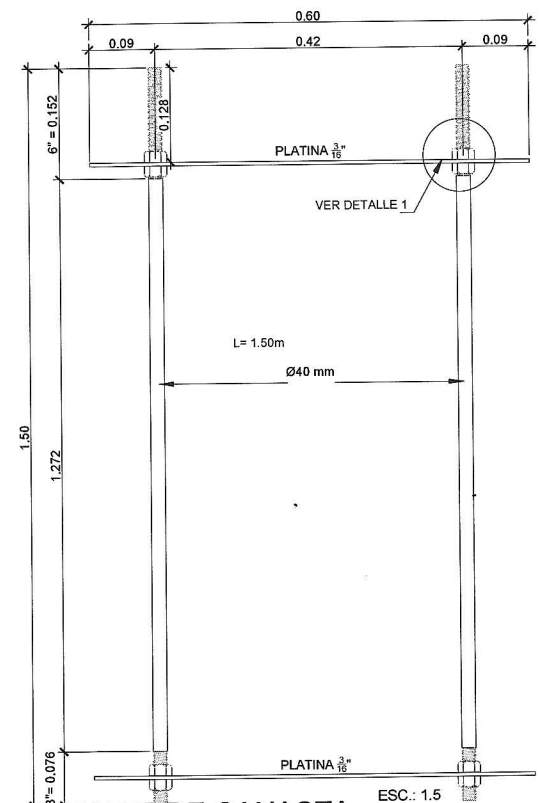
SECCIÓN X - X
ESC.: 1:20



DETALLE 1
ESC.: 1:2



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:10



DETALLE DE CANASTA
ESC.: 1:5

CIMENTACION PORTICOS							
POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 5	# 6
ZAPATA HORIZONTAL	6	3.50	50	3.50	-	-	175.00
ZAPATA HORIZONTAL	6	4.21	42	4.21	-	-	176.82
MUROS VERTICAL	5	2.45	60	2.7	-	162	-
MUROS HORIZONTAL	5	0.30	24	2.05	-	49.2	-
MUROS HORIZONTAL	5	1.75	24	2.05	-	49.2	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					-	260.40	351.82
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	1.552	2.235
PESO POR CADA Ø EN Kg					-	404.14	786.31
PESO TOTAL C/U					-	1,190.45Kg.	-

CONVENCIONES

- A.C. AMBAS CARAS
 - A.D. AMBAS DIRECCIONES
 - U.E. UNIFORMEMENTE ESPACIADO
 - No. NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO
 - TIP. TÍPICA
 - EST. ESTRIBO
 - N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO
 - N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
 - MPa MEGAPASCAL
 - J.C. JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
- Ø DIÁMETRO
 - e ESPESOR
 - X.XX NIVEL
 - X.XX NIVEL SUPERIOR
 - P PENDIENTE
 - EJE # EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
 - EJE "A" EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa. LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSION EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
5. LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FLUJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPOXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER Ó SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACCELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON ACIES NSE
ZONA 5
 $I_0=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $F_v=1.5$ $F_a=1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRO-SUBESTACION DE EPS

CONTENIDO: PLANO DETALLES DE CIMENTACION C6

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA

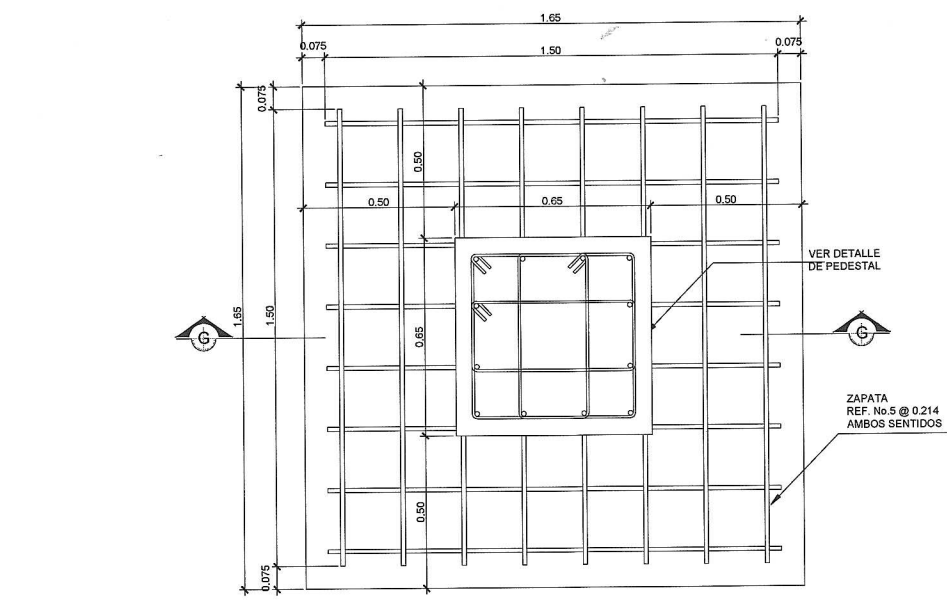
DIBUJÓ: M.A.C.B. REVISÓ:

CALCULO: M.A.C.B. HOJA: 8

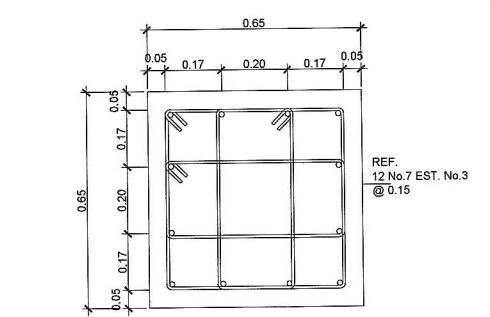
ING. LUIS ALVARO VELIZ ASesor EPS

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

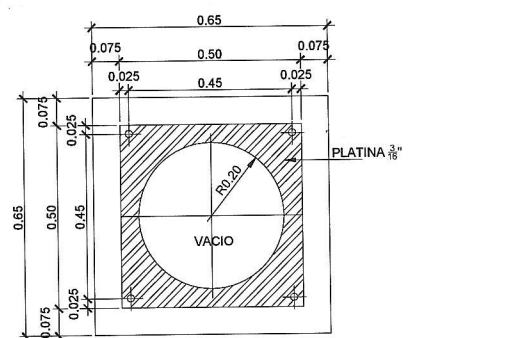
VERSION N°	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	20/10/16



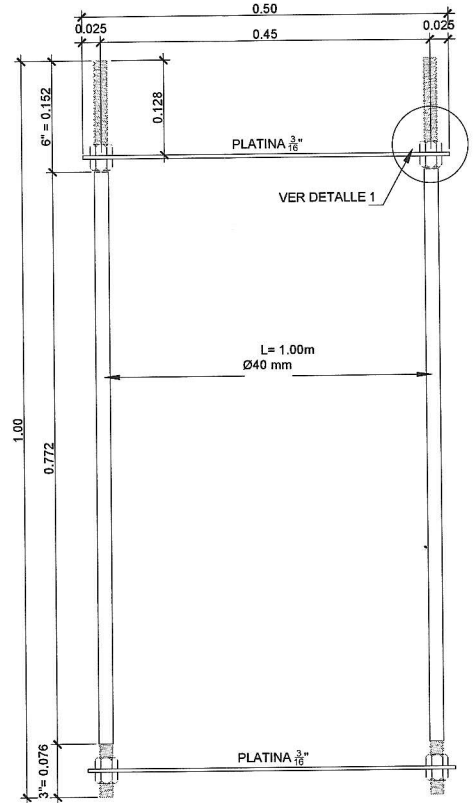
PLANTA CIMENTACION INTERRUPTOR DE 69 KV C-7
ESC.: 1:20



DETALLE DE PEDESTAL
ESC.: 1:20



DETALLE DE PLATINA
ESC.: 1:20



DETALLE DE CANASTA
ESC.: 1:10

CONVENCIONES

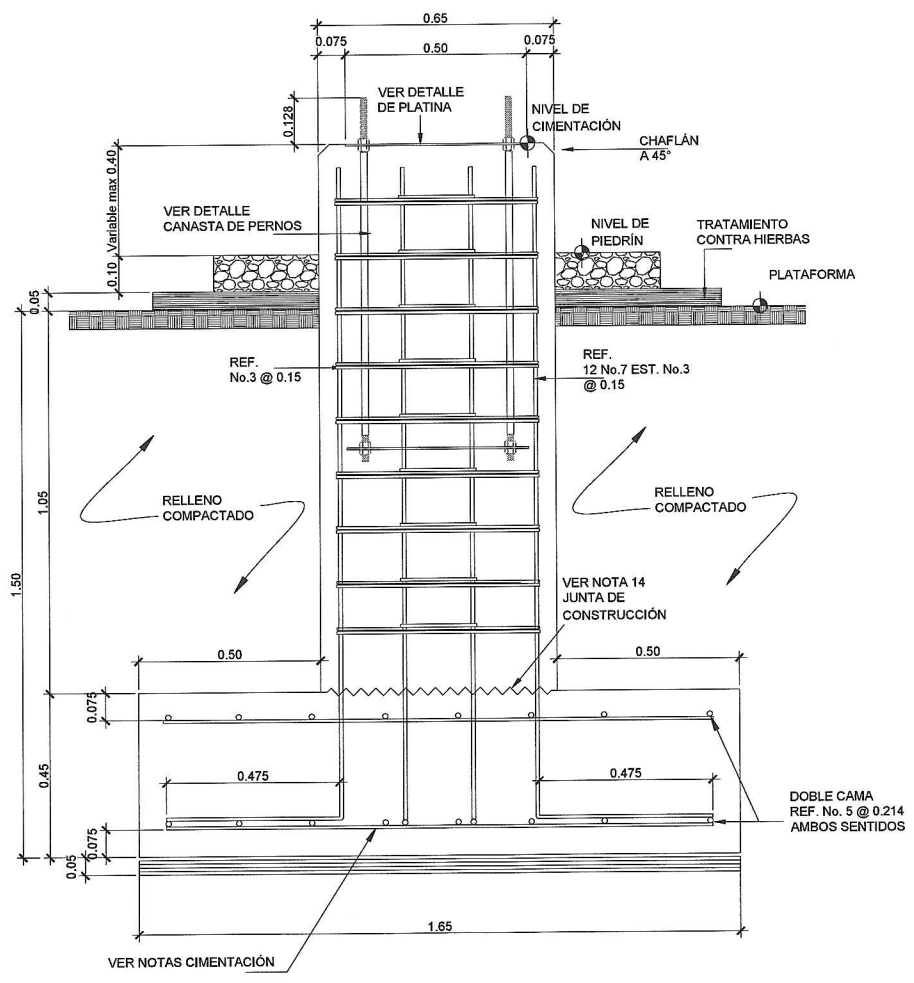
- A.C. AMBAS CARAS
 - A.D. AMBAS DIRECCIONES
 - U.E. UNIFORMEMENTE ESPACIADO
 - No. NÚMERO DE OCTAVOS DE PULGADA EN EL DIÁMETRO DEL REFUERZO
 - TIP. TÍPICA
 - EST. ESTRIBO
 - N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO DE PATIO
 - N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
 - MPa MEGAPASCAL
 - J.C. JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
- ∅ DIÁMETRO
 - e ESPESOR
 - X.XX NIVEL
 - X.XX NIVEL SUPERIOR
 - P PENDIENTE
 - EJE # EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES NÚMERO.
 - EJE "A" EJE DE CIMENTACION PARALELO A LOS EJES LETRA.

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO PLANTA GENERAL PROYECTADA
- PLANO PLANTA TRAZO DE CIMENTACIONES

NOTAS

1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO PÓBRE
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSION EN CALIENTE; SE GALVANIZARA SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m
5. LA CIMENTACION SE REALIZARA POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARAN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACION. LOS PERNOS SERAN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACION PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACION DE LOS PERNOS ESTARAN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERAN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MINIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERA APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPOXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARA CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARAN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARAMETROS SISMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACION ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGES NSE
 $I_0=4$
 $SCR=1.65$ $SIR=0.6$
 $F_v=1.5$ $F_0=1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARAN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MINIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACION SE CALCULO CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACION DE 0.10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACION.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERA GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".



SECCIÓN A - A CIMENTO C-1
ESC.: 1:20

C4 INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR DE 69kV							
POSICION	∅ #	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m c/u	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 5	# 6
HORIZONTAL	6	1.50	8	1.70	-	-	13.6
HORIZONTAL	6	1.50	8	1.70	-	-	13.6
VERTICAL	5	1.90	12	2.15	-	25.8	-
ESTRIBOS	3	0.10 0.66 0.66	9	2.84	25.56	-	-
ESTRIBOS	3	0.10 0.66 0.22	18	1.96	35.28	-	-
LONGITUD TOTAL EN METROS					60.84	25.8	27.2
PESO UNITARIO EN Kg / M					0.56	1.552	2.235
PESO POR CADA ∅ EN Kg					34.07	40.94	60.34
PESO TOTAL C/U					134.45 Kg.		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANCO
Unidad de Tracción y Energía

PROYECTO DE EPS:
AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANCO

CONTENIDO:
PLANO DETALLES CIMENTACION C-7

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20/10/16 HOJA: 8

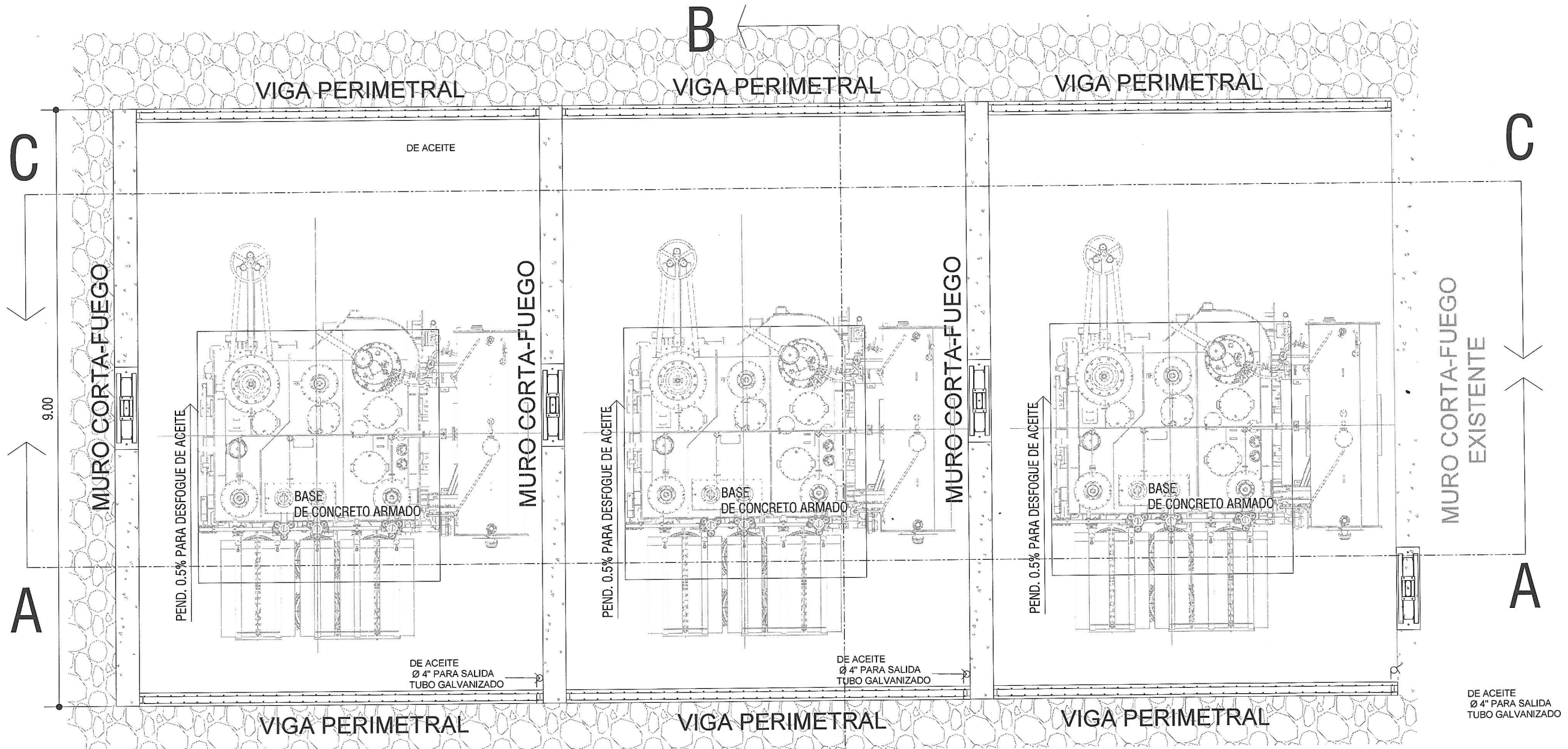
DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: [Signature]

CALCULO: M.A.C.B. [Signature]

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VENTURA
ASESOR EPS

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION	REVISION	FOR	APROBADO	FECHA
00	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	20/10/18



PLANTAGENERAL BANCO DE TRANSFORMACION

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMAS OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA DE HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANTA GENERAL BANCO DE TRANSFORMACION EPS

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 16 de Octubre de 2018 HOJA: 7

DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: [Signature]

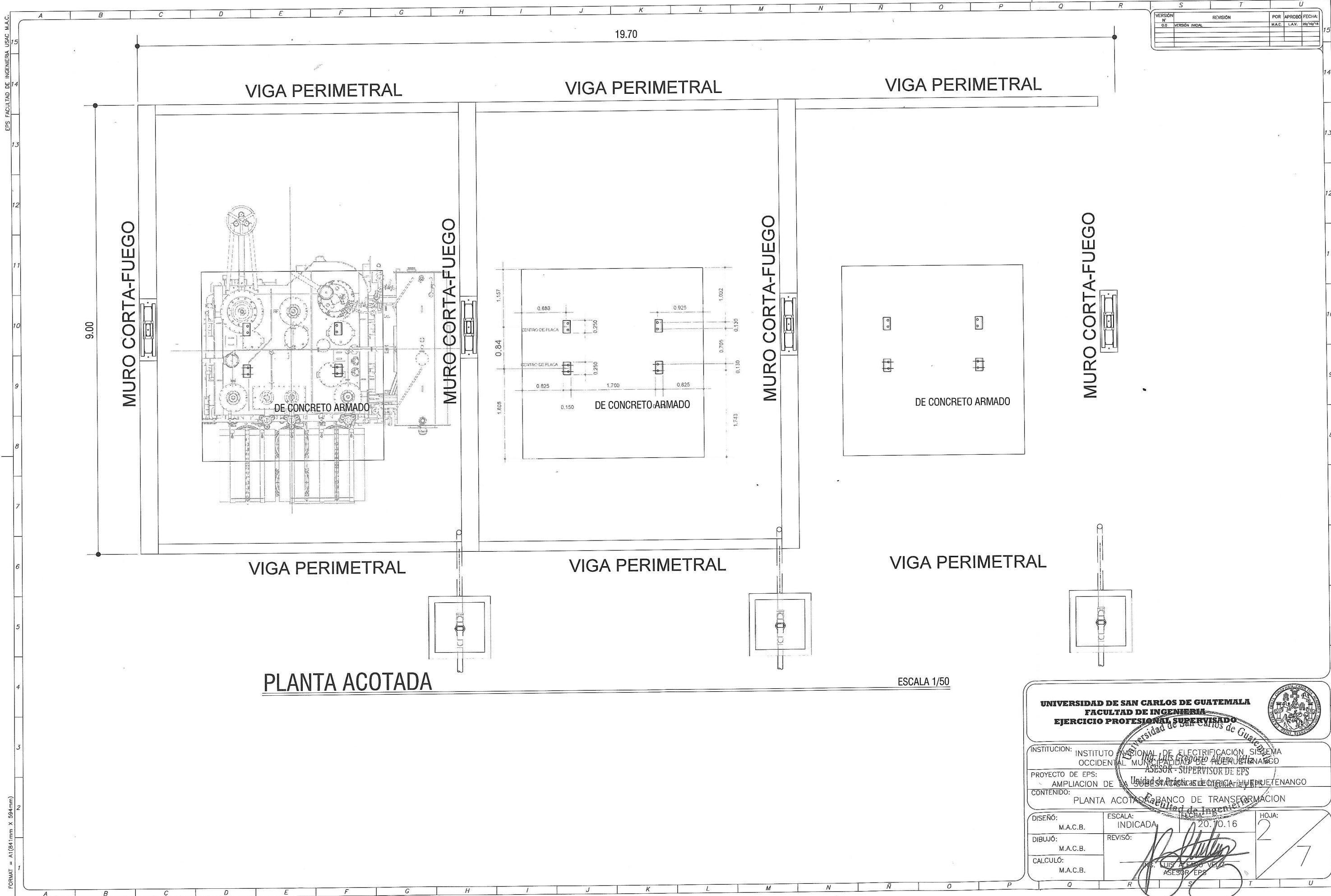
CALCULO: M.A.C.B. [Signature]

ING. LUIS ALFARO VELIZ
 ASESOR EPS

FORMAT = A1 (841 mm X 594mm)

VERSIÓN INICIAL

VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16



PLANTA ACOTADA

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE BUENAVISTA
 PROYECTO DE EPS: ASesor - SUPERVISOR DE EPS
 CONTENIDO: PLANTA ACOTADA BANCO DE TRANSFORMACION

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16 HOJA: 2
 DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: [Signature] 7
 CALCULO: M.A.C.B. ASesor EPS

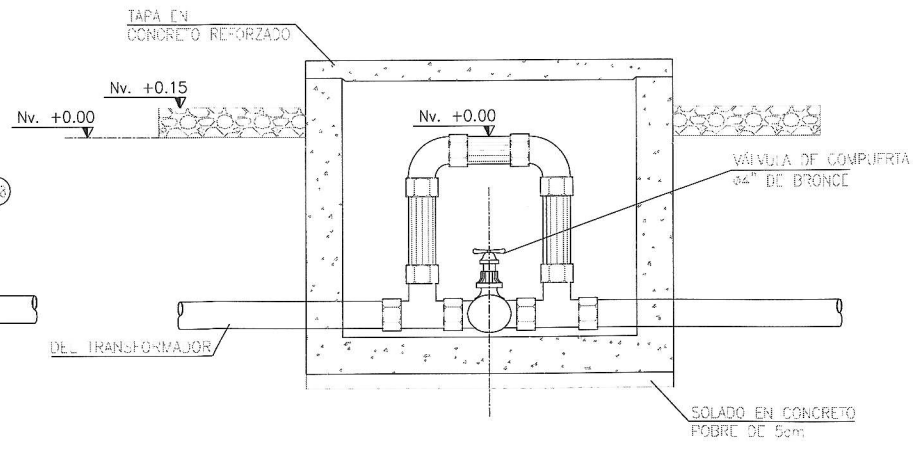
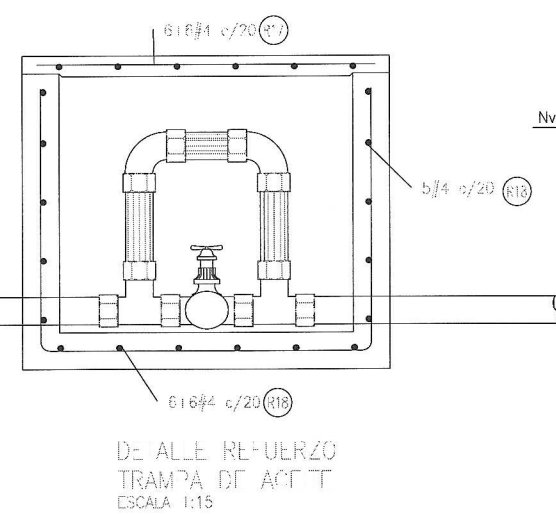
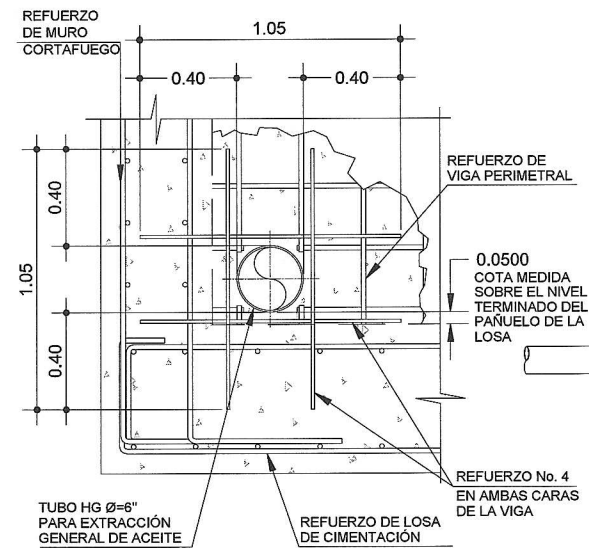
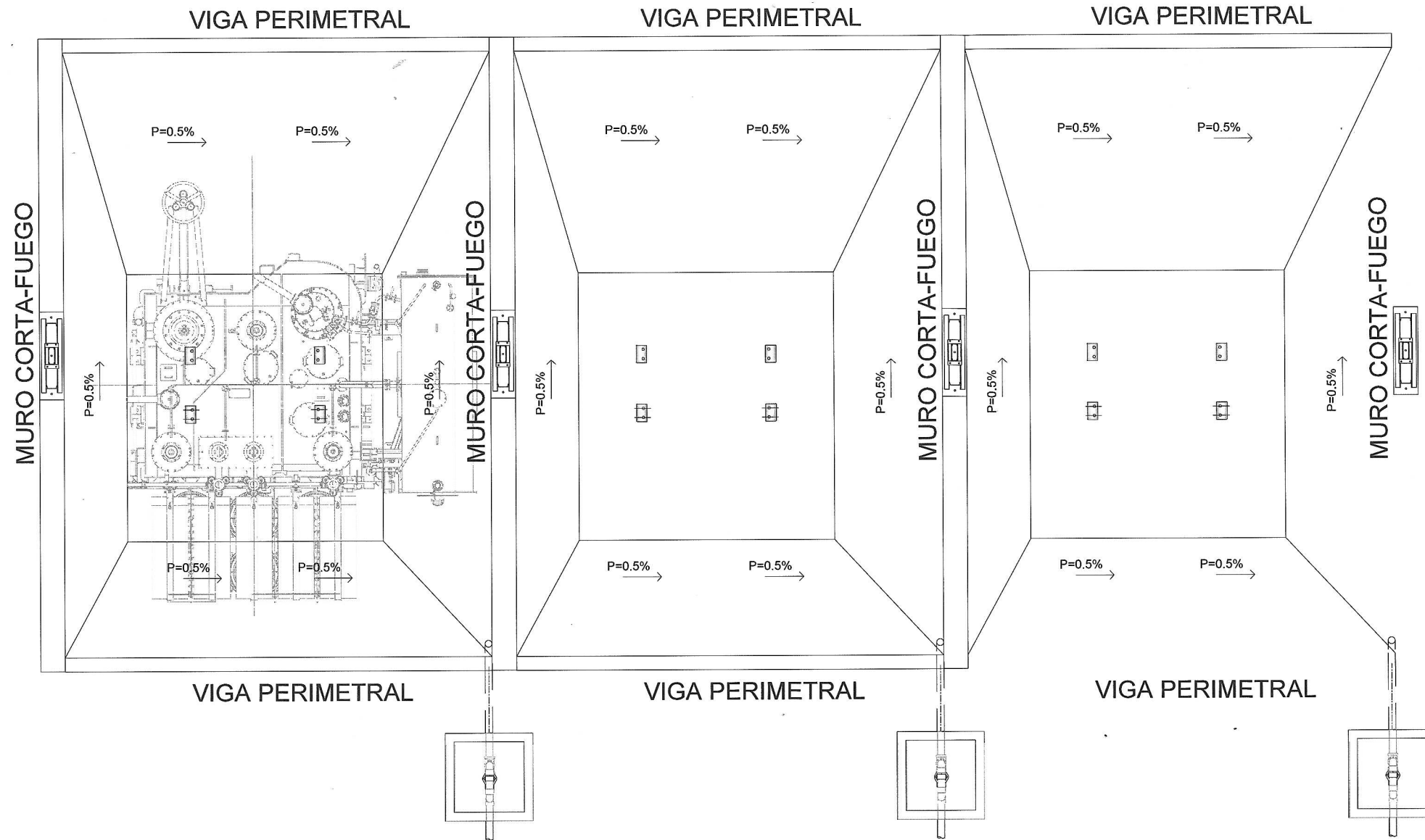
VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA:
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16

CONVENCIONES:

- Nv. +Nivel NIVEL DE TERRENO
- ① EJES DEL PROYECTO Y EDIFICIO

NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- EL NIVEL Nv.+0.00 CORRESPONDE AL NIVEL DE TERRENO ADECUADO.
- LAS DIMENSIONES DE LOS NIVELES ESTAN DADAS EN METROS.
- MATERIALES:
CONCRETO PRIMERA Y SEGUNTA ETAPA: $f'c = 28 \text{ MPa}$ (280 Kg/cm²)
CONCRETO POBRE: $f'c = 14 \text{ MPa}$ (140 Kg/cm²)
- TODOS LOS ÁNGULOS METÁLICOS Y PERNOS HILTI 3/8", SERÁN CALVINIZADOS EN CALIENTE SEGÚN LA NORMA ASTM A-123 PARA PLATINAS Y ÁNGULOS, ASTM A-153 PARA PERNOS DE ANCLAJE.
- TODOS LOS ACEROS ESTRUCTURALES CORRESPONDEN A LA RESISTENCIA ASTM-A36.
- EL RIEL DEBE CORRESPONDER DE 65Lb/Yr.
- PARA LOS DETALLES DE LA SALIDA DE CABLES AISLADOS VER PLANO DE REFERENCIA #3.
- ANTES DE VACIAR EL CONCRETO DE SEGUNDA ETAPA SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO APROBADO POR EL INTERVENOR QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO FRESCO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER).
- LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.15m.
- EL SISTEMA DE DRENAJES DEL FOSO DEBE SER CONECTADO AL SISTEMA DE DRENAJE DE TODA LA SUBESTACIÓN.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

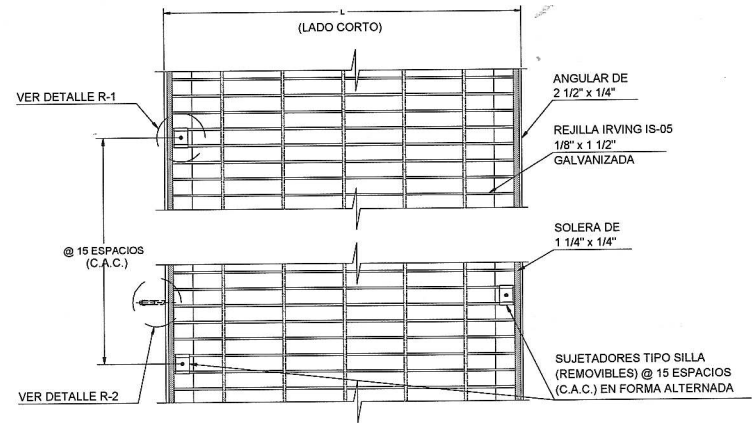
INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA
 OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE BUENAVISTA
 ASESOR SUPERVISOR DE EPS

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION DE BUENAVISTA
 CONTENIDO: DRENAJE DE ACEITE BANCO DE TRANSFORMACION

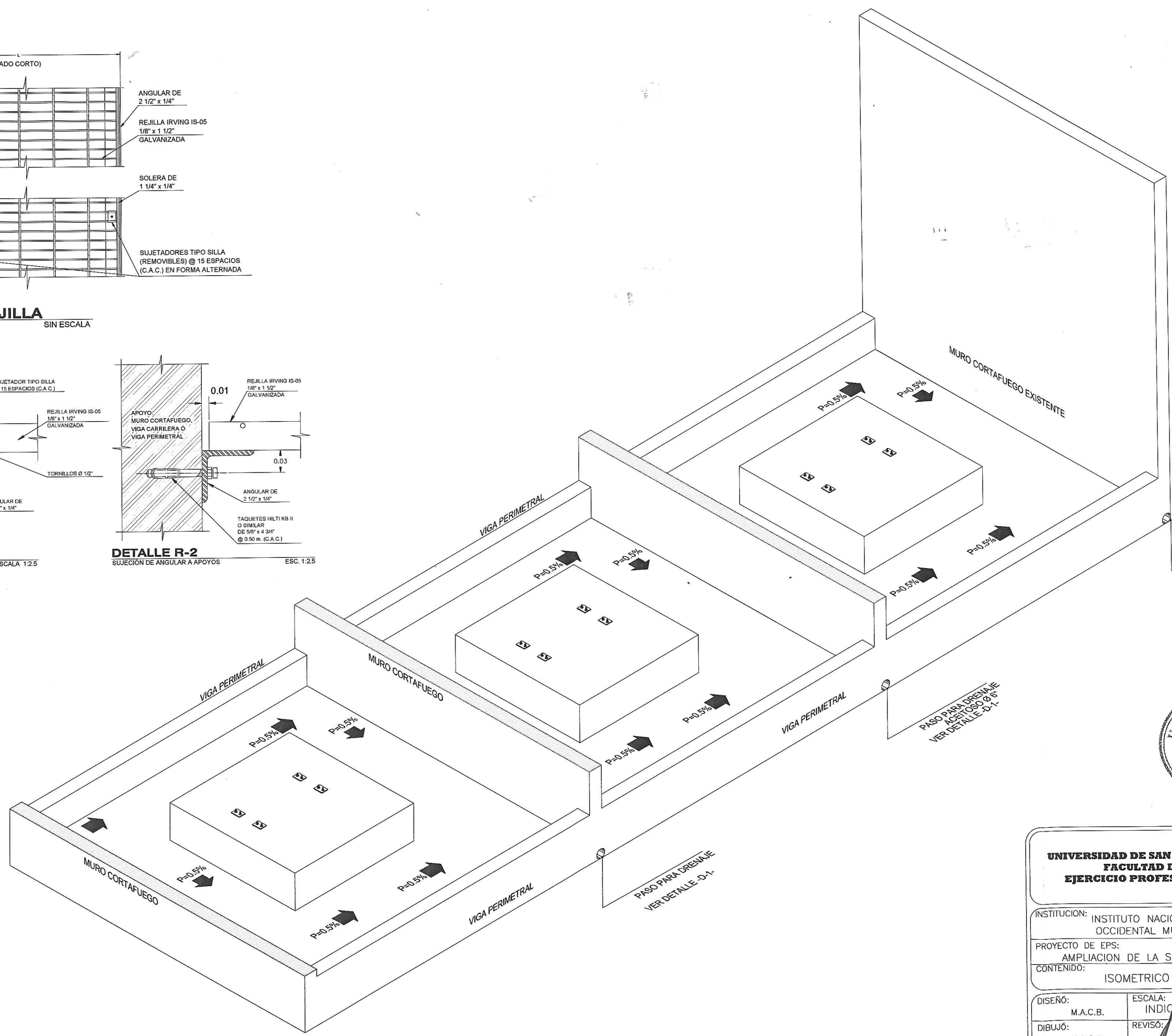
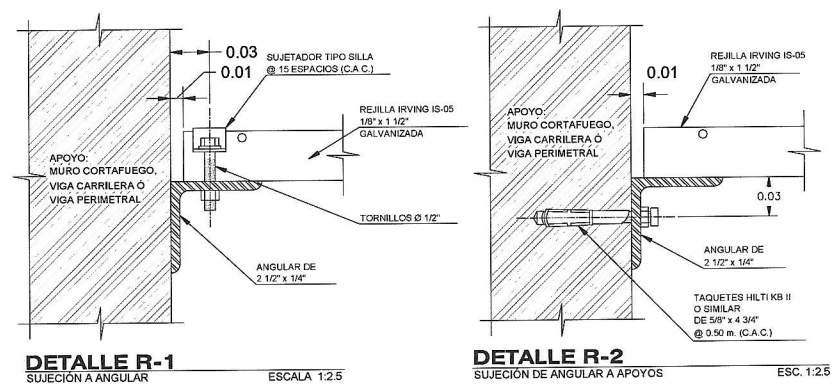
DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20.10.16 HOJA: 4/7
 DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: ASesor EPS
 CALCULO: M.A.C.B.

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	LAV.	25/10/16



DETALLE DE REJILLA
ORIENTACION DE REJILLA SIN ESCALA



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaró Véliz
 ASBSOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

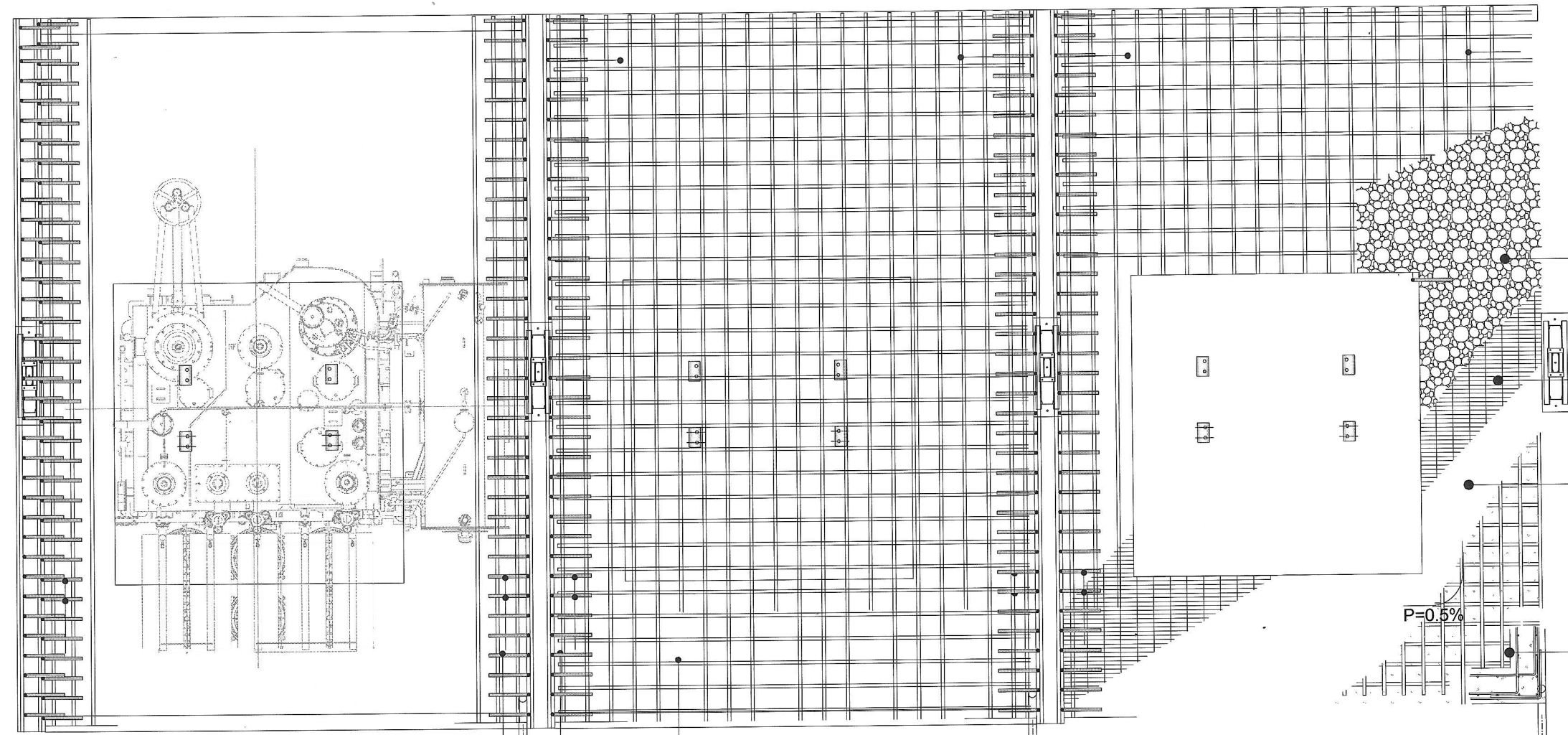
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO			
PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO			
CONTENIDO: ISOMETRICO BANCO DE TRANSFORMACION			
DISEÑO:	ESCALA:	FECHA:	HOJA:
M.A.C.B.	INDICADA	20.10.16	5
DIBUJÓ:	REVISÓ:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASBSOR EPS	
M.A.C.B.			
CALCULÓ:			7
M.A.C.B.			

FORMAT = A1 (841 mm x 594 mm)

VERIFICACION FINAL POR DISEÑADOR DE TRANSFORMACION

EPS FACULTAD DE INGENIERIA USAC M.A.C.

VERSION	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
Nº				
C.D.	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	25/10/16



CAPA DE PIEDRA BOLA
DE CANTO RODADO
VARIAS MEDIDAS

REJILLA TIPO IRVING IS-05
1/8" x 1 1/2"

ALIZADO PARA
CONFORMACION DE
PAÑUELOS

CIMIENTO REFUERZO:
DOBLE CAMA DE
No. 6 @ 0.30 Mts.
EN AMBOS SENTIDOS

REFUERZO HORIZONTAL
DOBLE CAMA No. 6 @ 0.25 Mts.
EN AMBOS SENTIDOS

MURO CORTA FUEGO
REFUERZO VERTICAL
No. 6 @ 0.25 Mts.
+ PATA DE ANCLAJE A
LOSA +/- 0.50 Mts.



NOTAS

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
CONCRETO $f'_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f'_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE
REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa. LA VARIILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
4. EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
5. LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
6. LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FUNDACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
7. LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBEO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHESIVO EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
8. LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
9. LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.35g$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGIES NSE
ZONA 5
 $I_o = 4$
 $SCR = 1.65$ $SIR = 0.6$
 $F_v = 1.5$ $F_o = 1$
10. LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
11. EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0.10 m., A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
12. LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACIÓN ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: PLANTA DE ARMADO BANCO DE TRANSFORMACION

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 25.10.16 HOJA: 6/7

DIBUJO: M.A.C.B. REVISÓ: [Signature]

CALCULO: M.A.C.B. ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS

FORMAT = A1(84 mm x 594 mm)

VELOCIDAD DE TRANSFORMACION

VERSION N°	REVISION	POR	APROBADO	FECHA
0.0	VERSION INICIAL	M.A.C.	L.A.V.	20/10/16

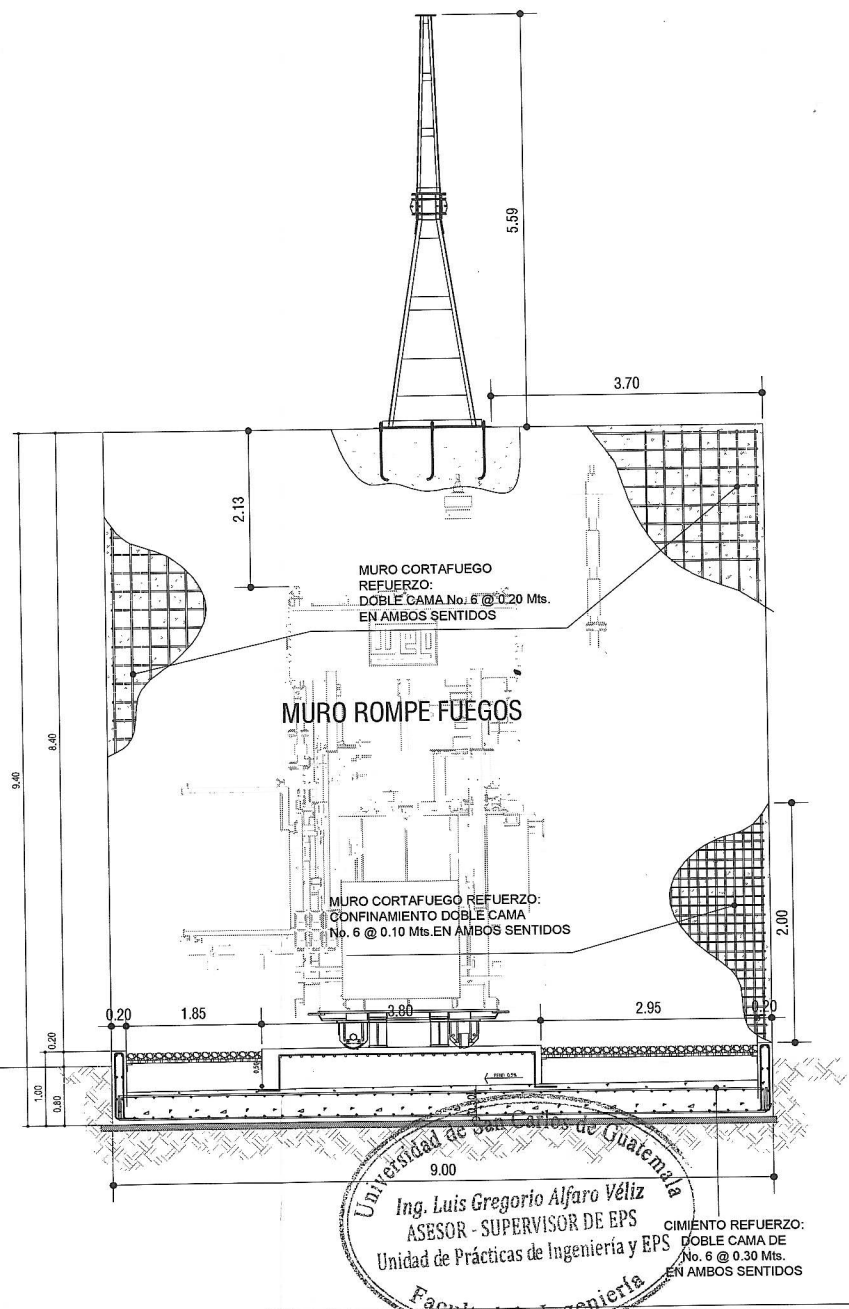
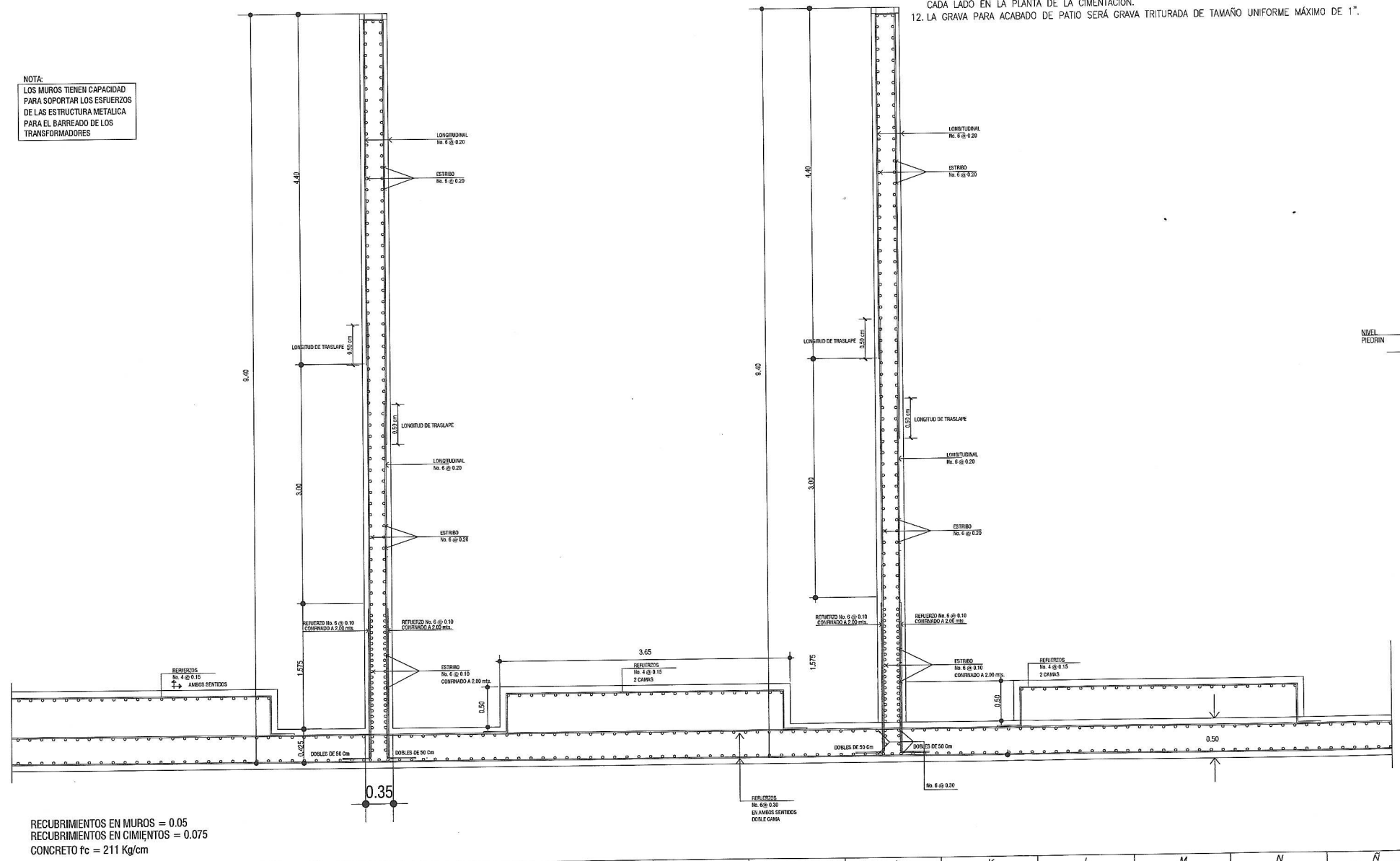
NOTAS

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES:
 CONCRETO $f_c = 21$ MPa CONCRETO ESTRUCTURAL
 $f_c = 14$ MPa CONCRETO POBRE.
 REFUERZO $f_y = 420$ MPa NORMA NTC 2289 (ASTM A-706)
 PERNOS DE ANCLAJE EN ACERO SAE 1020 CON RESISTENCIA ÚLTIMA $F_u = 550$ MPa Y $f_y = 380$ MPa. LA VARILLA TENDRÁ PASO ESTANDAR Y GALVANIZADO ESPECIAL POR INMERSIÓN EN CALIENTE; SE GALVANIZARÁ SÓLO LA PARTE ROSCADA MÁS 150 mm, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM A-153.
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
- EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO EN LA ZAPATA ES DE 75 mm Y EN EL PEDESTAL ES DE 50mm.
- EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO Y EL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T. CORRESPONDE A LA COTA DE ACABADO DE PATIO +0.10 m. EL NIVEL TOPE DE CONCRETO N.T.C. SERÁ LA COTA 451.10 m.
- LA CIMENTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIO DE ZAPATAS AISLADAS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.20 m. PARA TODAS LAS COLUMNAS, TENIENDO EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS POR EL ESTUDIO DE SUELOS.
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE INSTALARÁN VERTICAL Y ORTOGONALMENTE UTILIZANDO LA PLANTILLA DE FIJACIÓN. LOS PERNOS SERÁN NIVELADOS DE ACUERDO CON LA COTA DE FUNDACIÓN PREVISTA. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE LOS PERNOS ESTARÁN DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- LOS CONCRETOS SECUNDARIOS DEBERÁN SER VACIADOS UNA VEZ NIVELADA Y POSICIONADA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO. SE DEBE DEJAR UN BOMBO EN PUNTA DE DIAMANTE CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% COMO LO INDICA EL DETALLE 1. ANTES DE VACIAR EL CONCRETO SECUNDARIO, SE DEBERÁ APLICAR A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO PRIMARIO UN ADHERENTE EPÓXICO QUE GARANTICE LA PLENA ADHERENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO CON EL CONCRETO (SE RECOMIENDA SIKADUR-32 PRIMER O SIMILAR) EL CONCRETO SECUNDARIO SE REALIZARÁ CON GROUTING AUTONIVELANTE DE ALTA RESISTENCIA TIPO SIKAGROUT 212 O EQUIVALENTE.
- LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DE PEDESTALES SE ROTARÁN EN TODAS LAS ESQUINAS.
- LOS PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO SON:
 MÁXIMA ACELERACIÓN ESPECTRAL EN LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO $S_a = 1.359$ OBTENIDA DE ACUERDO CON AGIES NSE
 ZONA 5
 $I_0 = 4$
 $SCR = 1.65$ $SIR = 0.6$
 $F_v = 1.5$ $F_0 = 1$
- LOS LLENOS ESTRUCTURALES SE REALIZARÁN MEDIANTE UN COMPACTADOR TIPO SAPO VIBRATORIO O SIMILAR HASTA OBTENER UNA DENSIDAD SECA MÍNIMA DEL 95% DE LA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.
- EL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN SE CALCULÓ CONSIDERANDO UNA SOBRE-EXCAVACIÓN DE 0,10 m. A CADA LADO EN LA PLANTA DE LA CIMENTACIÓN.
- LA GRAVA PARA ACABADO DE PATIO SERÁ GRAVA TRITURADA DE TAMAÑO UNIFORME MÁXIMO DE 1".

BANCO DE TRANSFORMADORES								
POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS			
					# 3	# 4	# 6	
LOSA	LOSA HORIZONTAL SUPERIOR	6	29.85	17	30.25	-	-	514.25
	HORIZONTAL INFERIOR	6	29.85	17	30.25	-	-	514.25
	VERTICAL SUPERIOR	6	7.85	66	8.25	-	-	544.50
	VERTICAL INFERIOR	6	7.85	66	8.25	-	-	544.50
LOSA	LOSA HORIZONTAL INFERIOR	6	8.18	20	4.90	-	-	98.00
	ZONA TRAF0 HORIZONTAL INFERIOR	6	4.50	10	4.50	-	-	45.00
	ZONA TRAF0 VERTICAL INFERIOR	6	4.50	33	4.50	-	-	148.50
	VERTICAL INFERIOR	6	4.25	52	4.50	-	-	234.00
MURO CORTA FUEGO	PAREDES VERTICAL 0-4 M.	6	4.25	136	4.50	-	-	612.00
	VERTICAL 4-9 M.	6	9.30	144	9.55	-	-	1,375.20
	HORIZONTAL 0-4 M.	6	6.85	144	7.35	-	-	1,058.40
	GANCHO	6	0.80	72	2.05	-	-	147.60

POSICION	#	FORMA	CANTIDAD	LONGITUD m C/U	LONGITUD TOTAL EN METROS		
					# 3	# 4	# 6
BLO. TRAF0 VERTICAL	4	3.35	63	3.65	-	-	229.95
	4	3.65	60	4.85	-	-	291.00
BLO. TRAF0 HORIZONTAL	4	3.35	63	3.65	-	-	229.95
	4	3.65	60	4.85	-	-	291.00
GANCHO U	4	1.10	90	1.80	-	-	162.00
	4	1.10	90	1.80	-	-	162.00
LONGITUD TOTAL EN METROS							1,865.90
PESO UNITARIO EN Kg / M							0.56
PESO POR CADA Ø EN Kg							1,809.92
PESO TOTAL C/U							14,853.83

NOTA:
 LOS MUROS TIENEN CAPACIDAD PARA SOPORTAR LOS ESFUERZOS DE LAS ESTRUCTURA METALICA PARA EL BARRIADO DE LOS TRANSFORMADORES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

ING. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN SISTEMA OCCIDENTAL MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

PROYECTO DE EPS: AMPLIACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA HUEHUETENANGO

CONTENIDO: DETALLES DE ARMADO BANCO DE TRANSFORMACION

DISEÑO: M.A.C.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 20/10/16 HOJA: 7/7

DIBUJO: M.A.C.B. REVISO: [Signature]

CALCULO: M.A.C.B. ING. LUIS ALFARO VELIZ ASESOR EPS

ANEXOS

Anexo 1. Plano de ubicación de sondeos

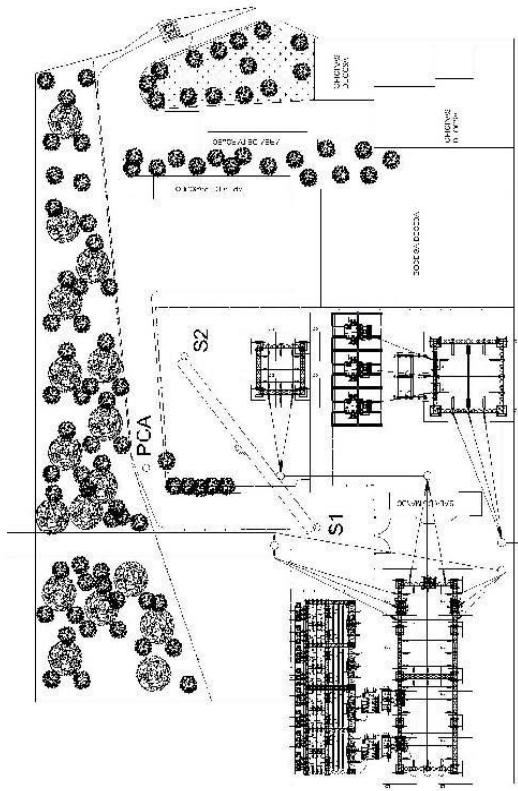


ANEXO 1

PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 1.



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 2. **Perfiles estratigraficos**



ANEXO 2

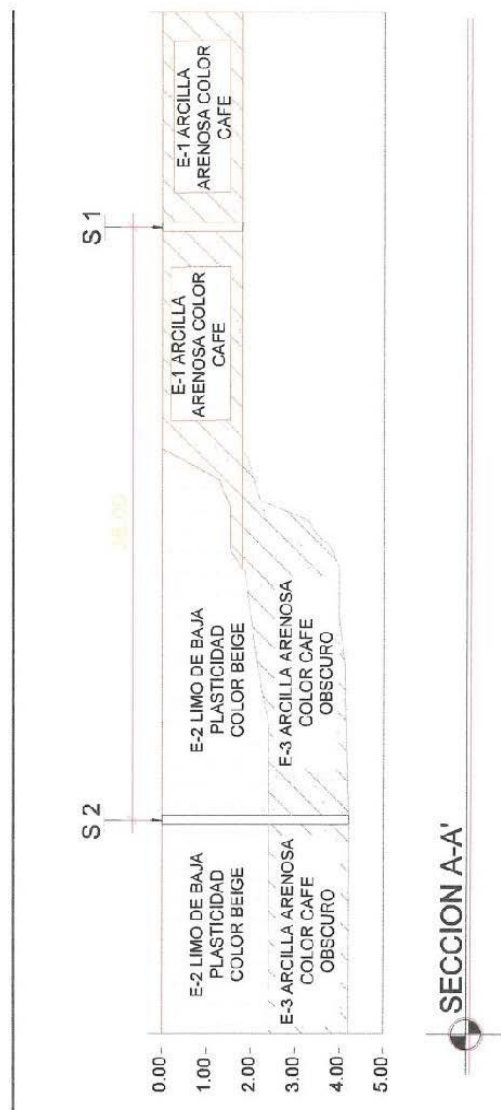
PERFILES ESTRATIGRAFICOS

grupophisa@gmail.com

Teléfono: 24773783

Móvil: 53826788

Continuación anexo 2.



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 3. **Tabla de perforaciones de SPT**



ANEXO 3

TABLA DE PERFORACIONES DE SPT

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 3.



Tabla de perforaciones

TABLA DE PERFORACIONES
SUBESTACION ILLICUITANANGO

PROYECTO: SUB-ESTACIÓN _____ PERFORACION: S-1 _____
LUGAR: ZONA 3, ILLICUITANANGO, ILLICUITANANGO PESO MARTILLO: 140lb _____

ESTRATO	PROFUNDIDAD		SOLPES A CADA 0.15 m						EXAMEN VISUAL	OBSERVACIONES				
	INICIO	FINAL	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10
0.60	0.00	0.60	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	11	E-1 ARCILLA ARENOSA COLOR CAFÉ RECHAZO POR FIRMEZA
0.60	0.60	1.20	8	12	18	30	30	30	30	30	30	30	30	
0.60	1.20	1.80	35	35	60	60	60	60	60	60	60	60	99	

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 3.



TABLA DE PERFORACIONES
SUBESTACION HUEHUETENANGO

PROYECTO: SUB-ESTACIÓN _____ PERFORACIÓN: S-2 _____
 LUGAR: ZONA 3, HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO PESO MARTILLO: 140 lb _____

ESTRATO	PROFUNDIDAD		GOLFES A CADA 0.15 m							EXAMEN VISUAL	OBSERVACIONES
	INICIO	FINAL	1	2	3	4	19	N			
0.60	0.00	0.60	4	4	11	19	15			E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE	
0.60	0.60	1.20	20	30	33	40	53				
0.60	1.20	1.80	30	20	15	16	35				
0.60	1.80	2.40	10	6	7	10	15				
0.60	2.40	3.00	8	12	12	16	24			E-3 ARCILLA AENOSA COLOR CAFÉ OSCURO	
0.60	3.00	3.60	21	24	35	45	59				
0.60	3.60	4.20	40	60			60			RECHAZO POR FIRMEZA	

grupophisa@gmail.com
 Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 4. **Tabla de perforaciones de PCA**



ANEXO 4

TABLA DE PERFORACIONES DE PCA

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 4.



TABLA DE PERFORACIONES
SUBESTACION HUEHUETENANGO

PROYECTO: SUB-ESTACIÓN FECHA: _____

LUGAR: ZONA 3, HUEHUETENANGO PCA-1

COTA INICIAL:

ESTRATO	PROFUNDIDAD		EXAMEN VISUAL	OBSERVACIONES
	INICIO	FINAL		
	0.00	0.70	ORGANICO	
	0.70	2.00	E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE	
	2.00	4.10	E-3 ARCILLA AENOSA COLOR CAFÉ OSCURO	

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 5. **Resumen de laboratorio**



ANEXO 5

RESUMEN DE LABORATORIO

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 5.



Resumen de laboratorio

Muestra	Profundidad de muestra (pies)	Límites de Atterberg				% pasa T ₂₀₀	Clasificación	Humedad %	Gravedad Específica	Densidad seca g/cm ³	Índice de poros
		LL		LP							
		LL	LP	IP							
Sub-Estación: SUBESTACION HUEHUETENANGO											
Estrato 1											
E-1 ARCILLA ARENOSA COLOR CAFÉ	4.00	35.60	23.01	12.59	85.28	CL	28.35	2.57	1.26	1.04	
Estrato 2											
E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE	4.00	NLL	NLP	NIP	55.46	ML	29.72	2.48	1.32	0.88	
Estrato 3											
E-3 ARCILLA ARENOSA COLOR CAFÉ OSCURO	10.00	45.95	21.73	24.22	76.99	CL	24.56	2.54	1.43	0.78	
CL = Arcillas Inorgánicas de baja compresibilidad											
ML = Limos Inorgánicos de baja compresibilidad											
CL = Arcillas Inorgánicas de baja compresibilidad											

grupophisa@gmail.com

Teléfono: 24773783

Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 6. **Gráficas y tablas de capacidad soporte**



ANEXO 6

GRAFICAS Y TABLAS DE CAPACIDAD SOPORTE

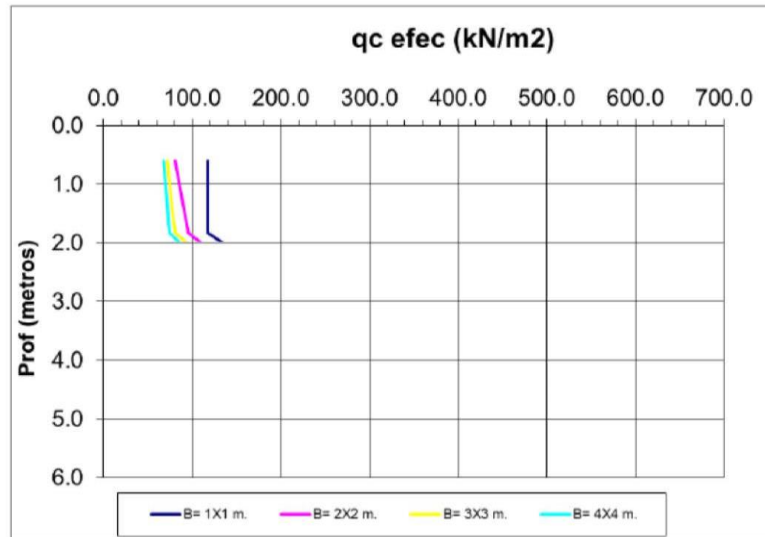
grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 6.



Perforación: S-1

Prof. Metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de un metro	Qc efec kN/m2 B= Ancho de dos metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de tres metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de cuatro metros
0.6	118.12	81.17	71.91	67.55
1.2	118.12	88.59	76.43	70.79
1.8	118.12	96.00	80.95	74.02



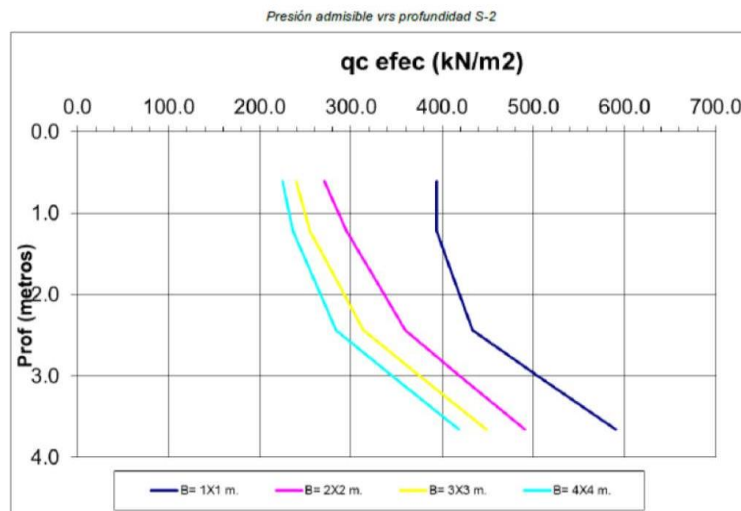
grupophisa@gmail.com
 Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 6.



Perforación: S-2

Prof. Metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de un metro	Qc efec kN/m2 B= Ancho de dos metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de tres metros	Qc efec kN/m2 B= Ancho de cuatro metros
0.6	393.73	270.56	239.70	225.17
1.2	393.73	295.29	254.76	235.96
1.8	413.41	327.47	284.07	259.61
2.4	433.10	359.66	313.37	283.27
3.0	511.85	425.05	380.76	350.95
3.7	590.59	490.44	448.14	418.63



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 7. Gráfica de golpes



ANEXO 7

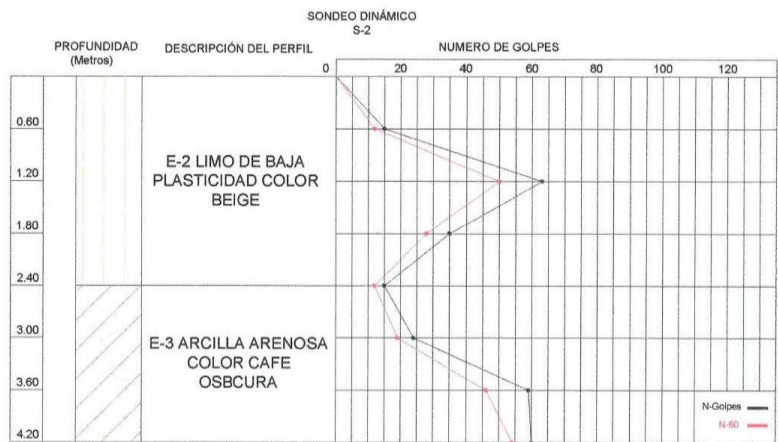
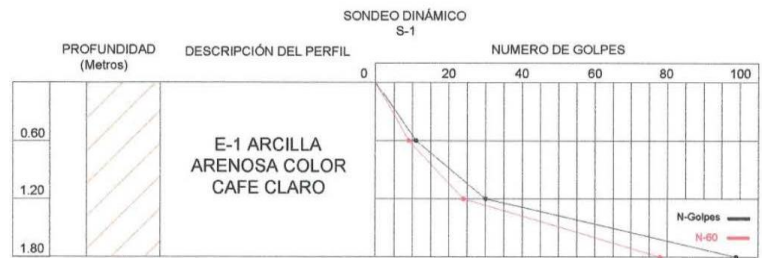
GRAFICA DE GOLPES

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 7.



Columna estratigráfica



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 8. Perfil PCA



ANEXO 8
PERFIL PCA

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 8.



PROFUNDIDAD (Mts.)	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL
0.00	
0.70	ORGANICO
2.00	E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE
4.10	E-3 ARCILLA AENOSA COLOR CAFÉ OSCURO

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 9. Resultados de laboratorio



ANEXO 9

RESULTADOS DE LABORATORIO

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 10. Ensayo de granulometría



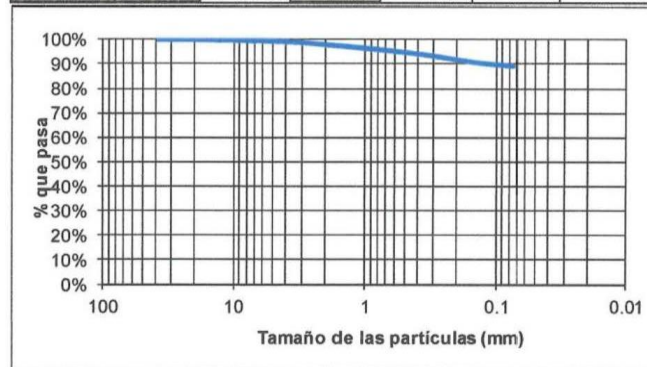
Ensayos de laboratorio

Granulométrica Estrato 1

PROYECTO: Sub-Estación

Muestra: Estrato 1

Tamiz	Tamiz en mm	peso bruto (g)	tara (g)	peso neto (g)	peso neto acumulado (g)	% Pasa
1 1/2"	38.1					100.00
1"	25.4					100.00
3/4"	19					100.00
No. 4	4.75	241.31	237.85	3.46	0.72	99.28
No. 10	2	247.66	237.85	9.81	2.04	97.96
No. 40	0.425	264.89	237.85	27.04	5.64	94.36
No. 100	0.15	282.13	237.85	44.28	9.23	90.77
No. 200	0.075	289.39	237.85	51.54	10.74	89.26



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 10.

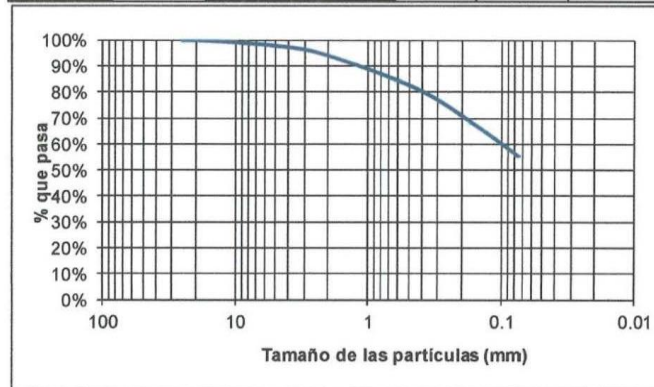


Granulométrica Estrato 2

PROYECTO: Sub-Estación

Muestra Estrato 2

Tamiz	Tamiz en mm	peso bruto (g)	tara (g)	peso neto (g)	peso neto acumulado (g)	% Pasa
1 1/2"	38.1					100.00
1"	25.4					100.00
3/4"	19					100.00
No. 4	4.75	249.47	237.80	11.67	2.19	97.81
No. 10	2	269.43	237.80	31.63	5.93	94.07
No. 40	0.425	338.37	237.80	100.57	18.85	81.15
No. 100	0.15	416.39	237.80	178.59	33.48	66.52
No. 200	0.075	475.36	237.80	237.56	44.54	55.46



grupophisa@gmail.com
 Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 10.

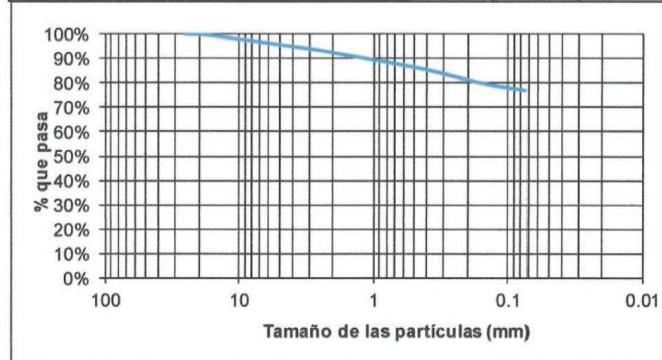


Granulométrica Estrato 3

PROYECTO: Sub-Estación

Muestra Estrato 3

Tamiz	Tamiz en mm	peso bruto (g)	tara (g)	peso neto (g)	peso neto acumulado (g)	% Pasa
1 1/2"	38.1					100.00
1"	25.4					100.00
3/4"	19					100.00
No. 4	4.75	261.26	237.85	23.41	4.57	95.43
No. 10	2	276.69	237.85	38.84	7.59	92.41
No. 40	0.425	311.16	237.85	73.31	14.32	85.68
No. 100	0.15	342.00	237.85	104.15	20.35	79.65
No. 200	0.075	355.61	237.85	117.76	23.01	76.99



grupophisa@gmail.com
 Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 11. Ensayos de límites de atterberg



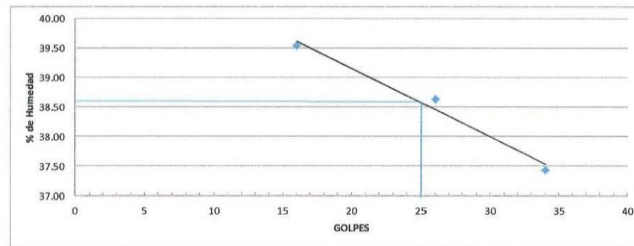
Límites de Atterberg Estrato 1

PROYECTO: Sub-Estación

Muestra: Estrato 1

LÍMITES DE ATTERBERG						
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
GOLPES		16	26	34		
Profundidad Pies	4.00					
PBH gr.	69.83	33.65	37.03	37.83	22.80	22.77
PBS gr.	67.57	28.15	30.73	31.44	21.14	21.13
TARA gr.	14.32	14.24	14.42	14.37	14.02	13.91
DPF gr.	12.26	5.50	6.30	6.39	1.86	1.64
PNS gr.	43.25	13.91	16.31	17.07	7.12	7.22
HUMEDAD	28.35	39.54	38.63	37.43	23.31	22.71
K					23.01	

MUESTRA	
LL:	35.60
LP:	12.50
W:	28.35
Cambio de volumen	Pequeño
CLASIFICACION SUCS	CL



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Continuación anexo 11.



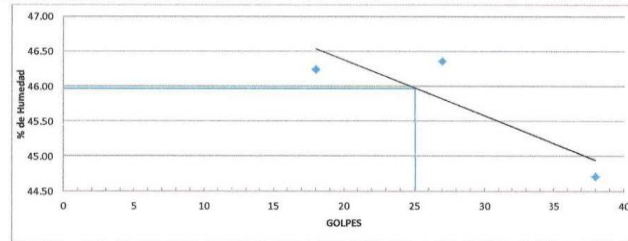
Límites de Atterberg Estrato 3

PROYECTO: Sub-Estación

Muestra Estrato 3

LÍMITES DE ATTERBERG						
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
GOLPES		18	27	38		
Profundidad pies	10.00					
PBH gr.	64.49	35.00	37.62	37.14	22.73	22.79
PBS gr.	54.58	28.42	30.39	30.09	21.14	21.22
TARA gr.	14.23	14.19	14.35	14.32	13.84	13.96
DF gr.	9.91	6.88	7.43	7.05	1.59	1.57
PNS gr.	40.35	14.23	16.03	15.77	7.30	7.24
HUMEDAD	24.56	46.24	46.35	44.71	21.78	21.69
					21.73	

MUESTRA	
LL:	45.95
LP:	24.22
W:	24.56
Cambio de volumen	Pequeño
CLASIFICACION SUCS	CL



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 12. Ensayo de proctor

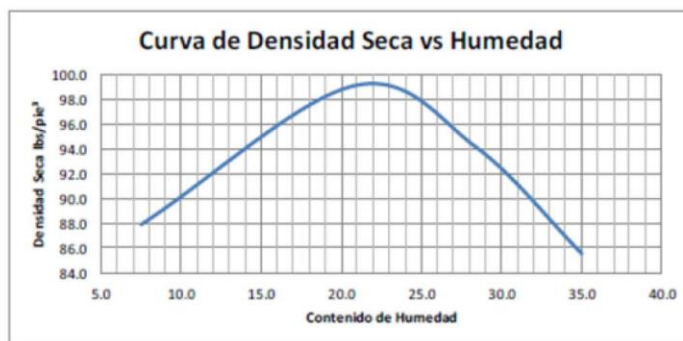


Proctor

PROYECTO: HUEHUETENANGO, ZONA 3, HUEHUETENANGO

Muestra E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE

No. de Columna:	1	2	3	4				
Intervalo de Humedad:	6	9	12	30				
P.B.H. gr	13.15	13.99	14.03	13.85				
TARA gr	10	10	10	10				
P.N.H. gr	3.15	3.99	4.03	3.85				
P.U.H. Lb/pie ³	94.50	119.70	120.90	115.50				
Tarro	4	8	5	12	8	10	16	40
P.B.H.	66.46	66.66	75.8	77.07	48.12	37.98	102.23	105.08
P.B.S.	62.93	62.88	65.26	66.15	40.68	32.71	79.78	81.23
Tara	14.46	14.12	14.15	14.07	14.34	14.29	14.21	14.89
Dif.	3.53	3.78	10.54	10.92	7.44	5.27	22.45	23.85
P.N.S.	48.47	48.76	51.11	52.08	26.34	18.42	65.57	66.54
% DE HUMEDAD	7.28	7.75	20.62	20.97	28.25	28.61	34.24	35.94
% DE H. PROMEDIO	7.5	20.8	28.4	35.0				
P.U.S.	87.9	96.1	94.1	85.5				



Descripción del suelo:	E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE		
Densidad Seca Máxima:	99.10	lbs/pie ³	1587.6 Kg/m ³
% de Humedad Óptima:	22		

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 13. Ensayo de CBR



CBR

PROYECTO: HUEHUETENANGO ZONA 3, HUEHUETENANGO

Muestra E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE Fecha:

PROBETA No.	NUMERO DE GOLPES	COMPACTACIÓN		% DE COMPACTA	% DE EXPANSIÓ	% DE C.B.R.
		% HUMEDAD	US (lbs/pie ²)			
1	10	15.20	77.8	78.5	0.41	2.1
2	30	15.20	83.4	84.2	1.09	3.5
3	65	15.20	89.9	90.7	1.57	12.1



grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

Anexo 14. Ensayo de corte directo

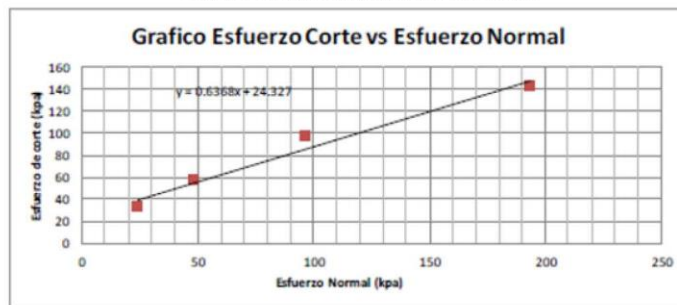


Corte Directo

PROYECTO: SUB-ESTACIÓN

LUGAR: ZONA 3 HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO

E-2 LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 32.49^\circ$ COHESION: $C_u = 24.3$ kpa

DESCRIPCION DEL SUELO:				
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA:	Circular de 50.8mm			
OBSERVACIONES:				
PROBETANO.	1	2	3	4
ESFUERZO NORMAL (kpa)	24.19	48.38	96.76	193.52
ESFUERZO DE CORTE (kpa)	32.36	56.83	96.30	142.88
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	0.96	0.96	0.96	0.96
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.28	1.28	1.28	1.28
HUMEDAD (%H)	33.05	33.05	33.05	33.05

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

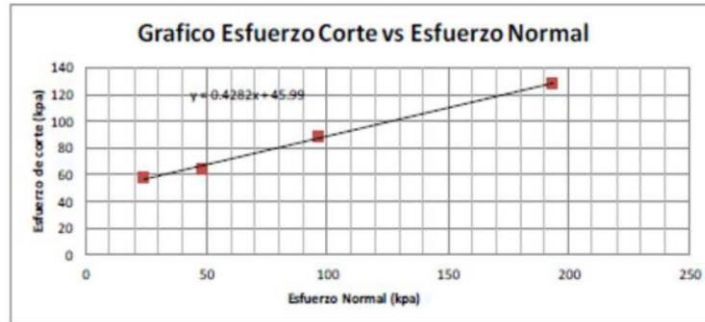
Continuación anexo 14.



PROYECTO: SUB-ESTACIÓN

LUGAR: ZONA 3, HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO

E-3 ARCILLA ARENOSA COLOR CAFE OSCURO



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 23.18^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 45.99$ kpa

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:				
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA:	circular de 50.8mm			
OBSERVACIONES:				
PROBETA No.	1	2	3	4
ESFUERZO NORMAL (kpa)	24.19	48.38	96.76	193.52
ESFUERZO DE CORTE (kpa)	57.82	64.33	88.41	128.77
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.30	1.30	1.30	1.30
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.79	1.79	1.79	1.79
HUMEDAD (%H)	38.00	38.00	38.00	38.00

grupophisa@gmail.com
Teléfono: 24773783 Móvil: 53826788

Fuente: Grupo PHI, informe de suelos.

