

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 1 de 21

1. OBJETIVO

Establecer procedimientos y requisitos técnicos para la construcción de canalizaciones eléctricas de medio y bajo voltaje con Perforación Horizontal Direccional (PHD), con el fin de cumplir lo dispuesto en el Catálogo Digital de Unidades de Propiedad y Construcción de Redes subterráneas del Ministerio de Energía y Minas (MEM) Sección 2/Manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas y prevenir daños en las redes existentes.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene como alcance la instalación de banco de ductos PEAD Ø110mm y Ø160mm en sus diferentes configuraciones para redes eléctricas soterradas con PHD en medio y bajo voltaje garantizando calidad técnica y operativa.

3. DEFINICIONES

TERMINO	DESCRIPCIÓN
PHD	Perforación Horizontal Direccional
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SPT	Standard penetration test / Ensayo de Penetración Estándar
GPR	Ground Penetrating Radar
PEAD	Polietileno de Alta Densidad
MV	Medio Voltaje
BV	Bajo Voltaje
MSDS	Material Safety Data Sheet
B	TUBERÍA PEAD/PVC Ø110MM
C	TUBERÍA PEAD/PVC Ø160MM
AAPP	Sistema de Agua Potable
AASS	Sistema de Aguas Servidas
AALL	Sistema de Aguas Lluvias
TELECOM	Sistema de Telecomunicaciones
PE	Polietileno

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DOCUMENTO	NOMBRE
MEM	Catálogo Digital de Unidades de Propiedad y Construcción de Redes subterráneas del Ministerio de Energía y Minas
EPM / NC-AS-IL01-36	Norma de Construcción para instalación de tubería de acueducto Sin Zanja por el método de Perforación Horizontal Direccional
NS159	Installation of Cables and Conduits using Trenchless Techniques
ABNT-CEE-241	Método Não Destrutivo (MND) de perfuração horizontal (mini-HDD) - Requisitos
NTE INEN 1744, ISO 4427-2, DIN 8074, ASTM 1248/84	Norma específica y requisitos para las tuberías de polietileno (PE)
ASTM F2620-13	Norma uniones por termofusión para tuberías de polietileno (PE)

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 2 de 21

5. GENERALIDADES

Las tecnologías sin zanja están definidas como el conjunto de procedimientos constructivos para la instalación, remplazo o reparación de tuberías con un mínimo de excavación y alteración superficial garantizando una obra sostenible, respetuosa al medio ambiente, sin perjudicar las actividades cotidianas del ciudadano ni comercios y con reducción en los tiempos de ejecución frente a las tecnologías tradicionales.

Perforación Horizontal Direccional comprende la instalación de una tubería o banco de tuberías de PEAD sin apertura de zanja entre dos pozos (calicata de entrada, salida) en una trayectoria ya definida y determinada por las interferencias de las redes existentes, tipo de suelo y el diámetro de la perforación. La perforación está basada en 4 procedimientos secuenciales que son Planificación, Perforación Guía/Piloto, Alargamiento y Alado de Tubería. Todo procedimiento de obra será asistido con Fluidos de Perforación.

5.1. Planificación

- 5.1.1. *Estudio de suelos*, nos permitirá establecer la factibilidad del uso de las tecnologías sin zanja / perforación horizontal direccional, entendiendo que para suelos tipo G (grava) clasificación SUCS no es viable el uso de PHD si la profundidad de la tunelación está en este estrato de suelo.

Se recomienda realizar perforaciones SPT cada 50 metros para tener un perfil geotécnico general de todo el trayecto donde se realizará la tunelación, la profundidad debe ser al menos 2mts más baja que la trayectoria de la perforación.

Podemos usar técnicas de Geoeléctrica en donde la variación de voltaje medida entre dos puntos nos proporcionara información de la composición geológica, porosidad, nivel freático, cantidad y naturaleza de sales.

Con la composición geológica del suelo definido en el estudio, se determinará el uso correcto de los fluidos de perforación donde la dosificación de bentonitas, Viscosificadores, controladores de filtrado, lubricantes y controladores de PH en conjunto con el agua estará dada por la clasificación del suelo.

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 3 de 21

5.1.2. *Diámetro (Ø) de la tunelación*, estará definido por la configuración del banco de ductos determinado en el diseño.

TABLA 01 – CONFIGURACIÓN BANCO DE DUCTOS			
Ítem	Banco de Ductos (Configuración)	Ø Tunelación (mm)	APLICACION
1	EU0-0(2x2B)1 + T EU0-0(2x2B)2 + T	350	Uso de Ingreso de cámaras de transformación y/o circuitos exprés
2	EU0-0(2x3B)1 + T EU0-0(2x3B)2 + T	400	Uso de Ingreso de cámaras de transformación y/o circuitos exprés
3	EU0-0(2x4B)1 + T EU0-0(2x4B)2 + T	450	Uso de Ingreso de cámaras de transformación y/o circuitos exprés
4	EU0-0(3x3B)1 + T EU0-0(3x3B)2 + T	500	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de transformación
5	EU0-0(1x3C + 2x3B)1 + T EU0-0(1x3C + 2x3B)2 + T	550	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de transformación
6	EU0-0(1x3C + 2x4B)1 + T EU0-0(1x3C + 2x4B)2 + T	650	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de transformación
7	EU0-0(2x3C + 1x4B)1 + T EU0-0(2x3C + 1x4B)2 + T	650	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de transformación
8	EU0-0(2x3C + 2x3B)1 + T EU0-0(2x3C + 2x3B)2 + T	700	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de transformación
9	EU0-0(3x3C)1 + T EU0-0(3x3C)2 + T	700	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de seccionamiento
10	EU0-0(3x3C + 1x4B)1 + T EU0-0(3x3C + 1x4B)2 + T	800	Uso en ingreso y/o salidas de cámaras de seccionamiento
11	EU0-0(4x3C)1 + T EU0-0(4x3C)2 + T	800	Uso en salidas de S/E
12	EU0-0(2x4C + 2x4B)1 + T EU0-0(2x4C + 2x4B)2 + T	850	Uso en salidas de S/E

5.1.3. *Profundidad mínima y Trayectoria*, será 1.5 veces el diámetro de la tunelación para evitar daños en la acera o calzada existente y en el caso de que la trayectoria de la tunelación tenga interferencias (redes existentes), la tunelación deberá tener una separación mínima de estas tuberías de 1.5 veces el diámetro de la tunelación para evitar daños o roturas en las redes.

TABLA 02 – PROFUNDIDAD MÍNIMA		
Ítem	Ø Tunelación (mm)	Profundidad mínima Suelo o Separación a Redes Existentes (m)
1	350	0.50
2	400	0.60
3	450	0.70
4	500	0.75
5	550	0.80
6	650	1.00
7	650	1.00
8	700	1.05
9	700	1.05
10	800	1.20
11	800	1.20
12	850	1.30

GRÁFICO 01 - DETALLE CONFIGURACIÓN BANCO DE DUCTOS ELÉCTRICOS

GRAFICO 01 - PHD Ø 350mm
EU0-02X2B1 + T
EU0-02X2B2 + T

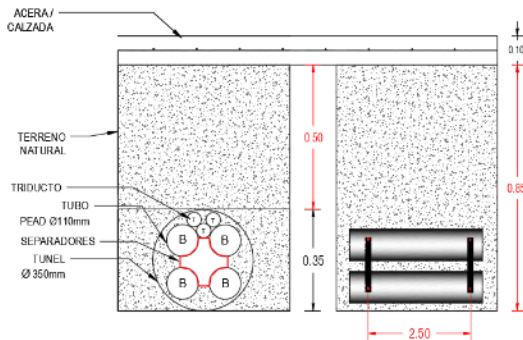


GRAFICO 02 - PHD Ø 400mm
EU0-02X3B1 + T
EU0-02X3B2 + T

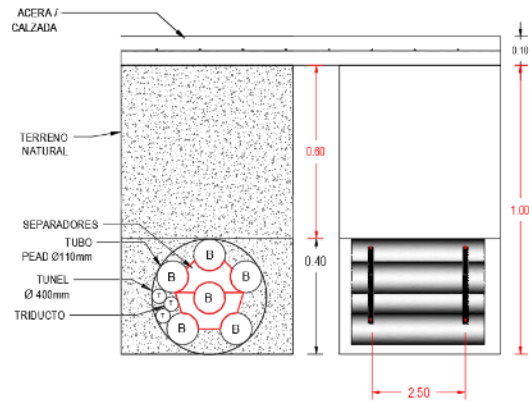


GRAFICO 03 - PHD Ø 450mm
EU0-02X4B1 + T
EU0-02X4B2 + T

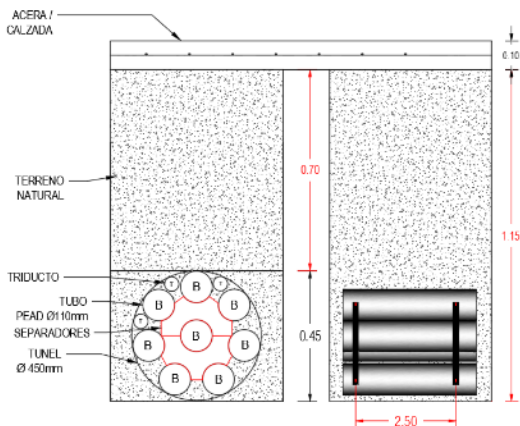


GRAFICO 04 - PHD Ø 500mm
EU0-0(3x3B)1 + T
EU0-0(3x3B)2 + T

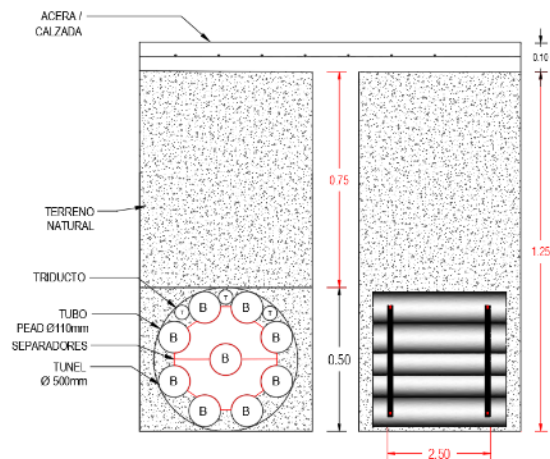


GRAFICO 05 - PHD Ø 550mm
EU0-0(1x3C+2x3B)1 + T
EU0-0(1x3C+2x3B)2 + T

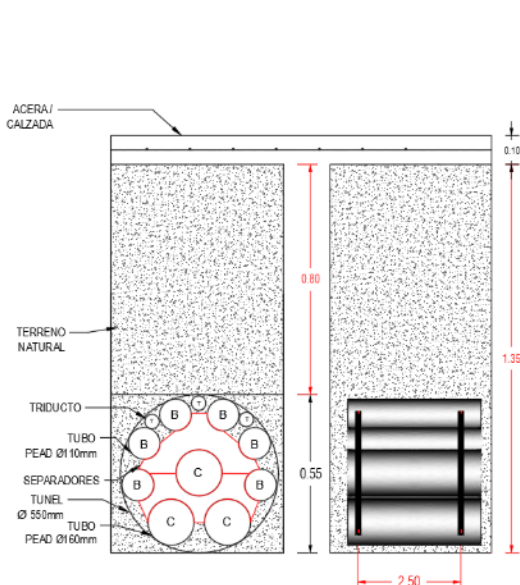


GRAFICO 06 - PHD Ø 650mm
EU0-0(1x3C+2x4B)1 + T
EU0-0(1x3C+2x4B)2 + T

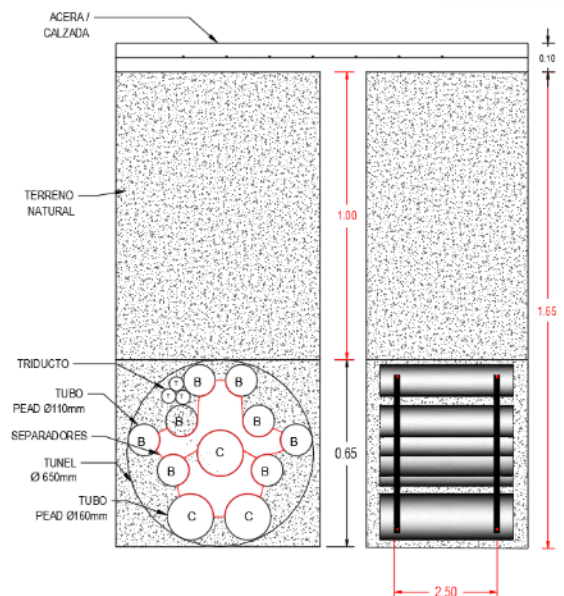


GRÁFICO 01 - DETALLE CONFIGURACIÓN BANCO DE DUCTOS ELÉCTRICOS

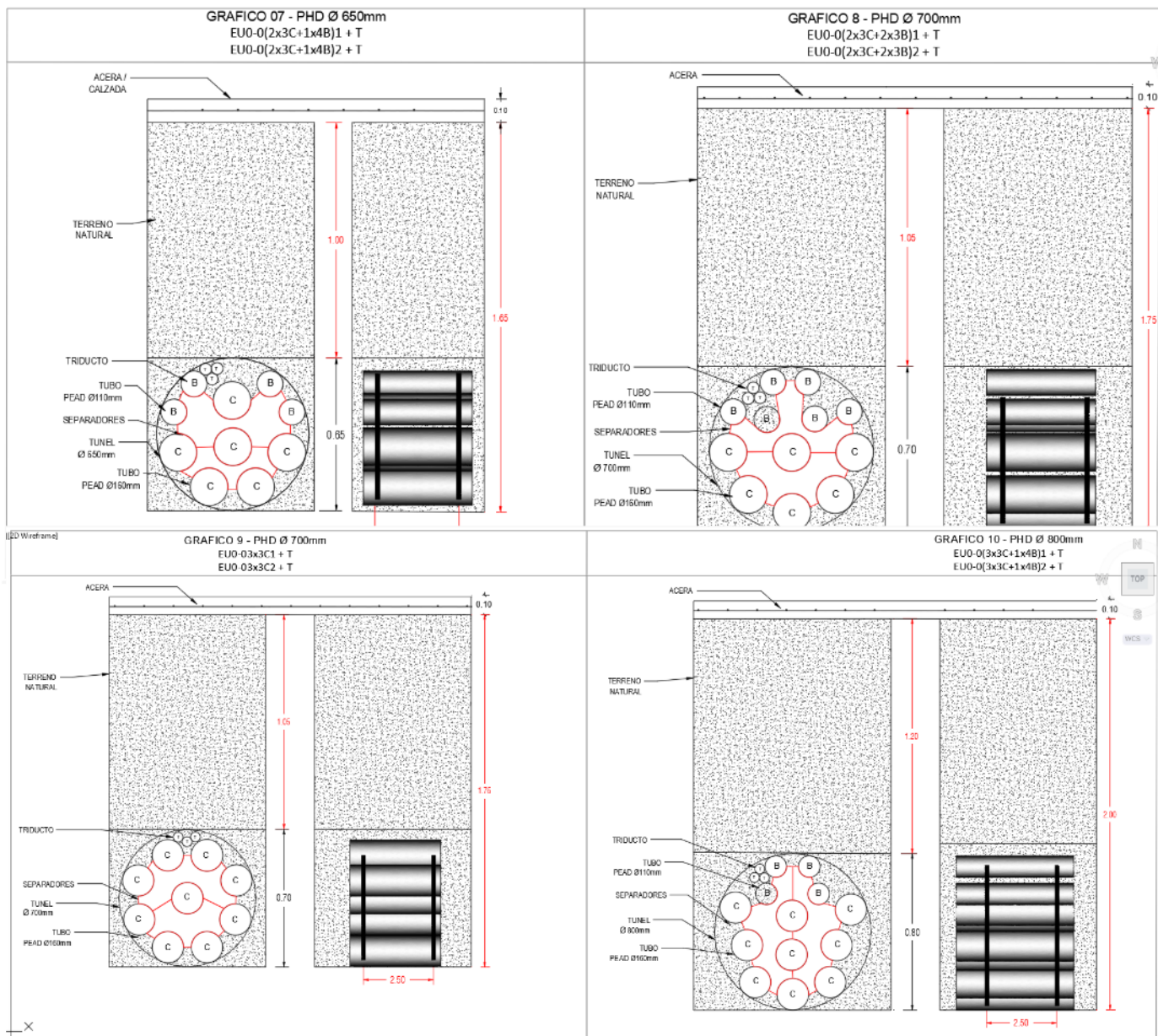
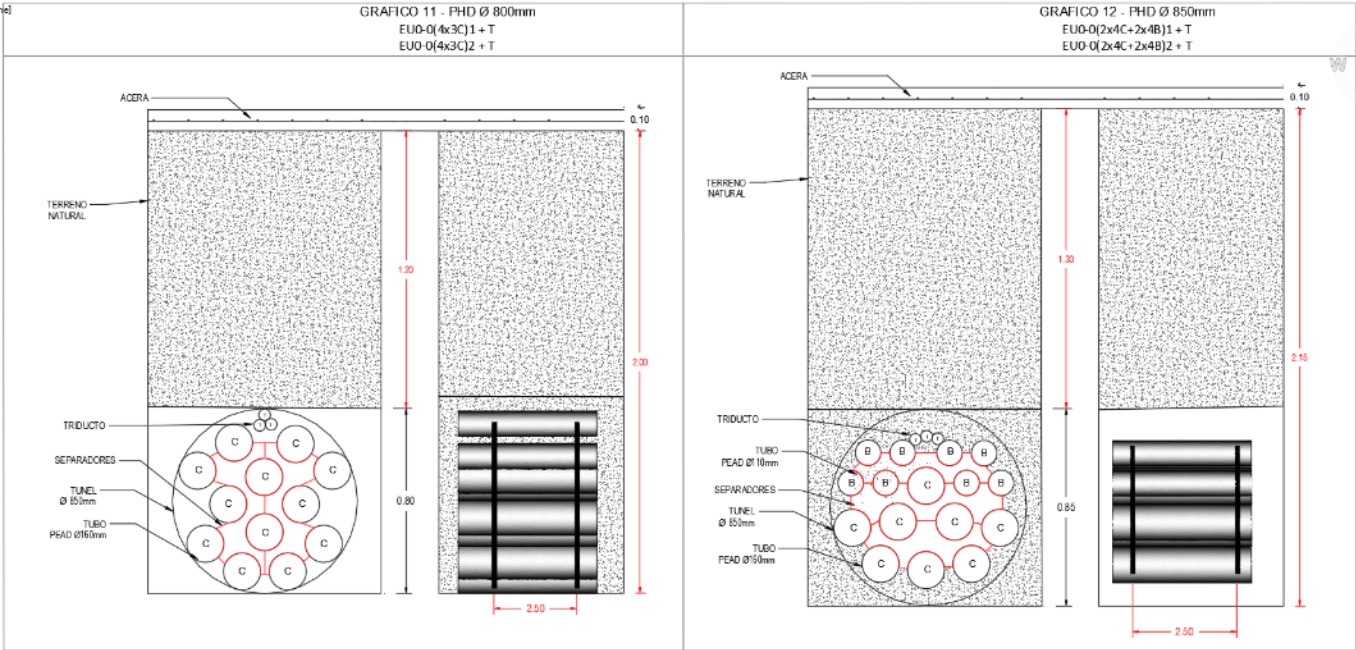


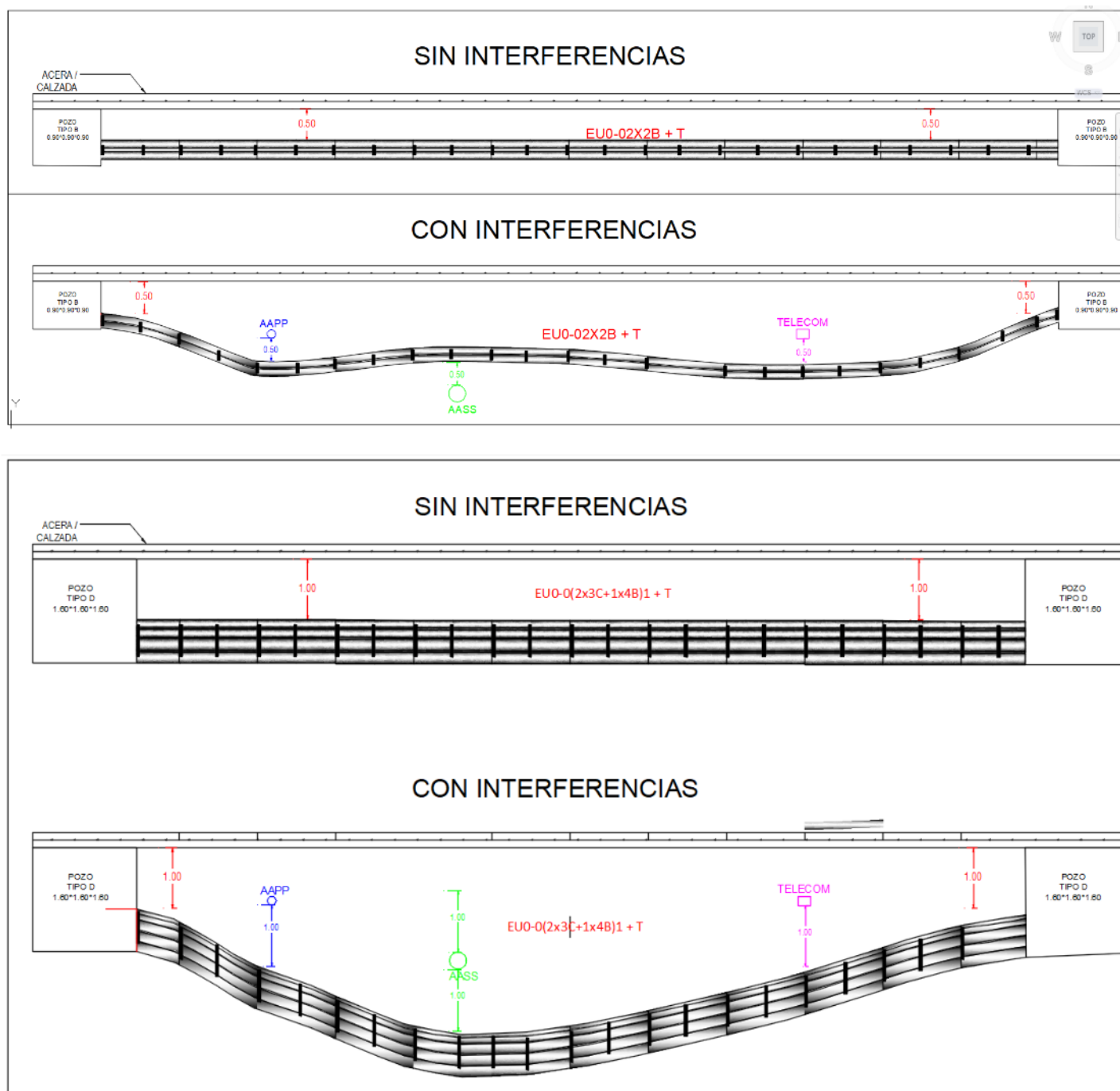


GRÁFICO 01 - DETALLE CONFIGURACIÓN BANCO DE DUCTOS ELÉCTRICOS



UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 7 de 21

GRÁFICO 2 - ESQUEMATICO TRAYECTORIA DE TUNELACIÓN



UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 8 de 21

5.1.4. *Plano de interferencias*, nos permite tener un catastro de las redes existentes como AAPP, AASS, AALL, Eléctrica, Gas y Telecom para garantizar la integridad de estos activos en el proceso de construcción. Este será proporcionado por la EEQ o el contratista dependiendo de las especificaciones técnicas del proyecto, y contendrá el detalle georreferenciado de las redes existentes con ubicación de tapas y cotas de los ductos o banco de ductos dependiendo del caso.

El plano de interferencias será el resultado de cruzar la información de los catastros de redes existentes solicitadas a las diferentes empresas de servicios con el mapeo de interferencias realizados en campo. En el mapeamiento se utilizará los equipos tecnológicos necesarios para la detección de obstáculos/activos presentes en el suelo, para tener un levantamiento real se recomienda los siguientes mecanismos.

- Manual, que consiste en el levantamiento topográfico de las interferencias como son las tapas de los pozos de las redes existentes para identificar las cotas superior e inferior con regletas de medición y actualizar los planos de ser necesario.
- Inductivo, que consiste en un método electromagnético donde un transmisor emite señales de radiofrecuencia a través de las tuberías metálicas o cualquier material que pueda ser inducido y el receptor a su vez identifica y registra dirección, profundidad de estas redes.
- Georradar, que consiste en la emisión de pulsos de energía que penetran en la superficie reflejando en los objetos enterrados y retornando a la superficie donde serán registrados con GPR para tener un archivo que será procesado en computadora obteniendo como producto final un radargrama o sección a lo largo de la línea del levantamiento que posteriormente se convierte en un archivo .dwg que nos permite visualizar el eje de las interferencias encontradas, o a su vez cavidades y rocas.

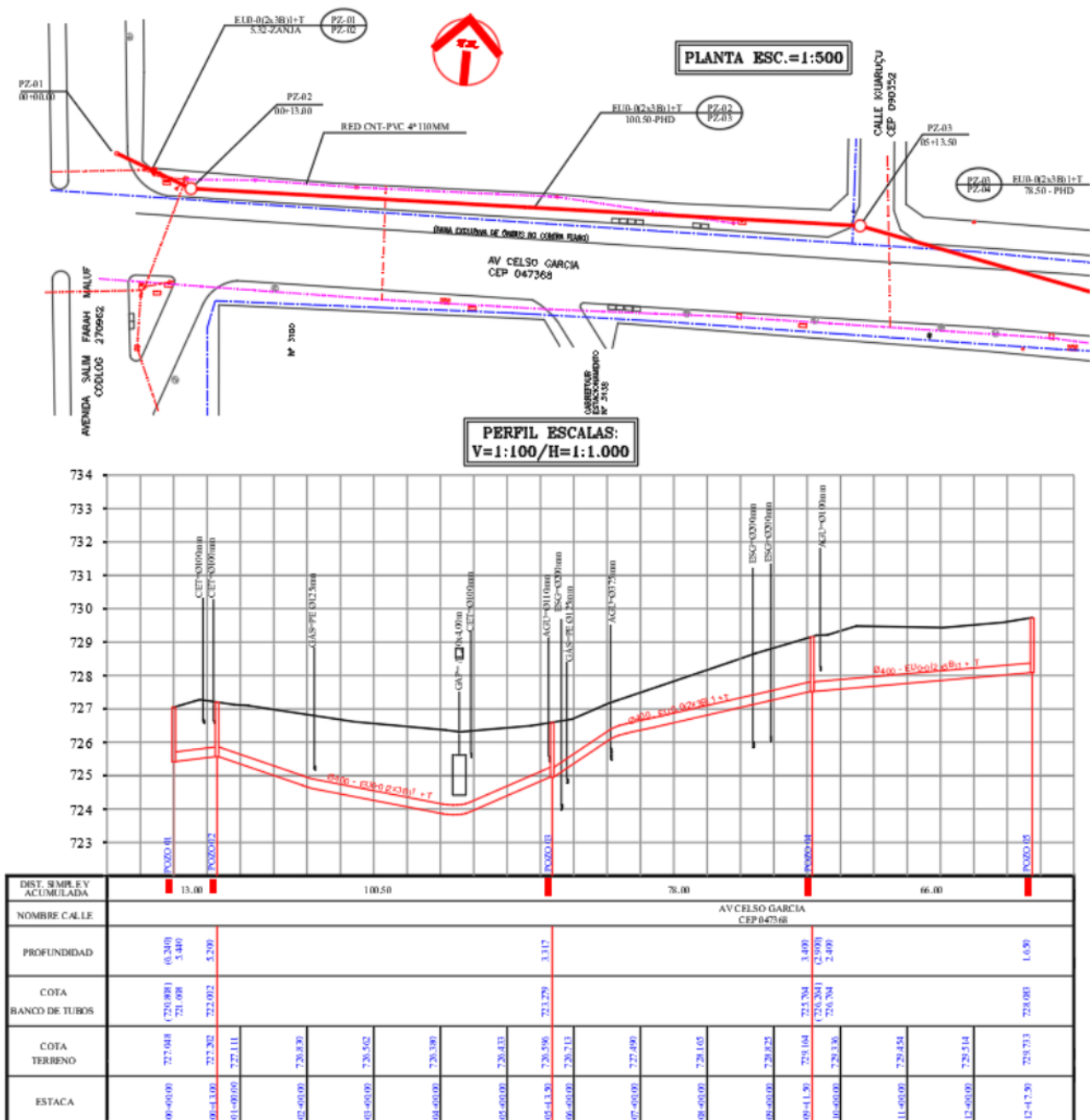
GRÁFICO 14 – PLANO DE INTEFERENCIAS GEORREFERENCIADO



5.1.5. *Plano As-Build del proyecto*, contendrá el perfil longitudinal y transversal con la información detallada de la trayectoria de perforación y sus interferencias, cumpliendo los lineamientos descritos en los numerales 5.1.2 al 5.1.4, pozos (calicatas de entrada/salida) y cualquier información que se considere necesaria para minimizar problemas inesperados en la fase de construcción.

Estos pozos (calicatas de entrada y salida) dependiendo del proyecto pueden ser aprovechados como pozos de distribución de redes eléctricas si estos están ubicados en el mismo lugar.

GRÁFICO 3 – AS-BUILD PROYECTO PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRECCIONAL



UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 10 de 21

5.1.6. *Informe de Perforación*, será individual por cada tunelación y contendrá las informaciones técnicas del proyecto, detalle de cotas informados en los planos As-Build cada 1mts, 3mts o 4mts que son las longitudes padrones que las barras de perforación que tienen las diferentes maquinas a ser usadas. (Anexo 1)

ANEXO 1 – INFORME DE PERFORACIÓN / LADO A

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		INFORME DE PERFORACIÓN		Registro N°: 01 Día: 10-06-2023
REGISTRO DE INSPECCION EN INSTALACIONES DE PERFORACION DIRECCIONAL				
CLIENTE:	LOCALIDAD:	PLANO DE PERFORACION:		
Empresa Eléctrica Quito	Quito	01		
OBRA:	Soterramiento de redes medio y bajo voltaje Puembo		PROYECTO / FASE:	
DIRECCIÓN: Joaquin Sanchez entre M. Burbano y A. Santiago				
Material:	PEAD	Diámetro (mm):	650	Configuración Ductos: EU0-0(1x3C + 2x4B)1 + T
Fabricante:	RIVAL		Dia Fabric.: 10/1/2022	
Trecho/Ramal:	Pozo 11 al Pozo 12			
Estaca Inicial:		Estaca Final:		Total Perforación (m): 81 MTS
ITEMS DE VERIFICACION		LAUDO	OBSERVACIONES	
Bajar y/o Subir la máquina Perforación del vehículo de transporte		X		
Señalización y Liberación de los Organos Públicos y Ambientales		X		
Desvío Del Tráfico		X		
Levantamiento Topográfico		X		
Levantamiento de Interferencias		X		
Calicata de Entrada y Salida		X		
Pozo para acumulación de eventuales residuos de fluido de perforación				
Liberación de Termofusión y/o Electrofusión		X		
Restauración del pavimento				
Limpieza y remoción de residuos de perforación		X		
Día de Inicio:	Día de Fin:	Equipos: XCMG 32TON		
Tipo de suelo:	Arcilla	Longitud de las Barras: 3 mts		
Diámetro Alargador Inicial:	Ø 100mm	Consumo Bentonita (kg) : 300		
Diámetro Alargador Final:	Ø 800mm			
INFORMACIONES GENERALES / ESQUEMA				
				
Observaciones :				PAG 01 / 01
RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA		
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE		

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 11 de 21

ANEXO 1 – INFORME DE PERFORACIÓN / LADO B

		EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.										REGISTRO DE INSPECIÓN EN INSTALACIONES DE PERFORACION DIRECCIONAL									
Responsable:					Supervisor :					Líder Equipo :											
Equipo :										Equipos / Informaciones Auxiliares											
										Sonda de Perforación:					Fusi-link:						
										Misturador:					Alargadores:						
										Fuerza de Arrastre en Alado:					Lbs						
										Fuerza de Rotacion en Alado:					Lbs						
Barra / metros	Pitch(%)	Prof. Pil	Lomo	Linea Fabrica	OBSER.	Barra / metros	Pitch(%)	Prof. Pil	Lomo	Linea Fabrica	OBSERV.										
1	3,00	2	2,21	1,81		35	105,00														
2	6,00	-1	2,32	1,92		36	108,00														
3	9,00	-2	2,33	1,93		37	111,00														
4	12,00	-4	2,45	2,05		38	114,00														
5	15,00	-5	2,70	2,30		39	117,00														
6	18,00	-6	2,92	2,52	TELECOM	40	120,00														
7	21,00	-6	3,09	2,69		41	123,00														
8	24,00	-7	3,42	2,50		42	126,00														
9	27,00	-7	3,70	2,30	AASS	43	129,00														
10	30,00	-2	3,83	2,20		44	132,00														
11	33,00	-3	3,95	2,00		45	135,00														
12	36,00	-1	3,93	2,00		46	138,00														
13	39,00	-1	3,99	2,00		47	141,00														
14	42,00	0	4,00	2,00	AALL	48	144,00														
15	45,00	0	3,95	2,00	AALL	49	147,00														
16	48,00	0	3,97	2,00		50	150,00														
17	51,00	4	2,25	1,85		51	153,00														
18	54,00	3	2,15	1,75		52	156,00														
19	57,00	1	2,25	1,85		53	159,00														
20	60,00	-5	2,35	1,95	TELECOM	54	162,00														
21	63,00	-11	3,05	2,65		55	165,00														
22	66,00	-8	3,35	2,95		56	168,00														
23	69,00	-8	3,35	2,95		57	171,00														
24	72,00	-8	3,35	2,95	AAPP	58	174,00														
25	75,00	-8	3,35	2,95		59	177,00														
26	78,00	-8	3,35	2,95		60	180,00														
27	81,00	-8	3,35	2,95		61	183,00														
28	84,00					62	186,00														

OBSERVACIONES:

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 12 de 21

5.2. Perforación Guía/Piloto

5.2.1. Verificación de Equipos y ATS:

Cheek List

- Mantenimiento de Maquinaria, donde se realizará una inspección visual de sus partes mecánicas, hidráulicas y eléctricas verificando su correcto funcionamiento. Se lo realizara de manera mensual, se anexa formato (Anexo 2).

ANEXO 2 – INSPECCIÓN MAQUINARIA				
		EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		
INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				
MÁQUINA PERFORADORA				
OBRA: _____		Fecha: _____		
DATOS MAQUINARIA				
MODELO: _____				
TIPO: _____				
ÁREA: _____				
ASPECTOS OBSERVADOS	SITUACIÓN			
	OK	P.R	R.I	N.A
NÍVEL DE ÁGUA				
NÍVEL DE ÓLEO				
GRASA				
FUGAS SUPERFICIALES				
FUGAS DE ACEITES – CONTAMINACIÓN DEL SUELO				
FUGAS DE AIRE				
MANGUERAS				
MOTOR				
COMPRESOR DE AIRE				
CORREAS MOTOR				
ESTERAS DE CAUCHO				
ROLETES				
RUEDAS-GUIAS / MOTRIZ				
CHASIS				
PUERTAS				
BATERIA				
EXTINTOR				
OBSERVACIONES:				
TÉCNICO DE SEGURIDAD DE TRABAJO		OPERADOR MAQUINA PERFORADORA		OK= Normal PR = Programa Reparación RI = Reparación Inmediata N.A= No Avaluado
MANTENIMIENTO RECOMENDADO	REALIZADO		FECHA	VISTO RESP.
	SI	NO		
RESPONSABLES				
NOMBRE		FUNCIÓN		FIRMAS
FECHA				

- Barras de perforación que no tengan pandeo y sus terminales macho y hembra estén en buen estado.
- Broca de Perforación en buen estado con sus tapas y pernos para la protección de la sonda.
- Sonda de perforación con pilas nuevas para asegurar que no se perderá la señal.
- Alargadores sin obstrucción en sus orificios para que los fluidos de perforación fluyan al terreno para su función de corte, limpieza y estabilización.
- Mezclador de Fluidos en perfecto estado mecánico y eléctrico

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 13 de 21

- Calibración de Sonda y Equipo de Navegación, donde se verificará distancia, horario, inclinación y temperatura. Se lo realizara para cada inicio de perforación piloto.
- Comprobar el buen funcionamiento de los intercomunicadores entre el operador y el navegador.
- La capacidad de la maquinaria perforadora estará determinada por el diámetro de la tunelación, longitud de la perforación y el tipo de suelo para lo cual se tiene el estudio geotécnico del lugar.
- Es obligatorio antes del comienzo de los trabajos llenar al ATS según modelo (Anexo 3)

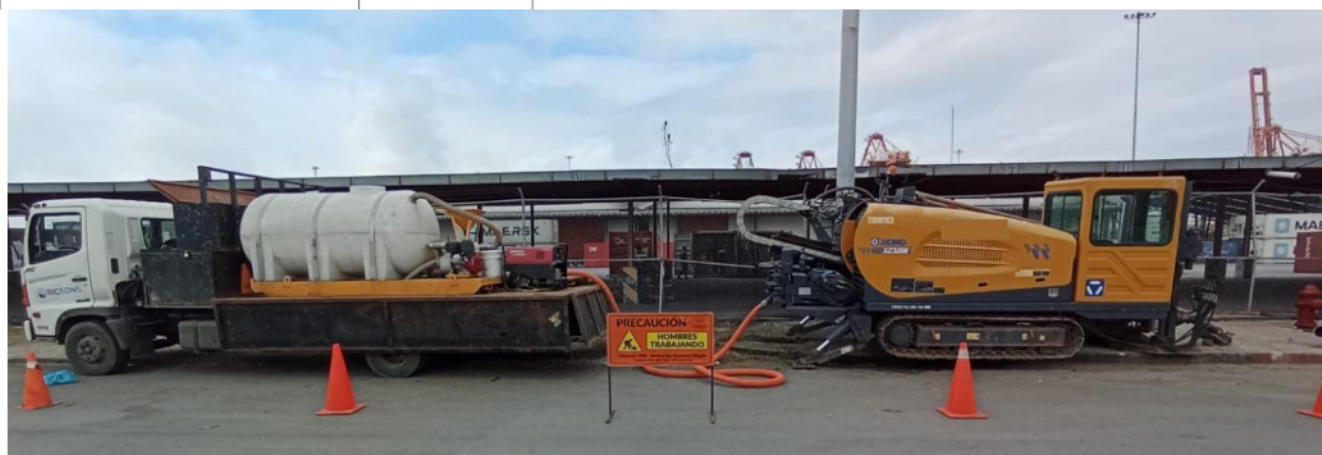
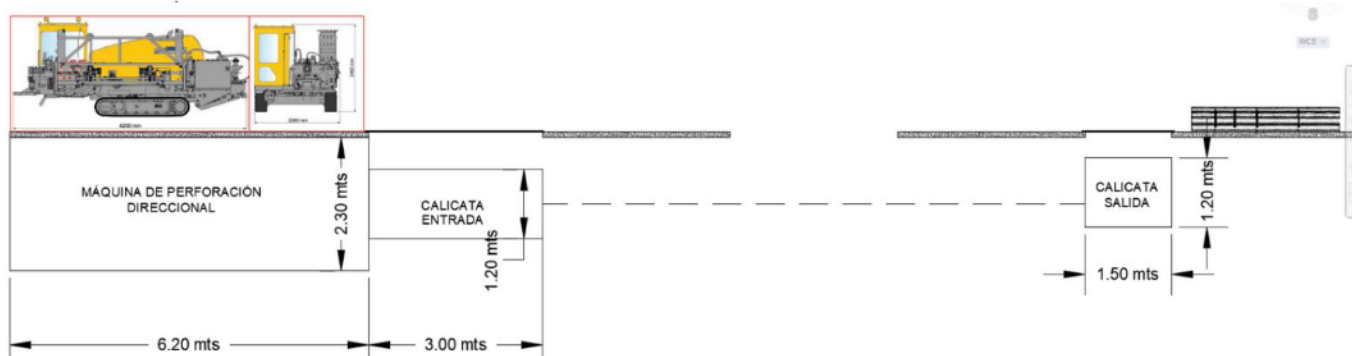
5.2.2. Ubicación de Maquinaria y equipos complementarios

La máquina de Perforación se descargará verificando que la superficie del remolque no este resbaladiza y se colocará frente al pozo (calicata de entrada) con cintas de seguridad y el acceso a la maquina estará restringido al operador de la perforadora.

Los horarios de trabajo estarán definidos en base a las autorizaciones dados por el ente municipal correspondiente, tomando en cuenta que el ruido generado por esta máquina es de aproximadamente 80dBA similar a una Excavadora CAT 95HP.

La máquina de Perforación más usada son las de mediano porte con un tamaño aproximado de 6.20x2.30 mts que trabaja conjuntamente con el mezclador de fluidos, por lo que se debe tomar en cuenta estas dimensiones para la mejor ubicación en nuestra área de trabajo.

GRÁFICO 4 – DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE MAQUINARIA



UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 14 de 21

5.2.3. Perforación Piloto

Desde el pozo de entrada se introducen barras de perforación con una broca en la punta, efectuando mediante empuje, rotación y fluido a presión la orientación hasta el pozo de salida siguiendo el trazado establecido en el Informe de perforación. El control del direccionamiento esta dado por una sonda colocada dentro de la broca, esta emite señales de frecuencia hacia un equipo receptor dando información de dirección horaria, inclinación, profundidad, ubicación y temperatura, esta sonda debe ser calibrada antes del inicio de cada perforación.

En la perforación piloto se debe garantizar la alineación determinada en el proyecto con tolerancias no mayores a más o menos 15cm, cualquier desviación no contemplada en el proyecto debe ser registrada en informe diario de obra determinando las causas y aprobado por fiscalización.

Dependiendo de la trayectoria de la perforación piloto cuando esta tenga profundidades mayores a 1.80 mts o las establecidas en cielo abierto la ampacidad de nuestros conductores se verá afectada, por lo que se debe tomar en cuenta el factor de corrección para el cálculo de los conductores determinado por la tabla abajo descrita para el cálculo de los conductores.

TABLA 03 – Factor de corrección de la corriente por profundidad			
Profundidad de instalacion (cm)	menores a 25mm2	de 25mm2 a 300mm2	sobre los 300mm2
75	1	1	1
90	0,99	0,98	0,97
105	0,98	0,97	0,96
120	0,97	0,96	0,95
150	0,96	0,94	0,92
180 o mas	0,95	0,93	0,91

GRÁFICO 5 – PERFORACIÓN PILOTO



UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 15 de 21

5.3. Alargamiento

Una vez terminada la perforación piloto en el pozo de salida sustituimos la broca por el alargador de menor diámetro para realizar una ampliación desde la calicata de salida hacia la calicata de entrada. Este proceso se repetirá secuencialmente con los alargadores de menor tamaño hasta el de mayor tamaño llegando por lo menos al 25% adicional al diámetro del túnel a ser realizado.

TABLA 04 – ALARGAMIENTOS		
Ítem	Ø Tunelación (mm)	Alargamientos
2	350	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø450mm
3	400	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm
4	450	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø550mm
5	500	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm
6	550	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm
7	600	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm, Ø750mm
8	650	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm, Ø800mm
9	700	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm, Ø850mm
10	800	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm, Ø900mm, Ø1000mm,
11	850	Ø110mm, Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm, Ø700mm, Ø900mm, Ø1100mm,

Si el tipo de suelo nos permite, podremos realizar saltos entre un alargamiento y otro, cumpliendo que el alargador final será 1.25 veces el diámetro del túnel.

GRÁFICO 6 – ALARGAMIENTO



5.4. Alado De Tubería

5.4.1. Tubería

Para los diámetros de 110mm y 160mm la tubería a ser usada será PEAD (Polietileno de Alta Densidad) PN10/SDR17 según norma vigente NTE INEN 1744, ISO 4427-2 y DIN 8074, tubería que puede instalarse enterrada directamente y/o con métodos de Tecnologías Sin Zanja como es la Perforación Horizontal Direccional debido a su alta resistencia y uniones fusionadas fuertes realizadas a tope.

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 16 de 21

Las tuberías PEAD Ø100mm, viene en rollos de 50mts, 100mts o tubos de 6mts y 12mts.
Las tuberías PEAD Ø160mm, viene en tubos de 6mts y 12mts.

El Triducto será en PEAD tipo III clase C de la norma ASTM 1248/84 y está formado por 3 tubos iguales de diámetro 40mm unidos entre sí por una membrana, el mismo que viene en rollos de 500mts

5.4.2.Unión de tuberías

La unión de las tuberías de PEAD de 110mm y 160mm se lo realizará por medio del sistema a tope conforme los estándares dados por la norma ASTM F2620-13, para lo cual se usará máquinas de termofusión donde se deberá tomar en cuenta:

- Asegurarse que las superficies de unión de las tuberías estén limpias y secas
- Verificar la temperatura en el termómetro de la placa calentadora sea el adecuado dado por el fabricante.
- Aplicar los tiempos de calentamiento y presión adecuadas dependiendo del diámetro de la tubería dados por el fabricante
- Respetar el tiempo de enfriamiento de la soldadura de las tuberías para su posterior manejo.

Se recomienda

- El uso de carpas para condiciones de lluvia
- Verificar que la placa calentadora este limpia, esto es sin residuos de fusiones anteriores.
- Que las tuberías sean del mismo diámetro y PN

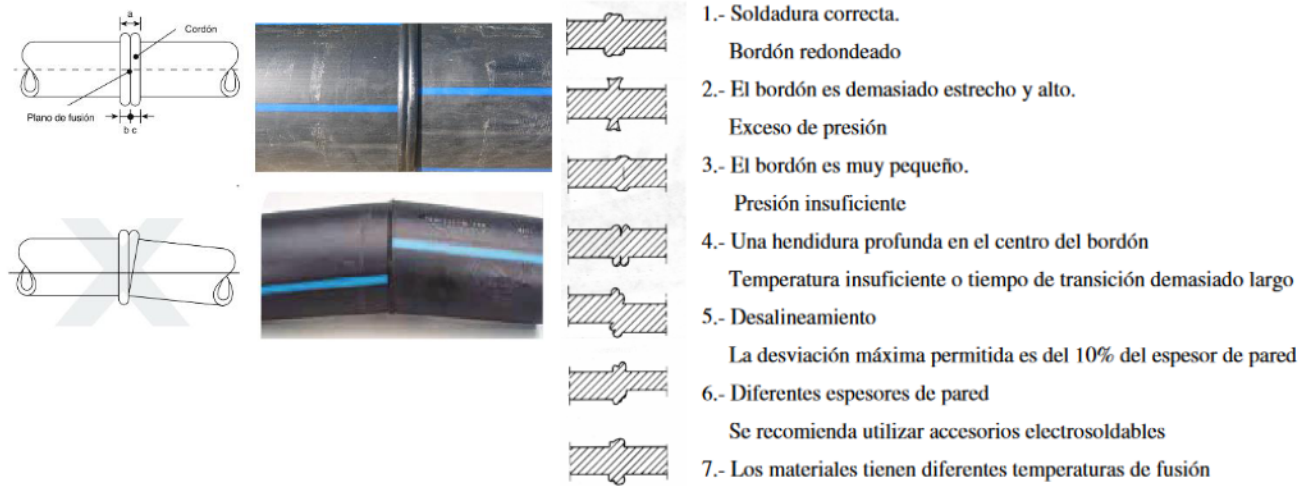
TABLA 05 – TIEMPOS Y PRESIONES PARA MÁQUINAS DE TERMOFUSIÓN

PE100			Precalentamiento		Calentamiento		Retiro Placa Calentamiento	Soldadura		Enfriamiento	
Diámetro Nominal mm	Presión Nominal PN bar	Espesor de Pared e mm	P1 bar	Altura del Cordón mm	P2 bar	T2 s	T3 max s	P5 bar	T5 s	P6 bar	T6 min
63	10	3.8	1.7	0.5	0.20	36	5	1.7	5	0	6
	12.5	4.7	2.1	0.7	0.30	45	5	2.1	5	0	6
	16	5.8	2.7	1.0	0.40	58	5	2.7	5	0	6 - 10
90	10	5.4	3.5	1.0	0.50	51	6	3.5	6	0	6 - 10
	12.5	6.7	5.0	1.0	0.50	64	6	5.0	6	0	6 - 10
	16	8.2	5.4	1.5	0.70	82	7	5.4	7	0	10 - 16
110	10	6.6	5.2	1.0	0.70	63	6	5.2	6	0	6 - 10
	12.5	8.1	7.0	1.0	0.70	78	6	7.0	6	0	10 - 16
	16	10.0	8.0	1.5	1.10	100	7	8.0	7	0	10 - 16
160	10	9.5	11.0	1.5	1.50	91	7	11.0	7	0	10 - 16
	12.5	11.8	16.0	1.5	1.60	114	8	16.0	8	0	10 - 16
	16	14.6	17.0	2.0	2.30	146	8	17.0	8	0	16 - 24
200	10	11.9	17.2	1.5	2.30	114	8	17.2	8	0	10 - 16
	12.5	14.7	25.0	1.5	2.50	142	9	25.0	9	0	16 - 24
	16	18.2	26.5	2.0	3.50	182	9	26.5	9	0	16 - 24
250	10	14.8	26.8	2.0	3.60	142	10	26.8	10	0	16 - 24
	12.5	18.4	38.0	2.0	3.80	178	10	38.0	10	0	16 - 24
	16	22.7	41.5	2.5	5.50	228	11	41.5	11	0	24 - 32

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 17 de 21

Se realizará inspecciones visuales para verificar el correcto uso de la termofusión a tope

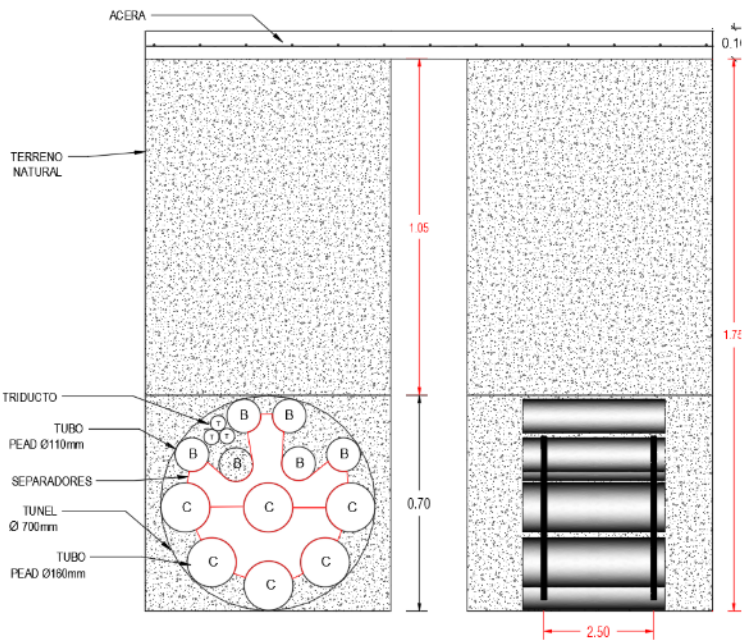
GRÁFICO 7 – INSPECCIÓN VISUAL TERMOFUSIÓN A TOPE



5.4.3. Distribución Ductos

Los bancos de ductos estarán configurados de tal manera que los ductos de 160mm (C) para MV estén abajo y los ductos de 110mm (B) para BV estén arriba,

GRÁFICO 8 – DISPOSICIÓN BANCO DE DUCTOS

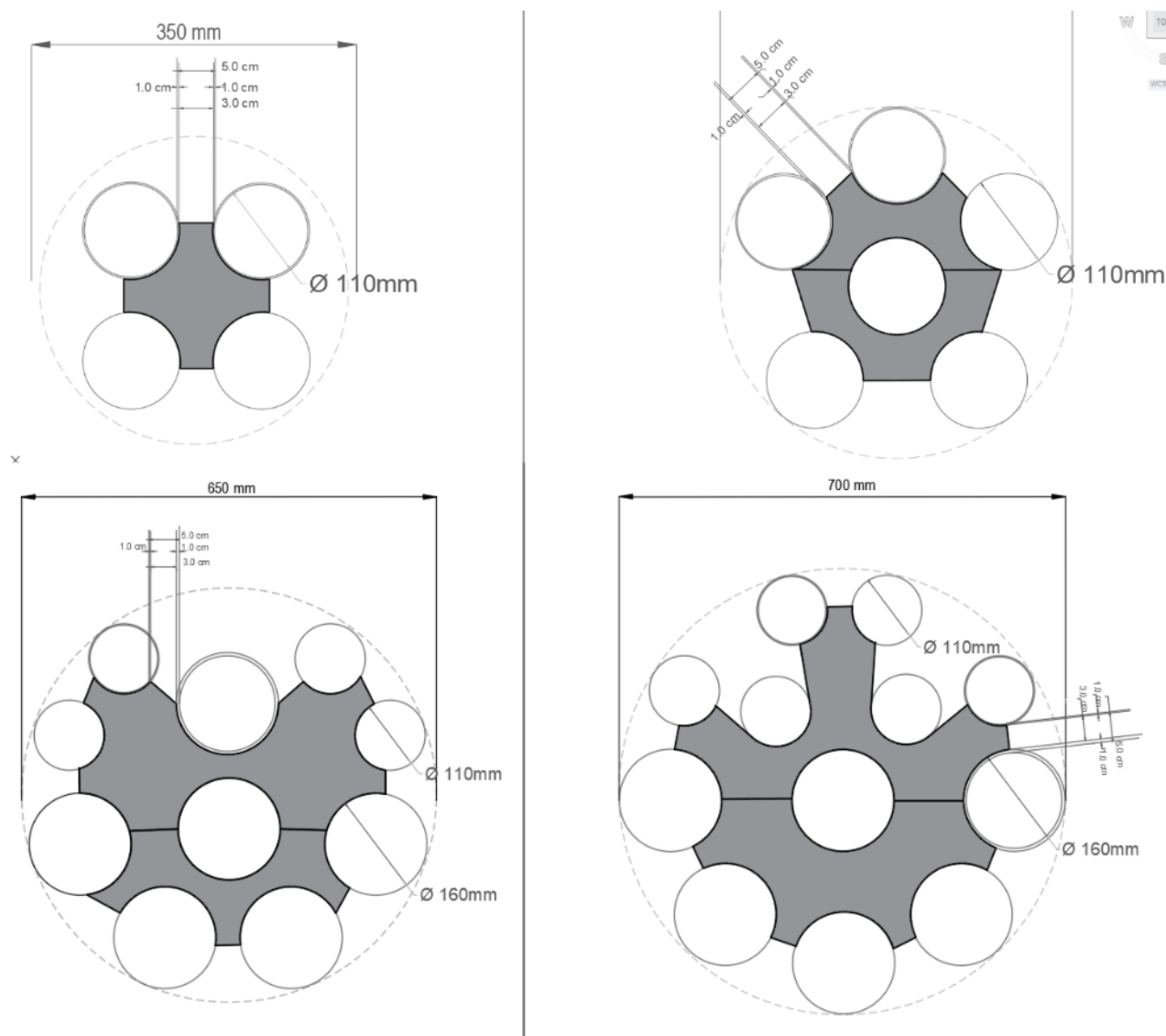


UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 18 de 21

5.4.4. Separadores

Cuando varias tuberías comparten una misma perforación, se usará separadores / espaciadores para separar físicamente estas tuberías y de esta manera conservar una distancia uniforme entre los mismos, los separadores nos permitirán mantener una separación mínima horizontal y vertical de 5 cm entre las paredes internas de cada tubo (3cm espaciador, 2cm paredes tubos) independiente del diámetro de la tubería o del nivel de voltaje empleado conforme normativa vigente MEER.

GRÁFICO 9 – MODELO SEPARADOR

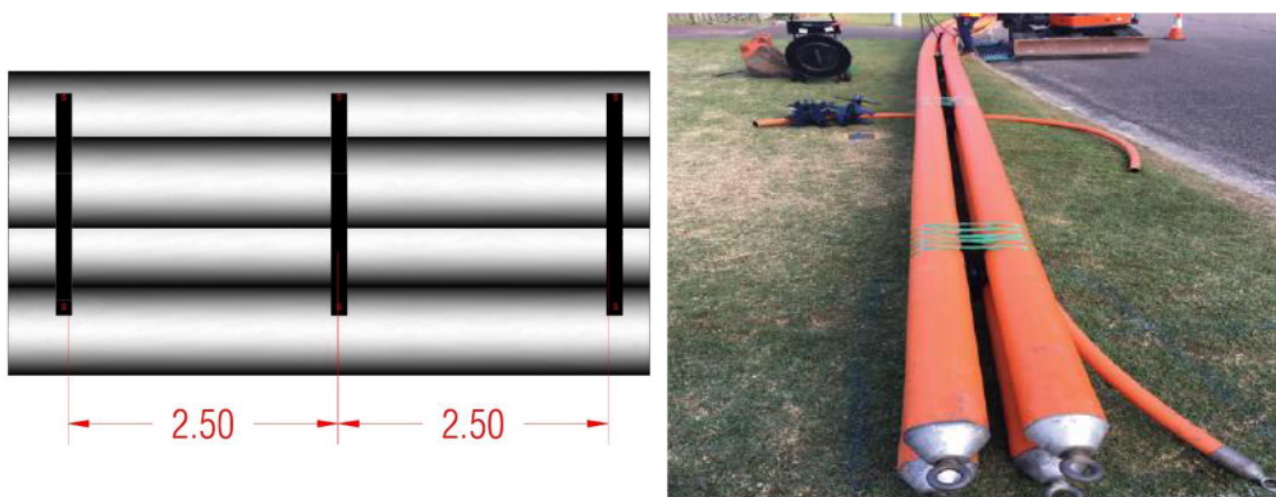


UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 19 de 21



La distancia longitudinal entre cada separador será de 2.50 mts

GRÁFICO 10 – DISTANCIA LONGITUDINAL SEPARADORES



Los separadores / espaciadores pueden tomar muchas formas y dependerán de la configuración de ductos a ser instalada (Anexo 4), deberán ser de material plástico o similar para que no dañe la tubería PEAD y no provoque posibles inductancias entre los cables en el momento de operación.

5.4.5. Limpieza del Túnel

El mismo día que se realice el alado de los tubos se realizara previamente la limpieza del túnel, que consiste en pasar el ultimo alargador que se pasó en la etapa de alargamiento.

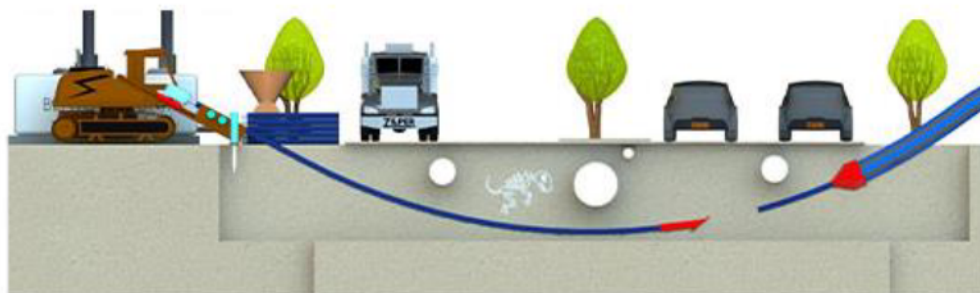
5.4.6. Alado

El banco de tuberías se colocará sobre roletes para minimizar la fricción entre las tuberías y el suelo.

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 20 de 21

Conectamos al alargador el banco de tubos para iniciar su arrastre desde pozo de salida a través del túnel hacia el pozo de entrada, y con el alado de las barras el banco de tuberías quedará instalado.

GRÁFICO 11 – ALADO



5.5. Fluidos de Perforación

Los fluidos de perforación (bentonitas, polímeros, aditivos y lubricantes) nos permiten cortar, limpiar y estabilizar nuestra tunelación maximizando la eficiencia de la máquina de perforación, por lo que deben ser usados en todos los procesos de perforación piloto, alargamiento y alado de la tubería.

Para obtener el máximo beneficio es necesario tener la viscosidad correcta mediante una adecuada dosificación, misma que resulta del tipo de suelo a ser perforado, número de alargamientos y longitud de la tunelación. -

Estos fluidos deberán mezclarse solo con los equipos adecuados como son los mezcladores para máquinas de PHD, y de la misma manera los lodos de perforación resultantes de la tunelación deberán ser recogidos con los equipos adecuados como retroexcavadoras o equipos de succión de lodos

El uso correcto de los fluidos será conforme lo indica el fabricante en su MSDS

6. HERRAMIENTAS Y EQUIPO MÍNIMO:

Herramientas menores (Cintas, barreras de seguridad, luces, señalética nocturna, EPP, EPI)
Camión 10 ton. movilización Máquina perforación
Equipo de Perforación Horizontal Direccional
Mezclador de Fluidos
Succionador de Lodos y/o retroexcavadora con volqueta
Retroexcavadora 95 HP
Máquina de Termofusión hasta 315 mm
Camioneta 2000 cc doble tracción
Tanquero 13 Ton. 10.000 Lt.

UNIDAD DE MICROTUNELACIÓN PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES	PROCEDIMIENTOS SOTERRAMIENTO DE REDES ELECTRICAS CON PERFORACION HORIZONTAL DIRECCIONAL	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO
MARZO DE 2023 / VERSIÓN 02	ELABORADO POR: ING. MARCO CHAMORRO	Página 21 de 21

7. PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO:

Operador de perforador (En Construcción) (Estr. Oc. C2), cantidad: 1
 CHOFER: Otros camiones (Estr. Oc. C1), cantidad: 2,5
 Operador termoformado (Estr. Oc. C2), cantidad: 1
 Operador de Retroexcavadora (Estr. Oc. C1), cantidad: 1
 Peón (Estr. Oc. E2), cantidad: 4

8. MATERIALES

PEAD 110mm, 160mm
 Bentonita - formador de pared - saco 22,68 Kg – polvo
 Viscosificador - valde de 15 kg
 Controlador de filtrado - valde de 15 Kg
 Lubrificante - valde 5 gal
 Controlador PH y CA - valde de 5 gal
 Agua
 Diesel
 Gasolina

Elaborador por

Ing. Marco Chamorro	Ing. Ángel Patricio Hurtado	Ing. Valerio Adriano Maza