

**MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE
FACILIDADES ELECTRICAS DE SUPERFICIE**

JOSÉ DEMETRIO BAUTISTA NAGLES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

FACULTAD INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BUCARAMANGA

2010

**MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE
FACILIDADES ELECTRICAS DE SUPERFICIE**

JOSÉ DEMETRIO BAUTISTA NAGLES

Informe de Práctica Profesional

Director de Proyecto

HÉCTOR RAMIRO PÉREZ RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS

FACULTAD INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BUCARAMANGA

2010

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	34
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	35
1.1 GENERALIDADES	35
1.1.1 Reseña Histórica	35
1.1.2 Nombre	35
1.1.3 Actividad Económica	35
1.1.4 Productos que comercializa	36
1.1.5 Teléfono	37
1.1.6 Dirección	37
1.2 DIAGNÓSTICO	37
2. OBJETIVOS	39
2.1 OBJETIVO GENERAL	39
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
3. PLAN DE TRABAJO	41
4. MARCO TEORICO	42

4.1 CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELECTRICA	42
4.1.1 Localización y Replanteo	44
4.1.2 Excavaciones	44
4.1.3 Rellenos Compactados	45
4.1.4 Construcción de base para transformador	45
4.1.5 Tubería Conduit galvanizada y accesorios	46
4.1.6 Concretos reforzados	47
4.1.7 Carpintería metálica	47
4.1.8 Piso en gravilla	48
4.1.9 Montaje de pórtico de subestación	48
4.1.10 Tendido de cables	49
4.1.11 Montaje y conexionado de equipos	50
4.1.12 Montaje y conexionado de motores eléctricos	51
4.1.13 Malla de puesta a tierra en subestaciones nuevas y ampliadas	52
4.2. CONSTRUCCIÓN DE LINEAS ELECTRICAS	54
4.2.1 Hincada, aplomada y cimentada de postes	54
4.2.2 Vestida de estructuras	55
4.2.3 Estructura de suspensión retención y pórtico para tensiones de	56
14.4 Kv, 34.5Kv y 480v	

4.2.4 Construcción de anclaje con templete	56
4.2.5 Puesta a tierra de las estructuras de la línea de media tensión de 14.4Kv, 34.5Kv y 480v	57
4.2.6 Montaje línea aérea de baja y media tensión a 480v, 14.4Kv y 34.5Kv	58
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	60
6. APORTES AL CONOCIMIENTO	203
7. CONCLUSIONES	204
8. RECOMENDACIONES	205
BIBLIOGRAFÍA	206

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros de sellos cortafuegos	104-105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Revisión de planos de localización y replanteo	63
Figura 2. Instalación de equipos topográficos	63
Figura 3. Verificación de ejes	64
Figura 4. Replanteo de puntos	64
Figura 5. Nivelación	65
Figura 6. Demarcación de perímetro	65
Figura 7. Verificación de planos, excavaciones y rellenos compactados	66
Figura 8. Excavación de zanjas	67
Figura 9. Excavación con retroexcavadora	67
Figura 10. Excavación cerca acimientos	68
Figura 11A. Típico de una excavación	69
Figura 11B. Excavación profunda	70
Figura 12. Colocación de escaleras	71
Figura 13. Solado en zanja	71
Figura 14. Excavación perimetral	72

Figura 15. Concreto de señalización	72
Figura 16. Cama de arena para tubería	73
Figura 17. Instalación de tubería	73
Figura 18. Señalización de excavación	74
Figura 19. Perfilado en excavación	75
Figura 20. Luminarias en excavación	75
Figura 21. Relleno manual	76
Figura 22. Relleno con maquina	77
Figura 23. Remoción de escombros	77
Figura 24. Compactación con saltarín	78
Figura 25. Relleno con retroexcavadora	79
Figura 26. Verificación de planos de la malla	79
Figura 27. Estacado de la malla	80
Figura 28. Señalización fabricación de la malla	80
Figura 29. Soldadura Cadwell	81
Figura 30. Uniformidad en soldadura Cadwell	82
Figura 31. Transporte de la malla	82
Figura 32. Planos construcción de malla	83
Figura 33. Excavación malla de puesta a tierra	84

Figura 34. Instalación de malla a puesta tierra	84
Figura 35. Uniones en conductores	85
Figura 36. Soldaduras con escoriación	86
Figura 37. Colas de la malla	86
Figura 38. Electrodo de dispersión	87
Figura 39. Recubrimiento de la malla con coque	88
Figura 40. Compactación del terreno con saltarín	89
Figura 41. Bajante puesta a tierra del pórtico	89
Figura 42. Verificación de los planos estructuras de líneas	90
Figura 43. Electrodo de dispersión estructura de línea	91
Figura 44. Bajante de puesta a tierra en líneas eléctricas	91
Figura 45. Medición de tierras	92
Figura 46. Instalación de contrapesos en malla	92
Figura 47. Verificación de planos de tendido de tubería conduit	93
Figura 48. Almacenamiento de tubería conduit	93
Figura 49. Transporte de tubería conduit	94
Figura 50. Cortadora de tubos	95
Figura 51. Instalación de tubería conduit	95
Figura 52. Curvas en tubería conduit	96

Figura 53. Excavación de zanjas para tubería conduit	96
Figura 54. Tendido de tubería conduit	97
Figura 55. Concreto de señalización en tendido de tubería conduit	98
Figura 56. Compactación del terreno	98
Figura 57. Sellos cortafuegos	99
Figura 58. Fibra retenedora de sello cortafuego	100
Figura 59. Separación de cables en sello cortafuego	100
Figura 60. Tapón de sello cortafuego	101
Figura 61. Cemento chicco compound	102
Figura 62. Partes del sello cortafuego	102
Figura 63. Sello cortafuego vertical	103
Figura 64. Sello cortafuego horizontal	103
Figura 65. Verificación de planos para concretos	106
Figura 66. Materiales mezclas de concreto	106
Figura 67. Refuerzo en varilla para concreto	107
Figura 68. Mezcla de concreto en trompo	107
Figura 69. Vaciado del concreto	108
Figura 70. Fraguado del concreto	108
Figura 71. Concreto fundido	109

Figura 72. Prueba de proctor	109
Figura 73. Verificación de planos para colocación y retiros de formaletas	110
Figura 74. Transporte de formaletas	110
Figura 75. Formaletas	111
Figura 76. Lubricación y colocación de formaletas	111
Figura 77. Colocación de formaletas	112
Figura 78. Nivelación de formaletas	112
Figura 79. Vaciado de concreto en formaletas	113
Figura 80. Fundición de concreto en formaletas	113
Figura 81. Verificación de planos para el montaje de pórtico	114
Figura 82. Hincado y aplomado de postes	114
Figura 83. Conexionado en transformador	115
Figura 84. Conexionado de pre moldeados	116
Figura 85. Instalación de pararrayos	116
Figura 86. Instalación de cortacircuitos	117
Figura 87. Montaje del pórtico	117
Figura 88. Verificación de planos para la construcción de la malla de cerramiento	118
Figura 89. Transporte de materiales para la malla de cerramiento	118

Figura 90. Excavación para parales	119
Figura 91. Fundición de concretos para parales	119
Figura 92. Montaje de la malla expansible	120
Figura 93. Portón de la subestación	121
Figura 94. Nivelación de formaletas	121
Figura 95. Vaciado de concreto para viga perimetral	122
Figura 96. Fundición de concreto en viga perimetral	122
Figura 97. Colocación de gravilla en subestación	123
Figura 98. Transformador en bodegas	124
Figura 99. Transporte del transformador	125
Figura 100. Base en concreto del transformador	125
Figura 101. Descargue del transformador	126
Figura 102. Nivelación del transformador	126
Figura 103. Conexionado del transformador	127
Figura 104. Placa de características del transformador	128
Figura 105. Fases del transformador	128
Figura 106. Medición de continuidad entre fases	129
Figura 107. Prueba de aislamiento entre alta y baja tensión	129
Figura 108. Prueba de aislamiento entre alta tensión y tierra	130

Figura 109. Prueba de aislamiento entre baja tensión y tierra	131
Figura 110. Tubería conduit	132
Figura 111. Inspección del cable	133
Figura 112. Limpieza del cable	133
Figura 113. Tapón en extremos de tubería conduit (provisionales)	134
Figura 114. Introducción de soga de halado	134
Figura 115. Productos prohibidos para el halado de cables	135
Figura 116. Distancia máxima en línea recta para halado de cables	135
Figura 117. Amarrado de manila con soga	136
Figura 118. Cortado de cable	136
Figura 119. Verificación del estado del cable	137
Figura 120. Corte en puntas para medición	137
Figura 121. Implementos de seguridad para medición del cable	138
Figura 122. Conexión del megger	138
Figura 123. Lectura del megger en prueba de aislamiento de cables	139
Figura 124. Prueba de aislamiento en cable	139
Figura 125. Formato de precommissioning en cables	140
Figura 126. Mollicote para contacto	141
Figura 127. Ponchadora de cables	141

Figura 128. Organización de cableado en tableros	142
Figura 129. Marcado de cables	142
Figura 130. Conos de alivio	143
Figura 131. Acoples en cables	143
Figura 132. Curvas en tubería conduit	144
Figura 133. Chequeo visual del motor	144
Figura 134. Traslado del motor con grúa	145
Figura 135. Montaje de motor en pozo	145
Figura 136. Alineación del motor	146
Figura 137. Conexionado del motor	146
Figura 138. Verificación placa del motor	147
Figura 139. Medición de continuidad entre devanados	147
Figura 140. Medición de continuidad entre devanados y tierra	148
Figura 141. Aplicación de 1000v en motor	148
Figura 142. Resultados de resistencia en prueba de aislamiento de motor	149
Figura 143. Protocolo de pruebas de continuidad y aislamiento	149
Figura 144. Verificación de planos de la malla de puesta a tierra	150
Figura 145. Esquema de medición de resistencia de tierra	150
Figura 146. Puesta de electrodo en terreno	151

Figura 147. Conexionado de los electrodos al telurómetro	152
Figura 148. Medición con el telurómetro	152
Figura 149. Formato para medición de resistencia	153
Figura 150. Verificación de planos de malla y colas de la puesta a tierra	154
Figura 151. Terminales del telurómetro	154
Figura 152. Conexionado del telurómetro a cola de malla	155
Figura 153. Botón start del telurómetro	155
Figura 154. Valor de la medición	156
Figura 155. Verificación de la soldadura en colas de malla	156
Figura 156. Medición de equipotencialidad luego de verificación de colas	157
Figura 157. Revisión de Sika-boom	158
Figura 158. Demarcación de acometidas	158
Figura 159. Marcado de calves por colores	159
Figura 160. Identificación de la subestación	160
Figura 161. Verificación de conexiones en transformador	160
Figura 162. Verificación de distancias entre fases	161
Figura 163. Identificación de totalizadores	161
Figura 164. Nivelación de la subestación	162
Figura 165. Aterrizaje del neutro y la tierra	162

Figura 166. Verificación del cable seco	163
Figura 167. Formato de precomisionado de subestaciones	163
Figura 168. Verificación de la zona	164
Figura 169. Poda de arbustos	164
Figura 170. Poda de árboles	165
Figura 171. Poda de copas de los árboles	166
Figura 172. Limpieza de servidumbre	166
Figura 173. Localización de coordenadas	167
Figura 174. Primera capa de terraplén	167
Figura 175. Conformación del terraplén y nivelación	168
Figura 176. Terraplén	168
Figura 177. Compactación de terraplén en la base	169
Figura 178. Excavación de poste	170
Figura 179. Traslado de postes en camión grúa	171
Figura 180. Descargue de postes	171
Figura 181. Marca de centro de gravedad del poste	172
Figura 182. Hincada y aplomada de postes con retroexcavadora	173
Figura 183. Punta de diamante en poste	173
Figura 184. Limpieza en zona de trabajo	174

Figura 185. Transporte en material y herramienta	175
Figura 186. Cimentación con suelo concreto	176
Figura 187. Accesorios de vestidas de estructuras	176
Figura 188. Orificios en soportes metálicos	177
Figura 189. Aisladores	178
Figura 190. Ascenso de poste	178
Figura 191. Posicionamiento de liniero en el poste	179
Figura 192. Fijación de pernos, tuercas y herrajes	180
Figura 193. Instalación de crucetas	181
Figura 194. Descenso del poste	181
Figura 195. Terminación de vestida de estructura	182
Figura 196. Materiales para templete	183
Figura 197. Molde para templete engrasado	183
Figura 198. Vaciado de concreto en moldes	184
Figura 199. Bloque de concreto para templete	184
Figura 200. Transporte de templete	185
Figura 201. Verificación de planos para colocación de templetes	186
Figura 202. Posicionamiento en poste	186
Figura 203. Instalación de cuello del templete	187

Figura 204. Instalación del guardacabo	187
Figura 205. Enganche de mordaza en el templete	188
Figura 206. Tensionado del templete	188
Figura 207. Anclaje de templete	189
Figura 208. Tensionado con diferencial de templete	189
Figura 209. Limpieza de servidumbre en línea	190
Figura 210. Descargue de carrete	190
Figura 211. Instalación de poleas en poste	191
Figura 212. Tendido de cable	191
Figura 213. Instalación de malacate	192
Figura 214. Tensionado del cable	192
Figura 215. Asenso del cable	193
Figura 216. Aplicación de tensión	193
Figura 217. Verificación de tensión	194
Figura 218. Verificación de los vanos	194
Figura 219. Verificación flechas de cable de guarda	195
Figura 220. Verificación de distancia entre cables	195
Figura 221. Instalación de puesta a tierra en postes	196
Figura 222. Amarre de conductores	197

Figura 223. Verificación de distancia entre conductores	197
Figura 224. Amortiguadores de vibración	198
Figura 225. Balizas de señalización	198
Figura 226. Limpieza en el área de trabajo de la línea	199

GLOSARIO

ACI: (American Construction Institute) Instituto americano de construcción.

Acodalar: Poner maderos atravesados horizontalmente entre dos paredes de una excavación.

Acometida aérea: los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación, si los hay, hasta los conductores de entrada de acometida de la edificación u otra estructura.

Acometida subterránea: conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, hasta el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación. Si no existe tablero general, tablero de medidores u otro con espacio adecuado, se debe considerar que el punto de conexión es el de entrada de los conductores de acometida al edificio.

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

ANSI: (American National Standards Institute) Instituto nacional americano de estándares.

Aprobado: aceptado por la autoridad competente.

Armario o gabinete: caja diseñada para instalarse de forma empotrada, sobrepuesta o auto-soportada, provista de un marco, del cual se sostienen las puertas.

ATS: Análisis de trabajo seguro.

Automático: que actúa por sí mismo, funcionando por sus propios mecanismos cuando se le acciona por un medio sin intervención personal, como por ejemplo una variación de la intensidad de la corriente, de la presión, temperatura o configuración mecánica.

Bandeja portacables: unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Barraje de puesta a tierra (equipotencial): conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

BM: Banco de marca.

BPU: Unidad de bombeo mecánico.

Cable de acometida: conductores de acometida en forma de cable.

Capacidad de corriente: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Capacidad de interrupción nominal: la mayor corriente a tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo unas condiciones normales de prueba.

Certificados: equipos o materiales incluidos en un certificado publicado por un organismo certificador aceptado ante las periódicas de la producción de los equipos o materiales certificados. Ese certificado indica si el equipo o material cumple unas normas debidamente establecidas o si ha sido probado y encontrado apto para su uso de una manera determinada.

Conductores de aluminio recubierto de cobre: conductores hechos de una barra de aluminio recubierto de cobre en la que el cobre está metalúrgicamente

unido a un alma de aluminio. El cobre forma un mínimo del 10 % de la sección transversal de un conductor sólido o de cada hilo de un conductor trenzado.

Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo: conductores entre los terminales del equipo de corte de acometida y un punto, generalmente fuera de la edificación donde termina la acometida aérea.

Conductores de entrada de acometida, sistema subterráneo: conductores entre los terminales del equipo de corte de acometida y el punto de conexión de la acometida subterránea.

Nota. Cuando el equipo de la acometida está situado fuera de las paredes del edificio, puede no haber conductores de acometida o estar totalmente fuera del edificio.

Conduit: tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

Conduleta : véase la definición de “Cuerpo de conduit”.

Conector a presión (sin soldadura): dispositivo que establece una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y un terminal, mediante presión mecánica y sin utilizar soldadura.

Conexión equipotencial (*Bonding*): unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente que pudiera pasar.

Controlador: dispositivo o grupo de dispositivos que sirve para gobernar, de un modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que está conectado.

Cuadro de distribución (*Switchboard*): un panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles, de tamaño grande, en los que se montan, por delante o por detrás o por

los dos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión y usualmente instrumentos. Los cuadros de distribución son accesibles generalmente por delante y por detrás y no necesariamente están destinados para instalarse dentro de armarios.

Cuerpo de conduit (*Conduleta*): parte independiente de un sistema de conductos o tuberías que permite acceder, a través de tapa o tapas removibles, al interior del sistema en el punto de unión de dos o más secciones del sistema o en un terminal del mismo. No se consideran cuerpos de conduit las cajas de paso como las FS y FD o más grandes, de metal fundido o de chapa.

Descubierto: véase la definición de “Expuesto”.

Dispositivo: elemento de un sistema eléctrico destinado para transportar energía eléctrica, pero no para utilizarla.

Electrodo de puesta a tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

Encerrado (*Enclosed*): rodeado por una caja, carcasa, cerca o paredes que evitan que las personas entren accidentalmente en contacto con las partes energizadas.

Encerramiento: envoltura, caja, gabinete, envolvente o carcasa de un aparato; cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

Encofrado: revestimiento de madera para contener la tierras, los cuales se sostienen por bastidores colocados de trecho a trecho.

Energizado, con tensión: conectado eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

Ensayo Proctor: Prueba de compactación hechas a los suelos.

Entibar: Apuntalar, fortalecer con maderas y tablas las excavaciones que ofrecen riesgo de deslizamiento.

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

Equipo antideflagrante (a prueba de explosión) : equipo alojado en un encerramiento que es capaz de soportar una explosión, de un gas o vapor específico, que se pueda producir en su interior y de evitar la ignición de un gas o vapor específico que rodee el encerramiento, por chispas, arcos o la explosión del gas o vapor en su interior y que funciona soportando temperaturas externas tales que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda arder.

Equipo de corte de acometida: el equipo necesario que consiste generalmente en un interruptor automático, o interruptor y fusibles, con sus accesorios, situado cerca del punto de acometida de un edificio, otra estructura o en una zona definida, destinada para servir de control principal y de medio de desconexión del suministro.

Equipo eléctrico utilitario (equipo de utilización): equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado o similares.

Equipotencialidad : principio que debe ser aplicado ampliamente en sistemas de puesta a tierra. Indica que todos los puntos deben estar aproximadamente al mismo potencial. Véase definición de “Conexión equipotencial”.

Escariado: Operación de mecanizado para conseguir un acabado fino.

ESP: Bomba electrosumergible.

Expuesto (aplicado a métodos de alambrado): colocado encima de una superficie o asegurado a ella o por detrás de paneles destinados para permitir el acceso (véase la definición de “Accesible”).

Expuesto (aplicado a partes energizadas): capaz de ser inadvertidamente tocado o aproximado más cerca de la distancia de seguridad por una persona. Se aplica a las partes que no están adecuadamente protegidas, separadas o aisladas (véanse las definiciones de “Accesible” y “Oculto”).

Frente no energizado, frente sin tensión, frente muerto: sin partes energizadas expuestas a las personas del lado de operación de los equipos.

Freático: se dice de la capa del subsuelo que contiene agua.

Hermético a la lluvia: construido, protegido o tratado de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no permita la entrada de agua bajo condiciones específicas de ensayo

Hermético al agua: construido o protegido de tal manera que la humedad no puede penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

Hermético al polvo: construido o protegido de modo que el polvo no pueda penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

IEEE: (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos

IMC: Tubería conduit tipo pesado.

Interruptor automático (*Circuit Breaker*): dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

Nota. Los medios de apertura automática pueden ser: integrados, que actúan directamente con el interruptor automático, o situados a distancia del mismo (remotos).

Ajuste (de los interruptores automáticos): los valores de corriente, tiempo o ambos a los que se ha ajustado el disparo de un interruptor automático ajustable.

Interruptor automático ajustable: calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

Interruptor automático de disparo instantáneo: calificativo que indica que no se establece a propósito un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

Interruptor automático de tiempo inverso: calificativo que indica que se introduce a propósito un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que es menor a medida que aumenta la intensidad de la corriente.

Interruptor automático no ajustable: calificativo que indica que el interruptor automático no tiene ninguna regulación que altere el valor de la corriente a la cual se dispara o el tiempo necesario para su accionamiento.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI): dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

Interruptores (*Switches*):

Interruptor de acción rápida y uso general: Interruptor de uso general construido para que se pueda instalar en cajas de dispositivos, en las tapas de las cajas o utilizar en las instalaciones de alguno de los modos reconocidos por este código.

Interruptor de circuito de motores (*Guardamotor*): Interruptor con valor nominal en kilovatios (kW) o en caballos de fuerza (HP), capaz de interrumpir la corriente máxima de sobrecarga de un motor del mismo valor nominal en kilovatios (kW) o caballos de fuerza (HP) que el interruptor a la tensión nominal.

Interruptor de separación (seccionador): Interruptor destinado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene intensidad de corriente de corte máxima y está diseñado para que se manipule únicamente después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

Interruptor de uso general: Interruptor diseñado para usarse en circuitos de distribución y ramales de uso general. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

IPSE: Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas.

Lugares:

Húmedos: sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches cubiertos, como azoteas y lugares similares. También son considerados como lugares húmedos los lugares interiores sometidos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros, establos y almacenes refrigerados.

Mojados: Instalaciones subterráneas o de baldosas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra, y lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como las zonas de lavado de vehículos y los lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

Secos: lugares no sometidos normalmente a la humedad o a mojarse. Un lugar clasificado como seco puede estar sujeto temporalmente a la humedad o a mojarse, como en el caso de un edificio en construcción.

Medio de desconexión: dispositivo o grupos de dispositivos u otro medio por el cual los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

Mojón: Señal que se pone para fijar linderos o fronteras en un levantamiento topográfico.

NEC: (National Electrical Code) Código nacional eléctrico.

Neutro : véase la definición de “Conductor puesto a tierra”.

Panel de distribución (*Panelboard*): un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; esta diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente.

Partes energizadas: conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de descarga eléctrica.

Permiso especial: consentimiento o autorización dados por escrito por la autoridad que tiene a su cargo hacer cumplir este código.

Persona calificada: persona capacitada y familiarizada con la construcción y funcionamiento de los equipos y los riesgos que conllevan.

Planos AS-BUILT: Son los planos entregados por el contratante, los cuales indican como construir.

Protección contra fallas a tierra de equipos: sistema destinado para ofrecer protección de los equipos contra corrientes peligrosas debidas a fallas de fase a tierra. Funciona haciendo que un medio de desconexión abra todos los conductores no puestos a tierra del circuito afectado. Esta protección se provee a niveles de corriente inferiores a los necesarios para proteger a los conductores

contra daños mediante el funcionamiento de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de suministro.

Protegido: cubierto, blindado, cercado, encerrado o resguardado de cualquier otro modo por medio de tapas, carcasas, cubiertas, barreras, rieles, pantallas, postes o plataformas, adecuados para eliminar la posibilidad de que una persona se acerque o haga contacto con objetos hasta un punto de peligro.

PSI: Es un unidad de presión en el sistema ingles y significa libra por pulgada cuadrada.

PSP: (Progressing cavity pump) bomba de cavidad progresiva.

Puente de conexión equipotencial: conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar eléctricamente conectadas entre sí.

Puente de conexión equipotencial, equipo: conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra de un equipo.

Puente de conexión equipotencial, principal: conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra del equipo en la acometida.

Puesto a tierra (*Grounded*): conectado a tierra o a cualquier cuerpo conductor que pueda actuar como tierra.

Puesto a tierra eficazmente: conectado intencionalmente a tierra a través de una conexión o conexiones de tierra de impedancia suficientemente baja y con capacidad de circulación de corriente suficiente para evitar la aparición de tensiones que puedan provocar riesgos indebidos a las personas o a los equipos conectados.

Punto de acometida: punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y la instalación del edificio.

Red o instalación interna de un predio: conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor, o en el caso de los suscriptores o usuarios sin medidor, a partir del registro de corte del inmueble. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general, cuando lo hubiere.

RETIE: Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.

Rotulado: equipos o materiales a los que se ha unido un rótulo, símbolo u otra marca que identifique un organismo aceptado por la autoridad con jurisdicción y que se ocupa de la evaluación del producto manteniendo inspecciones periódicas de fabricación de equipos o materiales rotulados y mediante la cual el fabricante indica que cumple de manera específica con determinadas normas o funcionamiento.

Salida: punto de una instalación del que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización.

Sobrecarga: funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.

Sobrecorriente: corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Solado: Revestimiento de un piso con ladrillo, losas u otro tipo de material análogo.

Tensión (de un circuito): valor eficaz (raíz-media-cuadrática) de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera de un circuito.

Tensión nominal: valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar habitualmente su nivel de tensión (por ejemplo., 120 V/240 V, 480 V/277 V (Sistema en estrella), 600 V). La tensión a la que funciona un circuito puede variar sobre la nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Tierra: conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el suelo tierra o con algún cuerpo conductor que pueda servir en lugar del suelo.

Típico: término utilizado para referirse a la descripción general de una actividad o plano.

Típico de actividad: documento en donde se describe paso a paso la realización de la misma.

Típico de plano: descripción en un plano con el material necesario para la realizar el montaje de una construcción

VSD: (Variable speed drive), variador de velocidad.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE FACILIDADES ELECTRICAS DE SUPERFICIE

AUTOR(ES): José Demetrio Bautista Nagles

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Dr. Héctor Ramiro Pérez

RESUMEN

El principal objetivo de esta práctica fue la realización de un manual de construcción, mantenimiento y reparación de superficies eléctricas con base en la recopilación de información de las entidades que rigen en Colombia en el área eléctrica como lo son la IPSE (Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para la zonas no interconectadas), RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), y el Código eléctrico Colombiano además de las especificaciones técnicas del cliente, en este caso, OXYANDINA. Para su desarrollo, se realizaron visitas de campo de acuerdo a cada una de las actividades según la programación de trabajo, tanto para subestaciones eléctricas, como para líneas eléctricas. En estas visitas se realizó un seguimiento a cada una de las actividades, tomando fotos. Estas visitas se realizaban varias veces para una misma actividad con el fin de realizar un típico de la actividad. En este manual de construcción, mantenimiento y reparación se tuvieron que realizar varios cambios, ya que se debían tener en cuenta factores como el medio ambiente y la seguridad industrial, los cuales se encuentran dentro de la política tanto de OXYANDINA (El Contratante), como de COE Industrial Ltda (El Contratado), buscando la satisfacción del cliente. A fin de realizar una difusión del correcto proceder de cada actividad se realizó una capacitación tanto para los trabajadores como para los supervisores de campo. Para eso se realizó una plataforma interactiva creada en Flash con lenguaje Action script con el fin de hacer más amenas las capacitaciones del manual.

PALABRAS CLAVES:

Manual, Subestación eléctrica, línea eléctrica, OXYANDINA, Capacitaciones.

GENERAL SUMMARY OF GRADE PROJECT

TITLE: MANUAL FOR CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF FACILITIES ELECTRICAL SURFACE

AUTHOR (S): José Demetrio Bautista Nagles

FACULTY: Faculty of Electronic Engineering

DIRECTOR (A): Dr. Hector Ramiro Perez

ABSTRACT

The main objective of this business practice was conducting a manual for construction, maintenance and repair of electrical surfaces based on the collection of information governing institutions in Colombia in the electrical field such as the IPSE (Institute of planning and promotion energy solutions for areas not connected), RETIE (Technical Regulations for Electrical Installations), and the Colombian Electrical Code in addition to the technical specifications of the customer, in this case, OXYANDINA.

For its development was necessary to make field visits according to each of the activities according to the programation of work, for electrical substations and power lines. These visits were followed step by step each of the activities taking photos. These visits were made repeatedly to the same activity to make a typical activity.

In this manual construction, maintenance and repair had to make several changes, as it must take into account factors such as environmental and industrial safety, which are within both OXYANDINA policy (The Client) and COE Industrial Ltda (the hired), seeking customer satisfaction.

In order to make a spread of correct procedure for each activity is conducted training for both workers and supervisors in the field. For this was an interactive platform created in Flash with Action script language in order to liven the training manual.

KEY WORDS: Manual, electric substation, power line, OXYANDINA, training.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el crecimiento industrial y la globalización han hecho que el sector petrolero se vuelva más indispensable que nunca. Todo esto con el fin de suplir las necesidades creadas por la misma comunidad.

Todos sabemos que así como existen necesidades, se deben dar soluciones a estas de manera eficiente, pero sin perjudicar en ningún momento el medio ambiente.

Con este fin se realiza este manual de construcción, mantenimiento y montaje de facilidades de eléctricas de superficie para la industria del petróleo, en donde se describe el correcto proceder para realizar subestaciones y líneas eléctricas, teniendo en cuenta todos los parámetros existentes como son: las normas IPSE, el código eléctrico colombiano, entre otros.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Reseña Histórica.

COEINDUSTRIAL LTDA. Inicio sus actividades el 20 de octubre de 1986 en la ciudad de San José de Cúcuta, su fundador y representante legal es el señor Pablo Antonio Granados Navarro, Ingeniero Electricista de la Universidad Industrial de Santander. La empresa fue creada con el fin de realizar montaje, mantenimiento de construcciones eléctricas e instrumentación industrial.

Debido al continuo crecimiento de la empresa fue necesario abarcar nuevos campos por lo cual se amplió el objeto social en el cual se incluye: suministro y alquiler de equipo, maquinaria, herramientas, vehículos para la industria en general. Prestación de servicios técnicos a empresas de prestación de servicios públicos en el área urbana y rural tales como toma de lecturas, entrega de recibos, corte, re conexión y suspensión de servicios públicos, instalación de medidores de energía, agua, cambio de acometidas, incluyendo el suministro de materiales y su financiación a terceros.

La siguiente ficha técnica es una breve descripción de la empresa COEINDUSTRIAL LTDA.

1.1.2 Nombre. Coeindustrial Ltda.

1.1.3 Actividad económica.

La sociedad tiene como objeto social las siguientes actividades:

- Prestar servicios técnicos por cuenta propia o de terceros de: montajes industriales (mecánicos, eléctricos e instrumentación); montajes de subestaciones eléctricas de alta y media tensión; montajes de centros de potencia y distribución de energía eléctrica; montajes especializados de la industria petrolera, equipos de medida y mantenimiento industrial.
- Diseño y distribución de plantas.
- Interventorias.
- Prestar asesoría técnica, administrativa, comercial y financiera en el ramo de la construcción y afines.
- Estudios de seguridad industrial.
- Suministro de materiales.
- Importaciones y exportaciones.
- Prestar asesoría técnica en finanzas y mercados.
- Distribución al por mayor y de tal de materiales eléctricos y complementarios.

1.1.4 Productos y Servicios.

Desarrollo de proyectos en el área de la ingeniería eléctrica, mecánica y de instrumentos.

- Prestación de servicios técnicos en proyectos de generación de energía
- Diseño, ingeniería, construcción, montaje electromecánico, pruebas y puesta en servicio de subestaciones eléctricas y plantas industriales
- Estudios de distribución y transmisión de energía eléctrica

- Ingeniería y construcción de sistemas de aguas lluvias y aguas aceitosas en estaciones petroleras.
- Operación y mantenimiento centrales térmicas
- Operación y mantenimiento plantas industriales
- Mantenimiento de motores de alto caballaje, bombas, válvulas, equipos de proceso, UPS, rectificadores AC/DC, centros de control de motores, aire acondicionado
- Mantenimiento en la industria petrolera.

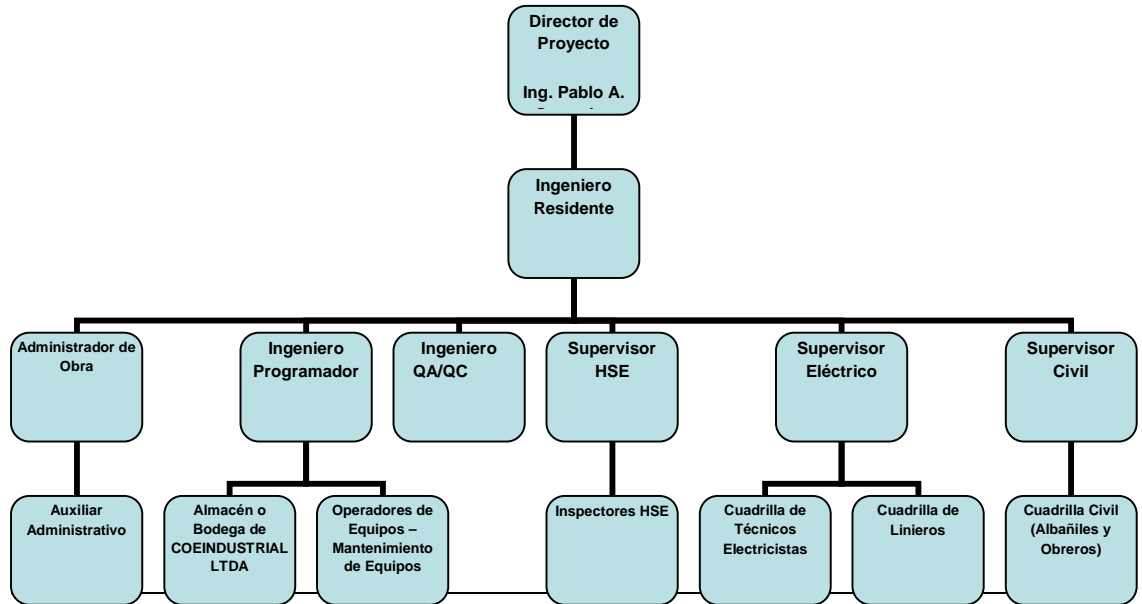
1.1.5 Teléfono. + (57) 7 6108437

1.1.6 Dirección. Vía corregimiento el centro Km 11, casa esquinera amarilla, en el desvió a mano izquierda motel el Jardín.

1.2 DIAGNÓSTICO

La empresa COEINDUSTRIAL LTDA es una empresa dedicada a construcción, electricidad e instrumentación industrial la cual tiene la necesidad de replantear su proceder en la construcción, mantenimiento y montaje de facilidades eléctricas de superficie para la industria petrolera, con este fin se requiere la realización de manuales los cuales expliquen paso a paso el seguimiento que se debe tener en redes eléctricas y subestaciones eléctricas.

Al iniciar la práctica empresarial, la empresa manejaba un esquema de trabajo el cual tenía la siguiente estructura:



Organigrama de Coeindustrial Ltda.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Documentar y realizar manuales para facilitar la construcción, mantenimiento y montaje típicos de facilidades eléctricas de superficie para la industria petrolera.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el tiempo necesario para la construcción, montaje o mantenimiento de una línea eléctrica según el número de kilómetros y subestación eléctrica.
- Calcular el personal necesario para la construcción, montaje o mantenimiento de una línea eléctrica según el número de kilómetros y subestación eléctrica.
- Evaluar el suministro, montaje y vestida de estructura; templetas; suministro y montaje de puestas a tierra; codificación y pintura de estructura eléctrica; suministro y montaje de cable de guarda; suministro y montaje de conductor para una línea eléctrica.
- Evaluar banco de ductos; malla puesta a tierra; construcción de base de transformador; suministro e instalación de platina puesta; montaje, conexionado,

prueba y puesta en tierra; pruebas de pre-alistamiento para una subestación eléctrica.

- Llevar un seguimiento en la construcción, montaje o mantenimiento de una línea eléctrica según el número de kilómetros y en subestación eléctrica, mediante videos.

3. PLAN DE TRABAJO

3.1 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Ítem	Descripción	ABRIL		MAYO						JUNIO					JULIO				AGOSTO			
		20-24	26-30	1	3-8	10-15	17-22	24-29	31	1-5	7-12	14-19	21-26	28-30	1-3	5-10	12-17	19-24	26-31	2-7	9-14	16-19
1	Reunión con HSEQ para la entrega de documentación de la normatividad establecida por las empresas petroleras para la realización de construcción, montaje y mantenimiento de facilidades eléctricas de superficie.																					
2	Recibir el cronograma de actividades para la construcción, montaje y mantenimiento de líneas y subestaciones eléctricas.																					
3	Evaluación y seguimiento para la construcción y montaje de líneas eléctricas.																					
4	Evaluación y seguimiento para la construcción y montaje de subestaciones eléctricas.																					

4. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hará una breve descripción de las actividades asociadas con la construcción de subestaciones y líneas eléctricas.

4.1 CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN COMPLETA¹

Consiste en la construcción civil y eléctrica y montaje de equipos y estructuras de una subestación completa nueva. El costo global de esta subestación incluye lo siguiente:

- Localización, replanteo y construcción del Pórtico de Llegada.
- Localización, replanteo y construcción de la Subestación.
- Excavaciones a mano.
- Excavaciones a máquina.
- Rellenos compactados.
- Obras civiles requeridas para la subestación.
- Construcción de la Malla de puesta a tierra subestación.
- Tendido de conduits para cableado de fuerza y control en tubería de 3", 2", 1", y ¾".
- Concretos de 2000PSI, de 2000PSI para señalización y de 3000PSI.
- Aceros de refuerzo en diámetros de ¼", 3/8", ½", 1".
- Suministro y montaje de malla de cerramiento.
- Suministro y montaje de puerta de acceso a caseta.

¹ Contrato CLCI-0173, Anexo D, Especificaciones Técnicas.

- Suministro y montaje de puertas de acceso.
- Suministro y montaje caja de conexiones VSD.
- Suministro e instalación piso en gravilla.
- Montaje caseta metálica subestación y construcción de sus respectivas bases.
- Montaje de pórtico de subestación incluyendo vestida e instalación de componentes del mismo tales como aisladores, herrajes, cortacircuitos, pararrayos, aisladores de poste, etc.
- Instalación de alumbrado interno y externo.
- Transporte y montaje de: transformadores variadores (VSD), arrancadores, tableros de baja tensión, cajas de venteo de la subestación.
- Cableado de conductores 350 MCM, 1 AWG THW 600 V, 12 AWG THW 600 V.
- Conexionado de todos los equipos.
- Pruebas de energización.
- Pintado y marquillado de: tubería, equipos, pórtico y demás.
- Ductos de PVC para agua.
- Aseo limpieza y retiro de sobrantes.
- Planos As-Built en AutoCAD.

El CONTRATISTA deberá suministrar todos los materiales para los concretos en el sitio de los trabajos.

4.1.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Se entiende como la actividad que debe llevarse a cabo para determinar la ubicación exacta de cada una de las obras a ejecutar por cada pozo de desarrollo o línea y subestación necesaria para un grupo de pozos, de acuerdo con los planos aprobados para construcción suministrados por el contratante.

EL CONTRATISTA ejecutará la localización precisa de la subestación, el pódico de la misma y todas las estructuras requeridas para llevar la línea eléctrica de media tensión hasta la subestación y la línea de baja tensión requerida para energizar el motor de cada pozo, de acuerdo a las coordenadas entregadas por EL CONTRATANTE en los planos aprobados para construcción. El CONTRATISTA deberá replantear, cuantas veces sea necesario, de acuerdo a los comentarios generados por ingeniería y campo, y teniendo en cuenta las recomendaciones suministradas por el representante autorizado por EL CONTRATANTE, hasta obtener un replanteo aprobado por el representante autorizado por EL CONTRATANTE.

4.1.2 EXCAVACIONES

Consiste en la realización de todas las actividades necesarias para efectuar a mano ó máquina las excavaciones o cortes que se requieran para la construcción de las fundaciones de la subestación, estructuras de media tensión a 14.4 kV y 34.5 kV, las estructuras de seccionamiento con sus respectivos bloques de anclaje y templetes, instalación de la malla de puesta a tierra de las estructuras, fosos de transformadores, fundaciones de equipos, bancos de ductos y pozos de visita (manholes), y la subestación incluyendo sus contrapesos si se requiere y tendido de tubería en las subestaciones a, 14.4kV/480V 34,5kV/480V y localizaciones para alimentación de motores de las unidades de cavidad progresiva (PCP), bombeo mecánico (BPU) o electro-sumergibles (ESP) y demás obras a ejecutar de

acuerdo a los planos aprobados para construcción, así como la disposición de los materiales producto de la excavación y la conservación de dichas excavaciones durante el tiempo necesario para la construcción. Las excavaciones a máquina se harán previa autorización y a juicio del representante de EL CONTRATANTE.

4.1.3 RELLENOS COMPACTADOS

Consiste en el relleno con arcilla o arena, debidamente compactado de acuerdo con los planos y demás información suministrada. La arena o arcilla será suministrada por el CONTRATISTA. El material será suministrado en el lugar de ejecución de los trabajos.

El relleno corresponde a la colocación del material dentro del volumen de excavación, una vez terminada la construcción de la cimentación de las bases y soportes de concreto de todas fundaciones de la subestación, ductos enterrados, estructuras de media tensión a 14.4kV y 34.5kV, las estructuras de seccionamiento con sus respectivos bloques de anclaje y templetes, instalación de la malla de puesta a tierra de las estructuras, canalizaciones o bancos de ductos y la subestación incluyendo sus contrapesos, si se requiere y tendido de tubería en las subestaciones a 14.4kV/480, 34.5kV/480V, y localizaciones para alimentación de motores de las unidades de cavidad progresiva (PCP), BPU, ESP y demás obras a ejecutar de acuerdo a los planos aprobados para construcción.

4.1.4 CONSTRUCCIÓN DE BASE PARA TRANSFORMADOR

Consiste en realizar la obras civiles de excavación a mano, rellenos compactados, concreto limpieza, concretos de 3000 PSI y acero de refuerzo diámetro ¼" a 3/8"

descritas anteriormente; las cuales constituyen la construcción de la base para transformador.

El CONTRATISTA deberá suministrar todos los materiales para los concretos y los aceros en el sitio de los trabajos. Las especificaciones técnicas, normas aplicables, requerimientos específicos de materiales que se deben utilizar, y formulaciones de concretos, deben cumplir con los requerimientos particulares.

4.1.5 TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADA Y ACCESORIOS

Esta actividad consiste en la instalación de toda la tubería conduit galvanizada necesaria para garantizar el transporte de los cables entre los equipos de la subestación y la acometida subterránea desde la caja de control del motor hasta la cabeza del pozo. La instalación de la tubería conduit debe tener como mínimo las siguientes consideraciones:

El tubo conduit usado para instalaciones eléctricas es de tipo pesado (IMC) con paredes en acero galvanizado muy sólidas y rígidas. El mínimo conduit aceptado para circuitos de fuerza, iluminación y control será en $\frac{3}{4}$ ". El tubo conduit (NEC 2002 artículo 344.28) debe ser cortado, ajustado y los agujeros escariados en frío. Las uniones roscadas deberán ser hechas con un mínimo de cinco hilos completos y lubricadas con aceite soluble que asegure una unión que prevenga la oxidación y pintadas con pintura galvanizante que a la vez sirva de impermeabilizante y de continuidad eléctrica. Las uniones se apretarán con herramientas adecuadas. Para tubería subterránea el tubo conduit debe ser soportado en forma segura y a intervalos de 1.5m o menos, mediante cuñas en concreto de 2000PSI moldeadas al diámetro del tubo para mantener el alineamiento y el espaciamiento y prevenir excesiva vibración o deflexión.

Las curvaturas que se hagan al tubo conduit en el campo, deben cumplir en todo según lo establecido en el NEC 2002 Artículo 344.24. El conduit debe mantener

una sección transversal circular uniforme a lo largo de toda la curvatura. Las curvas se deben hacer con dobladora hidráulica.

La tubería conduit y sus accesorios jamás deben ser soldados a estructura alguna.

Dentro de los accesorios de la tubería se contempla la instalación de sellos cortafuego y su sellante compound, conduletas, uniones universales, boquillas, contratuercas, capacetes, tapones, Acoples flexibles, etc.

EL CONTRATANTE suministrará en la bodega de El Centro la tubería conduit y accesorios, lo mismo que el cable de cobre desnudo 2/0 requeridos, el transporte de los materiales hasta el sitio de las obras será por cuenta del CONTRATISTA.

4.1.6 CONCRETOS REFORZADOS

Estas especificaciones establecen en forma general las exigencias para los materiales del concreto, el mezclado, su colocación, los ensayos, el curado, los acelerantes, el diseño de las formaletas y de todas las actividades inherentes de concreto reforzado para la construcción de las fundaciones y demás obras a ejecutar. Para todo lo relacionado con especificaciones de concreto simple o reforzado, el CONTRATISTA debe cumplir con los requisitos y las normas contenidas en las últimas revisiones del ICONTEC, del ACI y ASTM, Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes (Decreto No. 33 de 1998).

El CONTRATISTA deberá hacer sus propios diseños de mezclas y someterlos para aprobación del CONTRATANTE.

4.1.7 CARPINTERÍA METÁLICA

Estas especificaciones cubren el suministro y colocación de los materiales para la construcción de todas las estructuras necesarias para poner en funcionamiento un pozo de desarrollo, entre ellas tenemos: la malla eslabonada de cerramiento

(incluye malla removible), y la puerta para la subestación, tal como se muestra en los planos aprobados para construcción entregados por EL CONTRATANTE. También contempla la construcción y montaje de la caseta metálica para los tableros de baja tensión, variadores (VSD), caja de control, caja de conexiones o venteo y soportes para tableros. Estos trabajos contemplan el suministro del material.

También esta especificación contempla la reubicación de la malla de cerramiento (incluye malla removible), y de las puertas de acceso a la caseta y al pórtico de 14,4kV ó 34,5kV. Estos trabajos incluye el suministro del material por parte del CONTRATISTA.

4.1.8 PISO EN GRAVILLA

Comprende el suministro y colocación de material pétreo (gravilla) sin fracturar y seleccionado en una capa de espesor de 20 cm. que servirá de piso dentro del área de la subestación. Antes de proceder a la extendida y nivelación del material pétreo (gravilla) se deberá tener en cuenta que no esté mezclado con otro tipo de material extraño a este u otro producto contaminante, para lo cual se hará una selección previa del mismo, así como un lavado preliminar con agua no contaminada y la previa nivelación del piso.

4.1.9 MONTAJE PÓRTICO DE SUBESTACIÓN

El trabajo consiste en la hincada y aplomada de postes de concreto de 14m de altura, empotrados dentro de los huecos cilíndricos de las fundaciones para la estructura del pórtico, vestida, cableada y aterrizada respectivamente de la

estructura. Dicha estructura se encuentra ubicada dentro del área de la subestación. Se contempla el caso de pórticos para 14.4kV y 34.5kV, de acuerdo a planos típicos aprobados para construcción.

El CONTRATISTA deberá dejar aplomados los postes de concreto de 14m altura, llenando con concreto el espacio vacío entre el hueco cilíndrico de la fundación y la sección del poste de concreto. Finalmente rematará en forma de punta de diamante y con concreto la sección superior del pedestal, de acuerdo a los planos aprobados para construcción.

La verticalidad de los postes se deberá revisar con el equipo de topografía adecuado y se aceptará un desplome del dos por mil. Los apoyos deberán instalarse completos incluyendo todos sus elementos, pernos, señales, avisos, etc. con todas las perforaciones y elementos necesarios para la instalación de los pararrayos, cortacircuitos y retención de los conductores y cable de guarda.

4.1.10 TENDIDO DE CABLES

El CONTRATISTA deberá efectuar el cableado de los Equipos de acuerdo con los planos suministrados y aprobados para construcción. La instalación de los cables se deberá realizar de acuerdo con lo estipulado en las normas NEC, con las instrucciones del fabricante y con las indicaciones del Representante autorizado de EL CONTRATANTE. El cable debe quedar instalado completamente limpio dentro de la tubería conduit.

La tubería conduit deberá estar limpia adecuadamente y libre de obstrucciones, antes de la instalación de los cables. Los cables deben entrar limpios, para lo cual el CONTRATISTA deberá acondicionar algún mecanismo para esta labor y deberá ser aprobado por el Representante de EL CONTRATANTE. Los cables se halarán dentro de los ductos con especial cuidado, los carretes y rollos se localizarán de tal forma que los cables se puedan introducir en los ductos lo más directamente

posible, con un mínimo de cambios de dirección y de curvas. El CONTRATISTA deberá colocar dispositivos de protección en los extremos de los ductos para evitar daño en el aislamiento de los cables.

4.1.11 MONTAJE Y CONEXIONADO DE EQUIPOS

El CONTRATISTA deberá efectuar el conexionado de los equipos de acuerdo con los planos suministrados y aprobados para construcción y las indicaciones del representante autorizado por EL CONTRATANTE.

Para la instalación terminales y conectores pernados el CONTRATISTA deberá seguir los procedimientos recomendados por los fabricantes, los cuales por lo menos deberán incluir la utilización de crema para contactos (molicote) y el apriete uniforme y torque de los pernos y tornillos. El CONTRATISTA informará a su personal y mantendrá en el sitio de trabajo un cuadro con los valores recomendados de torque para cada tipo de tornillo. No se aceptarán conexiones que no cumplan este procedimiento.

Deberá tener especial cuidado en la instalación de los terminales para los distintos tipos de cables. Se deberá utilizar ponchadora para los diferentes calibres a la presión indicada por los fabricantes de tal forma que permita que el conector esté técnicamente sujeto al cable.

El CONTRATISTA deberá organizar los cables dentro de la caja de conexiones de modo que se presenten estéticamente. Los cables serán amarrados mediante el uso de correas plásticas y el punto de interfaz del conector y el cable se aislará mediante el uso de cintas aislantes y de colores de acuerdo al código de colores una vez se haya timbrado y marquillado cada conductor, respetando en todo la secuencia de fases. El marquillado de los cables se hará teniendo en cuenta los planos suministrados y aprobados para construcción y las indicaciones del Representante de EL CONTRATANTE.

4.1.12 MONTAJE Y CONEXIONADO DE MOTORES ELECTRICOS

Los motores de inducción deberán instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, las recomendaciones de los respectivos planos aprobados para la construcción, estas especificaciones técnicas, las recomendaciones del representante autorizado de EL CONTRATANTE y las prácticas recomendadas normalmente en este tipo de trabajos.

Los planos aprobados para la construcción indican la localización y la disposición de los circuitos y aparatos, por lo cual, cualquier cambio deberá definirse en el sitio de la obra, con la aprobación del representante autorizado de EL CONTRATANTE. Durante la Inspección visual se comprobará el estado de los empaques, la identificación y verificación de acuerdo con la lista de empaque.

Una vez realizada y oficializada la recepción, el equipo y los materiales se deberán manipular en forma cuidadosa y de acuerdo con las instrucciones específicas del fabricante. Los motores de inducción deben conservarse limpios y protegidos contra daños por acción de los agentes atmosféricos, suciedad, alimañas y actividades durante la construcción hasta el recibo de la obra. Todos los elementos aislantes deben limpiarse completamente con disolventes especiales.

Los equipos se nivelarán y ajustarán cuidadosamente de forma que funcionen correctamente. Se evitarán interferencias y las conexiones con otros equipos, conduits, etc., quedarán alineadas sin comunicar esfuerzos adicionales por razón de tales conexiones. Una vez instalados los equipos, se inspeccionarán todas las partes junto con el Representante autorizado de EL CONTRATANTE, para verificar su ajuste correcto desde el punto de vista mecánico.

La instalación y conexión de los motores deberá ejecutarse estrictamente con las instrucciones del fabricante y los planos aprobados para la construcción, en área clasificada o área no clasificada. Antes de proceder a su instalación, el

CONTRATISTA deberá efectuar pruebas de aislamiento de los motores, inspección de conexiones, conexión del sistema de puesta a tierra de las partes no energizadas del motor y verificación general del buen estado de la máquina.

Si el aislamiento diera un valor menor al establecido por el Fabricante, el CONTRATISTA deberá comunicarse con el representante autorizado de EL CONTRATANTE, para someter el motor a calentamiento de secado y volverlo a instalar, antes de energizarlo.

4.1.13 MALLA DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES NUEVAS Y AMPLIADAS

Esta actividad consiste en la instalación de la malla de puesta a tierra del pórtico y de la subestación. La profundidad de la excavación para la malla de puesta a tierra de la subestación será de 0,60m., las cuadrículas y la ubicación de los electrodos dispersores y de medida, se construirán de acuerdo a los planos aprobados para construcción. Los electrodos de dispersión no podrán tener en ningún caso una longitud inferior a los 2,44m y un diámetro inferior a 5/8". Los electrodos deberán ser hincados en el fondo de la excavación para la cimentación de cada apoyo, de tal manera que el extremo superior quede a diez (10)cm. por encima del fondo de la excavación.

La resistencia de puesta a tierra de la subestación no deberá ser superior, en ningún caso a los valores establecidos en las memorias de cálculo, las cuales deberán cumplir con los valores de tensiones de toque y paso establecido en la norma IEEE 80. El valor de la resistencia de puesta a tierra no deberá nunca ser superior a 10 ohmios según lo especifica el RETIE. La resistencia de la puesta a tierra de cada subestación será medida por EL CONTRATISTA con sus equipos y personal necesario, en período de verano cuando el terreno esté seco y con el bajante del cable de guarda desconectado o con medidores especiales que evitan

su desconexión. Si la resistencia medida es mayor que la calculada y no cumple con los valores de tensiones de toque y paso, EL CONTRATISTA deberá hacer las modificaciones necesarias de acuerdo a las especificaciones de construcción y las recomendaciones del representante de EL CONTRATANTE hasta obtener el valor estipulado.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LINEAS ELECTRICAS²

4.2.1 HINCADA, APLOMADA Y CIMENTADA DE POSTES

Esta actividad consiste en el montaje de todos los postes de concreto centrifugado de 16 y 14 m. de altura, 1050 Kg-f y 1350 Kg-f de carga de rotura, de 12 m. 510 Kg-f, 10 m. 510 Kg-f, metálico de 14 m. tipo botella con diámetros de 6" y 4", y metálico de 10 m. 4" de diámetro, los cuales serán suministrados por EL CONTRATANTE. La izada y parada de los postes en las cimentaciones podrá llevarse a cabo mediante el empleo de plumas o grúas, suministradas por el CONTRATISTA.

Con la debida anticipación, el CONTRATISTA deberá someter a consideración de EL CONTRATANTE el sistema y métodos que propone utilizar para la izada y montaje de los postes. Independientemente del método que se utilice para la izada, parada y plomada de los postes, el CONTRATISTA deberá tener especial cuidado en no someterlos a esfuerzos indebidos. El vacío entre el hueco cilíndrico y los postes se rellenará con concreto tipo grouting. Finalmente, el remate en la parte superior del pedestal se hará en punta de diamante de acuerdo con los planos aprobados para construcción. EL CONTRATANTE podrá rechazar cualquier poste que no esté debidamente plomado o alineado o que resulte averiado en el transporte e izada y la reposición será a costo del CONTRATISTA. La verticalidad de los postes y la separación entre los mismos será verificada por el CONTRATISTA con sus equipos de topografía. Se aceptará un desplome máximo en la verticalidad de los postes del dos por mil. Durante las operaciones de instalación de postes, podrán protegerse mecánicamente de esfuerzos y cargas indebidos mediante la instalación de templetas provisionales, previa aprobación del representante. EL CONTRATANTE suministrará los postes en la

² Contrato CLCI-0173, Anexo D, Especificaciones Técnicas.

bodega de El Centro, el transporte hasta el sitio de la obra será por cuenta del CONTRATISTA.

4.2.2 VESTIDA DE ESTRUCTURAS

Esta actividad consiste en LA VESTIDA de todos los tipos de estructuras y sus combinaciones para las líneas de distribución de media tensión a 14.4 kV o 34.5 kV y baja tensión 480 V necesarias para llevar el fluido eléctrico a las subestaciones de los pozos de desarrollo, es decir la instalación de herrajes y aisladores de las mismas.

Las estructuras de las líneas de distribución de media tensión son entre otras las siguientes: estructuras de retención en uno (1), dos (2) o cuatro (4) postes y sus combinaciones y estructuras de suspensión en uno (1) o dos (2) postes, para estas estructuras se ha previsto utilizar apoyos de un solo poste o tipo "H" , el tipo "H" puede ser sencillo ó doble dependiendo de la estructura, con postes de concreto centrifugado de 14 metros de longitud y 1050Kg de carga de rotura suministrados por EL CONTRATANTE. Las estructuras de las líneas de distribución de baja tensión son entre otras las siguientes: estructuras de retención de paso y derivación, estructura de suspensión.

Los apoyos deberán instalarse completos incluyendo todos sus elementos, pernos, señales, avisos, etc. con todas las perforaciones y elementos necesarios para la instalación de los accesorios para la retención, suspensión o paso (aislador tipo pin) de los conductores y cable de guarda. En aquellos casos autorizados por el representante de EL CONTRATANTE, donde sea necesario efectuar orificios a los elementos metálicos de soporte (platinas de arriostamiento, crucetas) para garantizar las interdistancias entre las fases y de las fases a tierra o por mala construcción de los orificios, estos orificios deben hacerse con taladro y en los mismos deberá reponerse el galvanizado a satisfacción del Representante de EL

CONTRATANTE, por medio de galvanizado en frío o pinturas anticorrosivas especiales para tal fin.

Todos los aisladores serán suministrados por EL CONTRATANTE y se instalarán en perfectas condiciones y deberán estar libres de grasa y polvo en el momento de instalarlos. Los aisladores que sufran averías, por pequeñas que sean, durante las operaciones de transporte y montaje o durante el tendido y tensionado de conductores, deberán ser reemplazados por cuenta del CONTRATISTA. No se permitirá la instalación de aisladores imperfectos, aunque las imperfecciones sean mínimas.

4.2.3 ESTRUCTURAS DE SUSPENSIÓN, RETENCIÓN Y PÓRTICO PARA TENSIONES DE 14,4 KV, 34,5 KV Y 480 V

Consiste en realizar las siguientes obras civiles y eléctricas descritas en las especificaciones de cada ítem: Localización y replanteo, excavaciones a mano, Rellenos compactados, Malla de puesta a tierra estructura, Concretos de 2000 y 3000 PSI, Aceros de refuerzo en diámetros de ¼", 3/8", ½", y 1"; Montaje y vestida de la estructura e Instalación de herrajes y aisladores.

El CONTRATISTA deberá suministrar todos los materiales para los concretos y aceros en el sitio de los trabajos. Se aclara que los herrajes, postes de concreto, cables, soldaduras exotérmicas y accesorios serán suministrados por EL CONTRATANTE en la Bodega de Materiales.

4.2.4 CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJE CON TEMPLETE

La fabricación de bloques de anclaje deberá hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos suministrados por EL CONTRATANTE. El tiempo mínimo que debe transcurrir entre la fabricación de los bloques de anclaje y el transporte al sitio de

instalación será de 20 días y de 28 días antes de la tensionada de los templetos, a menos que se utilicen acelerantes del concreto debidamente aprobados por EL CONTRATANTE. La disposición, fijación y localización de los templetos sobre la estructura deberá ejecutarse de acuerdo con los esquemas incluidos en los planos aprobados por EL CONTRATANTE o como lo indique su Representante autorizado, según la disponibilidad de la línea. Los materiales para la fabricación de los templetos serán suministrados por el CONTRATISTA.

4.2.5 PUESTA A TIERRA DE LAS ESTRUCTURAS DE LA LINEA DE MEDIA TENSIÓN DE 14.4 Y 34.5 kV Y DE BAJA TENSIÓN DE 480 V

Para la puesta a tierra de las estructuras ya sean de suspensión ó retención para la línea de distribución de media tensión a 14.4 y/o 34.5 kV y baja tensión a 480 V, el cable de guarda irá conectado a los electrodos dispersores por medio de un bajante del mismo calibre del cable de guarda, el cual será tendido por dentro del tubo conduit de cada poste, para evitar que sea fácilmente accesible a los vándalos y que será conectado mediante soldadura exotérmica a un cable desnudo de cobre No. 2/0. El electrodo deberá tener una longitud mínima de 2,44 m y un diámetro mínimo de 5/8" e instalado en el fondo de la excavación o en la parte más baja del terreno fuera del terraplén para la cimentación de cada apoyo, de tal manera que el extremo superior quede a diez (10) cm por encima del fondo de la excavación. El bajante de cable de acero de 1/4" del cable de guarda deberá quedar unido al cable de cobre 2/0 de 19 hilos de la malla de tierra con soldadura exotérmica, garantizando una buena conexión. Las uniones o contactos entre dos metales diferentes deberán hacerse con soldadura exotérmica para mejorar el contacto y prevenir la sulfatación de los conductores. En ningún caso las resistencias de contacto excederán el valor de 0.25 microOhmios. Los electrodos serán suministrados por EL CONTRATANTE.

La fabricación de la malla de la estructura será de acuerdo a los planos aprobados para construcción y con base en las indicaciones del representante autorizado por EL CONTRATANTE. La resistencia de puesta a tierra de cada apoyo deberá estar comprendida entre valores de 5 a 10 Ohmios dependiendo de la calidad del terreno. La resistencia de la puesta a tierra de cada apoyo será medida por el CONTRATISTA, con equipos propios o de terceros, una vez haya sido montado, en período de verano o cuando el terreno esté seco y con los cables de guarda desconectados, o con medidores especiales que eviten su desconexión.

4.2.6 MONTAJE LÍNEA AÉREA DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN A 480 V, 14.4 kV Y 34.5 kV

Esta actividad consiste en el tendido y tensionado de línea aérea de cable tipo ACSR para los conductores de la línea y de acero galvanizado para el cable de guarda. El equipo y métodos usados para el tendido y tensionado de los conductores y los cables de guarda estarán sujetos a la aprobación de EL CONTRATANTE y deberán ser tales que no dañen, encarrujen, destuerzan o mellen los conductores y no sufran daños las estructuras.

Los carretes de cable solamente podrán ser rodados en la dirección indicada por el fabricante en el carrete y no se permitirá pasar cable de un carrete a otro sin la aprobación del representante de EL CONTRATANTE. El cable podrá ser tendido a lo largo del terreno recorrido por las líneas, para luego ser levantado a las poleas colocadas en las crucetas de las estructuras, o también podrá ser halado a través de las poleas por medio de un cable mensajero, en forma aprobada por EL CONTRATANTE. En el proceso de tendido de los cables, con cualquier sistema que se emplee para esta labor, se deberá evitar que los cables formen arrugas y en caso de presentarse tal hecho con deterioro del cable, se cortará la parte dañada y se hará un empalme.

El CONTRATISTA verificará las flechas en todos los vanos que crucen carreteras y otras instalaciones u obstáculos y por lo menos en dos (2) de los vanos comprendidos entre retenciones.

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Inicialmente se realizó la recopilación de información y documentación existente en la empresa COEINDUSTRIAL LTDA, con el fin de investigar cómo es el proceder de elaboración de documentos según las políticas de calidad.

La documentación maneja cambia según sea el proyecto a realizar y las actividades, es decir que para cada trabajo existen riesgos distintos por lo cual se debe realizar un ATS donde son mencionados los riesgos y peligros existentes, además también de tener un procedimiento el cual especifica que se debe hacer y cómo realizarlo. En este caso el practicante se encargará de la realización de los procedimientos.

Se realizan visita a campo de La Cira Infantas para documentar los trabajos que se estaban realizando con el fin de crear los procedimientos necesarios, tomando fotos y apuntes de los pasos a seguir en cada uno de los trabajos.

Para la realización de estos procedimientos o manuales se tiene en cuenta lo siguiente: objetivo, alcance, equipo necesario, procedimiento del trabajo, responsabilidades y los formatos a utilizar. Teniendo en cuenta que abarca cada uno:

Objetivo: Con qué fin se realiza este procedimiento o manual.

Alcance: Para qué aplica este procedimiento o manual.

Equipo necesario: Todo implemento o herramienta a utilizarse.

Procedimiento: Este describe paso a paso cómo se debe realizar, las precauciones a tener según las normas IPSE, RETIE y Código eléctrico Colombiano NTC-2050, además de especificaciones del cliente.

Responsabilidades: Quiénes son las personas responsables de la labor.

Formatos: Son todos los documentos a llenar para el trabajo.

Teniendo el esquema de cómo efectúa cada procedimiento se realizó la respectivas visitas al campo de La Cira Infantas (pozos, plataformas y estaciones) para documentar los trabajos que se estaban realizando teniendo en cuenta los cambios que se presentan entre las distintas ejecuciones de cada trabajo y que para cada uno existen peligros y riesgos los cuales se mencionan en un ATS. Con el fin de crear los procedimientos es necesario tomar fotos y apuntes de los pasos a seguir en cada uno de los trabajos, quedando plasmado los típicos de estas actividades para subestaciones y líneas eléctricas, los cuales corresponden a los siguientes:

- Localización y replanteo.
- Excavaciones y rellenos compactados.
- Fabricación de malla de puesta a tierra.
- Construcción de malla de puesta a tierra.
- Puesta a tierra de las estructuras de línea de media tensión de 14.4Kv y 34.5Kv y de baja tensión de 480v.
- Tendido de tubería conduit.
- Instalación de sellos cortafuegos.
- Concretos.
- Colocación y retiro de formaletas.
- Montaje de pórtico.
- Construcción de malla de cerramiento.

- Montaje de transformador.
- Prueba de aislamiento de transformadores.
- Cableado.
- Prueba de aislamiento de cables.
- Conexionado.
- Montaje de motor.
- Prueba de aislamiento en motores.
- Resistencia de malla de puesta a tierra.
- Medición de equipotencialidad.
- Checklist y pruebas de energización.
- Poda y limpieza de servidumbre.
- Construcción de terraplenes.
- Hincado y aplomado de postes.
- Vestida de estructuras.
- Fabricación de anclajes para templetes.
- Construcción de templetes.
- Tendido de cable de línea y guarda.

LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Teniendo en referencia los planos correspondientes, lo primero que se hace es verificar mediante el equipo de topografía que los ejes, puntos fijos y BM existen realmente en el sitio y coinciden con los entregados. (Ver Figura 1)



Figura 1. Revisión de planos³

Ya verificados los mojones que son realmente los puntos que nos indican el sitio de la obra, se procede a realizar las labores de localización exacta de los ejes principales de las cimentaciones y de las obras a ejecutar. (Ver Figura 2)



Figura 2. Instalación de equipos topográficos⁴

³ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

⁴ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

Los ejes se referencian con los mojones ubicados fuera del área de construcción garantizando su no alteración para efectos de chequeos posteriores. (Ver Figura 3)



Figura 3. Verificación de ejes⁵

Con los anteriores puntos básicos y principales que servirán de clave, se realizará cuidadosamente la ubicación de las obras de cimentación, desagües y demás construcciones con la ayuda adicional de puentes de madera, nivel de manguera, cinta métrica y elementos afines.

Estas labores de replanteo serán revisadas por la interventoría y aceptada por escrito, antes de continuar con el proceso de excavación. (Ver Figura 4)



Figura 4. Replanteo de puntos⁶

⁵ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

⁶ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

Una vez se termine la excavación hasta la cota definida en los planos, se chequeará con la comisión topográfica a fin de comprobar los niveles reales.

Periódicamente se revisará la ubicación y nivelación de las obras a fin de que coincida exactamente con lo diseñado. (Ver Figura 5)



Figura 5. Nivelación⁷

El sitio total de la construcción se demarcará en su perímetro con cinta preventiva de seguridad. Se señalarán con pintura roja todos los puntos o mojones para su fácil ubicación. (Ver Figura 6)

La ubicación de las estructuras se demarcará visiblemente y como medida de prevención se verificarán.



Figura 6. Demarcación de perímetro⁸

⁷ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

⁸ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

EXCAVACIONES Y RELLENOS COMPACTADOS

Por norma general, cualquier trabajo de excavación, sea a mano o con máquina dentro de áreas donde puedan existir líneas eléctricas o de conducción de crudo, requiere de una verificación previa de los planos “como se construyó” del sitio específico para detectar la ubicación exacta de los ductos, tuberías y demás instalaciones subterráneas, poder demarcarlas físicamente y así realizar una actividad segura de excavación. La demarcación de las líneas será dirigida por el supervisor encargado, cuyo nombre aparece en el permiso de trabajo respectivo. (Ver Figura 7)



Figura 7. Verificación de planos⁹

Antes de excavar una zanja se requiere estar muy seguro del alineamiento que ha de seguir el tramo, así como la pendiente y el ancho de esta. Se deben tener en cuenta las condiciones ambientales de la zona y que el terreno es natural, para lo cual se deben prever las medidas adecuadas de protección, que garanticen de manera permanente la estabilidad de las obras. Se realizarán las excavaciones de tal forma que se reduzcan al mínimo las posibilidades de derrumbe y se tomarán todas las medidas necesarias para evitar su ocurrencia. (Ver Figura 8)

⁹ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz



Figura 8. Excavación de zanja¹⁰

Las excavaciones a máquina se harán previa autorización y a juicio del representante de EL CONTRATANTE. (Ver Figura 9)

No se permitirán excavaciones con máquina dentro de áreas construidas sin embargo, casos especiales serán estudiados conjuntamente con la interventoría. Excavaciones a máquina en otras áreas sólo podrán ser adelantadas con autorización expresa del Ingeniero Residente y la Interventoría.



Figura 9. Excavación con retroexcavadora¹¹

¹⁰ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

¹¹ Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

Las excavaciones que se ejecuten cerca de cimientos de edificaciones o de fundiciones de equipos, deben acordarse convenientemente programado el desarrollado del trabajo en forma rápida para evitar daños en las estructuras. En estos casos, el supervisor asignado deberá inspeccionar constantemente el estado de las excavaciones para tomar, si es del caso, las medidas adicionales pertinentes. (Ver Figura 10)



Figura 10. Excavación cerca a cimientos¹²

Las excavaciones (incluida las zanjas) adyacentes a áreas que hayan sido rellenadas o que estén sujetas a vibraciones de equipo en funcionamiento, deben tener apuntalamientos adicionales y deben tomarse medidas para su anclaje. (Ver Figura 11A)

¹² Foto tomada por Ing. Liliana Cruz

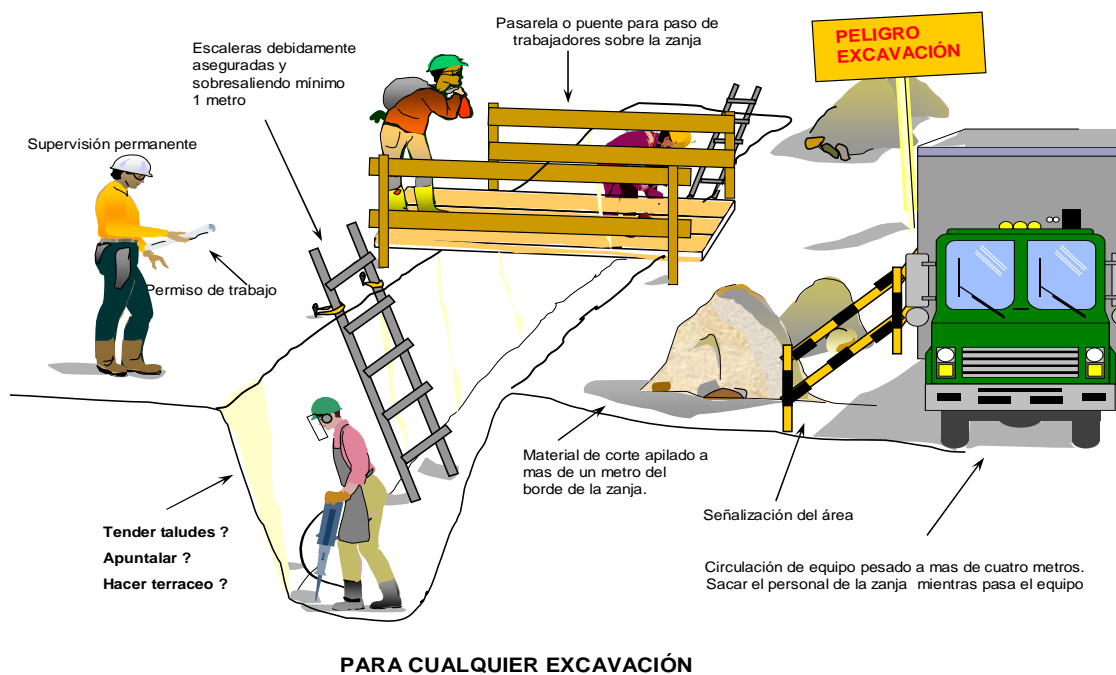


Figura 11A. Típico de una excavación¹³

Toda excavación de profundidad mayor de 1.50 metros debe entibarse previendo derrumbes, recogiendo el material extraído a una distancia no menor de 1m del borde de la zanja. Sin embargo, excavaciones de menor profundidad pueden acodalarse si a juicio del supervisor las paredes de la excavación no ofrecen seguridad a los operarios. Cuando sea necesario efectuar excavaciones de profundidad mayor a 3.50 metros, el sistema de encofrado, apuntalamiento y de transporte de las cargas al interior de la excavación debe ser determinado únicamente por el Supervisor de HSE. En cualquier caso, el capataz o encargado del trabajo debe verificar permanentemente el estado de las paredes de la zanja o del entibado, previendo socavaciones o deslizamientos. Cualquier fisuramiento de las paredes del terreno es un indicio de falla de la excavación por lo que el

¹³ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

personal debe ser retirado inmediatamente del sitio para tomarse las medidas **correctivas del caso**. (Ver Figura 11B)

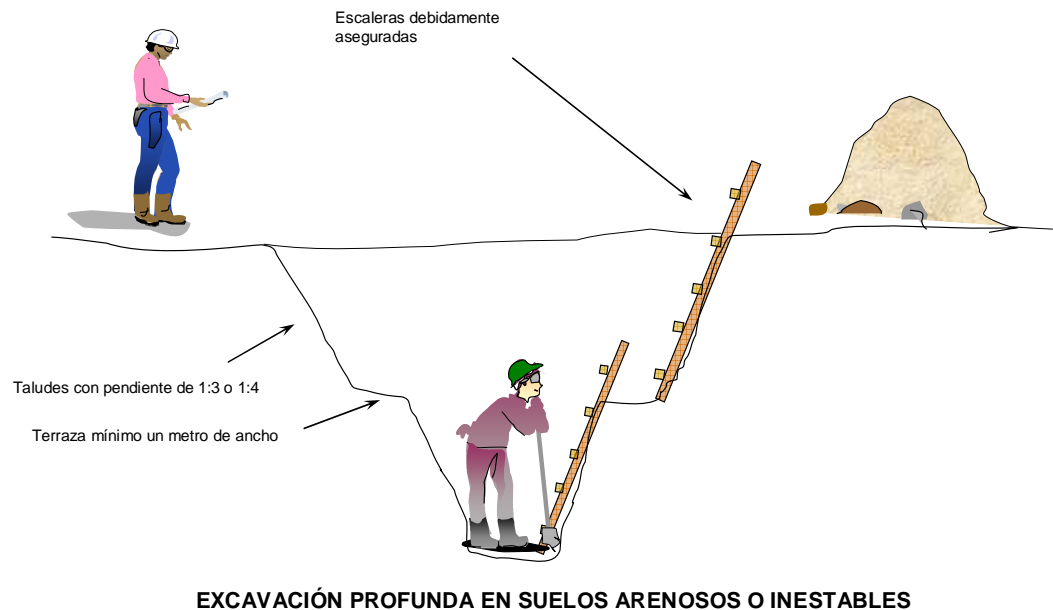


Figura 11B. Excavación profunda¹⁴

En excavaciones de profundidad mayor de 2.0 metros, se deben disponer escaleras para el acceso del personal. En excavaciones angostas, profundas y largas, el supervisor debe controlar el desplazamiento de los operarios dentro de la zanja. (Ver Figura 12)

¹⁴ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.



Figura 12. Colocación de escaleras¹⁵

Al presentarse agua en la excavación de la zanja será necesario drenarla para mantener la estabilidad del sitio. Cuando se excava se debe controlar el nivel freático, asegurándose que se mantenga por debajo del fondo de la excavación para prevenir la salida de material entre el tablestacado o el apuntalamiento exponiendo las paredes de la zanja. (Ver Figura 13)



Figura 13. Solado en zanja¹⁶

¹⁵ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

¹⁶ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Se deben ejecutar zanjas perimetrales para controlar la escorrentía de las aguas lluvias, previniendo además el uso de motobombas para drenar el agua presente dentro de las excavaciones. (Ver Figura 14)



Figura 14. Excavación perimetral¹⁷

Al encontrar concreto o mortero rojo o cualquier tubería no identificada en planos, se deben suspender los trabajos de excavación, reportando inmediatamente al supervisor encargado. (Ver Figura 15)



Figura 15. Concreto de señalización¹⁸

¹⁷ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

¹⁸ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

La función primordial de la cama es en realidad la de ofrecer un apoyo firme, continuo y homogéneo en donde se pueda posar convenientemente la tubería, retirando cualquier objeto extraño que pueda impedirlo. (Ver Figura 16)



Figura 16. Cama arena para tubería¹⁹

La cama se debe elaborar colocando una capa continua de material selecto con un espesor mínimo de 10 cm, preferiblemente arena. Esto permite absorber o eliminar las irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja al ejecutar su excavación. Si el suelo del fondo de la excavación se ha alterado excesivamente, se reemplazará por una capa de espesor adecuado y con material granular, debidamente compactado o en su defecto por una capa de concreto pobre, hasta lograr una buena consistencia. (Ver Figura 17)



Figura 17. Instalación de tubería²⁰

¹⁹ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

²⁰ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Toda excavación, cualquiera que sea su profundidad y/o longitud, debe ser señalizada adecuadamente con cinta de precaución. (Ver Figura 18)



Figura 18. Señalización de excavación²¹

Las excavaciones se perfilarán en tal forma que ninguna saliente del terreno penetre dentro de las secciones de construcción de las estructuras. Cuando los taludes o base de las excavaciones vayan a recibir vaciado directo de concreto, deberán ser pulidos hasta las líneas o niveles indicados en los planos, de tal forma que ningún punto de la sección excavada diste hacia afuera de la estructura más de 5 centímetros.

El perfilado de las excavaciones para la posterior colocación de las formaletas (de madera, metálicas o bloques pegados con mortero), deberá hacerse con la menor anticipación posible a la ejecución de dicho trabajo, con el fin de evitar que el terreno se debilite o se altere por meteorización. (Ver Figura 19)

²¹ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.



Figura 19. Perfilado en excavación²²

Las excavaciones en horas nocturnas requieren de un adecuado sistema de iluminación el cual será revisado previamente a la iniciación del trabajo, por el Supervisor. En áreas clasificadas como de alto riesgo sólo podrán usarse iluminarias y equipos a prueba de explosión. (Ver Figura 20)



Figura 20. Luminarias en excavación²³

²² Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

²³ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Los rellenos compactados ya sea con arcilla o arena, se harán por capas horizontales no mayores de 15 centímetros de espesor hasta alcanzar un peso unitario seco equivalente al 90% del máximo obtenido en el ensayo proctor modificado para la arcilla y la humedad de compactación deberá estar dentro del rango W óptima y W óptima + 1%, para la arena.

La compactación debe llevarse como mínimo hasta obtener una densidad seca superior al 75% de la obtenida en el ensayo de densidad relativa en la nivelación del terreno.

Para la conformación de la zona de atraque preferiblemente se debe llenar con materiales del tipo arena limpia bien gradada (SW), arena limpia gradada (SP), gravas bien o mal gradadas (GW y GP), piedra quebrada o cualquier subproducto de triturado entre 6 y 40 mm, teniendo en cuenta que el material y la manera en que se coloque van a influir directamente en el comportamiento mecánico del sistema tubería – suelo. (Ver Figura 21)



Figura 21. Relleno manual²⁴

²⁴ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Se deberá continuar colocando capa por capa del relleno para conformar la zona del relleno inicial con material selecto alternando de un lado a otro y compactando cada capa de material. Si se tratara de un material cohesivo se deben obtener consolidaciones del 90% del proctor modificado. Si utiliza arena, gravilla de río o si se colocara piedra triturada se deberá acomodar el material homogéneamente hasta llegar al nivel requerido. (Ver Figura 22)



Figura 22. Relleno con maquina²⁵

Cuando el material de excavación no contenga limo orgánico, material vegetal, desperdicios o escombros podrá utilizarse para la conformación de la zona de relleno inicial, previamente extrayendo los materiales con una granulometría superior a 1 ¾". (Ver Figura 23)



Figura 23. Remoción de escombros²⁶

²⁵ Imagen proporcionada por COEINDUSTRIAL LTDA.

²⁶ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

El espesor de cada etapa depende principalmente del tipo de material selecto y del equipo de densificación con que se cuente. Si se trata de un material cohesivo, arena o gravilla y la densificación va ser manual de deberán conformar capas de 15 cm aprox. Si se emplea un compactador mecánico o saltarín las capas deben ser de 25 a 30 cm. Esto con el propósito de proporcionar un acomodo conveniente de sus partículas. Cuando se utilizan materiales como triturados o gravas gruesas por ser muy fácil de acomodar genera un significativo ahorro en equipo mecánico y en mano de obra con el consiguiente mejoramiento en los rendimientos. (Ver Figura 24)



Figura 24. Compactación con saltarín²⁷

El material que se usa más frecuentemente para el relleno es el mismo que se saca al excavar la zanja. Este relleno se realiza en capas de 25 cm a 30 cm hasta llegar al nivel deseado, corrientemente se exige una densificación mínima de 90% de proctor estándar modificado.

Para la etapa final de relleno y compactación se debe utilizar la primera capa removida durante la excavación y que ha sido seleccionada y almacenada previamente. (Ver Figura 25)

²⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 25. Relleno con retroexcavadora²⁸

FABRICACIÓN DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

Verificar los planos autorizados por EL CONTRATANTE y según este empezar la fabricación de la malla de puesta a tierra teniendo en cuenta los elementos necesarios y el equipo de seguridad requerido. (Ver Figura 26)



Figura 26. Verificación de planos de la malla²⁹

²⁸ Imagen tomada por Reynel Sanguino.

²⁹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

Iniciar tomando los puntos de referencia en donde va a colocar las estacas según sean las medidas dadas en los planos y extender el cable de cobre desnudo por la parte externa de las estacas. (Ver Figura 27)



Figura 27. Estacado de la malla³⁰

Con el marco de la malla de puesta a tierra listo, realizase el extendido del cables de forma horizontal y vertical formando cuadrículas de 2m X 2m, como lo sugiere EL CONTRATANTE y realizar los cortes del cable. (Ver Figura 28)



Figura 28. Señalización fabricación de la malla³¹

³⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

³¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realizar la unión mediante soldadura cadwell teniendo en cuenta el “Manejo y preparación de soldadura cadwell”. (Ver Figura 29)

¡RECUERDE!

- Al realizar la soldadura los puntos quedan calientes.
- No golpee los moldes para quitar el exceso de soldadura.
- Utilice todos los EPP dispuestos para esta actividad.



Figura 29. Soldadura Cadwell³²

Verificar la uniformidad, escoriación, perforaciones, conexión, etc de la soldadura.

Si la soldadura no cumple los parámetros mencionados, se debe retirar la soldadura y volver a realizar el proceso. (Ver Figura 30)

³² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 30. Uniformidad en soldadura cadwell³³

Realizar el transporte de la malla en un vehículo donde se pueda extender la malla lo máximo posible y con las precauciones debidas evitando fracturas en el cable y la soldadura. (Ver Figura 31)



Figura 31. Transporte de la malla³⁴

³³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

³⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

CONSTRUCCIÓN DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

Verificar los planos aprobados para la construcción en donde se determina el calibre y la forma de los conductores para la malla a tierra. (Ver Figura 32)



Figura 32. Planos construcción de malla³⁵

Trazar las dimensiones de la malla de puesta a tierra e iniciar labores de excavación.

Realizar las excavaciones y verificar hasta lograr la profundidad solicitada en los planos. (La profundidad de la excavación para la malla de puesta a tierra de la subestación será de 1m). (Ver Figura 33)

Las cuadrículas y la ubicación de los electrodos dispersores y de medida, se construirán de acuerdo a los planos aprobados para construcción.

Durante la excavación a máquina debe permanecer un guía en la obra. Una vez terminada la excavación se debe comunicar al supervisor para el alistamiento de los materiales eléctricos: Cable de cobre desnudo, Soldadura Exotérmica, Moldes, Varillas de conexión tipo Cooperweld, Carbón Mineral (coque), Chispero. etc.

³⁵ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 33. Excavación malla de puesta a tierra³⁶

Transportar todos los materiales eléctricos al sitio de trabajo.

Cortar los tramos del cable de cobre desnudo según planos. (Ver Figura 34)

Tender los conductores sobre el terreno según especificaciones técnicas.



Figura 34. Instalación de malla de puesta a tierra³⁷

Las uniones se deben hacer con soldadura exotérmica. (Ver Figura 35)

¡Cuidado!

- Limpiar la grasa de las partes a soldar.

³⁶ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

³⁷ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

- Aplicar a las uniones la soldadura exotérmica.

¡Precauciones!

- Recuerde tener al alcance un extintor para incendios.
- Usar mascarillas para partículas metálicas.



Figura 35. Uniones en conductores³⁸

Verificar la uniformidad, escoriación, perforaciones, conexión, etc de la soldadura.

(Ver Figura 36)

En caso de que la soldadura no cumpla con los parámetros de uniformidad, que no presente escoriaciones ni perforaciones, que la conexión sea completa, que las colas sean los suficientes para conectar los equipos de superficie, se debe retirar la soldadura y volver a realizar el proceso.

¡Cuidado!

Después de soldado el punto, éste presentara una alta temperatura que puede ocasionar quemaduras.

³⁸ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 36. Soldadura con escoriación³⁹

Se deben dejar colas de la malla para poder conectar el cable de guarda, los pararrayos, los neutros y las carcasas de los transformadores, los tableros y las estructuras metálicas (caseta y cerramiento). (Ver Figura 37)

¡Cuidado!

Se debe dejar unas guías de aprox. 2m de alto y amarrarles las colas para evitar que sean tapadas durante el relleno.



Figura 37. Colas de la malla⁴⁰

³⁹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁴⁰ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

Los electrodos de dispersión no podrán tener en ningún caso una longitud inferior a los 2,40 m y un diámetro inferior a 5/8". Los electrodos deberán ser hincados en el fondo de la excavación para la cimentación de cada apoyo, de tal manera que el extremo superior quede a diez (10) cm. Por encima del fondo de la excavación. (Ver Figura 38)

¡Recomendación!

Si se encuentra roca en el terreno, la excavación se realizara con maquina y el electrodo se debe clavar con un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical o enterrarse de forma horizontal en una zanja que tenga como mínimo 0.75m de profundidad. (Código Eléctrico Colombiano NTC-2050, Capitulo 2, 250-83, sección C-3)



Figura 38. Electrodo de dispersión⁴¹

En el fondo de la malla se colocará una capa de coque metalúrgico de 7,50 cm. de espesor, en forma uniforme. (Ver Figura 39)

El coque podrá ser reemplazado, previa autorización del representante de EL CONTRATANTE, por tierra negra.

Sobre la capa de coque se instalará la malla de cobre y se recubrirá con otra capa de coque de 7,50 cm. de espesor.

⁴¹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 39. Recubrimiento de la malla con Coque⁴²

Posteriormente se efectuará el relleno con el material de la misma excavación teniendo cuidado de rechazar los tamaños gruesos. (Ver Figura 40)

Rellenar en capas de 15 cms y compactar según planos.

Verificar densidad de compactación de la misma.

Mantener las distancias de seguridad entre máquinas y hombres.

¡Observación!

Previa autorización del representante de EL CONTRATANTE, se construirá un pozo de inspección en tubo de gres de 10" llenado de hidrosolta, de donde se pueda acceder a un electrodo dispensor para verificar el estado de la malla de tierra, junto con su tapa.

⁴² Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 40. Compactación del terreno con saltarin⁴³

La puesta a tierra del cable de guarda del pórtico, se hará por medio de un bajante de cable del mismo calibre del cable de guarda y este se conectará a un electrodo dispensor de la malla de puesta a tierra de la subestación.

El bajante del cable de guarda se unirá con soldadura exotérmica a un cable de cobre desnudo 2/0 que se conecta con soldadura exotérmica al electrodo dispensor. (Ver Figura 41)

Antes de realizar la unión con soldadura exotérmica las superficies de contacto deberán haber sido limpiadas previamente.



Figura 41. Bajante puesta a tierra del pórtico⁴⁴

⁴³ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁴⁴ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

PUESTA A TIERRA DE LAS ESTRUCTURAS DE LA LINEA DE MEDIA TENSIÓN DE 14.4 y 34.5 kV y DE BAJA TENSIÓN DE 480 V

Para la puesta a tierra de las estructuras ya sean de suspensión ó retención para la línea de distribución de media tensión a 14.4 y/o 34.5 kV y baja tensión a 480 V, el cable de guarda irá conectado a los electrodos dispersores por medio de un bajante del mismo calibre del cable de guarda, el cual será tendido por dentro del tubo conduit de cada poste, para evitar que sea fácilmente accesible a los vándalos y que será conectado mediante soldadura exotérmica a un cable desnudo de cobre No. 2/0. (Ver Figura 42)



Figura 42. Verificación de los planos⁴⁵

El electrodo deberá tener una longitud mínima de 2,40 m y un diámetro mínimo de 5/8" e instalado en el fondo de la excavación o en la parte más baja del terreno fuera del terraplén para la cimentación de cada apoyo, de tal manera que el extremo superior quede a diez (10) cm por encima del fondo de la excavación. (Ver Figura 43)

⁴⁵ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 43. Electrodo de dispersión⁴⁶

El bajante de cable de acero de $\frac{1}{4}$ " del cable de guarda deberá quedar unido al cable de cobre 2/0 de 19 hilos de la malla de tierra con soldadura exotérmica, garantizando una buena conexión. Cada bajante de puesta a tierra debe quedar identificado con un Tag de 4 x 3" que contenga los datos de la puesta a tierra, la fecha, el número de la estructura, la resistividad del terreno y el nombre de COEINDUSTRIAL LTDA. (Ver Figura 44)



Figura 44. Bajante de puesta a tierra en líneas eléctricas⁴⁷

La resistencia de puesta a tierra de cada apoyo no deberá ser superior a 20 Ohmios, estos valores varían dependiendo de la calidad del terreno. La resistencia de la puesta a tierra de cada apoyo será medida por el CONTRATISTA, con equipos calibrados, una vez haya sido montado, en período de verano o cuando el

⁴⁶ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁴⁷ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

terreno esté seco y con los cables de guarda desconectados, o con medidores especiales que eviten su desconexión. (Ver Figura 45)



Figura 45. Medición de tierras⁴⁸

Cuando la composición del terreno sea un obstáculo la colocación del electrodo o los electrodos, o cuando con la puesta a tierra normal no se alcance el valor establecido de resistencia de puesta a tierra, se utilizará el tipo de compensación o contrapeso que apruebe EL CONTRATANTE. (Ver Figura 46)

¡RECUERDE!

La instalación de los contrapesos se hará en zanjas radiales a lo largo de la línea, o buscando el terreno de más humedad a partir del electrodo o electrodos de cada apoyo, a una profundidad no inferior a 60 cm.



Figura 46. Instalación de contrapesos en malla⁴⁹

⁴⁸ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁴⁹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT

Verificar los planos autorizados del sitio específico para detectar la ubicación exacta de las líneas, ductos, tuberías y demás instalaciones subterráneas que se van a realizar. (Ver Figura 47)



Figura 47. Verificación de planos⁵⁰

Retiro de bodega ó almacén de la cantidad de tubería necesaria. (Ver Figura 48)

Verificar que los diámetros de la tubería sean los indicados para el trabajo a ejecutar.



Figura 48. Almacenamiento de tubería conduit⁵¹

⁵⁰ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁵¹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

El retiro de tubería de bodega o almacén se realizara a través de camiones, la tubería debe acomodarse de modo que no sufra daños durante su transporte, según el procedimiento (Transporte y movilización de equipos y materiales). (Ver Figura 49)

El material utilizado para efectuar ataduras no debe producir raspaduras o aplastamiento de los tubos, los tubos deben ser colocados horizontalmente.

En caso de que la tubería sobresalga 1 metro o más colocar aviso de peligro “CARGA LARGA” ó instalar una cinta de color rojo.



Figura 49. Transporte de tubería conduit⁵²

Observe que la tubería este limpia y no presente humedad, si no es asi dispóngase a realizar la limpieza de esta antes de su instalación.

El tubo conduit (NEC 2002 artículo 344.28) será cortado, ajustado y los agujeros escariados en frío. (Ver Figura 50)

⁵² Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.



Figura 50. Cortadora de tubos⁵³

Las uniones roscadas serán hechas con un mínimo de cinco hilos completos y lubricadas con aceite soluble que asegure una unión que prevenga la oxidación y pintadas con pintura galvanizada que a la vez sirva de impermeabilizante y de continuidad eléctrica. Las uniones se apretarán con herramientas adecuadas.

Las tuberías deberán instalarse en tal forma, que se asegure la continuidad mecánica y eléctrica de todo el sistema de canalización. (Ver Figura 51)



Figura 51. Instalación de tubería conduit⁵⁴

⁵³ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁵⁴ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

Realizar los cortes de la tubería, teniendo en cuenta que no queden filos en los extremos ya que estos pueden generar daños en el cableado y la guía.

Realice el figurado de curvas a tubería según especificaciones de planos. El conduit debe mantener una sección transversal circular uniforme a lo largo de toda la curvatura. (Ver Figura 52)



Figura 52. Curvas en tubería conduit⁵⁵

Para la excavación tenga en cuenta el procedimiento (Excavaciones y rellenos compactados).

Toda excavación cualquiera que sea su profundidad y/o longitud, debe ser señalizada adecuadamente con cinta de peligro. (Ver Figura 53)



Figura 53. Excavación de zanja⁵⁶

⁵⁵ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁵⁶ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

Realizar el tendido de la tubería en la excavación correspondiente, los extremos abiertos de la tubería conduit deberán ser taponados durante la construcción para prevenir el ingreso de material extraño. (Ver Figura 54)

Todos los bancos de ductos en tubería conduit deben ser completamente limpiados con aire y estopa antes de comenzar a introducir los cables o tubings requeridos.

Todas las uniones de la tubería se les deben aplicar pintura anticorrosiva.

Para el ingreso de la tubería a la excavación tener en cuenta las directrices en HSE para levantamiento de cargas.

¡RECUERDE!

Siempre deje una guía para una próxima instalación de cable.

La tubería conduit galvanizada se usa para cruces de vía.

Las llegadas del tendido de conduit se realizaran a la vista recordando aterrizirlas.



Figura 54. Tendido de tubería conduit⁵⁷

Aplicación de concreto de señalización de 3000 PSI de un espesor de cinco (5) cms a diez (10) cms. (a solicitud del cliente). Para estos casos COEINDUSTRIAL

⁵⁷ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

funde unas lozas de concreto señalizado las cuales cumplen y son puestas sobre la tubería. (Ver Figura 55)

¡RECUERDE!

En estaciones no se usan lozas de concreto sino concreto embebido de 3000PSI con polvo rojo de señalización.

Realizar la instalación de cable de cobre desnudo 2/0 AWG.



Figura 55. Concreto de señalización en tendido de tubería conduit⁵⁸

Relleno y Compactación. El material básico de relleno de la excavación o zanja debe ser el mismo material excavado. La Interventoría decidirá en que tramos se requiere ensayo proctor para la compactación. (Ver Figura 56)



Figura 56. Compactación del terreno⁵⁹

⁵⁸ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁵⁹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

INSTALACIÓN DE SELLOS CORTA FUEGOS

Cableado en sello cortafuegos

Para realizar el cableado, se debe tener en cuenta la **TABLA N°1**, donde se suministra los datos sobre número máximo, tamaño y tipo de conductores que pueden ser instalados en un sello. (Ver Figura 57)



Figura 57.Sellos cortafuegos⁶⁰

Barrera

Una vez instalado y cableado el sello, remueva los dos tapones y construya barreras internas para verter el compuesto sellante o cemento chico compound, utilizando una fibra retenedora, para que el sellante no se filtre.

En la tabla N°1 puede observa cuanta fibra retenedora se debe utilizar dependiendo del tipo de sello que se va a utilizar. (Ver Figura 58)

⁶⁰ Imagen tomada por TECNA.

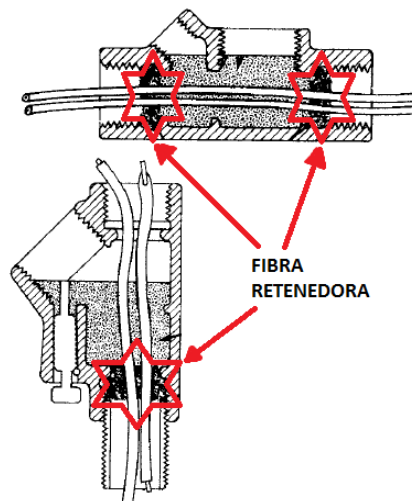


Figura 58. Fibra retenedora del sello cortafuego⁶¹

Separación de los cables

Separe los cables con un objeto no metálico, y coloque la fibra retenedora alrededor de cada conductor presionando, esto para que el compuesto sellante o cemento chico compound rodee completamente a cada cable por separado. (Ver Figura 59)

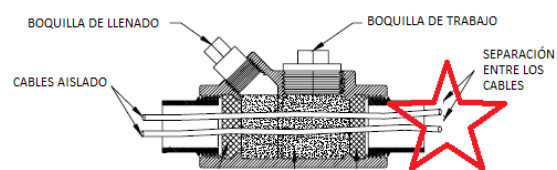


Figura 59. Separación de cables en sello cortafuego⁶²

⁶¹ Imagen tomada de TECNA .

⁶² Imagen tomada de TECNA .

Colocación del Tapón de la Boquilla de Trabajo.

Si la instalación del sello cortafuego es vertical, coloque y ajuste bien el tapón de la boquilla de trabajo (el tapón grande) antes de iniciar al vaciado del compuesto sellante o cemento chico compound. (Ver Figura 60)

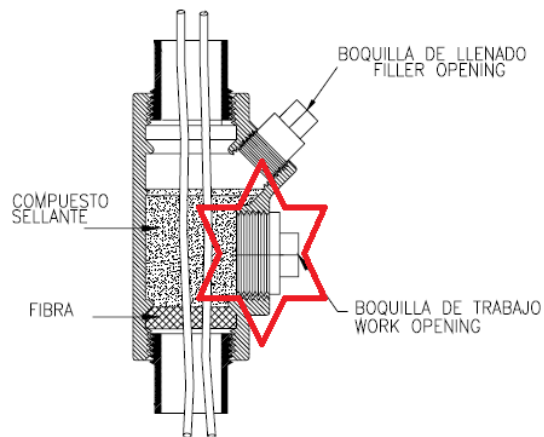


Figura 60. Tapon del sello cortafuego⁶³

Preparación del Compuesto Sellante o Cemento Chico

Mezcle el compuesto sellante o cemento chico compound en un recipiente limpio, atendiendo las instrucciones del fabricante del compuesto. Las cantidades requeridas están indicadas en la Tabla N° 1. (Ver Figura 61)

- Utilice 1 volumen de agua por 3 volúmenes de cemento chico compound.
- Revuelva durante 5 minutos o hasta cuando se adquiera una consistencia homogénea.
- Mezcle compuesto sellante que alcance a ser utilizado durante los 15 minutos siguientes al momento en que se añade el agua.

⁶³ Imagen tomada de TECNA.

- Cuando el compuesto sellante se expone a la humedad o a agentes químicos, se puede producir una mezcla contaminada que no cumplirá su función de sellantes apagachispas.
- Cierre muy bien el paquete para evitar su deterioro.



Figura 61. Cemento Chicco Compound⁶⁴

Temperatura Ambiente y Tiempo de Fraguado

El compuesto debe mezclarse y utilizarse a temperaturas superiores a 2°C. El fraguado del cemento chicco compound varía con la temperatura del medio ambiente de la siguiente forma: A 2°C, se fragua en 24 horas; a 20°C, lo hace en 4 horas. (Ver Figura 62)

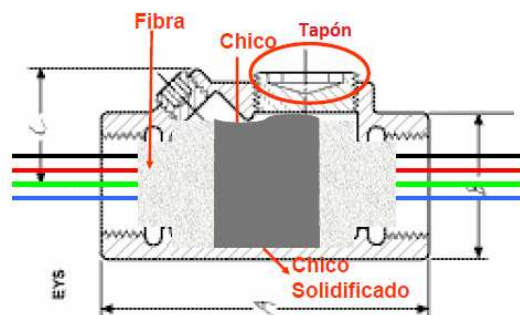


Figura 62. Partes del sello cortafuego⁶⁵

⁶⁴ Imagen tomada de KWIKO.

⁶⁵ Imagen tomada de sellos cortafuego TECNA.

Boquilla de vertimiento del Compuesto

Para montajes verticales el compuesto debe verterse por la boquilla de llenado (la más pequeña), hasta que alcance el inicio de la primera rosca de dicha perforación. (Ver Figura 63)

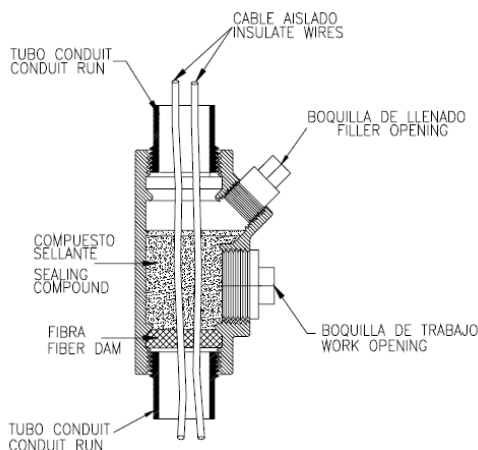


Figura 63. Sello cortafuego vertical⁶⁶

Para montajes horizontales, el compuesto sellante debe verterse a través de la boquilla de trabajo (la más grande), hasta el nivel del segundo o tercer hilo de la rosca del agujero de llenado. (Ver Figura 64)

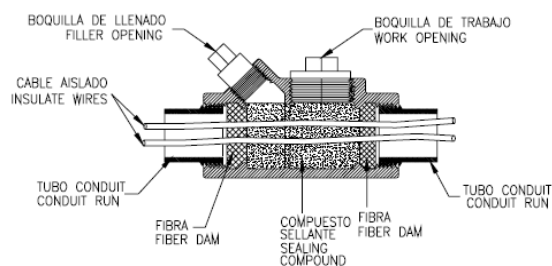


Figura 64. Sello cortafuego horizontal⁶⁷

⁶⁶ Imagen tomada de sellos cortafuego TECNA.

⁶⁷ Imagen tomada de TECNA.

DIAMETRO (Pulgada) DIAMETER (Inches)	REFERENCIA REFERENCE SX1	CERTIFICACIÓN UL	DIMENSIONES APROXIMADAS			COMPUESTO SELLANTE REQUERIDO		FIBRA APROX.REQUERIDA
			APROX.DIMENSIONS			SEALING COMPOUND REQUIERED		APROX.FIBER REQUIRED
			A	Mm B	C	gr	Libras/Pounds	gr
NODULAR IRON								
½"	EYA050	●	89.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYA075	●	89.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYA100	●	108.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYA150	▲	142.0	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYA200	●	156.0	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYA250	●	186.0	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYA300	●	216.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYA400	●	238.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
CAST ALUMINUM								
½"	EYAA050		90.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYAA075		91.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYAA100		110.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYAA150		148.0	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYAA200		156.0	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYAA250		190.0	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYAA300		220.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYAA400		250.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
NODULAR IRON								
½"	EYAM050	●	107.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYAM075	●	108.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYAM100	●	128.5	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYAM150	▲	162.5	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYAM200	●	177.5	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYAM250	●	208.5	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYAM300	●	242.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYAM400	●	276.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
CAST ALUMINUM								
½"	EYAAM050		108.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYAAM075		110.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYAAM100		130.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYAAM150		168.5	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYAAM200		177.5	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYAAM250		212.5	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYAAM300		246.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYAAM400		288.0	112.0	130.0	2270	4.60	334

TABLA 1. Parámetros de sellos cortafuegos

NODULAR IRON							
½"	EYD050	89.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYD075	89.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYD100	108.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYD150	142.0	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYD200	156.0	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYD250	186.0	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYD300	216.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYD400	238.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
CAST ALUMINUM							
½"	EYAD050	90.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYAD075	91.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYAD100	110.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYAD150	148.0	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYAD200	156.0	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYAD250	190.0	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYAD300	220.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYAD400	250.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
NODULAR IRON							
½"	EYDM050	107.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYDM075	108.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYDM100	128.5	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYDM150	162.5	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYDM200	177.5	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYDM250	208.5	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYDM300	242.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYDM400	276.0	112.0	130.0	2270	4.60	334
CAST ALUMINUM							
½"	EYDAM050	108.0	28.0	29.5	31	.07	5
¾"	EYDAM075	110.0	31.0	34.9	47	.10	11
1"	EYDAM100	130.0	37.0	44.5	100	.22	20
1 ½"	EYDAM150	168.5	53.2	61.6	334	.74	45
2"	EYDAM200	177.5	62.6	73.0	559	1.23	81
2 ½"	EYDAM250	212.5	71.0	82.0	1064	2.35	128
3"	EYDAM300	246.0	85.0	108.0	1798	3.96	186
4"	EYDAM400	288.0	112.0	130.0	2270	4.60	334

TABLA 1. Parámetros de sellos cortafuegos

CONCRETOS

Verificar los planos dados por EL CONTRATANTE, y ubique el sitio en donde se va a realizar la actividad de concretos reforzados. (Ver Figura 65)

Si el concreto se va a apoyar, verifique que la estructura resista el peso al cual será sometido.



Figura 65. Verificación de planos⁶⁸

Verifique el diseño de la mezcla que se va a utilizar, que cumpla con las especificaciones para obtener la resistencia requerida. (Ver Figura 66)

Revise el material que va a utilizar que cumpla con granulometría, límites, etc. El hierro debe estar en buen estado y cumplir la resistencia necesaria para la carga que se le va a aplicar.



Figura 66. Materiales mezcla de concreto⁶⁹

⁶⁸ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁶⁹ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Corte con cizalla el hierro que se va a utilizar para realizar el refuerzo, cerciórese que este no esté deteriorado y realice las uniones con alambre. (Ver Figura 67)



Figura 67. Refuerzos en varilla para concreto⁷⁰

Para realizar la mezcla de concreto debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Tener el equipo más adecuado para realizar la mezcla (Trompo). (Ver Figura 68)
- Ubique el equipo en un lugar firme y estable.
- Revisar que esté dotada con guardas de protección.



Figura 68. Mezcla de concreto en trompo⁷¹

⁷⁰ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

⁷¹ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Durante el vaciado del concreto es necesario vibrarlo para que no queden porosidades y este quede homogéneo; en casos que el virador no entre en algún lugar, use una varilla para compactar el concreto y evacuar las bolsas de aire. (Ver Figura 69)



Figura 69. Vaciado del concreto⁷²

El concreto debe mantenerse húmedo en los primeros días, evitando fisuras por retracción del fraguado. (Ver Figura 70)



Figura 70. Fraguado del concreto⁷³

Una vez fundido el elemento en concreto asegúrese de que es capaz de soportar la carga que se le va aplicar. (Ver Figura 71)

⁷² Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

⁷³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 71. Concreto fundido⁷⁴

Realice pruebas de compresión del concreto, mediante 4 cilindros de prueba los cuales serán fallados a los 7, 14 y 28 días; estos serán llenados por cada 2 m³ de concreto fundido. El cuarto de cilindro se deja como testigo, los ensayos que se realizaran al concreto tendrán que cumplir con las normas ICONTEC (NTC 673) y ASTM (D 4832). (Ver Figura 72)



Figura 72. Prueba de proctor⁷⁵

⁷⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁷⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

COLOCACIÓN Y RETIRO DE FORMALETAS

Verificar los planos dados por EL CONTRATANTE, y ubique el o los sitios en los cuales se van a realizar trabajos con formaletas. (Ver Figura 73)



Figura 73. Verificación de planos⁷⁶

Realizar el traslado de las formaletas al sitio de trabajo, utilizando vehículos adecuados para esta labor como lo indica el procedimiento (Transporte y movilización de equipos y materiales). (Ver Figura 74)



Figura 74. Transporte de formaletas⁷⁷

⁷⁶ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁷⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Antes de utilizar las formaletas realice una limpieza de estas eliminando cualquier partícula de trabajos anteriores. (Ver Figura 75)



Figura 75. Formaletas⁷⁸

Lubrique las formaletas con el fin que en el momento en que el concreto haya fraguado el desmontaje sea más sencillo y no se adhiera la formaleta al concreto. (Ver Figura 76)



Figura 76. Lubricación y colocación de formaletas⁷⁹

Tenga cuidado en el momento de estar montando las formaletas en el sitio, evite golpes o atrapamientos en sus manos o pies y utilice todos los EPP(Casco, gafas, guantes, botas, etc). (Ver Figura 77)

⁷⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁷⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 77. Colocación de formaletas⁸⁰

Verifique que las formaletas estén niveladas, si este no es el caso revise el aplomado y nivelado nuevamente. (Ver Figura 78)



Figura 78. Nivelación de formaletas⁸¹

Después que estén las formaletas niveladas, dispóngase a realizar la fundida del concreto según el procedimiento (Concretos). (Ver Figura 79)

⁸⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁸¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 79. Vaciado de concreto⁸²

Después de fraguado el concreto dispóngase a realizar el retiro de las formaletas.

(Ver Figura 80)

¡RECUERDE!

Tenga cuidado con sus manos y pies, evite golpes y atrapamientos.

Limpie las formaletas antes de ser enviadas nuevamente al almacén.



Figura 80. Fundición de concreto⁸³

⁸² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁸³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

MONTAJE DE PÓRTICO

Verificar los planos dados por EL CONTRATANTE, y ubique el sitio en donde se va a realizar la hincada del poste para el montaje del pórtico. (Ver Figura 81)



Figura 81. Verificación de planos⁸⁴

Realice el hincado del poste según el procedimiento (Hincado y aplomado de postes). (Ver Figura 82)

Revise el hincado y aplomado con el formato COE-PYC-FOPE-1600-1 (Verticalidad de potencia)



Figura 82. Hincado y aplomado de poste⁸⁵

⁸⁴ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁸⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realice la instalación de las crucetas, herrajes, aisladores, cortacircuitos, pararrayos, puesta a tierra, puentes en conductores ACSR No. 2/0, 4/0 AWG, etc, dependiendo del nivel de tensión 14.4 o 34.5 kV.

Cuando el diseño lo requiera, el punto de conexión del borne de baja del transformador reductor y el cable de baja tensión debe estar cubierto con cinta de señalización en su totalidad. (Ver Figura 83)



Figura 83. Conexión en transformador⁸⁶

Para la instalación de puentes y conectores pernaos COEINDUSTRIAL LTDA., deberá seguir los procedimientos recomendados por los fabricantes, los cuales por lo menos deberán incluir la utilización de crema para contactos (molicote) y el apriete uniforme y torqueo de los pernos y tornillos. (Ver Figura 84)

⁸⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 84. Conexión de premoldeados⁸⁷

Se colocarán todos los pararrayos sobre las estructuras de acuerdo con los planos de ubicación de equipos aprobados para construcción por EL CONTRATANTE. (Ver Figura 85)

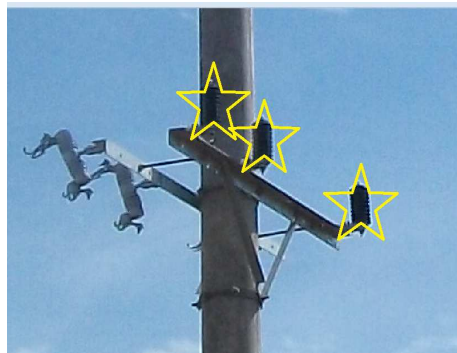


Figura 85. Instalación de pararrayos⁸⁸

Los cortacircuitos deberán instalarse de modo que puedan operarse libremente, asegurados de tal manera que durante las operaciones de cierre mediante pértigas no se presenten movimientos y acercamientos de las partes energizadas con respecto a tierra. Todos los cortacircuitos deben ser instalados con los fusibles que hayan sido aprobados. (Ver Figura 86)

⁸⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁸⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

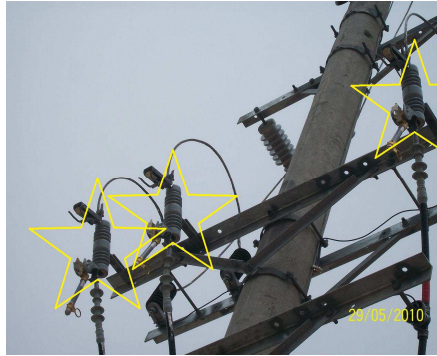


Figura 86. Instalación de cortacircuitos⁸⁹

COEINDUSTRIAL LTDA., garantizará el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad y verificar el aislamiento de los elementos a ser instalados. (Ver Figura 87)

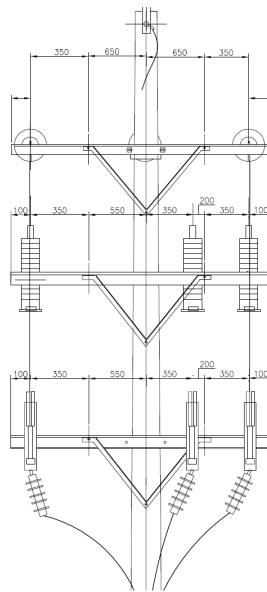


Figura 87. Montaje del pórtico⁹⁰

⁸⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁹⁰ Imagen proporcionada por OXYANDINA.

CONSTRUCCIÓN MALLA DE CERRAMIENTO

Verificar los planos dados por EL CONTRATANTE para la construcción de la malla de encerramiento de la Subestación Eléctrica. (Ver Figura 88)



Figura 88. Verificación de planos⁹¹

Realizar el traslado de loa materiales necesarios para la construcción de la malla de cerramiento, utilizando vehículos adecuados para esta labor como lo indica el procedimiento (Transporte y movilización de equipos y materiales). (Ver Figura 89)



Figura 89. Transporte de materiales⁹²

⁹¹ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

⁹² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Después de verificar la ubicación de la malla realice las excavaciones de los parales, los cuales serán de 3" para las esquinas y el portón, los demás serán de 2". Luego hínque los parales y verifique la verticalidad. (Ver Figura 90)

¡RECUERDE!

Realizar refuerzos en las esquinas y los parales del portón.



Figura 90. Fundición de concreto⁹³

Rellene los huecos de los parales con concreto y realice una excavación en el entorno del encerramiento, la cual será la guía para realizar la fundición de la viga perimetral. (Ver Figura 91)



Figura 91. Fundición de concreto para parales⁹⁴

⁹³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁹⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realice el montaje de la malla expansible, tensionándola con una diferencial y efectuando las respectivas soldaduras.

(Ver Figura 92)

¡RECUERDE!

Eliminar cualquier escoria que quede por la soldadura.



Figura 92. Montaje de malla expansible⁹⁵

Dispóngase para realizar el montaje del portón de la Subestación Eléctrica, el cual será realizado con tubería galvanizada de 3" en su estructura y refuerzos con tubería de 2". (Ver Figura 93)

¡RECUERDE!

Dejar borneras para realizar las uniones de la puesta a tierra de todo el encerramiento.

⁹⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 93. Portón de subestación⁹⁶

Habiendo terminado de soldar la malla expansible, se realizara la fundición de la viga perimetral, realice el montaje de las formaletas y el refuerzo para el concreto, verifique que estén niveladas las formaletas, si este no es el caso revise el aplomado y nivelado nuevamente. (Ver Figura 94)



Figura 94. Nivelación de formaletas⁹⁷

Después que estén las formaletas niveladas, dispóngase a realizar la fundida del concreto según el procedimiento (Concretos). (Ver Figura 95)

⁹⁶ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

⁹⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 95. Vaciado de concreto para viga perimetral⁹⁸

Después de fraguado el concreto dispóngase a realizar el retiro de las formaletas, instalación del alambre de púas y pintura del enceramiento. (Ver Figura 96)

¡RECUERDE!

Tenga cuidado con sus manos y pies, evite golpes y atrapamientos.

Limpie las formaletas antes de ser enviadas nuevamente al almacén.



Figura 96. Fundición de concreto en viga perimetral⁹⁹

⁹⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

⁹⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Rellenar hasta la altura de la viga perimetral con gravilla $\frac{3}{4}$, esparciendo uniformemente en toda el área donde se encuentra los tableros y transformador.
(Ver Figura 97)



Figura 97. Colocación de gravilla en subestación ¹⁰⁰

¹⁰⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

MONTAJE DE TRANSFORMADOR

Retirar el transformador en las bodegas de EL CONTRATANTE, realizar un chequeo visual del mismo antes de aceptar el equipo. (Ver Figura 98)

¡RECUERDE!

Verificar que le sea entregado el protocolo de pruebas del transformador el cual es realizado por la empresa fabricante.



Figura 98. Transformador en bodegas¹⁰¹

Realizar el traslado del transformador desde la bodega de EL CONTRATANTE, hasta el sitio en que se va a realizar el montaje con el vehículo adecuado para este tipo de labor, teniendo especial cuidado de no causar desperfectos al transformador ni derrame de aceite. (Ver Figura 99)

¹⁰¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 99. Transporte del transformador¹⁰²

Montar la placa base del transformador con la ayuda de una grúa, y realizar la nivelación de la placa con respecto al terreno. (Ver Figura 100)



Figura 100. Base en concreto del transformador¹⁰³

Realizar el descargue del transformador, teniendo en cuenta de quitar las bases de madera con las cuales viene. (Ver Figura 101)

¹⁰² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁰³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 101. Descarga del transformador¹⁰⁴

Abra las puertas del transformador para poder pasar el cableado, y dispóngase a bajar el transformador. (Ver Figura 102)

¡RECUERDE!

Realice la medición en los extremos del transformador para asegurar su alineación y realice también la nivelación del mismo con respecto a la placa la cual debe de estar previamente nivelada.



Figura 102. Nivelación del transformador¹⁰⁵

¹⁰⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁰⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realizar todas las conexiones necesarias para dejar el transformador en perfecto estado de funcionamiento y operación, es decir, lado primario, secundario, conexión a tierra e instalación de la sílicagel contra humedad. (Ver Figura 103)



Figura 103. Conexión del transformador¹⁰⁶

¹⁰⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

PRUEBA DE AISLAMIENTO DE TRANSFORMADORES

Verificar la placa de características del transformador, la cual se encuentra en las puertas del mismo y con estos datos llene el precommissioning del transformador dado por EL CONTRATANTE con el nombre del fabricante, el modelo, etc. (Ver Figura 104).



Figura 104. Placa de características del transformador¹⁰⁷

Realizar la prueba de continuidad entre las fases del transformador de la siguiente forma, pruebe continuidad entre fase 1-2, 1-3 y 2-3, existiendo resistencia entre ellas. (Ver Figura 105)



Figura 105. Fases del transformador¹⁰⁸

¹⁰⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁰⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Unir las fases entre ellas (1-2-3) y medir continuidad entre los puntos como se muestra en la imagen. Debe existir continuidad. (Ver Figura 106)

¡RECUERDE!

En algunos transformadores encontrara las fases con la siguiente nomenclatura (W,V,U) o (A,B,C).



Figura 106. Medición de continuidad entre fases ¹⁰⁹

Realizar la prueba de aislamiento entre alta tensión y baja tensión, aplicando 5000v durante un minuto. (Ver Figura 107)

PRECAUCION!!!

Recuerde que los cables quedan cargados con los 5000v que le fueron aplicados para realizar la prueba.



Figura 107. Prueba de aislamiento entre alta y baja tensión ¹¹⁰

¹⁰⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹¹⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realizar la prueba de aislamiento entre alta tensión y tierra, aplicando 5000v durante un minuto. (Ver Figura 108)

¡PRECAUCION!

Recuerde que los cables quedan cargados con los 5000v que le fueron aplicados para realizar la prueba.



Figura 108. Prueba de aislamiento entre alta tensión y tierra ¹¹¹

Realizar la prueba de aislamiento entre baja tensión y tierra, aplicando 5000v durante un minuto. (Ver Figura 109)

¡PRECAUCION!

Recuerde que los cables quedan cargados con los 5000v que le fueron aplicados para realizar la prueba.

¹¹¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 109. Prueba de aislamiento entre baja tensión y tierra ¹¹²

¹¹² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

CABLEADO

La tubería conduit deberá estar limpia adecuadamente y libre de obstrucciones, antes de la instalación de los cables. (Ver Figura 110)

Todos los bancos de ductos en tubería conduit deben ser completamente limpiados con aire y sonda con guía (estopa) antes de comenzar a introducir los cables.



Figura 110. Tubería Conduit¹¹³

Los cables deben entrar limpios, para lo cual el CONTRATISTA deberá acondicionar algún mecanismo para esta labor y deberá ser aprobado por el Representante de EL CONTRATANTE.

Revise el cable y verifique que este no tenga ninguna anomalía, si este posee entonces se debe devolver y solicitar nuevamente. (Ver Figura 111)

¹¹³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 111. Inspección del cable¹¹⁴

El cable debe quedar instalado completamente limpio dentro de la tubería conduit. Los cables se halarán dentro de los ductos con especial cuidado. (Ver Figura 112) Los carretes y rollos se localizarán de tal forma que los cables se puedan introducir en los ductos lo más directamente posible, con un mínimo de cambios de dirección y de curvas.



Figura 112. Limpieza del cable¹¹⁵

El CONTRATISTA deberá colocar dispositivos de protección en los extremos de los ductos para evitar daño en el aislamiento de los cables. (Ver Figura 113)

¹¹⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹¹⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 113. Tapón en extremos de tubería conduit (Provisionales)¹¹⁶

Para halar los cables se usará cordón, soga de cáñamo o de nylon. La sogas se atarán a los cables en forma apropiada sin nudos corredizos. Para halar los cables las sogas se fijarán por medio de mordazas, de tal manera que se eviten las tensiones mecánicas exageradas. (Ver Figura 114)



Figura 114. Introducción de soga de halado¹¹⁷

Se evitará el uso de lubricantes y de ninguna manera se usarán grasas o sustancias que puedan dañar los aislamientos. Se acepta en su reemplazo el uso de talcos debidamente aprobados para esta labor. (Ver Figura 115)

¹¹⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹¹⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 115. Productos prohibidos para el halado de cables¹¹⁸

Los cables se tenderán en longitudes continuas sin empalmes intermedios.

Verificar que la distancia rectas no sean mayores a 40m en este caso debe existir caja de halado. (Ver Figura 116)

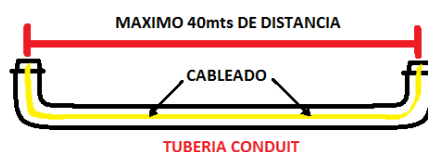


Figura 116. Distancia máxima en línea recta para halado de cables¹¹⁹

Amarrar una manila a la cabuya para ser pasada por el banco de ductos.

Amarrar la manila al cable de para ser tendido dentro del banco de ductos.

(Ver Figura 117)

¹¹⁸ Imagen tomada de KRAYDEN.

¹¹⁹ Imagen creada por José Demetrio Bautista.



Figura 117. Amarrado de manila con sogá¹²⁰

Tomar las medidas para el conexionado.

Cortar el cable de acuerdo a las medidas tomadas. (Ver Figura 118)



Figura 118. Cortado de cable¹²¹

¹²⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹²¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

PRUEBA DE AISLAMIENTO DE CABLES

Verificar que el cable no esté unido, ni con tierra, ni con ningún conductor en sus puntas o en cualquier otro punto. (Ver Figura 119)



Figura 119. Verificación del estado del cable¹²²

Las puntas deben de estar desnudas para realizar la medición sin ningún tipo de inconveniente. (Ver Figura 120)



Figura 120. Corte en puntas para medición¹²³

¹²² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹²³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Colocarse los implementos EPP (Guantes para máximo 15000v, casco, gafas, botas, etc). (Ver Figura 121)



Figura 121. Implementos de seguridad para medición del cable ¹²⁴

Realice el conexionado del Megguer de la siguiente forma: (Ver Figura 122)

1. Coloque el cable verde a tierra, esta tierra va a la malla de puesta a tierra.
2. Coloque el cable rojo que es la referencia positiva a la línea 1 de la acometida.
3. Coloque el cable negro que es la referencia negativa a un punto de referencia de 0v.



Figura 122. Conexionado del megguer ¹²⁵

¹²⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹²⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Se realiza la prueba de aislamiento aplicando para cables de baja 500v y de alta 5000v. (Ver Figura 123)



Figura 123. Lectura del megguer en prueba de aislamiento de cables¹²⁶

Realizar el mismo procedimiento para la línea 2 y la línea 3. (Ver Figura 124)



Figura 124. Prueba de aislamiento de cables¹²⁷

¹²⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹²⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

recomendados de torque para cada tipo de tornillo. No se aceptarán conexiones que no cumplan este procedimiento. (Ver Figura 126)



Figura 126. Molicote para contactos ¹²⁹

Deberá tener especial cuidado en la instalación de los terminales para los distintos tipos de cables.

Se deberá utilizar ponchadora para los diferentes calibres a la presión indicada por los fabricantes de tal forma que permita que el conector esté técnicamente sujeto al cable. (Ver Figura 127)



Figura 127. Ponchadora de cables ¹³⁰

¹²⁹ Imagen tomada de KRAYDEN.

¹³⁰ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

El CONTRATISTA deberá organizar los cables dentro de la caja de conexiones de modo que se presenten estéticamente.

Los cables serán amarrados mediante el uso de correas plásticas y el punto de interfase del conector y el cable se aislará mediante el uso de cintas aislantes y de colores de acuerdo al código de colores. Una vez se haya timbrado y marcado cada conductor, respetando en todo la secuencia de fases. (Ver Figura 128)

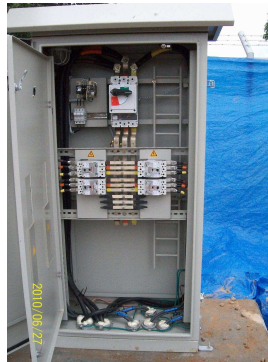


Figura 128. Organización del cableado en tableros¹³¹

El marcado de los cables se hará teniendo en cuenta los planos suministrados y aprobados para construcción y las indicaciones del Representante de EL CONTRATANTE. (Ver Figura 129)



Figura 129. Marcado decables¹³²

¹³¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹³² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

EL CONTRATISTA deberá contemplar dentro del alcance del conexionado, la instalación de los conos de alivio de los cables aislados de 14.4 kV o aislados de 34.5 kV en líneas de distribución de media tensión. (Ver Figura 130)



Figura 130. Conos de alivio¹³³

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta adicionalmente la adecuación y acoples que se requieran efectuar con equipos existentes. (Ver Figura 131)



Figura 131. Acoples en cables¹³⁴

Las curvaturas que se realicen al tubo conduit en el campo, deben cumplir en todo según lo establecido en el NEC 2002 Artículo 344.24. (Ver Figura 132)

¹³³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹³⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 132. Curvas en tubería conduit ¹³⁵

MONTAJE DE MOTOR

Retirar el motor en las bodegas de EL CONTRATANTE, realizar un chequeo visual del mismo antes de aceptar el equipo. (Ver Figura 133)

¡RECUERDE!

Verificar que le sea entregado el protocolo de pruebas del motor el cual es realizado por la empresa fabricante.



Figura 133. Chequeo visual del motor ¹³⁶

¹³⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹³⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realizar el traslado del motor desde la bodega de EL CONTRATANTE, hasta el sitio en que se va a realizar el montaje con el vehículo adecuado para este tipo de labor (grúa), teniendo especial cuidado de no causar desperfectos al motor. (Figura 134)



Figura 134 Traslado del motor con grúa¹³⁷

Realizar el montaje del motor directamente en el pozo, sobre la placa metálica que se encuentra en el balancín, machin o cigüeña. (Ver Figura 135)



Figura 135. Montaje de motor en pozo¹³⁸

¹³⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹³⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Asegure el motor con los respectivos complementos (Tornillos, tuercas y arandelas) y realice la alineación e instalación de las correas. (Ver Figura 136)



Figura 136. Alineación del motor¹³⁹

Realizar todas las conexiones necesarias para dejar el motor en perfecto estado de funcionamiento y operación. Coloque la carcasa metálica protectora del motor y asegúrelo. (Ver Figura 137)



Figura 137. Conexión del motor¹⁴⁰

¹³⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁴⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

PRUEBA DE AISLAMIENTO EN MOTORES

Verificar la placa del motor y tomando los datos que aparecen en ella, para llevar un registro de estos, en el caso de que no exista placa con información, comunicarse con un representante de EL CONTRATANTE y darle el número de serie que aparece grabado en el motor para que este le de la respectiva información. (Ver Figura 138)



Figura 138. Verificación placa del motor ¹⁴¹

Medir continuidad entre los devanados del motor. (Ver Figura 139)

Medir entre L1-L2, L2-L3 y L1-L3 entre los cuales debe existir continuidad.



Figura 139. Medición de continuidad entre devanados ¹⁴²

¹⁴¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁴² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Luego realice la prueba entre cada uno de los devanados y tierra, entre los cuales no debe existir continuidad. (Ver Figura 140)



Figura 140. Medición de continuidad entre devanados y tierra¹⁴³

Realizar la prueba de aislamiento del motor aplicándole 1000v. (Ver Figura 141)

¡PRECAUCION!

Recuerde que los cables quedan cargados con los 1000v que le fueron aplicados para realizar la prueba.



Figura 141. Aplicación de 1000v en motor¹⁴⁴

La resistencia medida en la prueba de aislamiento de motores debe ser de 10MΩ o superior. (Ver Figura 142)

¹⁴³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁴⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

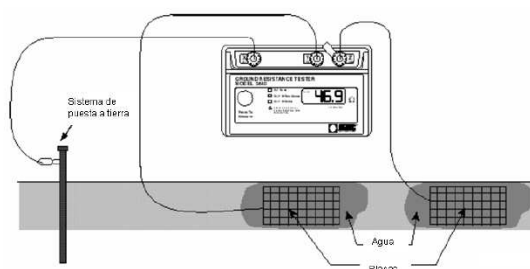
RESISTENCIA DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

Verificar los planos aprobados para la construcción en donde se determina el calibre y la forma de los conductores para la malla a tierra. De esta forma se puede calcular la puesta de los electrodos para realizar la prueba. (Ver Figura 144)



Figura 144. Verificación de planos de la malla de puesta a tierra¹⁴⁷

Decidir el método que va a utilizar para realizar la prueba de resistencia de malla de puesta a tierra. Algunos de los métodos existentes para realizar esta prueba cuando se encuentra desenergizado son: métodos de caída de potencial, método de 62%, método de la pendiente de Tagg. Para el caso en que se encuentre energizado se puede realizar el método de las 2 pinzas o método de caída de potencial con un equipo de alta frecuencia. (Ver Figura 145)



Medida de resistencia de puesta a tierra en suelos

Figura 145. Esquema de medición de resistencia de tierra¹⁴⁸

¹⁴⁷ Imagen tomada Ing. Liliana Cruz.

¹⁴⁸ Imagen tomada de Diario Oficial (Ministerio de minas y energía).

Inserte el electrodo en el terreno teniendo en cuenta que este no se debe encontrar deteriorado u oxidado para asegurar la lectura que se va a tomar.

(Ver Figura 146)

¡RECUERDE!

El electrodo debe estar limpio no debe tener ninguna cubierta de pintura grasa, etc, y la tierra donde es insertado debe estar bien compactada.



Figura 146. Puesta de electrodo en terreno ¹⁴⁹

Ponga en posición los electrodos según sea el método que se ha decidido utilizar y realice la conexión desde el electrodo al equipo (telurómetro) que se va a utilizar para realizar la medición de la resistencia de la puesta a tierra.

(Ver Figura 147)

¡RECUERDE!

Realizar la conexión de la tierra del equipo (telurómetro).

¹⁴⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 147. Conexión de los electrodos al telurómetro ¹⁵⁰

Después de tenerlos electrodos conectados al telurómetro, oprima start y el equipo le arrojará el valor de la resistencia entre los electrodos. Con los valores obtenidos realice los cálculos y compare con los valores recomendados. (Ver Figura 148)

¡RECUERDE!

El valor de resistencia máximo permitido para la Puesta a Tierra es de 10Ω para subestaciones de media tensión y protección contra rayos, de 20Ω para estructuras de líneas de transmisión y de 1Ω para subestaciones de alta y extra-alta tensión.



Figura 148. Medición con el telurómetro ¹⁵¹

¹⁵⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁵¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Llene el formato 6E “Planilla para medición de resistencia” dado por EL CONTRATANTE para las pruebas de resistencia de Puesta a tierra. (Ver Figura 149)

YPF PETROL		YPP-020-F-XXX	
NOMBRE DE LA EMPRESA DE EXPLORACION Y PRODUCCION		YPP-020-F-XXX	
NOMBRE DE LA PLANTA PARA MEDICION DE RESISTENCIA		YPP-020-F-XXX	
CONTRATADO	AREA	AREA	AREA
CONTRATO	AREA	AREA	AREA
OBJETO	OBJETO	OBJETO	OBJETO
EQUIPO			
EQUIPO		DESCRIPCION	
Modelo	Marca	Modelo	Marca
Material	Material	Material	Material
Color	Color	Color	Color
Estado	Estado	Estado	Estado
A. Diagrama de conexión del campo			
B. Lecturas en Campo			
DESCRIPCION	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
Fecha			
Operario (A) :			
Operario (B) :			
Operario (C) :			

Figura 149. Formato para medición de resistencia ¹⁵²

¹⁵² Imagen suministrada por OXYANDINA.

MEDICIÓN DE EQUIPOTENCIALIDAD

Verificar los planos aprobados para la construcción en donde se confirmará en dónde quedó ubicada la malla y las colas de la puesta a tierra. (Ver Figura 150)



Figura 150. Verificación de planos¹⁵³

Conectar los terminales del telurómetro y realizar una compensación, para que la resistencia del cable sea despreciable. (Ver Figura 151)



Figura 151. Terminales del telurómetro¹⁵⁴

Conecte el telurómetro entre dos puntos o colas para realizar la medición. (Ver Figura 152)

¹⁵³ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

¹⁵⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 152. Conexión del telurómetro a cola de malla ¹⁵⁵

Oprima Start en el telurómetro, este aplicara 24Vdc a 200mA. (Ver Figura 153)

¡RECUERDE!

Los cables quedarán energizados después de la medición.



Figura 153. Botón START del telurómetro ¹⁵⁶

Realice la medición, esta debe ser menor a 0.1Ω , si no es así verifique la compensación y realice nuevamente la medición. (Ver Figura 154)

¹⁵⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁵⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 154. Valor de la medición ¹⁵⁷

Si la medición sigue siendo mayor a 0.1Ω , verifique las soldaduras de las colas, de la malla o los cables que no tengan ningún daño. (Ver Figura 155)



Figura 155. Verificación de soldadura en colas de mallas ¹⁵⁸

Después de realizar las respectivas reparaciones, realice nuevamente la medición. (Ver Figura 156)

¹⁵⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁵⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 156. Medición de equipotencialidad luego de verificación de colas ¹⁵⁹

¹⁵⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

CHECKLIST Y PRUEBAS DE ENERGIZACIÓN

Revisar que este el sellamiento con Sika Boom en cajas, tableros, transformador, etc. (Ver Figura 157)



Figura 157. Revisión de Sika Boom ¹⁶⁰

Verifique que exista la demarcación de la acometida del pozo con el numero correspondiente (Numero del pozo). (Ver Figura 158)



Figura 158. Demarcación de acometidas ¹⁶¹

¹⁶⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁶¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Verificar que hayan sido demarcados los cables con cinta de colores como lo exige RETIE, de la siguiente forma:

Cables de Media Tensión(14.4Kv)

- Violeta
- Marrón
- Rojo

Cables de Baja Tensión (480v)

- Marrón
- Naranja
- Amarillo

(Ver Figura 159)



Figura 159. Marcado de cables por colores ¹⁶²

Confirme que exista la identificación de la subestación eléctrica con el número correspondiente en el pórtico, y la existencia del encerramiento. (Ver Figura 160)

¹⁶² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 160. Identificación de Subestación ¹⁶³

Verificar todas las conexiones en el transformador, barrajes y totalizadores se encuentre en buen estado. (Ver Figura 161)



Figura 161. Verificación de conexiones en transformador ¹⁶⁴

Asegúrese que la distancia entre las fases en el lado de baja tensión sea mínimo de 0.5cm. y el conexionado en el tablero de baja, si aplica. (Ver Figura 162)

¹⁶³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁶⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 162. Verificación de distancia entre fases ¹⁶⁵

Identifique el totalizador con el número del pozo. (Ver Figura 163)



Figura 163. Identificación de totalizadores ¹⁶⁶

Chequee la nivelación y compactación del terreno donde se ubica la Subestación Eléctrica. (Ver Figura 164)

¹⁶⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁶⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 164. Nivelación de la subestación ¹⁶⁷

Verifique que exista el aterrizaje del neutro y de la tierra. (Ver Figura 165)



Figura 165. Aterrizaje del neutro y la tierra ¹⁶⁸

Realice la verificación de cable seco el cual se encuentre aterrizado solo en la fuente y no en el transformador. (Ver Figura 166)

¹⁶⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁶⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 166. Verificación del cable seco ¹⁶⁹

Después de realizar el respectivo chequeo y pruebas de energización. Llene el formato de servicio de pre-comisionamiento para Subestaciones Eléctricas dado por EL CONTRATANTE. (Ver Figura 167)



Figura 167. Formato de precomisionamiento de subestaciones ¹⁷⁰

¹⁶⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁷⁰ Imagen suministrada por OXYANDINA.

PODA Y LIMPIEZA DE SERVIDUMBRE

Verifique el área de servidumbre correspondiente según el paso de la red eléctrica y detecte los posibles peligros o amenazas que puedan existir como hiedras venenosas, panales, etc. (Ver Figura 168)



Figura 168. Verificación de la zona ¹⁷¹

Comience con la limpieza despejando el área de árboles, arbustos, zarzas, panales, poste, ramas de árboles adyacentes o cualquier otro tipo de obstáculos, utilizando el equipo necesario para realizar la labor. (Ver Figura 169)



Figura 169. Poda de arbustos ¹⁷²

¹⁷¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁷² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Los árboles talados que sean maderables, deberán ser cortados en trozos de 3 a 4 metros para su aprovechamiento en la misma obra.

Los arbustos y ramas deberán ser picados de manera que no representen obstáculo y facilite su descomposición. (Ver Figura 170)

¡TENGA EN CUENTA!

Se debe podar o talar todo árbol que represente peligro inminente de caída sobre las líneas, aunque esté fuera del rango de la servidumbre con autorización del interventor.



Figura 170. Poda de arboles¹⁷³

Si la tala del árbol representa algún riesgo para el Personal, instalaciones o Equipos cercanos, esta se debe hacer por partes, cortando primero las copas y ramas altas, antes de proceder a talarlo a la altura del piso. (Ver Figura 171)

¡RECUERDE!

Al momento de realizar la tala del árbol prevea que el corte se realice de tal forma que el árbol caiga en sentido contrario a la línea, además de utilizar sus respectivos implementos de seguridad para realizar los cortes por partes.

¹⁷³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 171. Poda de copas de los arboles ¹⁷⁴

El ancho de la servidumbre será de cinco (5) metros a ambos lados del eje de la línea para líneas de tensión 14,4 kV Y 34,5 kV. (Ver Figura 172)

¡NO SE REALIZARA!

Se excluyen de la limpieza aquellas zonas de servidumbre que por su topografía no se facilite el desplazamiento a pie, es decir, grandes depresiones y pantanos no deberán limpiarse a menos que haya riesgo de falla de las líneas eléctricas por árboles o arbustos.



Figura 172. Limpieza de servidumbre ¹⁷⁵

¹⁷⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁷⁵ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES

Localización de las coordenadas del terraplén, realice el descapote del terreno y solicitud del material que se va a utilizar para realizar el terraplén. (Ver Figura 173)



Figura 173. Localización de coordenadas ¹⁷⁶

La conformación de la primera capa de soporte es en arena, según sea el espesor solicitado y compactar con oruga de retroexcavadora u otro equipo compactador. (Ver Figura 174)



Figura 174. Primera capa del terraplen ¹⁷⁷

¹⁷⁶ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

¹⁷⁷ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Conformación de segunda capa en arena. Según espesor solicitado y compactar con oruga de retroexcavadora.

Conformación de tercera capa en arena. Según espesor solicitado. Verificar altura ó nivel del terraplén según requerimientos del cliente. (Ver Figura 175)



Figura 175. Conformación del terraplén y nivelación ¹⁷⁸

Recubrir los taludes del terraplén con arcilla.

Compactar tercera capa de arena con la oruga de retroexcavadora. Compactar terraplén con Agua y Rana vibro-compactadora. (Ver Figura 176)



Figura 176. Terraplén ¹⁷⁹

¹⁷⁸ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

¹⁷⁹ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Construir Cimientos y Compactar con Agua y Rana Vibro-compactadora.

Medir densidad de compactación, según requerimientos del cliente. (Ver Figura 177)



Figura 177. Compactación de terraplén en la base ¹⁸⁰

HINCADO Y APLOMADO DE POSTES

La excavación se puede realizar en forma mecánica o manual, dependiendo si las condiciones del lugar permiten o no el ingreso del equipo, esta actividad se ejecutara siguiendo el procedimiento (Excavaciones y rellenos compactados).

¡RECUERDE!

Realizar el estudio de resistencia de suelos para calcular la dimensión de la placa base para el poste, la profundidad de enterrado se calcula según RETIE de la siguiente forma:

¹⁸⁰ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

$$P(\text{metros}) = (L \times 0,1) + 0,6.$$

Donde P=profundidad y L=Longitud del poste. Por disposición de EL CONTRATANTE no se coloca placa base para el poste y el diámetro de la excavación es de 60Cms.

Verificar que el fondo de la excavación este plano, si no es así proceda a su alistamiento. (Ver Figura 178)



Figura 178. Excavación de poste ¹⁸¹

Realizar el traslado de los postes con grúa la cual hace el cargue y aseguramiento del poste en el sitio de almacenamiento, previa inspección del equipo de izaje y las eslingas. (Ver Figura 179)

¡RECUERDE!

Se traslada el poste al sitio a hincar, conservando las normas de seguridad vial (velocidad, luces, alarmas sonoras, etc).

¹⁸¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 179. Traslado de postes en Camión-Grúa ¹⁸²

Ubicar la grúa en el sitio indicado, asegurar el vehículo extendiendo los gatos, verificar estabilidad del mismo.

Al llegar al sitio de hincada, se procede a bajar el poste hasta el piso, teniendo en cuenta no hacer movimientos bruscos. (Ver Figura 180)

Se amarran las manilas de forma adecuada para conformar los vientos, en la parte superior.

Se amarra una manila en la base del poste, para guiar su trayectoria.



Figura 180. Descargue de poste ¹⁸³

¹⁸² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁸³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Los postes siempre deben ser agarrados del centro de gravedad (línea roja), ya que es el único lugar del poste diseñado para soportar su propio peso. Además, por ser el punto de equilibrio del poste, se facilita su manejo. (Ver Figura 181)

Deben utilizarse pinzas del tamaño adecuado para sujetar los postes.

Nunca descargue los postes arrojándolos desde el planchón o desde la grúa al piso, ya que los postes no están diseñados para impactos de esa magnitud.

Al descargar los postes hágalo lentamente y colóquelos suavemente sobre polines de madera o sobre una superficie plana en el sitio de almacenamiento.



Figura 181. Marca de centro de gravedad del poste ¹⁸⁴

Con la grúa o retro-excavadora se iza la carga sobre el sitio a hincar, se extienden los vientos de la parte superior y con la manila de la base se guía hacia la excavación.

¹⁸⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Con la ayuda de una manila y el soporte de la grúa, se baja el poste al fondo de la excavación manteniéndolo sostenido, y se gira hasta que la perforación de entrada del cable quede en la posición correcta, en tanto los ayudantes amarran los vientos a los estopines, dirigidos por el liniero quien va realizando el aplomo y verificando la verticalidad del poste. (Ver Figura 182)

Se suelta el poste de la grúa.



Figura 182. Hincada y aplomada de poste con retroexcavadora ¹⁸⁵

Realizar el relleno y compactación de suelo-concreto o la mezcla y aplicación del concreto según el requerimiento del cliente. (Ver Figura 183)

En un sitio aledaño que no interfiera con las actividades anteriores, se prepara la mezcla de concreto y se traslada a la base del poste en carretilla o con la ayuda del retro cargador; se realizar el vaciado, se adiciona el ciclópeo (gravilla gruesa) y se deja fraguar la mezcla mínimo de un día para otro.

Realizar el retiro de los vientos.

¹⁸⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 183. Punta de diamante en poste ¹⁸⁶

Verificar que el trabajo haya quedado de acuerdo a las especificaciones técnicas del cliente, a los planos última versión y con la normatividad legal vigente para este tipo de actividad.

Limpiar el área de trabajo de escombros y materiales de desecho, verificar que quede igual o mejor que al inicio de la actividad. (Ver Figura 184)



Figura 184. Limpieza en zona de trabajo ¹⁸⁷

¹⁸⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁸⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

VESTIDA DE ESTRUCTURAS

Realizar el traslado de los materiales y herramientas al sitio de ubicación del poste, acatando las recomendaciones de higiene postural para el cargue de elementos o en su defecto usando ayudas mecánicas, en este caso, verificar que se encuentren correctamente asegurados para evitar su caída, pérdida o daños a terceros. (Ver Figura 185)



Figura 185. Transporte de materiales y herramienta ¹⁸⁸

Después de ser hincado el poste y realizar la cimentación con suelo-cemento o con concreto dependiendo de los requerimientos del cliente, se debe realizar la vestida de la estructura. (Ver Figura 186)

¡RECUERDE!

Se debe esperar dos o tres días para que fragüe el concreto

¹⁸⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 186. Cimentación en suelo-concreto ¹⁸⁹

Para proceder a la vestida de las estructuras se debe tener en cuenta la referencia en los planos (Terminal, de paso o retención).

Montar herrajes de la estructura respectiva, tanto ACSR, OPGW y Alumowell.

Los apoyos deberán instalarse completos incluyendo todos sus elementos, pernos, señales, avisos, etc. con todas las perforaciones y elementos necesarios para la instalación de los accesorios para la retención, suspensión o paso (aislador tipo pin) de los conductores y cable de guarda. (Ver Figura 187)



Figura 187. Accesorios de vestida de estructura ¹⁹⁰

En aquellos casos autorizados por el representante de EL CONTRATANTE, donde sea necesario efectuar orificios a los elementos metálicos de soporte (platinas de arriostamiento, crucetas) para garantizar las interdistancias entre las fases y de las

¹⁸⁹ Imagen tomada de TECNA.

¹⁹⁰ Imagen tomada de TECNA.

fases a tierra o por mala construcción de los orificios, estos orificios deben hacerse con taladro y en los mismos deberá reponerse el galvanizado a satisfacción del Representante de EL CONTRATANTE, por medio de galvanizado en frío o pinturas anticorrosivas especiales para tal fin. (Ver Figura 188)



Figura 188. Orificios en soportes metálicos ¹⁹¹

Todos los aisladores se instalarán en perfectas condiciones y deberán estar libres de grasa y polvo en el momento de instalarlos.

Hacer la instalación de las crucetas antipajaros, que son elementos plásticos que van encima de las crucetas metálicas galvanizadas que soportan los herrajes, su montaje se hará de acuerdo a los planos aprobados para construcción por EL CONTRATANTE y en las estructuras requeridas de acuerdo a lo indicado por el Representante autorizado de EL CONTRATANTE. (Ver Figura 189)

¡RECUERDE!

Los aisladores que sufran averías, por pequeñas que sean, durante las operaciones de transporte y montaje o durante el tendido y tensionado de conductores, deberán ser reemplazados. No se permitirá la instalación de aisladores imperfectos, aunque las imperfecciones sean mínimas.

¹⁹¹ Imagen tomada de TECNA.



Figura 189. Aisladores ¹⁹²

Iniciar el ascenso por medio de los pretales asegurándose con la eslinga de posicionamiento, al llegar a la parte superior del poste y estar posicionado para realizar la actividad, asegurar el equipo (Pretales, eslinga, y línea de vida) y verificar con el apoyo en tierra que todo se encuentre en orden. (Ver Figura 190)

¡RECUERDE!

En el transcurso de toda la ejecución de vestida de la estructura debe permanecer un rescatista calificado para alturas con el respectivo equipo necesario y el ayudante del liniero.



Figura 190. Ascenso de postes ¹⁹³

¹⁹² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁹³ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Después que el liniero este posicionado y asegurado este deberá montar una polea a la altura adecuada para utilizarla como aparejo sencillo o pasante, la polea se enhebrará con la manila de diámetro de ½" de nylon con la cual los ayudantes realizaran el ascenso de las crucetas y herrajes desde el suelo. (Ver Figura 191)

Todos los materiales del trabajo operativo, son subidos a la cima del poste atados con nudos de seguridad a una manila previamente inspeccionada de ½".



Figura 191. Posicionamiento del liniero en el poste¹⁹⁴

Una vez este la cruceta arriba el Liniero ubicara los herrajes en el sitio al cual pertenecen y apretara con sus herramientas.

Los herrajes tanto para la línea como para el cable de guarda y los templetes se colocarán de tal forma que queden seguros, se facilite su inspección y reemplazo. La instalación de las crucetas y herrajes respectivos se hará de tal forma que los postes no se sometan a esfuerzos indebidos.

Los pernos y tuercas previstos para fijar los diferentes miembros de las estructuras deberán instalarse con todas las arandelas requeridas y apretarse adecuadamente, según la dimensión y resistencia de cada perno. (Ver Figura 192)

¹⁹⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 192. Fijación de pernos, tuercas y herrajes ¹⁹⁵

Todas las tuercas deberán fijarse con contratuercas, las cuales se punzonarán en dos sitios adyacentes al perno para evitar que puedan aflojarse por causa de vibraciones o cambios de temperatura.

Durante las operaciones de instalación de crucetas, platinas de arriostamiento, etc., lo mismo que durante el tendido y tensionado de conductores y cables de guarda los postes, especialmente en las estructuras de suspensión, podrán protegerse mecánicamente de esfuerzos y cargas indebidos mediante la instalación de templetes provisionales, previa aprobación del representante de EL CONTRATANTE.

En el caso de que se utilice los pasadores de seguridad o chavetas que tienen todos los aisladores y herrajes con rotula (socket), no requieren ninguna apertura adicional de sus patas, para evitar que posteriormente ofrezcan dificultades en el cambio de aisladores averiados. (Ver Figura 193)

¹⁹⁵ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.



Figura 193. Instalación de crucetas ¹⁹⁶

Al terminar la actividad operativa, se desengancha, el equipo de rescate e inicia el descenso de forma ordenada y controlada, hasta que el ejecutor se encuentre nuevamente sobre el piso libre del riesgo de caída, se procede a despojarse del equipo de trabajo en altura, y guardarlo de forma adecuada para preservar su buen estado. (Ver Figura 194)



Figura 194. Descenso del poste ¹⁹⁷

¹⁹⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

¹⁹⁷ Imagen tomada por COEINDUSTRIAL LTDA.

Verificar que la instalación de los herrajes y accesorios, haya quedado correcta, de acuerdo a las especificaciones técnicas suministradas por el cliente.

Todas las estructuras deberán marcarse con la identificación que se indique en los planos aprobados para construcción. La pintura a utilizar será de color amarillo fosforescente a prueba de intemperie para el fondo. Se usarán plantillas para las letras y los números, la pintura a utilizar será de color negro tipo intemperie. La altura del letrero sobre el nivel del piso terminado será de 2 metros o como lo indique el Representante autorizado de EL CONTRATANTE.

Inspeccionar el área, recoger equipos, herramientas y desechos.

Dejar el sitio en las mismas o mejores condiciones de las que se encontraba al inicio de la actividad. (Ver Figura 195)



Figura 195. Terminación de vestida de estructura ¹⁹⁸

¹⁹⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

FABRICACIÓN DE ANCLAJES PARA TEMPLETES

Verificar los materiales que van a ser utilizados para la fabricación del anclaje (Varilla de 5/8" de 1.80m, arandela de 4cm X 4 cm, bloque de concreto, guardacabo y prensa hilos), y las cantidades adecuadas de cemento y arena para la fabricación del bloque de concreto. (Ver Figura 196)

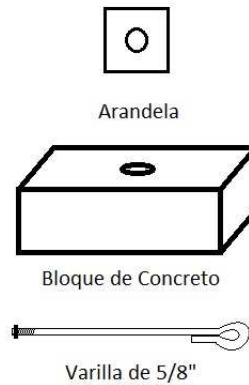


Figura 196. Materiales para templete¹⁹⁹

Disponer los moldes a utilizar para realizar el bloque de concreto el cual tendrá unas dimensiones de 20cm X 20cm X 60 cm, el concreto será de 3000 P.S.I. o según lo disponga el cliente en sus requerimientos. (Ver Figura 197)



Figura 197. Molde para templete engrasado²⁰⁰

¹⁹⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²⁰⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Realizar la preparación del concreto de 3000 P.S.I, y verterlo en el molde o formaletas adecuadas para la fabricación de los anclajes. (Ver Figura 198)



Figura 198. Vaciado de concreto en moldes ²⁰¹

Después de fraguado el bloque de concreto, tome la varilla de 5/8" e introducirla por el orificio del bloque, poner la arandela de 4cm X 4cm y ajustar la tuerca. (Ver Figura 199)



Figura 199. Bloque de concreto para templete ²⁰²

Realizar el transporte de los anclajes en un vehículo adecuado con las precauciones debidas evitando golpes y fracturas en el bloque de concreto. (Ver Figura 200)

²⁰¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²⁰² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 200. Transporte de templetes ²⁰³

²⁰³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

CONSTRUCCIÓN DE TEMPLETES

Verificar los planos de construcción dados por EL CONTRATANTE, y ubique el o los sitios en los cuales se van a realizar trabajos. (Ver Figura 201)



Figura 201. Verificación de planos para colocación de templetes ²⁰⁴

Realizar la fabricación del cabezote y escalar el poste, utilizando el equipo de trabajo en alturas (Pretales, arnés, eslinga, línea de vida, etc). (Ver Figura 202)



Figura 202. Posicionamiento en poste ²⁰⁵

Amarar el extremo del templete con una sogá, utilizando un nudo adecuado y comenzar el ascenso. (Ver Figura 203)

²⁰⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²⁰⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Instalar el cuello del templete ó cabezote en el extremo superior del poste, quedando sostenido por la percha. (Ver Figura 204)



Figura 203. Instalación del cuello del templete²⁰⁶

Instalar el guardacabo en el ojo de la varilla de anclaje. Pasar el extremo inferior del templete a través del guardacabo. (Ver Figura 205)



Figura 204. Instalación de guardacabo ²⁰⁷

Enganchar la mordaza en el templete y enganchar la diferencial en la mordaza.

Halar la cadena de la diferencial. Colocar otra mordaza en el extremo inferior del templete y enganchar la diferencial. (Ver Figura 205)

²⁰⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²⁰⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 205. Enganche de mordaza en el templete ²⁰⁸

Tensionar el templete y sostener el guardacabo para que el templete no se salga.

Sostener el guardacabo con un alicate aislado, mientras se re-tensiona el templete. (Ver Figura 206)



Figura 206. Tensionado del templete ²⁰⁹

²⁰⁸ Imagen tomada por Ing. Liliana Cruz.

²⁰⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

TENDIDO DE CABLE DE LINEA Y GUARDA

Para las estructuras terminales y de retención se ubican los anclajes de los templetes, de acuerdo con el RETIE. Se procede a la excavación teniendo en cuenta lo estipulado en los planos. (Ver Figura 207)



Figura 207. Anclaje de templete ²¹⁰

Se arman y se montan los templetes, aplicando la tensión requerida, sin sobrepasar la capacidad del poste para que no pierda su esbeltez. Esta maniobra está basada en la experiencia del liniero y del supervisor de obra eléctrica. (Ver Figura 208)



Figura 208. Tensionado con diferencial del templete ²¹¹

²¹⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²¹¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Despeje del área de Trabajo. El ancho de la servidumbre será de cinco (5) metros a ambos lados del eje de la línea para líneas de tensión 14,4 kV y 34,5 kV, realice el procedimiento (Poda y Limpieza de servidumbre). (Ver Figura 209)



Figura 209. Limpieza de servidumbre ²¹²

Transporte de carrete y Rola al sitio de trabajo. Montar el carrete en la Rola. Los carretes de cable solamente podrán ser rodados en la dirección indicada por el fabricante en el carrete y no se permitirá pasar cable de un carrete a otro sin la aprobación del representante de EL CONTRATANTE. (Ver Figura 210)



Figura 210. Descargue de carrete ²¹³

²¹² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²¹³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Instalación de Poleas en las estructuras de los Postes, cumpliendo con las normas de Seguridad de Trabajos en altura. (Ver Figura 211)



Figura 211. Instalación de poleas en poste ²¹⁴

En el proceso de tendido de los cables, con cualquier sistema que se emplee para esta labor, se deberá evitar que los cables formen arrugas y en caso de presentarse tal hecho con deterioro del cable, se cortará la parte dañada y se hará un empalme. Todos los empalmes y camisas de reparación del tipo de compresión deberán ser suministrados por el CONTRATISTA y serán colocados al conductor de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los empalmes deberán quedar localizados a una distancia mínima de 7.50 m de las cadenas de aisladores. (Ver Figura 212)



Figura 212. Tendido de cable ²¹⁵

²¹⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²¹⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Se empieza el proceso de halado de cable mensajero y/o conductor de línea. Cuando son líneas de longitud larga se utiliza un Malacate el cual debe ser anclado y este desarrolla el proceso de halado. (Ver Figura 213)



Figura 213. Instalación del diferencial en el cable ²¹⁶

Las operaciones de tensionado de los cables deberán ser hechas en tal forma que en ningún momento las estructuras de suspensión puedan estar sujetas a cargas longitudinales, ni los apoyos de retención sujetos a la torsión resultante de fuerzas longitudinales. Los ángulos verticales que formen los cables de tiro en las poleas deberán ser del mínimo valor posible dentro de límites prácticos, para evitar así cargas verticales excesivas en las estructuras. (Ver Figura 214)



Figura 214. Tensionado del cable ²¹⁷

²¹⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²¹⁷ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Los linieros se ubican en la estructuras, para luego proceder a levantar el cable de línea (o cable mensajero de acuerdo al método usado). Estos deben contar con sus respectivos equipos de comunicación. (Ver Figura 215)



Figura 215. Ascenso del cable ²¹⁸

Se levanta la línea en las Estructuras. La tensión a aplicar se encuentra en las tablas de tendido, esta actividad se realiza utilizando las antenallas, diferencial de cadena (acorde al tipo de conductor) dinamómetro y termómetro. (Ver Figura 216)



Figura 216. Aplicación de tensión ²¹⁹

²¹⁸ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²¹⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Para el tensionado del cable se permitirá una tolerancia en la flecha de más o menos 7,5 cm por cada 100 metros de vano, siempre que en el mismo vano todos los conductores tengan la misma flecha, se obtenga la distancia al suelo necesaria y que la tensión del conductor en los varios vanos sucesivos sea equilibrada a 28 grados centígrados, cuando el cable sea definitivamente fijado. (Ver Figura 217)



Figura 217. Verificación de tensión²²⁰

Se verificará las flechas en todos los vanos que crucen carreteras y otras instalaciones u obstáculos y por lo menos en dos (2) de los vanos comprendidos entre retenciones. Debido a la altura de las cargas que se transportan por las carreteras es necesario dejar el gálibo indicado. (Ver Figura 218)



Figura 218. Verificación de los vanos²²¹

²²⁰ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²²¹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Las flechas de los cables de guarda deberán cumplir con los requerimientos de distancia conductor - cable de guarda en el centro del vano. (Ver Figura 219)

$$F = (a^2 P) / (8 T_0)$$

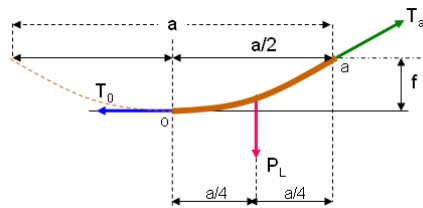


Figura 219. Verificación flechas de cable de guarda ²²²

Se debe garantizar que en todas las estructuras, en especial las de retención, se cumpla con las distancias mínimas de seguridad entre los cables conductores y las partes metálicas conectadas a tierra. Las distancias mínimas deberán estar de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI C2 (National Electrical Safety Code) Última edición. (Ver Figura 220)



Figura 220. Verificación de distancia entre cables ²²³

²²² Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²²³ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Instalación de puestas a tierra. Se hace en el cable acerado y/o cobre según aplique, como protección del cable un tubo galvanizado de $\text{Ø } \frac{3}{4}$ ". La conexión del cable con la varilla cobre-cobre de $\frac{5}{8}$ " x 2.4 mt se hace mediante una soldadura cadweld N° 90. (Ver Figura 221)



Figura 221. Instalación de puesta a tierra en poste ²²⁴

Amarre de conductores a las estructuras, después de la calibración de los conductores se procede al amarre con grapas de suspensión en las estructuras de apoyo o paso. Para la instalación de puentes y conectores pernaados se deberá seguir los procedimientos recomendados por los fabricantes, los cuales por lo menos deberán incluir la utilización de crema para contactos (molicote) y el apriete uniforme y torqueo de los pernos y tornillos. Se le informará al personal y se mantendrá en el sitio de trabajo un cuadro con los valores recomendados de torque para cada tipo de tornillo. No se aceptarán conexiones que no cumplan este procedimiento. (Ver Figura 222)

²²⁴ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.



Figura 222. Amarre de conductores²²⁵

Los puentes del conductor y cable de guarda necesarios en las estructuras de retención serán hechos sin cortar el cable siempre que ello sea posible. En los conductores se tomarán medidas de longitud para asegurar una forma correcta del puente, que conserve una distancia eléctrica adecuada a cualquier parte de la estructura. En los puentes, cuando el conductor haya sido cortado, las puntas deberán traslaparse entre 50 y 70 cm, y los conductores serán unidos con dos grapas bifilares una en cada extremo, de tal manera que el traslape quede en el centro del puente. (Ver Figura 223)



Figura 223. Verificación de distancia entre conductores ²²⁶

²²⁵ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

²²⁶ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Cuando se requiera, los amortiguadores de vibración tipo stockbridge serán suministrados por EL CONTRATANTE y se instalarán en los conductores y cables de guarda en los extremos de los vanos, de acuerdo con las distancias y las instrucciones dadas por el Fabricante y se fijarán a ellos de tal forma que queden en planos verticales y que se eviten eventuales deslizamientos o cambios de posición. Una vez instalados los amortiguadores, deberán verificarse que los agujeros de drenaje queden sin ninguna obstrucción. (Ver Figura 224)

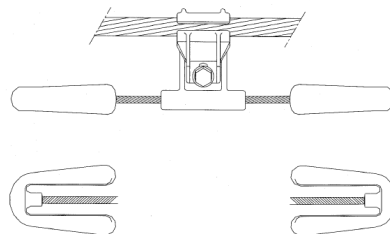


Figura 224. Amortiguadores de vibración ²²⁷

Cuando se requiera, las balizas serán instaladas de acuerdo a los planos aprobados para construcción entregados por EL CONTRATANTE y bajo las indicaciones del Representante autorizado por EL CONTRATANTE, debido a que es un elemento de señalización. (Ver Figura 225)



Figura 225. Balizas de señalización ²²⁸

²²⁷ Imagen tomada de RETIE.

²²⁸ Imagen tomada de <http://soyrichal.blogspot.com/2010/04/esferas-de-resina-abs.html>.

Se procede a limpiar el área de Trabajo y a reparar las cercas que se hayan soltado. (Ver Figura 226)

Conexión a la red existente del tramo de línea eléctrica construido.



Figura 226. Limpieza en el área de trabajo de la línea ²²⁹

²²⁹ Imagen tomada por José Demetrio Bautista.

Con la información de los anteriores procedimientos, se dispuso a crear un plataforma interactiva con el fin de volver más amenas las capacitaciones. Esta plataforma fue creada en Flash y lenguaje actionscrip.

Se incluyeron las directrices de la empresa COEINDUSTRIAL dentro de la plataforma creada en FLASH, dividiéndose en 6 directrices: Procedimientos, Normas, Calidad, Resposabilidad Social, Seguridad y Medio Ambiente.

A continuacion se explica el contenido de cada una:

Procedimientos: Explicación de la directriz de procedimientos COEINDUSTRIAL, mapa de procedimientos gerenciales, logísticos y operativos, muestra de PDT(Plan de trabajo) típico y los procedimientos existentes.

Normas: Cuales son las reglas o directrices a cumplir por el personal y personas que visitan las oficinas.

Calidad: Como realizar la gestión de sistemas de calidad buscando optimización general de los procesos.

Responsabilidad Social: Es la forma de llevar la correcta relación entre la comunidades y la empresa sin perjudicar ninguna de las partes.

Seguridad: Todo lo que tenga que ver con seguridad industrial y personal de los trabajadores. Incluye videos sobre seguridad industrial.

Medio Ambiente: En donde la empresa COEINDUSTRIAL reconoce su responsabilidad con el medio ambiente.

Se desarrolló un programador según la especialidad que se va a realizar, con el fin de facilitar a los supervisores y en general a todo el personal la búsqueda de la actividad, los procedimientos, la referencia del cada procedimiento según la codificación utilizada por COEINDUSTRIAL, los ATS (Análisis de trabajo seguro), los formatos, y lo materiales que se van a utilizar para la actividad.

Siguiendo con las directrices se realizó la codificación de los procedimientos de la siguiente forma:

Los códigos de los documentos generados en las obras o proyectos, estarán compuestos por seis partes descritas a continuación, con el ejemplo de este procedimiento:

COE – PEP – P/OPE – 5208529 - 001

a - b - c - d - e

a) Nombre de la empresa: **COE**

COE es el nombre de la empresa abreviándolo en tres (3) letras o caracteres que traducen la mayor parte del objeto social de la misma (**COE - Construcción, Electricidad e Instrumentación Industrial**).

b) Iniciales de referencia al proceso que lo incluye: **PEP (PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**

c) Iniciales del Manual donde se encuentra el procedimiento: **P/OPE**

El tipo de documento difiere de una o dos letras que se anteponen por un slash al manual de procedimientos operativos y que puede ser de la siguiente manera, de uno (1) o de dos (2) caracteres, así:

M/ Manuales

P/ Procedimientos/ Procesos

FT/ Ficha Técnica

F/ Formatos

PC/ Planes de la Calidad

IT/ Instructivos

PR/ Programas

OPE hace referencia al Manual de Procesos Operativos

d) Número del Contrato: **5208529**

Para diferenciar los procedimientos de un proyecto a otro estos llevarán para mayor identificación y trazabilidad el número del contrato de cada proyecto.

e) Consecutivo asignado: **001**

Los últimos dígitos de la codificación del documento hacen referencia al consecutivo asignado según la cantidad de procedimientos que tenga el proceso operativo.

Tomando el ejemplo anterior tenemos **COE-PEP-P/OPE-5208529-001**, Documento que pertenece a **COEINDUSTRIAL Ltda**, del proceso **Planificación y Ejecución de Proyectos**, el cual es un **Procedimiento** del **Manual de Procesos Operativos** perteneciente al Contrato No **5208529** y cuyo consecutivo es el **001**.

6. APORTES AL CONOCIMIENTO

- Existen muchos estándares los cuales se deben tener en cuenta al momento de realizar cualquier tipo de montaje, para el caso de Colombia existe el RETIE, el Código Eléctrico Colombiano y las normas IPSE los cuales fomentan una normatividad a seguir para el montaje, construcción y mantenimiento de redes eléctricas, subestaciones eléctricas y sus afines.
- EL CONTRATANTE mantiene unas especificaciones técnicas para la construcción y montaje tanto de subestaciones eléctricas, como de líneas eléctricas, todo tipo de modificación a estas especificaciones debe ser avalado por ellos.
- En la realización de todo trabajo u obra eléctrica el supervisor eléctrico se responsabiliza de todas las actividades ya que él es quien conoce los riesgos eléctricos que implica cada actividad.
- Los procedimientos que se realizan son dependiendo de cada trabajo, para este caso aplican para el contrato CLCI-0173, estos son modificados según variantes en las actividades o por solicitud del cliente (OXYANDINA).

7. CONCLUSIONES

- Está práctica, es la conclusión de los estudios y conocimientos adquiridos en las aulas de clases. Llevando a una nueva etapa profesional la teoría infundada en la universidad, como la meta de regirse mediante un plan de trabajo, en donde se debe satisfacer lo estipulado en el cronograma como también los requerimientos de la empresa, así estos no estén dentro del plan de trabajo.
- Para la Industria del Petróleo en el momento de realizar una actividad de explotación, lo más importante es llevarlo con seguridad. Esto se ve reflejado en el momento de realizar el manual de facilidades eléctricas en donde se observa que lo que ellos requieren es la explicación de manejo seguro para herramientas o procedimientos.
- Estos manuales son recopilación del trabajo que se realiza en el campo La Cira Infantas para el contrato CLCI-0173 por parte de la empresa COEINDUSTRIAL LTDA y supervisado por la interventoría de EL CONTRATANTE, donde se muestra paso a paso la realización de cada una de las actividades necesarias para la construcción, mantenimiento y montaje de subestaciones y líneas eléctricas.

8. RECOMENDACIONES

- Crear un organizador de actividades con lo cual, desde la programación de trabajos se pueda acceder a la información de cada uno de los manuales con el fin de dar labores prioritarias según lo requiera el cliente y además se entregue la información que estos soliciten.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Minas y Energía (Resolución N°181294), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Agosto 6 de 2008.
- ICONTEC, Proyecto de Norma Técnica Colombiana NTC 2050 (Primera actualización), Código Eléctrico Colombiano, Noviembre 25 de 1998.
- Ministerio de Minas y Energía, Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas.