



## PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL VIADUCTO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ – PLMB TOMO 1

L1T1-CON-AMB-PN-0017\_01

CONTROL DE EMISIONES		
REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
V01	29/10/2024	Revisión no objetada - Emitido para Implementación.
VE1	30/04/2024	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VD1	22/12/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VC1	30/10/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VB1	30/09/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
V00	24/05/2023	Revisión no objetada - Emitido para Implementación
VCC	30/01/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría - Incluye comentarios / modificado donde se indica
VBB	23/11/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría

CONTROL DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
V01	29/10/2024	Revisión no objetada - Emitido para Implementación - Incluye comentarios / De acuerdo con el comunicado con Radicado EXTS24-0006834.
VE1	30/04/2024	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación EXTS24-0001294 – Se incluyen los instrumentos de fase previa.
VD1	22/12/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios, de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4678.
VC1	30/10/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios, de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4507.
VB1	30/09/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría, conforme las observaciones recibidas por parte de la EMB, mediante correo electrónico con fecha del 26/07/2023.
V00	24/05/2023	Revisión no objetada - Emitido para Implementación - Incluye comentarios / Modificado donde se indica el control de cambios conforme comentarios realizados por la Banca multilateral, la EMB y la Interventoría, mediante comunicado con Radicado EXT23-0003963 y EIAS - EXTS23-0001544.
VCC	30/01/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría - Incluye comentarios / modificado donde se indica el control de cambios conforme comentarios realizados por la Banca multilateral y la EMB, mediante comunicados con Radicados EXTS2290007184 y EXTS23-0000291 y mediante correo electrónico del 23 de enero de 2023.
VBB	23/11/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Dolly Redondo	Residente SST
ELABORÓ		Edgar Ricaurte	Residente Ambiental
ELABORÓ		Jonathan Alexander Luna	Coordinador Biótico
ELABORÓ		Juan Andrés Rodríguez	Coordinador Biólogo
ELABORÓ		Claudia Marcela Díaz	Coordinadora Abiótica
REVISÓ		Oscar Rene Avella	Director Ambiental y SST
REVISÓ		Alexandra Corredor	Directora Social
REVISÓ		Dalila Córdoba	Subgerente General - Gestión De Calidad
REVISÓ		Brenda Barón	Controlador Documental
APROBÓ		Yi Liming	Vicepresidente Del Departamento Ambiental, SST y Social



## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE DEL PMAS .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>38</b>
3.2.1	Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio	38
3.2.2	Cerramiento de obra .....	40
3.2.3	Señalización de áreas.....	41
3.2.4	Implementación de PMT .....	43
3.2.5	Localización y replanteo .....	46
3.2.6	Demolición de andén y/o pavimento .....	47
3.2.7	Manejo silvicultural y remoción de cobertura vegetal .....	52
3.2.8	Instalación, Traslado y/o Reubicación de redes .....	56
3.2.9	Construcción subestructura del Viaducto.....	247
3.2.10	Construcción superestructura del Viaducto .....	270
3.2.11	Actividades constructivas de Patio Taller .....	295
3.2.12	Instalación de planta de transformación de material reutilizable (RCD).....	476
3.2.13	Construcción de Puentes metálicos.....	492
3.2.14	Construcción de Puentes especiales en concreto.....	505
3.2.15	Construcción de Estaciones metro .....	508
3.2.16	Construcción Estaciones BRT .....	515
3.2.17	Demolición de puentes peatonales .....	523
3.2.18	Conformación de la malla vial.....	530
3.2.19	Construcción Intercambiador Vial calle 72 .....	534
3.2.20	Construcción puentes de la avenida primero de mayo con avenida 68. Actividades Plan de Manejo Ambiental .....	607

## Índice de tablas

Tabla 1 - Cambios implementados en la actualización del EIAS.....	4
Tabla 2 – Información general por tramos .....	14
Tabla 3 - Obras a realizar de acuerdo con el plan de ejecución vigente .....	22
Tabla 4 - Información general del corredor de la PLMB .....	25
Tabla 5 - Registro Fotográfico Patio Taller .....	27
Tabla 6 - Registro Fotográfico Tramo 1 .....	29
Tabla 7 - Registro Fotográfico Tramo 2 .....	31
Tabla 8 - Registro Fotográfico Tramo 3 .....	32
Tabla 9 - Registro Fotográfico Tramo 4 .....	34
Tabla 10 - Registro Fotográfico Tramo 5 .....	36
Tabla 11 - Registro Fotográfico Tramo 6 .....	37
Tabla 12 – Características tramos para el traslado de redes .....	59
Tabla 13 – Empresas prestadoras de los servicios públicos .....	61
Tabla 14 – Identificación de interferencias.....	62
Tabla 15 – Identificación de interferencias con obras principales .....	63
Tabla 16 – Resumen interferencias redes de Acueducto .....	71
Tabla 17 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Sanitario .....	95
Tabla 18 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Pluvial.....	109
Tabla 19 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Combinado.....	121
Tabla 20 – Resumen interferencias redes de Energía.....	141
Tabla 21 – Resumen interferencias redes de Telecomunicaciones .....	169
Tabla 22 – Resumen interferencias redes de Gas.....	189
Tabla 23 - Proceso Instalación Vigas Cajon .....	275
Tabla 24 - Espesores estructura de pavimento vía de servicio temporal .....	284
Tabla 25 – Registro fotográfico contenedores (campamento fase 3 Zona habitacional) .....	299
Tabla 26 - Sistema de clasificación de residuos en obra.....	312
Tabla 27 – Morfometría de la cuenca de drenaje .....	317

Tabla 28 – Áreas de Prefabricados.....	331
Tabla 29 - Maquinaria y equipos del Patio de pilotes prefabricados PHC.....	333
Tabla 30 - Velocidad y tiempo de centrifugado.....	352
Tabla 31 parámetros de viga U segmentada .....	360
Tabla 32 - Cantidad Vigas U .....	361
Tabla 33 - Coordenadas Patio de Vigas U y Vigas Cajón Prefabricadas.....	362
Tabla 34 - Medidas de mejoramiento del suelo .....	364
Tabla 35 - Proceso de montaje de equipos .....	389
Tabla 36 - Maquinaria y equipos del Patio de Vigas U .....	396
Tabla 37 - Método de construcción del encofrado.....	411
Tabla 38 - Método de construcción del refuerzo de acero.....	414
Tabla 39 - Método de construcción- concreto.....	416
Tabla 40 - Tabla de método de transporte y almacenamiento .....	423
Tabla 41 – Distribución de áreas Almacenamiento de prefabricados.....	433
Tabla 42 - Coordenadas localización predio El Corzo .....	476
Tabla 43 - Cantidades proyectadas pavimentos (excavación, demolición y fresado) Workfronts (1-6) .....	482
Tabla 44 - Dimensiones puentes a demoler .....	528
Tabla 45 – Empresas de Servicios Públicos y convenios.....	537
Tabla 46 – Parametrización del fluido.....	574
Tabla 47 – Ensayos de Control.....	574
Tabla 48 – Ubicación de la zona a mejorar mediante inyecciones.....	579
Tabla 49 - Arbolado aprobado por el Acta WR1225 .....	649
Tabla 50 Jardinería aprobado por el Acta WR1225.....	650

## Índice de Figuras

Figura 1 Localización Patio Taller .....	15
Figura 2 Localización Tramo 1 de la PLMB .....	16
Figura 3 Localización Tramo 2 de la PLMB .....	17
Figura 4 Localización Tramo 3 de la PLMB .....	18
Figura 5 Localización Tramo 4 de la PLMB .....	19
Figura 6 Localización Tramo 5 de la PLMB .....	20
Figura 7 Localización Tramo 6 de la PLMB .....	21
Figura 8 Localización general PLMB.....	24
Figura 9 Patio Taller y tramo 1 de K0+000 a K4+050.....	26
Figura 10 Tramo 2 de k4+050 a K 8+025 .....	30
Figura 11 Tramo 3 K 8+025 al K 12+416.....	32
Figura 12 Tramo 4 K 12+416 a K 16+410.....	34
Figura 13 Tramo 5 K 16+410 al K 19+900.....	36
Figura 14 Tramo 6 K19+900 a K23+864.....	37
Figura 15 Proceso Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio.....	40
Figura 16 Proceso Instalación de cerramiento de obras.....	41
Figura 17 Proceso Instalación de señalización de áreas.....	43
Figura 18 Implementación Plan de Manejo de Transito.....	44
Figura 19 Proceso Aprobación del PMT .....	45
Figura 20 Proceso implementación del PMT .....	46
Figura 21 Proceso Localización y Replanteo.....	47
Figura 22 Proceso para demolición de andenes y/o pavimentos .....	48
Figura 23 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Marly.....	49
Figura 24 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Calle 26 .....	50
Figura 25 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Calle 72 .....	51
Figura 26 Remoción de cobertura vegetal .....	55
Figura 27 Proceso para remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural .....	56

Figura 28 Relación avance de traslado de redes finalizada la etapa previa.....	57
Figura 29 Localización y área de influencia directa de la PLMB .....	58
Figura 30 Localización de los Tramos para el traslado de redes .....	60
Figura 31 Ubicación general de las interferencias .....	62
Figura 32 Redes húmedas y secas tramo 1 .....	64
Figura 33 Redes húmedas y secas tramo 2 .....	65
Figura 34 Redes húmedas y secas tramo 2 .....	65
Figura 35 Redes húmedas y secas tramo 2 .....	66
Figura 36 Redes húmedas y secas tramo 3 .....	66
Figura 37 Redes húmedas y secas tramo 3 .....	67
Figura 38 Redes húmedas y secas tramo 3 .....	67
Figura 39 Redes húmedas y secas tramo 4 .....	68
Figura 40 Redes húmedas y secas tramo 4 .....	68
Figura 41 Redes húmedas y secas tramo 5 .....	69
Figura 42 Redes húmedas y secas tramo 5 .....	69
Figura 43 Redes húmedas y secas tramo 6 .....	70
Figura 44 Redes húmedas y secas tramo 6 .....	70
Figura 45 Ubicación interferencias acueducto tramo 1.....	75
Figura 46 Interferencias de redes de Acueducto en el tramo 1 .....	76
Figura 47 Ubicación interferencias acueducto tramo 2.....	77
Figura 48 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 2 .....	79
Figura 49 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 2 .....	80
Figura 50 Ubicación interferencias acueducto tramo 3.....	81
Figura 51 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 3 .....	82
Figura 52 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 3 .....	83
Figura 53 Ubicación interferencias acueducto tramo 4.....	84
Figura 54 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 4 .....	86
Figura 55 Ubicación interferencias acueducto tramo 5.....	87
Figura 56 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 5 .....	89

Figura 57 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 5 .....	90
Figura 58 Ubicación interferencias acueducto tramo 6.....	91
Figura 59 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 6 .....	93
Figura 60 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 6 .....	94
Figura 61 Ubicación interferencia alcantarillado sanitario tramo 1 .....	97
Figura 62 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 1.....	98
Figura 63 Ubicación interferencias alcantarillado sanitario tramo 2 .....	99
Figura 64 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 2.....	101
Figura 65 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 2.....	102
Figura 66 Ubicación interferencias alcantarillado sanitario tramo 3 .....	103
Figura 67 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 3.....	105
Figura 68 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 3.....	106
Figura 69 Ubicación interferencia alcantarillado sanitario tramo 4 .....	107
Figura 70 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 4.....	108
Figura 71 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 2.....	110
Figura 72 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 2 .....	112
Figura 73 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 2 .....	113
Figura 74 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 3.....	114
Figura 75 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 3 .....	115
Figura 76 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 3 .....	116
Figura 77 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 4.....	117
Figura 78 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 4 .....	118
Figura 79 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 6.....	119
Figura 80 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 6 .....	120
Figura 81 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 4 .....	125
Figura 82 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4 .....	127
Figura 83 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4 .....	128
Figura 84 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4 .....	129
Figura 85 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 5 .....	130

Figura 86 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5 .....	133
Figura 87 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5 .....	134
Figura 88 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5 .....	135
Figura 89 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 6 .....	136
Figura 90 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6 .....	138
Figura 91 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6 .....	139
Figura 92 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6 .....	140
Figura 93 Ubicación interferencias energía tramo 1 .....	146
Figura 94 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 1 .....	147
Figura 95 Ubicación interferencias energía tramo 2 .....	148
Figura 96 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 2.....	150
Figura 97 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 2.....	151
Figura 98 Ubicación interferencias energía tramo 3 .....	152
Figura 99 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 3.....	153
Figura 100 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 3.....	154
Figura 101 Ubicación interferencias energía tramo 4 .....	155
Figura 102 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4.....	157
Figura 103 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4.....	158
Figura 104 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4.....	159
Figura 105 Ubicación interferencias energía tramo 5 .....	160
Figura 106 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5.....	162
Figura 107 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5.....	163
Figura 108 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5.....	164
Figura 109 Ubicación interferencias energía tramo 6 .....	165
Figura 110 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6.....	167
Figura 111 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6.....	168
Figura 112 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6.....	169
Figura 113 Ubicación interferencia telecomunicaciones tramo 1 .....	172
Figura 114 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 1.....	173

Figura 115 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 2.....	174
Figura 116 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 2.....	175
Figura 117 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 3.....	176
Figura 118 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 3.....	177
Figura 119 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 3.....	178
Figura 120 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 4.....	179
Figura 121 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 4.....	180
Figura 122 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 4.....	181
Figura 123 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 5.....	182
Figura 124 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 5.....	183
Figura 125 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 6.....	184
Figura 126 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6.....	186
Figura 127 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6.....	187
Figura 128 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6.....	188
Figura 129 Ubicación interferencias gas tramo 1.....	193
Figura 130 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 1 .....	195
Figura 131 Ubicación interferencias gas tramo 2.....	196
Figura 132 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 2.....	198
Figura 133 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 2.....	199
Figura 134 Ubicación interferencias gas tramo 3.....	200
Figura 135 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3.....	202
Figura 136 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3.....	203
Figura 137 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3.....	204
Figura 138 Ubicación interferencias gas tramo 4.....	205
Figura 139 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4.....	207
Figura 140 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4.....	208
Figura 141 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4.....	209
Figura 142 Ubicación interferencias gas tramo 5.....	210
Figura 143 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 5.....	211



Figura 144 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 5 .....	212
Figura 145 Ubicación interferencias gas tramo 6.....	213
Figura 146 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 6 .....	215
Figura 147 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 6 .....	216
Figura 148 Etapas y actividades traslado de redes de acueducto .....	217
Figura 149 Etapas y actividades traslado de redes de alcantarillado.....	218
Figura 150 Etapas y actividades traslado de redes secas.....	219
Figura 151 Etapas y actividades traslado de redes de gas .....	220
Figura 152 Demolición de Andén y/o Pavimento (Pozos y Cajas de Inspección) .....	222
Figura 153 Retiro de tuberías y accesorios .....	228
Figura 154 Diagrama Retiro de estructuras, cableado, ductos, accesorios y equipos existentes.....	229
Figura 155 Esquema pozo de inspección .....	230
Figura 156 Diagrama Construcción de cajas de paso, pozos, tapas e Instalación de postes e hidrantes .....	231
Figura 157 Diagrama instalación de tuberías y accesorios de acueducto, alcantarillado y gas .....	232
Figura 158 Diagrama Instalación de ductos y cableado para telecomunicaciones y energía mediante zanja .....	233
Figura 159 Diagrama Instalación de ductos y cableado para para telecomunicaciones y energía mediante PHD .....	234
Figura 160 Suspensión temporal de servicios públicos .....	235
Figura 161 Diagrama Protección de tuberías existentes .....	236
Figura 162 Pruebas de diseño y funcionamiento.....	237
Figura 163 Diagrama Pruebas de diseño y funcionamiento .....	238
Figura 164 Diagrama Conformación de base y subbase.....	239
Figura 165 Diagrama Andenes y pavimentos .....	240
Figura 166 Diagrama reconformación final de áreas intervenidas .....	241
Figura 167 Diagrama retiro de cerramiento y señalización .....	242
Figura 168 Sistema perforación dirigida PHD.....	245
Figura 169 Cargue de material solido excavado.....	246
Figura 170 Método Ramming.....	246

Figura 171 Perforación horizontal dirigida .....	247
Figura 172 Esquema de la perforación pre-barrenado .....	249
Figura 173 Piloteadora estatica.....	251
Figura 174. Distribución de Pilotes PHC para transporte .....	252
Figura 175 Proceso de construcción dados de cimentación .....	261
Figura 176 Proceso de construcción pilotes .....	262
Figura 177 Subestructura Pila.....	263
Figura 178 Proceso de construcción pilas .....	266
Figura 179 Encofrado viga capitel (fotos de referencia) .....	267
Figura 180 Proceso de construcción vigas capitel.....	269
Figura 181 Proceso de elevación y suspensión de las vigas U .....	272
Figura 182 Proceso de ensamblaje Vigas .....	277
Figura 183 Proceso constructivo viga cajón .....	279
Figura 184 Ubicación vía de acceso Temporal.....	281
Figura 185 Retorno vehicular en K0+000 vía de servicio temporal .....	282
Figura 186 Empalme con box coulvert sobre la calle 49 sur K0+890 - vía de servicio temporal .....	283
Figura 187 Sección perfil típica vía de servicio temporal.....	284
Figura 188 Vía de servicio temporal respecto a ronda hídrica del Canal Cundinamarca.....	287
Figura 189 Esquema geotécnico gaviones para construcción de pilotes de los apoyos S1-15 a S1-27_ Vista ampliada .....	289
Figura 190 Estado inicial actual .....	290
Figura 191 Esquema estado esperado para actividades constructivas de cimentación de las pilas S1-28 a S1-32 .....	290
Figura 192 Esquema modelo geotécnico detalle gaviones alt 3.....	291
Figura 193 Box Culvert actual con interferencia en apoyo S1-28.....	292
Figura 194 Esquema relleno y gaviones en pila S1-28.....	292
Figura 195 Alternativa 3 Esquema de Excavación de Plataforma a nivel de Cota de Vía de Servicio	293
Figura 196 Esquema plataforma posterior a excavación.....	294
Figura 197 Diagrama de flujo del proceso de construcción de la vía de servicio temporal.....	295
Figura 198 Ubicación campamento ML1 fase 3 (Zona Habitacional) .....	297

Figura 199. Distribución de zonas del campamento .....	298
Figura 200 Vista de referencia de diseño de baños.....	300
Figura 201 Referencia de micromedidores de agua .....	301
Figura 202 Tanques de almacenamiento de agua y cuartos de maquinas .....	302
Figura 203 Ubicación tanques de almacenamiento de agua .....	303
Figura 204 Tanque de referencia para pozo séptico .....	305
Figura 205 Esquema en planta del pozo séptico .....	306
Figura 206 Esquema en perfil .....	306
Figura 207 Esquema trampa de grasas a utilizar .....	307
Figura 208 Ubicación de tablero eléctrico y generador de respaldo.....	309
Figura 209 Esquema manejo de aguas lluvias con aquaceldas.....	311
Figura 210. Ubicación Punto de acopio de residuos.....	313
Figura 211. Rutas de evacuación y punto de encuentro.....	314
Figura 212 Planta general de drenaje de la plataforma en la etapa de construcción.....	316
Figura 213 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma .....	316
Figura 214 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma .....	318
Figura 215 Sección transversal Cuneta Norte 01 .....	318
Figura 216 Sección transversal Cuneta Sur 01 .....	319
Figura 217 Sección transversal Cuneta Oriental .....	319
Figura 218 Sección transversal Pondaje .....	319
Figura 219 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción.....	321
Figura 220 Ubicación de drenes franceses.....	322
Figura 221 Detalles de los subdrenes franceses .....	322
Figura 222 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción.....	323
Figura 223 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción.....	324
Figura 224 Localización vía de acceso 1 .....	325
Figura 225 Localización vía de acceso 2 .....	326
Figura 226 Localización vía de acceso 3 (ALO sur) .....	327
Figura 227 Localización vía de acceso 3 (ALO sur) .....	328

Figura 228 Diagrama de descripción de adecuación vía de acceso .....	329
Figura 229 Zonificación patio de pilotes prefabricados PHC .....	330
Figura 230 Plano Distribución de espacios dentro de la planta de prefabricados PHC .....	331
Figura 231 Vehículo para transporte de equipos patio de pilotes.....	335
Figura 232 Localización Transformadores para Patio Taller .....	343
Figura 233 ubicación Pozo séptico planta PHC .....	344
Figura 234 Diseño tanques sépticos .....	345
Figura 235 Diseño Tanque de abastecimiento de Diesel .....	347
Figura 236 Ubicación tanque de almacenamiento Patio Taller.....	348
Figura 237 Ciclo de temperatura para el curado a vapor.....	353
Figura 238 Proceso de producción de pilotes PHC .....	355
Figura 239 Patio de Vigas U prefabricadas .....	356
Figura 240 Área destinada para la adecuación para la construcción del patio de prefabricados de vigas U .....	357
Figura 241 Patio de prefabricados Vigas U .....	358
Figura 242 Dibujo estructural de sección de viga estándar (typeW2 y type C) (UNIDAD:M) .....	360
Figura 243. Esquema la ubicación de la planta de producción de vigas U .....	363
Figura 244 Disposición de la cimentación de pilas CFG en el patio de prefabricados.....	365
Figura 245. Referencia de pedestal de Vigas U .....	366
Figura 246. Vista en planta de pedestal de viga fabricado con viga 1 U (unidad: m).....	367
Figura 247. Vista en planta del pedestal de viga hecho de viga cajón pequeña (unidad: metros) .....	368
Figura 248. Vista en alzado del pedestal de una viga cajón pequeña (unidad: metros) .....	368
Figura 249. Vista en alzado de la estructura de cimentación de una grúa pórtico de 80 t (unidad: m).....	369
Figura 250. Vista en alzado de la estructura de cimentación de una grúa pórtico de 16 t (unidad: m).....	369
Figura 251. Disposición de la torre de medición .....	370
Figura 252 Esquema del pedestal de la torre de control topográfico .....	371
Figura 253 Esquema drenaje de aguas lluvias por línea.....	371
Figura 254 Proceso construcción del patio de prefabricados vigas U .....	375
Figura 255 Ubicación planta de concreto.....	376

Figura 256 Plano obra civil torre de mezcla.....	378
Figura 257 Plano placa de contenedor .....	380
Figura 258 Plano de construcción placa y pedestales de silos .....	381
Figura 259 Plano de construcción tolva de patio .....	382
Figura 260 Plano construcción placa banda de patio .....	383
Figura 261 Placa de cimentación para banda y tolva de patio .....	383
Figura 262 Plano para cimentación de placa y diques de contención de líquidos. ....	384
Figura 263 Plano de construcción de sedimentadores para la planta de concreto .....	386
Figura 264 Esquema PTAR .....	387
Figura 265 Esquema de circulación de agua PTAR .....	388
Figura 266 Proceso instalación planta de concreto para prefabricados vigas U .....	395
Figura 267 Tipos de vigas a fabricar .....	395
Figura 268 Zarpas de cimentación.....	397
Figura 269 Sistema de curado .....	399
Figura 270 Esquema ubicación laboratorio de concreto.....	400
Figura 271 Esquema arquitectónico laboratorio U-Beam .....	401
Figura 272 Localización Transformadores para Patio Taller .....	403
Figura 273 Estructura PTAR .....	404
Figura 274 Esquema ubicación dispositivo PTAR Cemex.....	405
Figura 275 Distribución áreas planta de fabricación de Vigas U .....	406
Figura 276 Flujo de proceso de prefabricación de viga u segmentada .....	409
Figura 277 Sistema de encofrado .....	410
Figura 278. Plataforma de encuadernación de acero.....	413
Figura 279 Capas horizontales de vertido de concreto.....	416
Figura 280 Mango prismático preincrustado para el proceso de curado.....	418
Figura 281 Separación segmento A del segmento B.....	419
Figura 282 Izado canasta de refuerzo hasta el encofrado.....	420
Figura 283 Ensamble viga prefabricada y refuerzo de nueva viga.....	421
Figura 284 Esquema torre de medición .....	422

Figura 285 Grúa pórtico .....	422
Figura 286 Esquema entrada red de suministro de agua al área de la planta de fabricación de vigas U y vigas Cajón.....	425
Figura 287 Esquemas puntos de distribución de agua dentro de planta de fabricación de vigas u....	426
Figura 288 Partes principales de los generadores verticales a usar .....	427
Figura 289 Vista en planta de ubicación de los dos generadores por pedestal .....	428
Figura 290 Esquema de cobertizo móvil para curado con vapor.....	428
Figura 291 Análisis actos administrativos relacionados con el predio.....	430
Figura 292 Análisis actos administrativos relacionados con el predio para el componente forestal...	431
Figura 293 Ubicación área de Almacenamiento de prefabricados y celdas de secado de la EAAB...	432
Figura 294 Distribución de áreas, zona destinada al almacenamiento de elementos prefabricados y otros.....	434
Figura 295 Fases para la adecuación de Almacenamiento de elementos prefabricados .....	435
Figura 296 Esquema de funcionamiento integral del tanque séptico .....	436
Figura 297 Ubicación unidades sanitarias a utilizar para la adecuación del área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros.....	437
Figura 298 Ubicación Campamento a utilizar para la adecuación del área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros.....	439
Figura 299 Diagrama actividades para la adecuación de un área de destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros .....	440
Figura 300 Plano cerramiento perimetral área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros.....	441
Figura 301 Ubicación área de almacenamiento de prefabricados.....	443
Figura 302 Esquema de zonas de almacenamiento de referencia para el Patio de almacenamiento de vigas U.....	444
Figura 303 Sección transversal vías internas .....	446
Figura 304 Vía de conexión entre el Patio de Prefabricados y el área de almacenamiento .....	446
Figura 305 Vías de acceso al área de almacenamiento de prefabricados y vía de acceso para la EAAB .....	447
Figura 306 Drenajes área destinada al almacenamiento de elementos prefabricados y otros.....	449
Figura 307 Sección transversal zanja de drenaje.....	450

Figura 308 Ubicación zanjas de drenaje patios de almacenamiento de prefabricados.....	450
Figura 309 Recorrido canal propuesto.....	452
Figura 310 localización cimentación para grúa pórtico.....	454
Figura 311 Zapatas corridas para apoyo de grúas de 80 toneladas .....	455
Figura 312 Zapatas corridas para apoyo de grúas de 80 toneladas .....	455
Figura 313 Detalle junta de expansión.....	456
Figura 314 Diagrama de refuerzo de elevación para viga de cimentación de grúa 80 Tn .....	456
Figura 315 Construcción de cimentación de grúa pórtico.....	457
Figura 316 Pedestales de apoyo vigas U .....	458
Figura 317 Pedestal de viga de almacenamiento en forma de u vista en planta .....	459
Figura 318 Diagramas de refuerzos almacenamiento de vigas U .....	460
Figura 319 detalle de cimentaciones almacenamiento de vigas U. Vista en planta.....	461
Figura 320. Modelo general del patio de almacenamiento de prefabricados. ....	461
Figura 321. Dibujo almacén de vigas U-beam sobre pedestales .....	462
Figura 322. Vista alzada de gruas pórtico de 80 toneladas.....	462
Figura 323 Frente de obra Edificio 104 Cocheras .....	463
Figura 324 Sección transversal D-D' Edificio 104 Cocheras del Patio Taller .....	465
Figura 325. Sección transversal E-E' Edificio 104 Cocheras del Patio Taller .....	465
Figura 326. Sección transversal en perspectiva Edificio 104 Cocheras del Patio Taller.....	465
Figura 327. Imagen de Referencia de armado de acero de zapatas, vigas y pedestales.....	466
Figura 328. Imagen de referencia de estructura metálica armada sobre pedestales en concreto.....	467
Figura 329. Imagen de referencia de planta típica de cimentación, zapatas, vigas y contrapesos ....	467
Figura 330. Imagen de referencia de anclaje de columna metálica por medio de platinas a pernos embebidos en el concreto .....	468
Figura 331. Imagen de referencia de ensamble pernado de vigas a columnas metálicas.....	469
Figura 332 Imagen de referencia de elementos de arriostramiento para rigidizacion del sistema estructural.....	470
Figura 333 Imagen de referencia de estructura metálica principal y correas de cubierta terminadas	471
Figura 334 Instalacion de Cubierta metalica Standing Seam .....	472
Figura 335 Cerramientos metálicos livianos de fachada .....	474

Figura 336. Frente de obra Edificio Localización del Edificio 108 Y 105 Mantenimiento Mayor, Menor, Almacén General y Cuartos técnicos .....	475
Figura 337 Áreas Generales y Espacios que conforman el Ed., 108 Mantenimiento Mayor, Menor y Almacén General.....	476
Figura 338 Coordenadas ubicación predio El Corzo .....	477
Figura 339 Distribución de zonas para transformación del material.....	478
Figura 340 Ubicación de la planta de transformación RCD y su jurisdiccion .....	480
Figura 341 Trituradora de RCD portátil.....	483
Figura 342 Espacio para acopio de material seleccionado reutilizable .....	484
Figura 343 Proceso transformación de material RCD .....	485
Figura 344 Zona establecida para acopio de prefabricados.....	488
Figura 345 Estación prefabricados para producción de sardines A10 y A80 con pórtico .....	489
Figura 346 Proceso fabricación prefabricados.....	490
Figura 347 Diseño preliminar bodega de almacenamiento de suelos .....	491
Figura 348 Ubicación bodega para muestras de suelo.....	492
Figura 349 Localización puente metálico # 1 .....	493
Figura 350 Box coulvert puente metálico # 1 .....	494
Figura 351 Imagen referencia formaleta EFCO .....	500
Figura 352. Pilas unidad de ejecución 86 (achuradas en azul) Segundo Puente metálico.....	502
Figura 353 Proceso constructivo box coulvert .....	504
Figura 354 Proceso constructivo del puente metálico .....	505
Figura 355 Proceso constructivo de los puentes especiales en concreto .....	507
Figura 356 Corte Típico de pantallas preexcavadas-estaciones .....	509
Figura 357 detalle de Barretes .....	510
Figura 358 Estación 2 PLMB.....	512
Figura 359. Detalle tipo muros para tanques .....	513
Figura 360 Proceso constructivo estaciones metro .....	514
Figura 361 Estación BRT .....	515
Figura 362 Estaciones BTR existentes .....	516
Figura 363 Estaciones BTR con proyecto METRO.....	517



Figura 364 Esquema para secciones existentes para estaciones BTR.....	518
Figura 365 Secuencia de construcción estaciones BRT- Contractual AP17 .....	518
Figura 366 Secuencia de construcción estaciones BRT- propuesta ML1 .....	519
Figura 367 Consolidado trabajos estaciones BRT.....	520
Figura 368 Sección cimentación viaducto y estaciones.....	521
Figura 369 Ensamble estaciones BRT.....	522
Figura 370 Proceso construcción estaciones BTR .....	523
Figura 371 Esquemas puente peatonal El Porvenir.....	524
Figura 372 Esquemas puente peatonal Av. Primero de mayo con calle 38 sur .....	524
Figura 373 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Av. Boyacá .....	525
Figura 374 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 71D .....	525
Figura 375 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 68D .....	526
Figura 376 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo entre la carrera 52B y la carrera 52C	526
Figura 377 Esquemas Puente peatonal Av. Primero de mayo con Carrera 51 .....	527
Figura 378 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de Mayo con carrera 39.....	527
Figura 379 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de Mayo con autopista sur .....	527
Figura 380 Proceso demolición de puentes peatonales .....	530
Figura 381 Movilario a retirar .....	531
Figura 382 Proceso constructivo para la conformación de la malla vial .....	533
Figura 383 Vista general del Intercambiador Vial calle 72.....	535
Figura 384 Estructura existente en redes costado oriental, calle 72 .....	546
Figura 385 Estructura existente en redes costado occidental, calle 72.....	546
Figura 386 Fases de trabajo traslado de redes, calle 72.....	547
Figura 387 Montaje de la microtuneladora sobre el banco de empuje .....	554
Figura 388 Principio de funcionamiento de la microtuneladora .....	554
Figura 389 Características del láser.....	556
Figura 390 Verificación del equipo.....	557
Figura 391 Colocación del láser en el pozo – A.....	557
Figura 392 Colocación del láser en el pozo – B.....	558

Figura 393 Pantalla de guiado .....	559
Figura 394 Esquema microtuneleadora .....	561
Figura 395 Microtuneladora 1200 .....	562
Figura 396 Tubo seguidor .....	563
Figura 397 Esquema Estación de empuje .....	563
Figura 398 Estación intermedia.....	564
Figura 399 Corte Longitudinal sistema Ramming.....	565
Figura 400 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes.....	566
Figura 401 Esquema general de localización de pantallas.....	567
Figura 402 Vigas guía previo a la excavación .....	568
Figura 403 Excavación, instalación de refuerzos y vertimiento de concreto .....	571
Figura 404 Proceso constructivo de pantallas pre – excavados.....	572
Figura 405 Modelo para preparación de polímero .....	573
Figura 406 Diagrama, construcción muros pantalla.....	575
Figura 407 Esquema viga cabezal .....	576
Figura 408 Esquema Vigas aéreas .....	576
Figura 409 Manejo de aguas lluvias aguas durante la construcción .....	578
Figura 410 Posicionamiento de las columnas.....	580
Figura 411 Diagrama de flujo .....	583
Figura 412 Diagrama de construcción de vigas de cabezal, vigas puntal superiores, placa de área y excavaciones mecanizadas. ....	584
Figura 413 Placa y vigas de cimentación.....	585
Figura 414 Diagrama de construcción de vigas y lozas inferiores.....	585
Figura 415 Muros de Limpieza .....	586
Figura 416 Diagrama de Construcción de muros de limpieza .....	587
Figura 417 Diseño espacio público .....	589
Figura 418 Diagrama de flujo del proceso de construcción de pavimento asfáltico.....	590
Figura 419 Diagrama de construcción de pavimentos en concreto.....	591
Figura 420 Localización de Estación de Bombeo de Aguas Lluvias – Espacio público costado nororiental .....	593

Figura 421 Localización geográfica de la Estación de Bombeo (EBALL).....	593
Figura 422 Localización geográfica de la Estación de Bombeo (EBALL).....	595
Figura 423 Vista en perfil – Estación de Bombeo .....	596
Figura 424 Vista en planta – Estación de Bombeo .....	596
Figura 425 Corte A – A – Estación de Bombeo .....	597
Figura 426 Ubicación de la Jardinera donde se plantea la Estación de Bombeo Subterránea. ....	598
Figura 427 Modulación construcción muros pantalla estación de bombeo Subterránea. ....	599
Figura 428 Proceso constructivo muros pantallas estación de Bombeo Subterránea. ....	600
Figura 429 Excavación del pozo, construcción Estación de Bombeo Subterránea .....	600
Figura 430 Proceso constructivo Estación de Bombeo Subterráneo .....	601
Figura 431 Etapas de construcción intercambiador vial calle 72.....	607
Figura 432 Esquema puente vehicular existente, puentes vehiculares proyectados .....	608
Figura 433 Esquema Puente Norte.....	609
Figura 434 Esquema Puente Sur.....	610
Figura 435 Actividades para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av.68 ..	611
Figura 436 Actividades de demolición puente vehicular existente de la Av. Primero de mayo con Av.68 .....	612
Figura 437 Diagrama Excavación manual y/o mecánica.....	614
Figura 438 Diagrama Nivelación y compactación.....	615
Figura 439 Localización del Puente Av. 68, Localización aproximada tanques principales planta de lodos. ....	618
Figura 440 Localización pilas .....	619
Figura 441 Sistema de transporte de lodo polimerado desde y hacia silos de almacenamiento .....	620
Figura 442 Planta de almacenamiento y preparación de lodos poliméricos.....	621
Figura 443 Flujograma de manejo de lodos en actividades de excavación de pilotes.....	622
Figura 444 Método constructivo pilotes de cimentación .....	622
Figura 445 Diagrama Construcción de pilotes .....	623
Figura 446 Esquema de excavación dados de cimentación.....	624
Figura 447 Diagrama Construcción dados de cimentación .....	625
Figura 448 Esquema del muro de contención .....	626

Figura 449 Diagrama Construcción de muros de contención .....	627
Figura 450 Planta pila apoyo 3.....	628
Figura 451 Diagrama Construcción de pilas .....	629
Figura 452 Esquema de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos .....	630
Figura 453 Esquema de dovela inicial .....	631
Figura 454 Diagrama Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos.....	632
Figura 455 Construcción de dovelas.....	633
Figura 456 Configuración vano de dovelas viga central .....	634
Figura 457 Diagrama Construcción de dovelas .....	637
Figura 458 Diagrama Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada .....	639
Figura 459 Diagrama Construcción de losas de aproximación .....	641
Figura 460 Diagrama Instalación capa de rodadura .....	643
Figura 461 Diagrama ejecución de obras civiles menores .....	646
Figura 462 Diagrama de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos .....	648
Figura 463 Esquema diseño paisajístico avenida 1 de mayo con avenida 68 .....	651
Figura 464 Esquema diseño paisajístico avenida Primero de Mayo con avenida 68.....	652
Figura 465 Diagrama de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico.....	653
Figura 466 Diagrama de Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza .....	654
Figura 467 Montaje de andamios y cimbra .....	655
Figura 468 Diagrama de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico.....	656
Figura 469 Izaje y demolición parte A.....	657
Figura 470 Izaje y demolición parte B.....	657
Figura 471 Izaje y demolición parte C.....	658
Figura 472 Diagrama de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales .....	658
Figura 473 Demolición de base.....	659
Figura 474 Relleno y restablecimiento de estructura de andenes y vías .....	660
Figura 475 Diagrama de demolición de la base.....	660

Figura 476 Proceso constructivo para la conformación del urbanismo e implementación del paisajismo  
y espacio público..... 661

## Índice de Fotografías

Fotografía 1 Señalización de áreas.....	42
Fotografía 2 Manejo silvicultural.....	53
Fotografía 3 Manejo de cespedón.....	54
Fotografía 4 Entibado tipo cajón .....	225
Fotografía 5 Material de Relleno.....	226
Fotografía 6 Protección de tuberías existentes.....	236
Fotografía 7 Sistema Auger Boring.....	244
Fotografía 8 Piloteadoras con barrenos para pilotes pre excavados – Inserción de canasta con grúa auxiliar .....	250
Fotografía 9 Abrazadera para Izaje de pilotes .....	253
Fotografía 10 Instrumento de nivel de la piloteadora.....	253
Fotografía 11 Piloteadora para el incado de pilotes.....	254
Fotografía 12 Hincado de pilote .....	254
Fotografía 13 Sistema de barrenado para el centro del pilote.....	255
Fotografía 14 Descabece de Pilotes PHC .....	256
Fotografía 15 Soldadura en sitio entre Pilotes .....	257
Fotografía 16 Construcción de Dados. Alternativa 1 .....	258
Fotografía 17 Inicio metodología de construcción de Dados Alternativa 2.....	259
Fotografía 18 Construcción de Dados. Alternativa 2 .....	260
Fotografía 19 Armado de hierro para la construcción de Dados Alternativa 2 .....	260
Fotografía 20 Armado de hierro construcción de pila (fotos de referencia).....	263
Fotografía 21 Fundida de concreta construcción de pila (fotos de referencia).....	264
Fotografía 22 Formaleta para construcción de pila (fotos de referencia) .....	265
Fotografía 23 Construcción de pilas y vigas capitel.....	268
Fotografía 24 Instalación de vigas por medio de lanzador de vigas.....	271
Fotografía 25 Formaleta para construcción de pila (fotos de referencia) .....	271
Fotografía 26 Elevación y suspensión vigas U (fotos de referencia).....	272
Fotografía 27 Ensamble Vigas U (fotos de referencia) .....	273

Fotografía 28 Viga U (fotos de referencia).....	273
Fotografía 29 Tensado Viga U (fotos de referencia).....	274
Fotografía 30 Proceso instalación Viga U (fotos de referencia) .....	275
Fotografía 31 Esquema instalación de cimbra para viga in situ .....	278
Fotografía 32. Estado actual del patio de prefabricados.....	331
Fotografía 33. Interior del patio de prefabricados .....	332
Fotografía 34. Interior del patio de prefabricados .....	332
Fotografía 35 Construcción Cámaras de curado .....	335
Fotografía 36 Sistema de control de temperatura.....	336
Fotografía 37 Maquina cortadora de acero.....	337
Fotografía 38 Equipo principal de canasta de refuerzo .....	337
Fotografía 39 Línea transportadora de moldes.....	338
Fotografía 40 Sistema de alimentación de concreto.....	339
Fotografía 41 Sistema de pretensado .....	340
Fotografía 42 Sistema de centrifugado .....	341
Fotografía 43 Grúa pórtico .....	341
Fotografía 44 Soldadura del refuerzo espiral para la canasta .....	349
Fotografía 45 Cuellos del pilote (disco de acero).....	349
Fotografía 46 Vaciado de concreto .....	351
Fotografía 47 Armado del molde o formaleta.....	351
Fotografía 48 Proceso de tensionamiento .....	352
Fotografía 49 Proceso de centrifugado .....	353
Fotografía 50 Proceso de curado.....	354
Fotografía 51 Proceso de liberación del pretensado y retiro de la formaleta .....	354
Fotografía 52 Instalación de vigas y columnas .....	372
Fotografía 53 Instalación de cerchas .....	373
Fotografía 54 Instalación de muros.....	374
Fotografía 55 Obra civil Torre de mezcla.....	379
Fotografía 56 Construcción placas y pedestales de silos.....	381

Fotografía 57 Cimentación para tanques con diques .....	385
Fotografía 58 Zona de lavado y sedimentadores de planta de concreto.....	387
Fotografía 59 Instalación grúas pórtico .....	398
Fotografía 60 Instalación bascula .....	398
Fotografía 61 Instalación cortadora de acero .....	400
Fotografía 62 Área destinada al almacenamiento de prefabricados y otros.....	433
Fotografía 63 Adecuación de vías.....	445
Fotografía 64 Cimentación (fotos de referencia).....	496
Fotografía 65 Instalación de Parrilla (fotos de referencia) .....	497
Fotografía 66 Sistema de fundida de concreto tubos tremie. ....	498
Fotografía 67 Puentes especiales en concreto.....	506
Fotografía 68 Fresado capa asfáltica.....	532
Fotografía 69 Excavación muros de pantalla.....	569
Fotografía 70 Sistema de fundida de concreto tubos tremie. ....	570
Fotografía 71 Excavaciones del intercambiador .....	577
Fotografía 72 Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada .....	638
Fotografía 73 Fotografía 71 Señalización vial.....	644
Fotografía 74 Instalación de barreras de protección.....	645



## 1 INTRODUCCIÓN

La Empresa Metro de Bogotá (EMB) y el Concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), suscribieron el Contrato de Concesión No. 163 de 2019 para la construcción, operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB), cuya acta de inicio se firmó el 20 de octubre de 2020.

El contrato tiene por objeto “el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad con lo previsto, el Concesionario por su cuenta y riesgo, lleve a cabo todas las actividades necesarias para la financiación, estudios y diseños de detalle, ejecución de las obras de construcción, obras de la fase previa, obras de edificaciones, obras para redes a cargo del Concesionario, obras de adecuación y reparación de desvíos, obras para intersecciones especiales, la operación y el mantenimiento del proyecto, la gestión social y ambiental, la reversión parcial y la reversión de la infraestructura correspondiente a la PLMB, así como la financiación, diseño, instalación, suministro, pruebas individuales y de conjunto, certificaciones, puesta en marcha, operación, reposición, Mantenimiento y reversión del material rodante y de los sistemas Metro-Ferrovianos y la prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en Bogotá, a través de la PLMB”.

El Contrato de Concesión se divide en tres (3) etapas, las cuales a su vez se estructuran en fases, así:

Etapa Preoperativa: Dividida en las siguientes Fases:

- ▶ Fase Previa (duración estimada 810 días): Elaboración de los estudios y diseños de detalle (Obras civiles: Geotecnia y estudio de suelos, Topografía, Redes, Diseño geométrico de Infraestructuras (vías, viaducto y puentes), Vías férreas, Estructuras, arquitectura e instalaciones de las estaciones metro, Equipos electromecánicos de estaciones, Estructuras, arquitectura e instalaciones de los edificios de la Subestaciones Eléctrica, Estructuras, arquitectura e instalaciones del Patio Taller, Estructuras, arquitectura e instalaciones de las estaciones BRT, Infraestructura y equipamiento vial, Urbanismo y paisajismo, Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales). Sistemas Metro-Ferroviano (Material Rodante, Sistemas de alimentación de energía, Sistema de control y de supervisión centralizada, Sistemas de señalización y control de Trenes (CBTC), Sistema de puertas de andén o plataforma, Sistemas de telecomunicaciones, Sistema de Peaje/Control de Acceso, Equipos e instalaciones de mantenimiento del Patio Taller).
- ▶ Fase de Construcción (duración estimada 1710 días): ejecución de las Obras de Construcción, Obras de la Fase Previa, Obras de Edificaciones, Obras para Redes a Cargo del Concesionario, Obras de Adecuación y Reparación de Desvíos, Obras para Intersecciones Especiales.
- ▶ Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha (duración estimada: 180 días): instalar, probar y obtener la certificación, en los tiempos y condiciones indicadas en el Contrato, los Sistemas Metro-Ferrovianos y demás elementos relacionados indicados en

los Apéndices Técnicos, junto con toda su documentación de diseños, construcción, fabricación, pruebas, certificaciones y manuales de operación y mantenimiento. Así como, probar, obtener la certificación y poner en funcionamiento en los tiempos y condiciones indicadas en los Apéndices Técnicos 7 y 9, el Material Rodante necesario para la prestación del servicio de transporte público urbano de pasajeros al que está destinada la PLMB, junto con toda su documentación de diseños, construcción, fabricación, pruebas, certificaciones y manuales de operación y mantenimiento. De igual manera instalar, probar, poner en funcionamiento, operar y mantener, en las condiciones indicadas en el Apéndice Técnico 8, los validadores y las barreras físicas necesarias para el control de acceso de los usuarios de la PLMB, así como las instalaciones, ductos y espacios previstos por dicho Apéndice Técnico 8 para los equipos e instalaciones del tercero encargado del recaudo de tarifas de la PLMB.

- ▶ Etapa de Operación y Mantenimiento: Inicia con la suscripción del Acta de terminación de la Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha y se extiende hasta la fecha de terminación de la etapa de Operación y Mantenimiento. Constituye la prestación del servicio público de transporte metro-ferroviario urbano masivo en Bogotá, a través de la PLMB y mantener la continuidad de la Operación. Adelantar las demás actividades que sean requeridas para garantizar que el Material Rodante, el software y el hardware, los equipos de comunicaciones y los Sistemas Metro-Ferroviarios, cumplan en todo momento con las características que para cada uno de estos activos se exigen en el Apéndice Técnico 10.
- ▶ Etapa de Reversión: Inicia con la conclusión de la etapa de Operación y Mantenimiento y concluye con la suscripción del Acta de Reversión. El Concesionario actualizará el Inventario de Activos de la Concesión que incluirá todas las obras, bienes inmuebles por adhesión y destinación, los Sistemas Metro-Ferroviarios, el Material Rodante y en general todos aquellos bienes que (1) hayan sido adquiridos por el Concesionario y se encuentren destinados a las actividades de Operación. entrega de los activos relacionados con la propiedad, planta y equipo de acuerdo con el procedimiento contable para el reconocimiento y revelación de hechos relacionados con las propiedades, planta y equipo, contemplado en el Régimen de Contabilidad Pública y en la doctrina contable pública. Así como continuar con las labores de Operación y Mantenimiento, y cumplir con los indicadores de operación y mantenimiento.

En cuanto a la Gestión Ambiental y Social del Contrato de Concesión y sus respectivas fases, el Apéndice Técnico 15, Gestión Ambiental y Seguridad y Salud en el trabajo, y teniendo en cuenta la fecha de inicio de las actividades constructivas, así como el avance de estas, la actualización del EIAS se plantea teniendo en cuenta todas las actividades de la fase de construcción según el Plan de Ejecución V11 aprobado y vigente para la Fase de Construcción; posteriormente se realizarán las actualizaciones en la medida en que el avance del proyecto lo requiera, de acuerdo al Capítulo tres (3) Numeral 3.2; “Obligaciones Específicas durante la Fase de Construcción: Literal (a) *El Concesionario deberá implementar el Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales*

*y el Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB para las Entidades Multilaterales, que hacen parte del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales, que haya obtenido la No Objeción Ambiental y Social, descrito en la Sección 3.1 (b)”.*

Así las cosas, el pasado 25 de Julio del 2023 la Alcaldía Mayor de Bogotá, junto al gerente de la Empresa Metro de Bogotá (EMB), y el representante legal de Metro Línea 1, firmaron el acta que dio inicio a la fase de construcción del viaducto de la primera línea del Metro de Bogotá.

La actualización del EIAS para la fase de construcción, se realizó teniendo en cuenta lo definido en el Anexo 1 del Apéndice Técnico 15 y el cumplimiento ambiental, social y SST legal vigente, así como las salvaguardas ambientales, sociales y SST definidas por la Banca Multilateral del Banco Mundial, Banco Europeo de Inversiones y Banco Interamericano de Desarrollo.

Para realizar la primera versión de la actualización del EIAS, el Concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), suscribió Contrato de Consultoría METRO1-CS-E-210421, con el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, el 21 de abril de 2021, y posterior a su validación, no objeción y emisión de la V00, se realizan las siguientes actualizaciones por parte del equipo interno del Concesionario.

Teniendo en cuenta las actividades a realizar durante la fase de construcción (del contrato de Concesión), el Concesionario Metro Línea 1, en atención a lo establecido en el literal (b) del numeral 3.2 del Apéndice Técnico 15 realiza en la presente actualización la respectiva armonización de los Planes de Manejo Ambiental y Social – PMAS para los frentes de trabajo de la Calle 72, Patio Taller, Av. 68 y traslado de redes, junto con la inclusión de las nuevas actividades presentadas en la Fase de Construcción.

Estos Instrumentos Ambientales y sociales, que hacen parte integral de la Gestión Ambiental y social del proyecto, serán integrados al PMAS del EIAS de la PLMB, teniendo en cuenta que comprenden actividades cuyo cronograma finaliza durante la fase de construcción.

Las actividades constructivas del Patio Taller están incluidas en el EIAS y el PMAS de la PLMB, las cuales corresponden a la construcción de edificaciones e infraestructura definitiva (edificios, taller, redes, entre otras), propias del funcionamiento del proyecto, así como la instalación de equipos previstos para la operación del patio de prefabricados y el almacenamiento de los pilotes PHC y Vigas U.

Es importante indicar que la estructura del presente EIAS contempla un Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS para la construcción del viaducto de la Primera Línea del Metro de Bogotá – PLMB (documento con código L1T1-CON-AMB-PN-0017), el cual inicialmente consideró las actividades constructivas, previstas para el primer año de la fase de construcción del proyecto de la PLMB y que se actualiza en la presente versión en relación con el Plan de Ejecución Versión 11, teniendo en cuenta que podrán surtir actualizaciones, conforme se realicen ajustes y se incluyan o modifiquen las especificaciones y procesos constructivos a implementar, asimismo los permisos y licencias objeto de solicitud o modificación.

La actualización del EIAS para la fase de construcción, se fundamentó en el Estudio de Impacto Ambiental y Social -EIAS- elaborado en el 2018 por el CONSORCIO METROBOG 2017 en la etapa de

estructuración de la PLMB, mismo que se actualizó considerando los diseños de detalle de la PLMB y las condiciones actuales del territorio donde tiene influencia. Para ello, se recopiló información primaria en campo a través de estudios especializados en los tres medios que constituyen la línea base del estudio, como son: medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico, cuyo resultado permitió identificar, analizar y evaluar los impactos potenciales que pueden tener ocurrencia con ocasión de la construcción de la PLMB; consecuentemente se formularon las medidas de manejo para prevenir, controlar, mitigar, corregir y/o compensar los impactos identificados en los tres componentes las cuales quedaron plasmadas en el Plan de Manejo Ambiental y Social, que complementa el estudio.

En la Tabla 1, se presenta los capítulos del EIAS de la etapa de estructuración, indicando los principales cambios implementados en la presente actualización.

Tabla 1 - Cambios implementados en la actualización del EIAS

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
1. Resumen Ejecutivo	Se actualiza teniendo en cuenta los ajustes realizados a los diferentes capítulos.
2. Introducción	Se actualiza teniendo en cuenta lo solicitado en el ATS 15 y las particularidades del contrato de concesión.
3. Descripción del Proyecto	Actualizado teniendo en cuenta las particularidades del diseño detalle y procesos establecidos para la construcción.
4. Marco Legal e Institucional	Se actualiza teniendo en cuenta la normatividad vigente del componente ambiental, social y SST.
5. Línea base	
5.1 Área de influencia	Se actualiza la definición del área de influencia, a partir de la concepción de trascendencia espacial de los impactos generados a causa del proyecto en cada uno de los medios y sus componentes, en el marco de la delimitación de áreas de influencia directa e indirecta, tal como se realizó en el EIAS objeto de actualización. Se especifican los insumos de la delimitación de las áreas de influencia preliminares y definitivas, en el contexto de un ejercicio iterativo.  En esta actualización se enfatiza en la definición del área de influencia a partir de los impactos generados en la fase la construcción del viaducto (este no incluye operación).
5.2 Zonificación Ambiental	Se actualiza la zonificación ambiental, partiendo del conocimiento actual obtenido de la caracterización de los elementos constitutivos del ambiente (Línea base abiótica, biótica y socioeconómica).  La zonificación ambiental se sustentó en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del MADS y ANLA, (2018), con relación al EIAS anterior, este se basó en la Metodología anterior (2014); sin embargo, las variables temáticas zonificadas son similares en los dos estudios, debido a que los elementos constitutivos del ambiente no han variado significativamente en el contexto urbano donde se desarrolla el proyecto. En general, se zonificó las ahora

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	denominadas áreas de la estructura ecológica principal como el sistema de áreas protegidas del Distrito Capital, parques, sistema hídrico y conectores ecosistémicos. También se zonificaron las coberturas de la tierra, uso del suelo, fuentes de contaminación ambiental, aspectos de tipo legal considerando la normatividad ambiental y lo establecido en el POT, las amenazas y la zonificación de tipo social.
5.2.1 Medio Abiótico	
5.2.1.1 Componente geosférico	<p>En el marco de la actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la Primera Línea del Metro de Bogotá se realizó una caracterización del componente geosférico, la cual consistió principalmente en una actualización de la cartografía geológica y geomorfológica del área de influencia y zonas aledañas al trazado de la PLMB, observaciones de campo, información obtenida en las perforaciones mecánicas e investigación del subsuelo y el análisis de imágenes satelitales recientes que permitieron definir geoformas del terreno que han cambiado desde el EIA inicial. Así mismo, se introdujeron dentro de esta caracterización los resultados de los usos, capacidades y conflicto de suelos que fueron emitidos mediante el decreto 555 de 2021, información empleada para realizar el análisis de las condiciones actuales del uso de suelo y cómo se verían afectadas o alteradas una vez se comience el proyecto.</p> <p>Por último, se realizó una actualización de las amenazas naturales (movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, amenaza sísmológica) a las cuales se encuentra expuesto el proyecto utilizando como referencia los resultados expuestos en el decreto 555 de 2021 y el Servicio Geológico Colombiano, dónde se obtuvieron las condiciones del trazado en el marco de cada uno de estos fenómenos amenazantes. Todo lo anterior, permitió definir los impactos potenciales que podría tener la construcción y puesta en marcha del proyecto en el medio geosférico que fueron evaluados posteriormente.</p>
5.2.1.2 Componente hidrosférico	<p><b>Calidad de Agua Superficial:</b></p> <p>Los monitoreos de calidad de agua superficial realizados en el EIAS elaborado por el Consorcio Metro BOG fueron ejecutados en agosto de 2017 en época seca de acuerdo el informe de resultados presentado por el laboratorio K2. Para la actualización del EIAS, El Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1 realizó dos monitoreos, uno de ellos que fue ejecutado en época lluvia (noviembre de 2021) y el segundo fue ejecutado en época seca (septiembre de 2022), una vez se analizan los resultados de cada una de las campañas, se comparan con el Decreto 1076 2015 se evidencia un comportamiento físico químico es similar en los monitoreos realizados en época seca. Con respecto a la época lluvia se evidenció que la calidad del agua incumple en 5 principales parámetros (pH, Oxígeno Disuelto, Tensoactivos Coliforme termo tolerantes y totales). Por otra parte, se analiza el índice de Langelier y la capacidad de buffer, los cuales no se analizaron en el EIAS 2018 y con estos identificamos corrosividad del agua de cada uno de los cuerpos y el equilibrio iónico del agua.</p> <p><b>Calidad de agua Subterránea:</b></p> <p>Con respecto a este componente, se realizó la actualización de puntos de agua subterránea el cual se basó en los archivos de la SDA y además de estos se realiza la adición de los piezómetros existentes de las estaciones de servicio y de los piezómetros instalados por el Concesionario ML1, con</p>

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	<p>el fin de establecer el nivel freático y dirección flujo, lo que permitiría identificar los acuíferos someros y aquello que tienen una mayor profundidad. Así mismo, a través de la metodología geofísica se logró establecer el grosor de la formación Chía y el techo de la formación sabana en el sector de patio taller. Con la actualización de geología se logró actualizar unidades hidrogeológicas siendo consistente con la Asociación Internacional de geología y su potencial hidrológico. En cuanto a la caracterización Hidrogeoquímica se logró analizar la composición del agua subterránea y la correlación que existe con agua del río Bogotá y el Canal Cundinamarca, así como en la zona Gibraltar donde se identifica la presencia de cloruros y sulfatos.</p> <p><b>Calidad de aire:</b></p> <p>El monitoreo de calidad de aire fue realizado en el EIAS realizado por el Consorcio Metro BOG en agosto de 2017, en 18 puntos a lo largo del corredor, estaciones que se encuentran cerca de las avenidas principales del trazado del viaducto, una vez revisado este estudio, el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1 realiza un análisis más detallado en el que se tiene en cuenta el comportamiento de las variables meteorológicas, macro localización y micro localización, para lo cual se instalaron 30 estaciones de Calidad de Aire a lo largo del corredor de la PLMB. Con los resultados obtenidos se determinó el índice de calidad de aire para cada contaminante, estableciendo como se encuentra este a lo largo del proyecto. Finalmente se realiza la actualización de las modelaciones para los escenarios de línea base y etapa de construcción de acuerdo con la dinámica de las obras de construcción del viaducto.</p> <p><b>Ruido Ambiental</b></p> <p>El monitoreo de ruido ambiental de agosto de 2017 fue ejecutado en 18 puntos a lo largo del trazado, para la actualización se tiene como referencia estos puntos y se instalan 11 puntos más, los cuales se ubicaron en zonas donde se encuentran receptores sensibles (Centros de Salud, centros educativos, iglesias, entre otros) tal como se establece en la Resolución 0627 de 2006 y los cuales se encuentran en el área de influencia directa del proyecto.</p> <p>Además, por otra parte, se realizó la medición de ruido Frente a la ventana ubicada inmediatamente por encima del punto más alto del viaducto, para los edificios cuya altura de fachada supere la altura máxima del viaducto y Frente a la ventana ubicada inmediatamente por debajo del punto más alto del viaducto, para los edificios cuya altura de fachada es inferior a la altura máxima del viaducto.</p> <p>Finalmente se realiza la actualización de la modelación de acuerdo con la actualización de las actividades de obra y a la línea base.</p> <p><b>Vibraciones</b></p> <p>Se actualiza los monitoreos de vibraciones, para lo cual se incluyen 11 puntos más de los que tenían en el EIAS 2018 teniendo un total de 29 puntos, para este estudio se realizaron las mediciones entre 4 y 8 puntos en los alrededores de cada uno de estos 29 puntos. Además, se realiza la actualización de las modelaciones para la línea base y etapa de construcción.</p>
5.3 Caracterización Biótica	



Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
5.3.1 Estructura Ecológica Principal - EEP	Se actualiza el análisis realizado de la estructura ecológica principal - EEP teniendo en cuenta el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá”
5.3.2 Vegetación	Se realizó como parte de la actualización del EIAS, un análisis de información secundaria, con relación a la flora terrestre, epífita vascular y no vascular obtenida en campo para la caracterización de los Planes de Manejo Ambiental de Patio Taller y del Traslado de Redes y actividades constructivas del viaducto
5.3.3 Fauna	Se realizó como parte de la actualización del EIAS, un análisis de información secundaria y compilación de la información primaria obtenida en campo para la caracterización de los Planes de Manejo Ambiental de Patio Taller, Calle 72, Patio de Prefabricados y del Traslado de Redes y actividades constructivas del viaducto.
5.3 Demanda, Uso, Aprovechamiento Y/O Afectación De Los Recursos NATURALES	Para el capítulo de demanda se incluyeron todos los recursos que se consideran serán gastados a lo largo del proyecto, teniendo en cuenta que se actualizaron las cantidades de materiales, material de RCD y maquinaria con diseños en un grado alto de diseño, también se calculó el agua doméstica y no doméstica que sería gastada basado en el personal que trabajará en el proyecto, también se actualizaron los residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos y las emisiones atmosféricas que se estima serán emitidas, se tiene una mayor claridad de las ocupaciones de cauce que se tendrán y por último del agua que deberá recolectarse y darle manejo durante el desarrollo del proyecto.
6. Análisis de Alternativas	Para la actualización del EIAS, se toma la información de las alternativas evaluadas en la etapa de estructuración del proyecto de la PLMB en el EIAS para este capítulo.
7. Impactos y Riesgos	
7.1 Evaluación de Impactos Ambientales y Sociales	<p>El EIAS actualizó la evaluación ambiental del EIAS anterior, con base en la metodología Conesa Fernández, 2010, a partir de la evaluación cuantitativa y cualitativa de los escenarios sin proyecto (visión actual de la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico) y escenario con proyecto (etapa de construcción, teniendo en cuenta las actividades previstas), con cuyos resultados, se realizó una jerarquización de los impactos lo que permitió obtener la evaluación de los impactos.</p> <p>Complementariamente, se identificaron los proyectos que tienen interferencia espacial con las obras durante la etapa de construcción y a partir de estas se analizaron los impactos acumulativos en los componentes Ambiental y Social Valorados, VEC.</p>
7.2 Riesgos Ambientales y Sociales	Se analizan los riesgos ambientales y sociales presentados en el EIAS anterior, realizando la identificación de los riesgos, la valoración de la probabilidad de ocurrencia de estos. Asimismo, se identificaron los riesgos asociados al cambio climático y a la seguridad y salud en el trabajo.
7.3 Zonificación De Manejo Ambiental	La zonificación de manejo fue actualizada desde el contexto de los impactos y la categorización de éstos en áreas de exclusión, áreas de

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	intervención con restricciones mayores, medias y menores y, áreas de intervención.
8. Gestión Ambiental y Social	
8.1 Sistema de Gestión Ambiental, Social y de Seguridad Salud y Trabajo	
8.2 Plan De Manejo Ambiental y Social - PMAS	El capítulo 8.2 (Plan de Manejo Ambiental y Social) del documento de actualización del EIAS, contiene los impactos identificados los cuales fueron revisados y evaluados con proyecto a partir de la información actualizada de las actividades constructivas, cuyo resultado fue la generación de las medidas de manejo tendientes a manejar, mitigar, compensar o evitar los impactos generados con ocasión de las actividades en cada tramo y frente de obra.
8.3 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	Se realizó teniendo en cuenta nueva legislación Resolución 0312 de 2019 la cual establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de SST y Resolución 4271 de 2021 Actualización de Legislación de Trabajo seguro en alturas; Se plantea el funcionamiento del Sistema de Gestión a través de un método definido por etapas cuyos principios se basan en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar); Se modifica la estructura del documento y de los anexos. Se crearon programas, procedimientos, instructivos y formatos del SG-SST.
8.4 Plan De Gestión Del Riesgo	Se actualizó teniendo en cuenta el Decreto 1478 de 2021 La actualización del componente programático del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD), instrumento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), que orienta las acciones del Estado y de la sociedad civil, para la ejecución de los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres, en el marco de la planificación del desarrollo nacional, así como la evaluación bajo la norma ISO 31.000, Se crea el Plan de ayuda mutua y Plan de atención de Post desastres.
9. Medio Socioeconómico	<p>Con respecto a la caracterización del medio socioeconómico, se actualizó para cada una de las dimensiones tomando información de fuentes secundarias como el DANE, EMP-2021 y otras entidades oficiales desde el año 2019 hasta el año 2022. En algunos apartes se referencia información del año 2012 por ser la más reciente encontrada en las fuentes oficiales consultadas. No obstante, se privilegia la información suministrada por las fuentes primarias obtenidas en territorio, en donde marca una diferenciación importante la situación social generada por la pandemia COVID 19.</p> <p>En materia socioeconómica la actualización comprendió 5 años, desde el estudio anterior (2017) hasta la fecha de elaboración actual (2022).</p>
9.1 Metodología para el desarrollo de la caracterización	La actualización de la caracterización del medio socioeconómico se fundamenta en la consulta de fuentes secundarias oficiales como son las encuestas del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, las cuales reportan información a nivel distrital y de las Unidades de Planeamiento Zonal y en algunos casos, de los barrios. Así mismo, la información proveniente de los Observatorios de las Secretarías Distritales aportó datos recientes en temas específicos como movilidad, población, ocupación del suelo y del sector salud, entre otros.



Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	<p>Se cotejó esta información con la obtenida de fuentes primarias, mediante encuentros con las organizaciones sociales de los barrios localizados en el área de influencia directa, para obtener la caracterización a partir de las dimensiones: demográfica, espacial, político-organizativa, cultural y económica.</p>
9.2 Áreas de influencia social	<p>En el presente documento la definición del área de influencia se actualiza a partir de la revisión de las áreas que potencialmente recibirán los impactos del proyecto en la fase de construcción, en tal sentido, se definieron las unidades barriales como el área de mayor afectación en relación con las dimensiones antes citadas. Así se describe la dimensión socioeconómica desde las localidades, las Unidades de Planeamiento Zonal UPZ's y los barrios catastrales, entre otras razones porque a este nivel se encuentra la información estadística de la ciudad, misma que fue cotejada con la información primaria obtenida de fuentes directas ya mencionadas en el aparte de metodología de este documento.</p> <p>El objetivo de la caracterización fue ubicar e identificar los diferentes aspectos físico ambientales y socio económicos que, dentro del territorio de forma directa o indirecta, se vean modificados con ocasión de la construcción de la PLMB y dimensionar el horizonte sobre el cual deben diseñar las medidas de manejo que, a partir de los postulados de las Salvaguardas de la Banca Multilateral, permitan anticipar, mitigar, compensar, evitar y/o atender los impactos que se identifiquen sobre el medio socioeconómico.</p>
9.3 Caracterización del medio socioeconómico	<p>De acuerdo con la metodología antes descrita, se actualizó la caracterización del área de influencia directa, discriminada por los tramos que constituyen el viaducto. Se abordan las dimensiones de análisis propuestas en relación con las condiciones demográficas, espaciales, culturales, político organizativas y económicas, a partir de la conjunción de información cualitativa con datos cuantitativos que permitieron obtener la caracterización integral del territorio.</p> <p>Se resaltan aspectos fundamentales en el proceso de actualización para las dos áreas de influencia: Una, que tiene que ver con el enfoque diferencial, el cual tiene en cuenta la diversidad poblacional y dentro de ello, la población LGTBIQ+, población con discapacidad, población migrante y población víctima del conflicto armado. En segundo lugar, la incorporación de las políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral. En tercer lugar, el proceso de participación social, el cual inició con las entrevistas semiestructuradas a líderes sociales de los 6 tramos.</p> <p>Igualmente, el desarrollo de los 8 encuentros de participación social (Primer Momento - AT15) que convocó a la comunidad en general y los actores sociales interesados de los 6 tramos del viaducto. Estos encuentros permitieron fortalecer la mirada Inter dimensional sobre la caracterización territorial y poblacional, además de recibir todas las inquietudes de las comunidades y posibilitar la reflexión en torno a los impactos de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico en la construcción de la PLMB.</p> <p>Todos los aportes de la comunidad del AID fueron incorporados tanto en la caracterización como en el capítulo de evaluación de Impactos y Riesgos.</p> <p>En cuanto a la información primaria obtenida de los establecimientos comerciales, en 2017 se llevó a cabo un Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal basado en un universo de estudio de 4.327</p>

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	<p>establecimientos con lo cual se obtuvo una muestra de 66 establecimientos a lo largo del trazado e información de localización, aglomeraciones y distribución en las 23 actividades económicas asociadas. En el EIAS de 2022 se conformó una muestra de 452 establecimientos derivada de un universo de estudio de 6.447 establecimientos (información obtenida de Secretaría de Desarrollo Económico) con la cual se contaron con datos económicos para el total y por tramos en diferentes categorías de análisis como actividad económica, tipo de propiedad del establecimiento, tipo de empresa, aglomeraciones, flujo laboral, afianzamiento en el sector, actividad de cargue y descargue de mercancías, mercado laboral, entre otros.</p>
<p>9.4 Zonificación del medio socioeconómico</p>	<p>La zonificación ambiental y social se sustentó en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS y ANLA, 2018), en la Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental (Delgado, 2012), y en las consideraciones contractuales establecidas en el Apéndice Técnico AT 15 (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS).</p> <p>Con base en la metodología aplicada para la zonificación socioeconómica, se analizan los criterios respecto a los grados de sensibilidad y en ese sentido, se hizo una interpretación, sectorización e integración espacial de las diferentes variables socioeconómicas, las cuales tuvieron un peso específico en cuanto al grado de sensibilidad y vulnerabilidad respecto al desarrollo del proyecto.</p> <p>Se consideraron elementos, obras y proyectos que presentan alguna incompatibilidad con el proyecto o que por su función o utilidad son importantes para la comunidad. Es el caso de los conglomerados comerciales, clúster de salud (tramos 2,3 y 4) las zonas de alta incidencia residencial (tramos 1 y 2) y la sensibilidad cultural (tramos 5 y 6),</p>
<p>9.5 Impactos y riesgos</p>	<p>En el estudio EIAS INGETEC (2019) como resultado de la evaluación social se obtuvieron como principales impactos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado de población</li> <li>• Afectación al patrimonio</li> <li>• Cambio en la dinámica del comercio formal</li> <li>• La dinámica del comercio informal que se desarrollará en espacio público</li> <li>• Afectación a la movilidad peatonal y vehicular</li> <li>• Afectación a la infraestructura y daños a terceros</li> <li>• Modificación del personal de la Av. Caracas desde Calle 8 hasta Calle 76 modificará la manera en que la población se moviliza.</li> </ul> <p>Estos impactos fueron también contemplados en la actualización del EIAS 2022 así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El traslado de población no fue tenido en cuenta en el entendido que ya se surtió la compra de predios, sin embargo, se tuvo en cuenta el impacto de Cambios en la ocupación de predios y en el</li> </ul>

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
	<p>uso del suelo en la actualización.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración al patrimonio cultural y arqueológico de la nación</li> <li>• Cambios en el empleo de las actividades comerciales</li> <li>• Cambios en la dinámica de la economía informal</li> <li>• Afectación en la movilidad vehicular y peatonal</li> <li>• Afectación a la infraestructura residencial, social comunitaria</li> <li>• Aumento de los tiempos de desplazamiento asociados a los cambios de acceso al sistema Transmilenio este impacto abarca el trazado sobre la Caracas por la reestructuración de las estaciones BRT</li> </ul> <p>Ahora bien, así como en el estudio EIAS INGETEC (2019) no registra impactos con calificación de crítico, tampoco en la actualización del EIAS.</p> <p>La identificación y evaluación de los impactos del medio socioeconómico se desarrolló bajo los parámetros establecidos en los términos de referencia del Apéndice Técnico 15 (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales) (EIAS).</p> <p>La metodología desarrollada para llevar a cabo la identificación, análisis y evaluación de los impactos y riesgos del medio socioeconómico tuvo en cuenta dos (2) escenarios de referencia: Uno, los términos de referencia consignados en el AT 15, Anexo 1 y dos, la metodología de Conesa Fernández 2010, adaptada a lo social. De igual manera, se tuvieron en cuenta dos (2) contextos: Uno, la actualización de la caracterización del medio socioeconómico (diagnóstico) y dos, los resultados del primer momento del ejercicio de participación social con las partes interesadas del AID con relación a la identificación de los impactos, riesgos y medidas de manejo.</p> <p>El EIAS (2019) para el desarrollo e identificación de impactos y riesgos ambientales y sociales acumulativos, tomó como referencia la Guía de Buenas Prácticas de la IFC, la cual propone una Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos-EGIA, como una herramienta preliminar para los promotores/operadores de proyectos emergentes.</p>
9.7 Programas del plan de manejo	<p>Los programas (17) del Plan de Manejo para el EIAS (2022) son estructurados tomando como referencia el Anexo 1 Apéndice Técnico 15, para la etapa preoperativa fase de construcción primer año, en directa relación con los 16 impactos identificados y especificando actividades e indicadores.</p> <p>Para el EIAS INGETEC (2019), el plan de manejo cuenta con una estructura en: metas, actividades e indicadores, acorde con los impactos identificadas para las tres fases y que desarrolla 12 programas.</p>
9.8 Plan de seguimiento y monitoreo	<p>El Plan de seguimiento y monitoreo difiere del planteado en el EIAS INGETEC (2019), en tanto que los indicadores son determinados por variables más detalladas acorde con el planteamiento de las actividades y mencionadas para los 17 programas en la Etapa preoperativa, fase de construcción</p>

Capítulo del EIAS[1]	Análisis realizados en la Actualización EIAS
10. Participación	<p>Se llevó a cabo el primer momento de la participación social con base en los parámetros del AT 15 para la etapa preoperativa - fase previa encontrándose: a) con relación a las inquietudes de las partes interesadas, se mantienen las preocupaciones que se reportaron en el EIAS INGETEC (2019) relacionadas con los temas de seguridad (incremento de la inseguridad bajo el viaducto y en los predios demolidos), impactos ambientales por ruido, contaminación atmosférica.</p> <p>Emergen en los encuentros del 2022, las inquietudes de orden técnico (aspectos estructurales, administrativos y constructivos), le siguen los ambientales (preocupación por el arbolado, manejo de residuos tanto de construcción y demolición, como domiciliarios) las de movilidad (Inclusión y PMT), las de orden económico y cultural (preocupación por los BIC en tramos 4, 5 y 6), surge con fuerza también, la identificación del fenómeno de la Gentrificación (tramos 4, 5 y 6).</p> <p>Así mismo, en los encuentros se abordó la identificación y análisis de impactos, desde la perspectiva de los ciudadanos, lo cual permitió cotejar esta percepción con la evaluación técnica de los estudios realizados y ajustarlos en función de las medidas de manejo a adoptar mediante el Plan de Manejo social.</p> <p>A partir de este ejercicio con las comunidades se actualizó el mapeo de actores sociales y partes interesadas.</p>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S

Por último, es importante precisar, que dado que la presente actualización del EIAS solo considera la fase de construcción (etapa preoperativa), deja por fuera del alcance de este las etapas de operación y mantenimiento y la etapa de pruebas, certificaciones y puesta en marcha, debido a que a la fecha no se cuenta con información técnica y operativa que permita describir las actividades a realizar, evaluar los impactos que las mismas pueden generar sobre los recursos del medio y formular las medidas de manejo correspondientes para: prevenirlos, controlarlos, mitigarlos, corregirlos y compensarlos. El Concesionario ML1, realizará la actualización del EIAS y del PMAS de EIAS, involucrando estas etapas, documentos que serán presentados considerando lo establecido en el Apéndice Técnico 15, Capítulo 4, Obligaciones del Concesionario durante la Etapa de Operación y Mantenimiento, Literal (b) *“El Concesionario deberá realizar actualizaciones, ajustes o complementaciones al Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales y/o al Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB para las Entidades Multilaterales que cuentan con la No Objeción Ambiental y Social de conformidad con las obligaciones propias de la Etapa de Operación y Mantenimiento, especialmente las contenidas en los Apéndices Técnicos 10 y 11...”*, con el fin de que sean No Objetados.

En este documento se presenta el Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS del EIAS para las actividades contempladas en el actual plan de ejecución para las actividades constructivas según el Plan de Ejecución No 11 L1T1-0000-000-CON-ED-GEN-PN-0009 construcción del viaducto de la PLMB y contiene el detalle de la Gestión Ambiental, SST y Social, a considerar durante la construcción del proyecto. Para su elaboración, se tuvo en cuenta, las obras previstas en la fase de construcción del proyecto (Capítulo 3 del presente PMAS) y los diferentes aspectos analizados y evaluados en la

Actualización del EIAS de la PLMB documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_01, así como los programas formulados, en el EIAS de la etapa de estructuración del proyecto de la PLMB.

A continuación, se describen las versiones elaboradas, las revisiones, así como los momentos de integración de las diversas temáticas con la Banca Multilateral, EMB e Interventoría:

Versión VA0: 17 de marzo de 2022. Antes de esta versión, se emitieron comentarios a capítulos previos por parte del Concesionario ML1.

Versión VBB: 02 de diciembre de 2022. Se radica esta versión con la atención de las observaciones realizadas por el Consorcio Supervisor PLMB mediante comunicado mediante comunicaciones L1T1-INT-CE-22-3340 y L1T1-INT-CE-22-3605

Versión VCC: 30 de enero de 2023, se radica esta versión para revisión y comentarios del cliente e Interventoría - Incluye comentarios realizados por la Banca multilateral y la EMB, mediante comunicados con Radicados EXTS2290007184 y EXTS23-0000291 y mediante correo electrónico del 23 de enero de 2023.

Versión V00 – 30 de marzo de 2023, se radica esta versión con la Revisión no objetada - Emitido para Implementación - Incluye comentarios / Modificado donde se indica el control de cambios conforme comentarios realizados por la Banca multilateral, la EMB y la Interventoría, mediante comunicado con Radicado EXT23-0003963 y EIAS - EXTS23-0001544.

Versión VB1 del 30 de septiembre de 2023, - Incluye actualización de la codificación de documentos dado el reajuste del Sistema Integrado de Gestión, integración de las actividades para la fase constructiva.

Versión VC1 del 30 de octubre de 2023, - Modificado de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4507.

Versión VD1 del 22 de diciembre de 2023, - Modificado de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4678.

Versión VE1 del 24 de abril de 2024, - Modificado de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación EXTS24-0001294.

## 2 ALCANCE DEL PMAS

El presente Plan de Manejo Ambiental y Social – PMAS del EIAS, aplica para la construcción de las obras de la Primera Línea del Metro de Bogotá y hace parte integral de la Actualización del EIAS de la PLMB, dado que detalla la Gestión Ambiental, SST y Social a considerar durante esta fase del proyecto, teniendo en cuenta el plan de ejecución vigente, estas actividades se describen de manera detallada en el capítulo 3 del presente documento.

Por otra parte, dado que el PMAS del EIAS, hace parte integral de la actualización del EIAS, en los tomos que contienen esta actualización, para la construcción de las obras de la PLMB (documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001), se presentan aspectos importantes para la formulación de los programas de Gestión Ambiental, SST y Social, como los son: la definición del área de influencia (Ver tomo 2 del EIAS Capítulo 5.1), caracterización de los medios: abiótico y biótico (ver Tomo 2 EIAS Capítulos 5.2 y 5.3) y la evaluación de impactos ambientales (ver tomo 3 del EIAS capítulo 7) y la línea base social (Ver Tomo 4 del EIAS); los cuales permiten entender las medidas de manejo propuestas en el presente PMAS (documento L1T1-CON-AMB-PN-0017), para los diferentes componentes de los medios.

El PMAS unificado para el EIAS aplica para los frentes de trabajo del Patio Taller, Avenida 68, Calle 72, la actividad de traslado de redes, y a lo largo del corredor del viaducto de la PLMB, el cual tiene una longitud de 23.9 kilómetros y se encuentra dividido en 6 tramos (Ver Tabla 22), los cuales pasan por las siguientes nueve (9) localidades: Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Antonio Nariño, Santa Fe, Teusaquillo, Barrios Unidos y Chapinero.

Desde la Figura 1 a la Figura 7 se observan la localización del proyecto, indicando los tramos en los que se divide.

Tabla 2 – Información general por tramos

Tramo	Abcisado		Direcciones		Longitud (m)
	Desde	Hasta	Desde	Hasta	
<b>Patio Taller</b>	-	km 0+000	Predio el Corzo - Localidad de Bosa		
<b>Tramo 1</b>	km 0+000	km 4+050	Patio Taller	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis	3.750
<b>Tramo 2</b>	km 4+050	km 8+025	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis	Avenida primera da mayo con carrera 71 f	4.050
<b>Tramo 3</b>	km 8+025	km 12+416	Avenida primera da mayo con carrera 71 f	Avenida NQS – calle 8 sur	4.050
<b>Tramo 4</b>	km 12+416	km 16+410	Avenida NQS – calle 8 sur	Avenida Caracas con calle 13	4.200
<b>Tramo 5</b>	km 16+410	km 19+900	Avenida Caracas con calle 13	Avenida Caracas con calle 45	3.850
<b>Tramo 6</b>	km 19+900	km 23+864	Avenida Caracas con calle 45	Autopista Norte con calle 80	3.950

Fuente: Metro Línea 1, 2023



El presente PMAS del EIAS incluye todas las actividades constructivas, este se actualizará en caso de que se presente modificaciones o se tenga que ajustar; lo anterior, considerando la dinámica misma de la construcción y el plan de ejecución previsto.

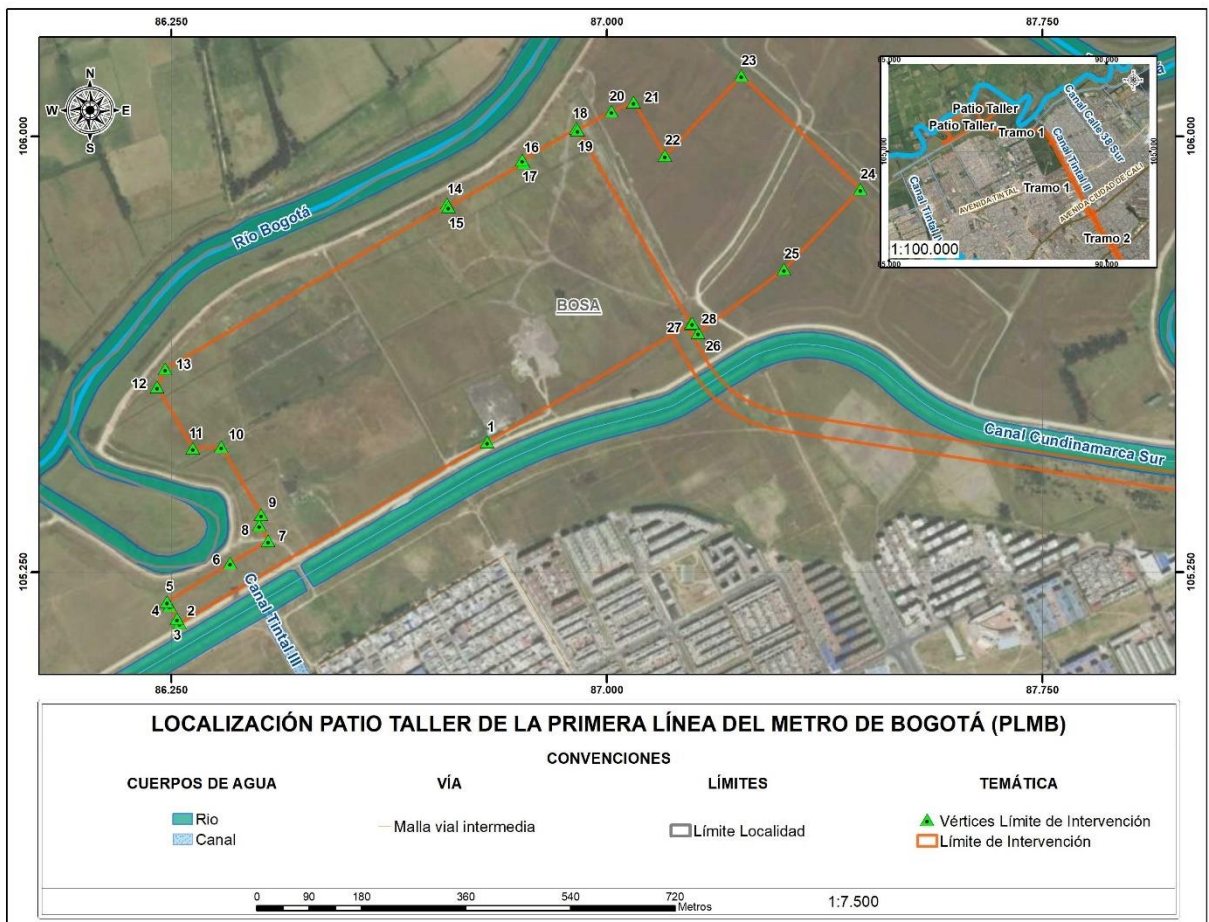


Figura 1 Localización Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Figura 2 Localización Tramo 1 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023





Figura 3 Localización Tramo 2 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Figura 4 Localización Tramo 3 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023





Figura 5 Localización Tramo 4 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Figura 6 Localización Tramo 5 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023





Figura 7 Localización Tramo 6 de la PLMB

Fuente: Metro Línea 1, 2023

De acuerdo con lo establecido en el Plan de Ejecución vigente, las obras a realizar en la fase de construcción se relacionan a continuación. Así mismo, se contemplan las nuevas actividades identificadas en la consolidación del PMAS, para los frentes de Patio Taller, Avenida 68, Calle 72, traslado de redes y del viaducto.

Es importante aclarar que este Plan está sujeto a cambios constantes por parte del Área Técnica, por tanto, cuando se presenten nuevas actividades, se realizará la actualización correspondiente.

Tabla 3 - Obras a realizar de acuerdo con el plan de ejecución vigente

No	Actividades incluidas por el departamento técnico	Actividad Nueva
1	Hincado de pilotes	NO
2	Construcción de dados de cimentación y pilas de soporte	NO
3	Instalación, traslado y/o reubicación de redes de acueducto, alcantarillado, secas y de gas	NO
4	Construcción viga capitel y construcción de dovela guía y posterior montaje e instalación de carros de avance y gatos hidráulicos Instalación de vigas U sucesivas prefabricadas según alineamiento del viaducto con dovelas de remate	NO
5	Construcción de puente en estructura metálica con losa superior y box coulvert Construcción puente en concreto Construcción de vigas de amarre Construcción de Cimentación de Estaciones y edificios Construcción y demolición de estaciones BRT. Conformación de estructura de relleno asfáltico y pavimentos Operación de patios de prefabricados de pilotes PHC y Vigas U	NO
6	Campamentos permanentes y transitorios (Localización de cada campamento y de las instalaciones que lo componen) y sus respectivas metodologías de construcción Campamento Zona habitacional (Patio Taller)	NO
7	Sitios de acopio y almacenamiento de materiales	NO
8	Áreas de acopios de residuos	SI
9	Patio Taller	NO
10	Estructura de cimentación del box coulvert y cimentación de pilas	NO
11	Sistemas de drenaje durante la construcción en la nueva etapa	NO
12	Patio de fabricación de pilotes PHC Pilotes pre excavados	NO
13	Patio de fabricación de vigas U	NO
14	Patio de almacenamiento de vigas U	NO
15	Vías de acceso al Patio Taller	NO
16	Planta de transformación de materiales reutilizables	SI
17	Planta para la transformación de materiales RCD	SI
18	Planta de prefabricados de espacio público	SI
19	Estructura metálica de almacén de suelo	SI
20	Estaciones metro y puentes peatonales y vehiculares	NO
21	Estaciones BRT	NO
22	Desmonte de estaciones, estructuras y puentes	NO
23	Urbanismo	NO
24	Viaducto	NO
25	Vía de servicio temporal	SI
26	Metodología de construcción de ejecución de redes	NO

No	Actividades incluidas por el departamento técnico	Actividad Nueva
27	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y demolición (RCD) y materiales a reutilizar	NO
28	Construcción Intercambiador vial Calle 72	SI
29	Construcción muros pantalla, vigas cabezal, vigas puntal superiores y placa aérea Excavaciones mecanizadas Construcción muros de limpieza, drenaje pluvial (estación de bombeo)	SI
30	Construcción puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68	SI
31	Construcción de cimentación y estructura de contención	SI

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

#### 3.1 LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS

La Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) tiene una longitud aproximada de 23.9 Km, que se divide en 6 tramos, como se indica en la Figura 8. El corredor se encuentra a lo largo de las siguientes 9 localidades: Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe, Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos. Iniciando en el predio El Corzo en el que se localiza el Patio Taller desde donde inicia el trazado y finaliza en la Avenida Paseo de Los Libertadores con calle 80.

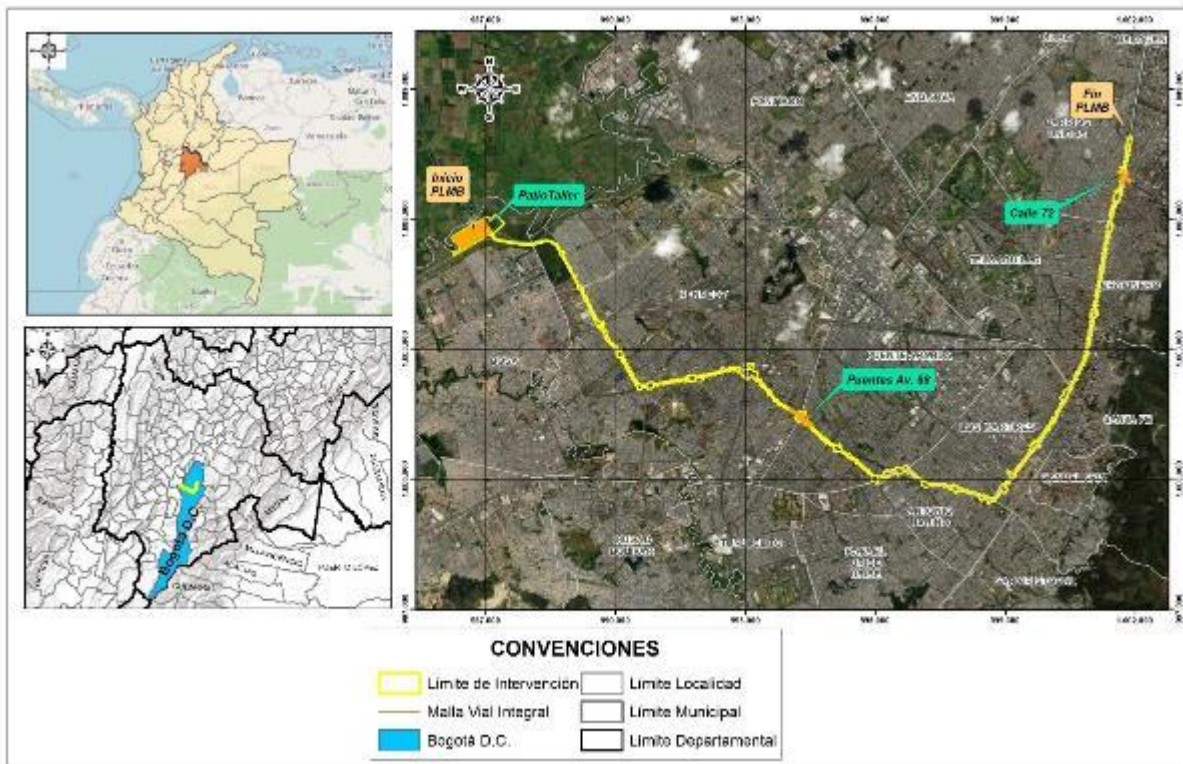


Figura 8 Localización general PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

A continuación, en la Tabla 4 se describen el patio taller y cada uno de los tramos en los que se divide la PLMB:



Tabla 4 - Información general del corredor de la PLMB

Tramo	Abcisado		Direcciones		Longitud (m)
	Desde	Hasta	Desde	Hasta	
<b>Patio Taller</b>	-	km 0+000	Predio el Corzo - Localidad de Bosa		
<b>Tramo 1</b>	km 0+000	km 4+050	Patio Taller	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis	3.750
<b>Tramo 2</b>	km 4+050	km 8+025	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis	Avenida primera da mayo con carrera 71 f	4.050
<b>Tramo 3</b>	km 8+025	km 12+416	Avenida primera da mayo con carrera 71 f	Avenida NQS – calle 8 sur	4.050
<b>Tramo 4</b>	km 12+416	km 16+410	Avenida NQS – calle 8 sur	Avenida Caracas con calle 13	4.200
<b>Tramo 5</b>	km 16+410	km 19+900	Avenida Caracas con calle 13	Avenida Caracas con calle 45	3.850
<b>Tramo 6</b>	km 19+900	km 23+864	Avenida Caracas con calle 45	Autopista Norte con calle 80	3.950

Fuente: Consorcio Metro Línea 1. 2023

► Patio Taller

El Patio Taller se encuentra en el suroeste de la ciudad, específicamente en la zona llamada “El Corzo” en la localidad de Bosa, entre el río Bogotá y el Canal Cundinamarca. El área que compone el límite de intervención del Patio Taller es de 47.88 Ha, mientras que el área de diseño donde se ejecutarán las obras propuestas es de 34.45 Ha. Adicionalmente se cuenta con un área destinada para el Almacenamiento de Elementos Prefabricados y otros, la cual se encuentra ubicada en el predio Nor-oriental contiguo al Patio Taller. El área requerida para el patio de almacenamiento es de 10.56 hectáreas (Ha).

► Tramo 1

El tramo 1 inicia en la carrera 109 a la altura de la calle 54 sur, de donde sale el ramal técnico en paralelo al Canal Cundinamarca hasta llegar a la calle 43 Sur (Av. Villavicencio), por donde continúa por el costado norte de lo que será el parque Gibraltar; al llegar a la carrera 89B, el tramo 1 se proyecta sobre el andén en el costado sur de la Av. Villavicencio hasta llegar a la Av. Ciudad de Cali en donde finaliza. El tramo uno parte de la abscisa K0+000 al K4+050. (Ver Figura 12).

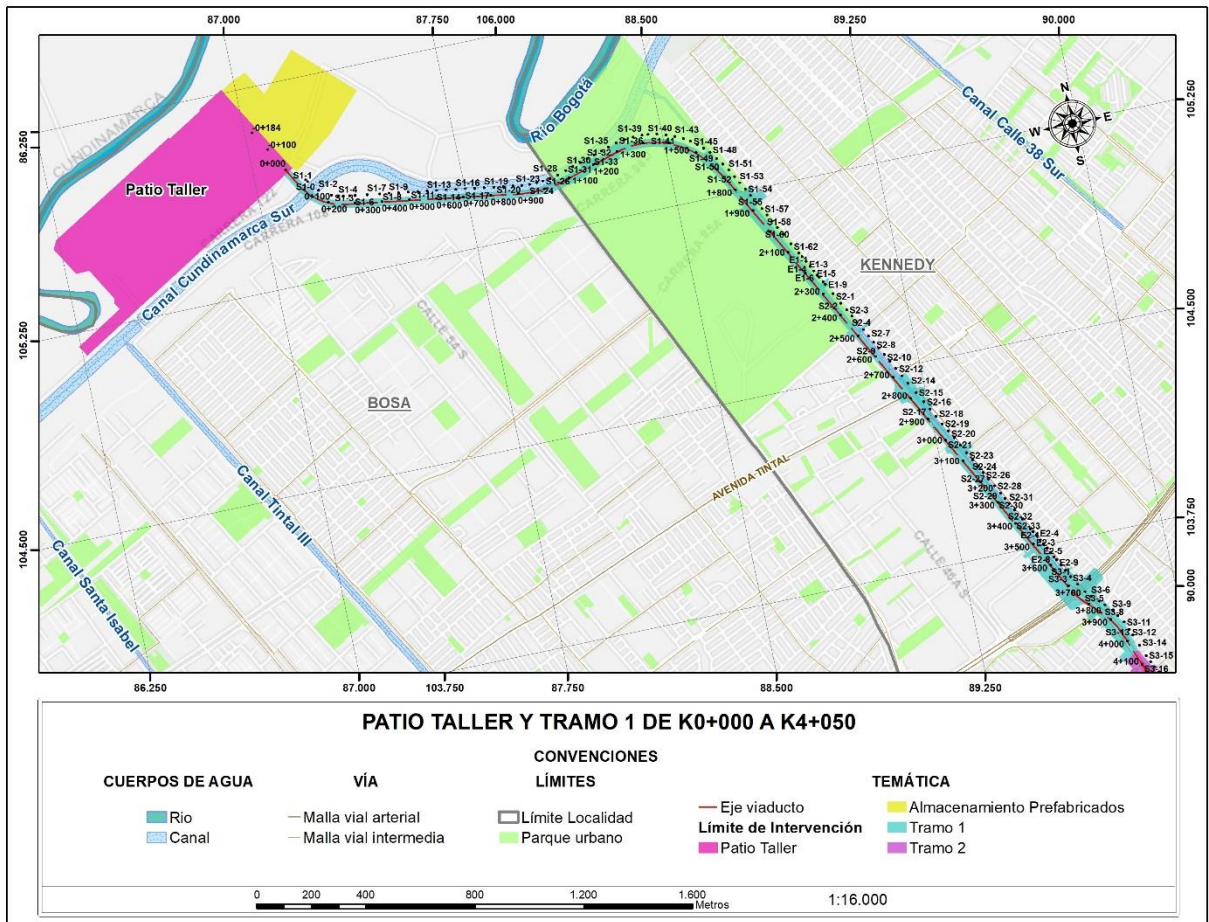





Figura 9 Patio Taller y tramo 1 de K0+000 a K4+050

Fuente: Consorcio Metro Línea 1. 2023

En la Tabla 9 se presentan el registro fotográfico del Patio Taller y en la Tabla 10, el del tramo 1.

Tabla 5 - Registro Fotográfico Patio Taller

Patio Taller	
	
Zona de adecuación Patio Taller	Instalación inclusiones rígidas para adecuación
	
Patio Taller	
	
Vista aérea Patio Taller (nov-2022)	



**Patio Taller**



Vista aérea Patio Taller (sep-2023)



Vista aérea Patio Taller (sep-2023)

Fuente: Metro Línea 1 2023

Tabla 6 - Registro Fotográfico Tramo 1

Tramo 1	
	
Calle 49 Sur con Carrera 109 (Salida Vehicular de Patio Taller)	Calle 49 Sur #98b
	
Calle 43 Sur #91b-2 (Tramo 1, Viaducto)	Calle 43 Sur #95-2 (Sección Tramo 1, Viaducto)
	
Calle 42G Sur #96-2	Carrera 97s #42g Sur

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 2

El tramo 2 inicia en la Avenida Villavicencio hasta la Avenida Primero de Mayo, al inicio del tramo, al pasar la Av. Ciudad de Cali, se plantea un giro para continuar sobre el separador de la Av. Villavicencio. A la altura de la Av. Primero de Mayo la PLMB gira hacia el norte donde se proyecta la construcción



sobre el separador de esta vía hasta llegar a la Av. Boyacá en donde finaliza el tramo 2. Este tramo parte desde la abscisa K4+050 a la K 8+025. (Ver Figura 13 y Tabla 11).

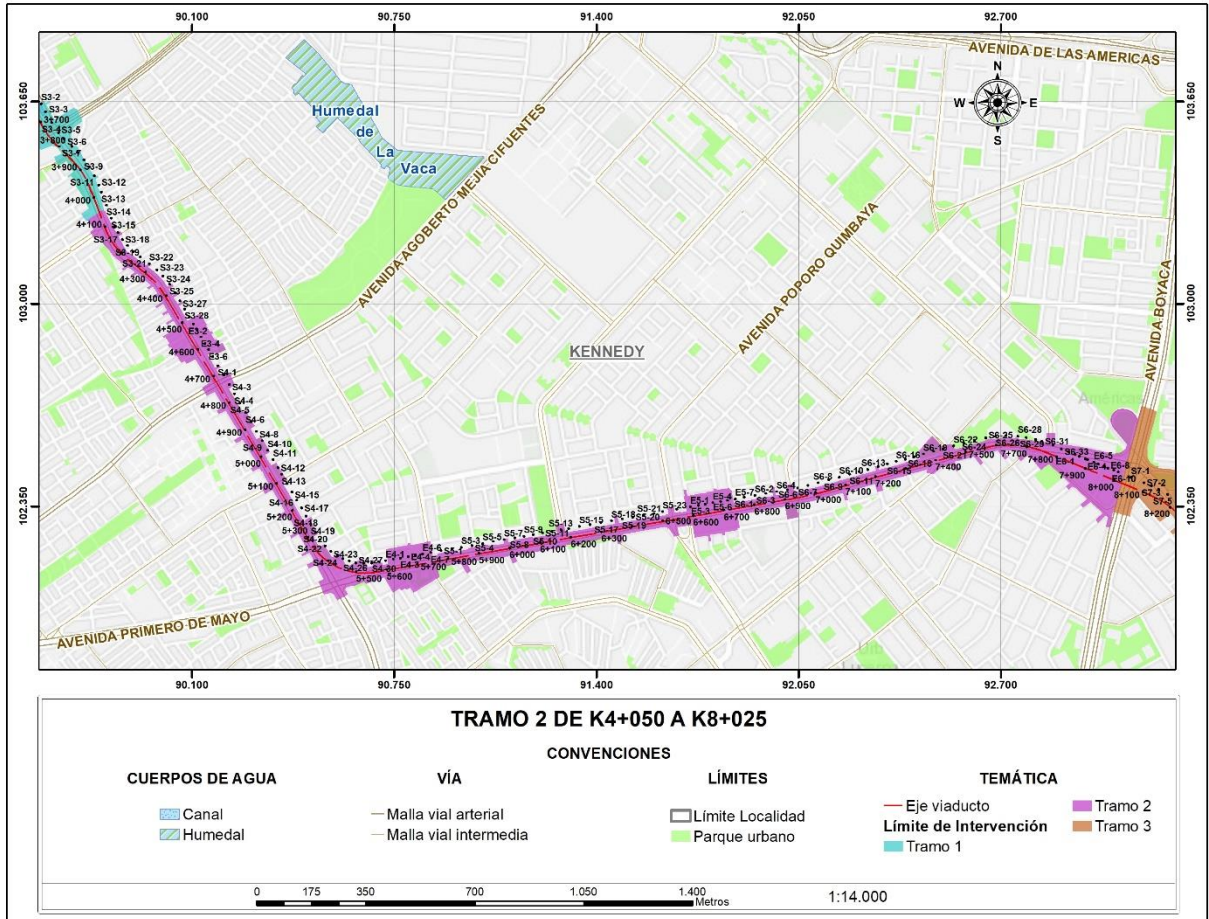


Figura 10 Tramo 2 de k4+050 a K 8+025

Fuente: Consorcio Metro Línea 1. 2023

Tabla 7 - Registro Fotográfico Tramo 2

Tramo 2	
	
Cl. 42 Sur #78f-99	Av. 1 de Mayo #39a Sur-86
	
Av. 1 de mayo #40 Sur	Av. 1 de mayo #39a Sur

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 3

En el tramo 3 continúa por la Av. Primero de Mayo sobre el separador, hacia el oriente, intersecando con dos vías principales: la Av.68 y la Av. Carrera 50, además de cruzar tres cuerpos de agua que son el Canal Río Seco en la carrera 51, el Canal Albina en la carrera 39 y Canal Río Fucha a la altura de la calle 11 Sur, finalizando el tramo con la estación de Transmilenio SENA sobre la Transversal 31. Dentro de este tramo se encuentran las actividades de la construcción de los puentes sobre la Avenida primera de mayo con avenida 68. Las abscisas de este tramo son K8+825 a la K12+416. (Ver Figura 14 y Tabla 12).



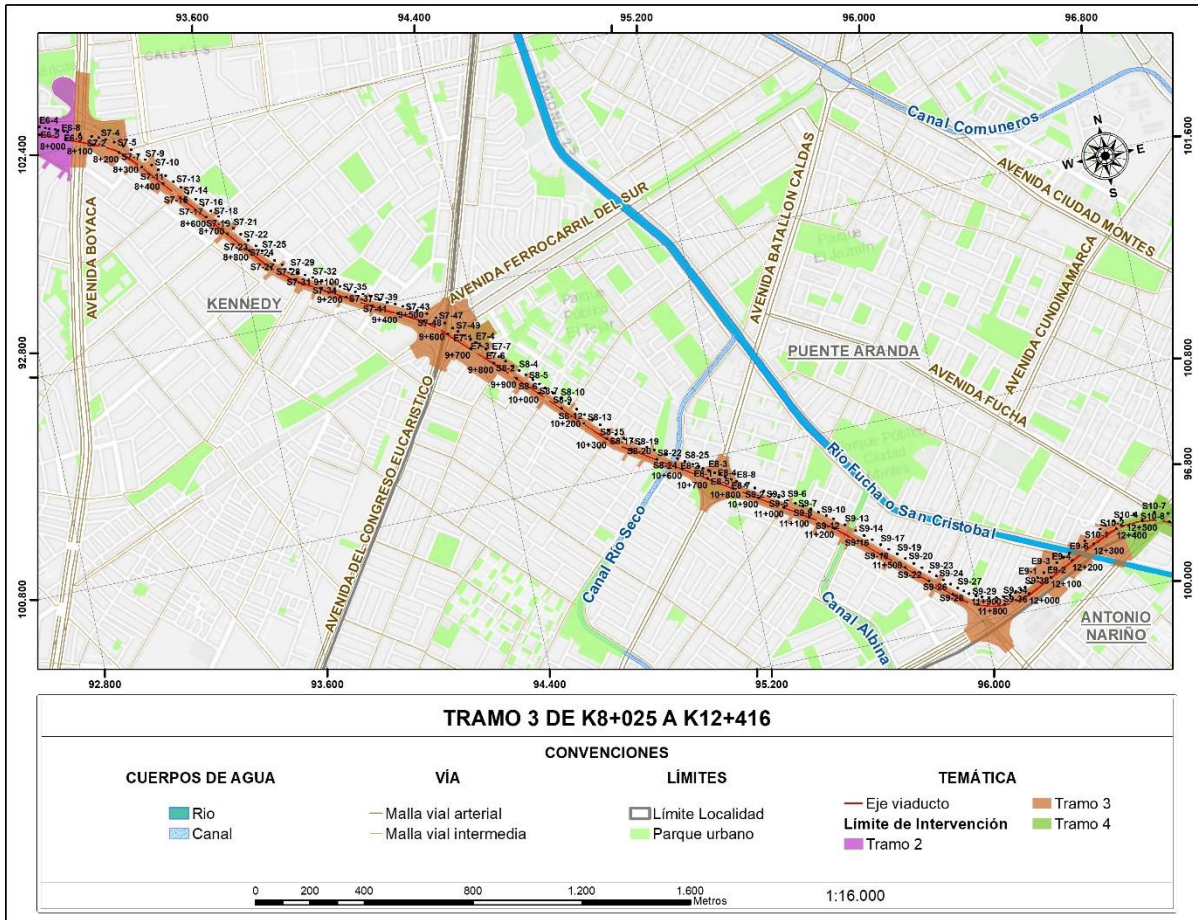


Figura 11 Tramo 3 K 8+025 al K 12+416

Fuente: Consorcio Metro Linea 1. 2023

Tabla 8 - Registro Fotográfico Tramo 3





Tramo 3	
Av. Primero de Mayo #71d-99	Av. Primero de Mayo #69-66
	
Av. Primero de Mayo Kra 53	Av. Primero de Mayo Kra 53
	
Av. Primero de Mayo - NQS	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 4

El tramo 4 inicia sobre la Transversal 31 donde se realiza un giro en dirección hacia el norte donde el corredor será construido sobre el separador hasta llegar a la calle 8 Sur. Al llegar a la calle 8 Sur se hace un giro para seguir por esta vía hacia el oriente sobre el separador hasta la carrera 27 donde se encuentra la glorieta, punto en el que se continua por el separador de la calle 1 hasta llegar a la Av. Caracas en donde finaliza el tramo 4. Para este tramo se cuenta con la presencia de las siguientes estaciones de Transmilenio: Hospital, Tercer Milenio. Parte de la abscisa K 12+416 a la K 16+410. (Ver Figura 15 y Tabla 13).

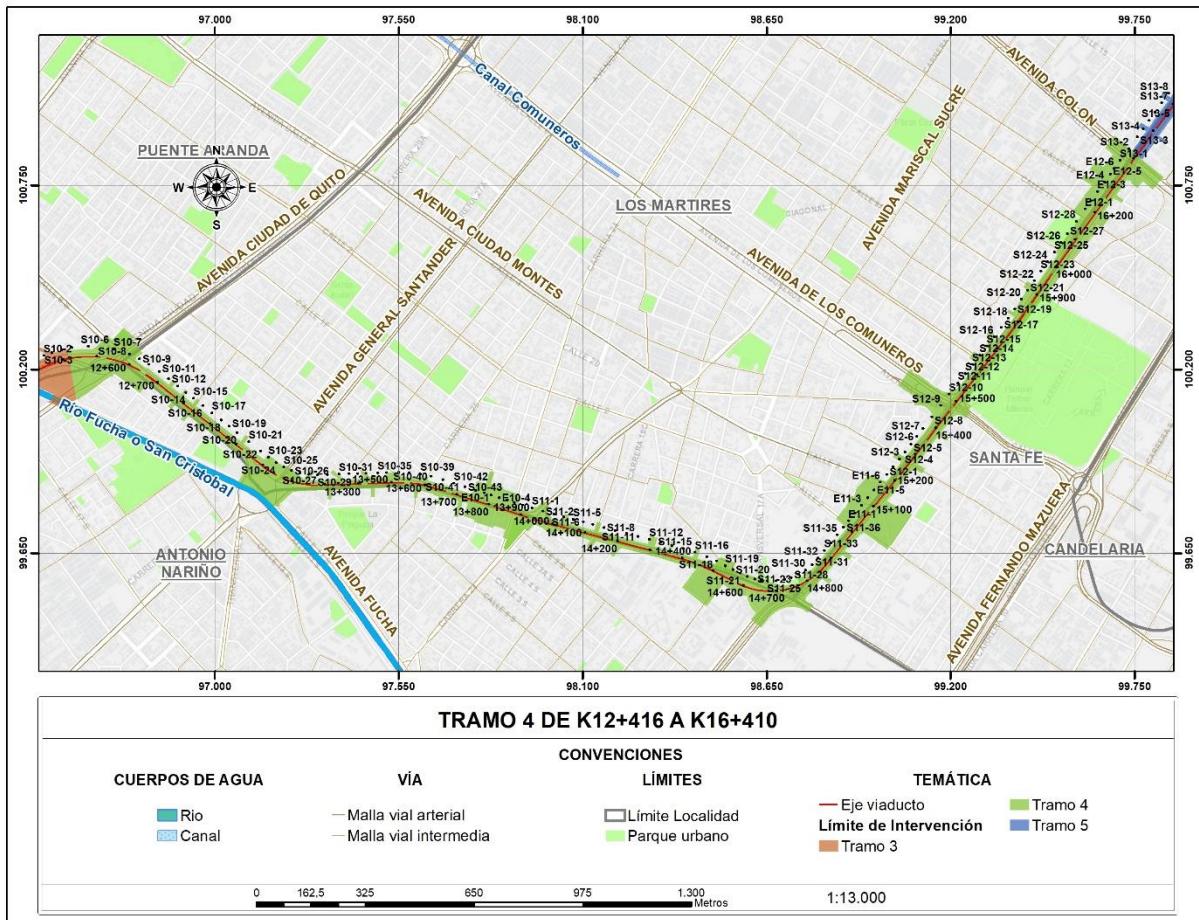




Figura 12 Tramo 4 K 12+416 a K 16+410

Fuente: Consorcio Metro Línea 1. 2023

Tabla 9 - Registro Fotográfico Tramo 4



Tramo 4	
Av. Cdad. de Quito #16 Sur	
	
CI 8 Sur #29d-73	Caracas #8-10 Sur

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 5

El tramo 5 Inicia sobre la Av. Caracas con Calle 10 en donde se plantea que la línea del metro continúe sobre el separador de la Av. Caracas y termine el tramo a la altura de la calle 45. Entre estos puntos se cruza con varias vías principales como lo son la calle 6, la Av. Jiménez (calle 13), la calle 19, la calle 26 y la calle 45, así como también el cruce con el Canal Arzobispo a la altura de la diagonal 40A Bis. Para este tramo se cuenta con la presencia de varias estaciones de Transmilenio tales como, Av. Jiménez, Calle 19, Calle 22, Calle 26, Calle 34 (Profamilia), Calle 39 y Calle 45. Este tramo inicia en abscisa K 16+410 y finaliza en la K 19+900. (Ver Figura 16 y Tabla 14).



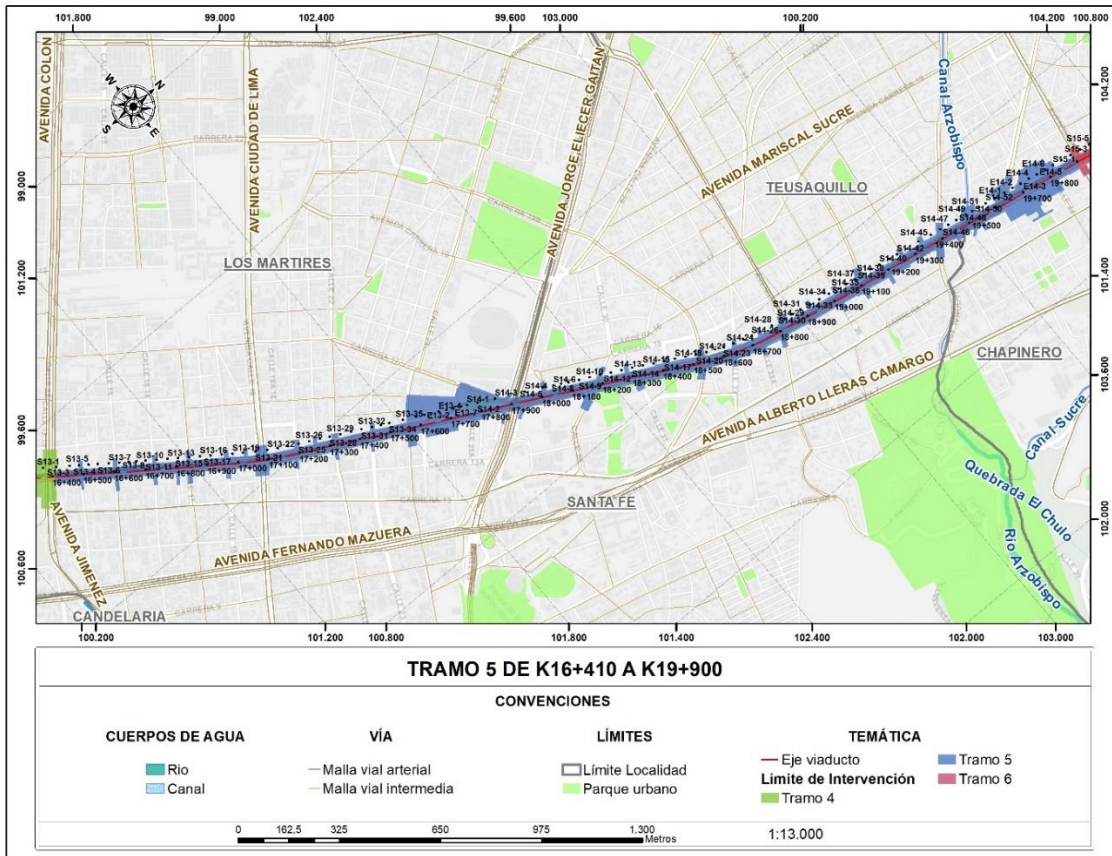
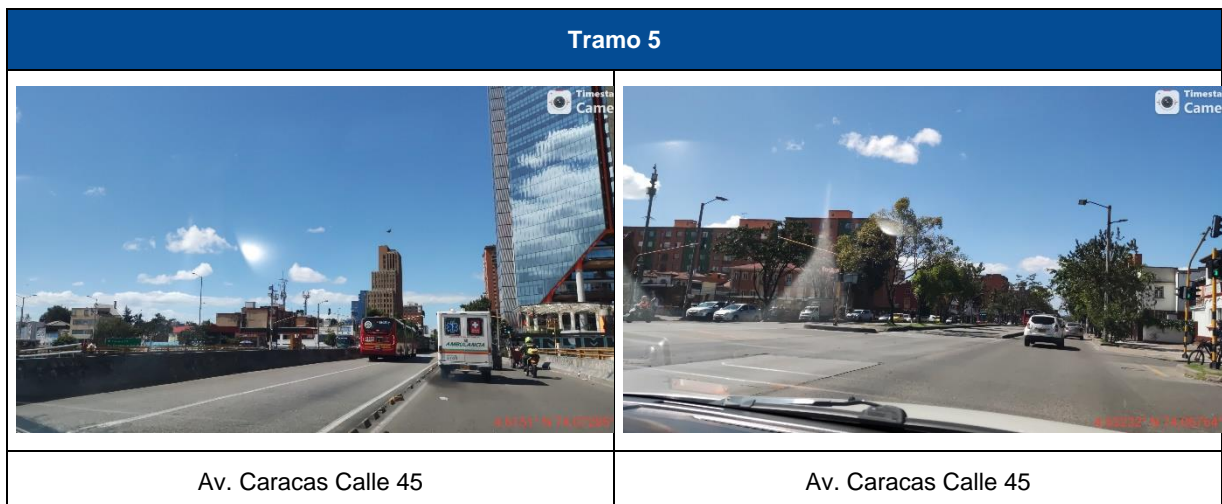


Figura 13 Tramo 5 K 16+410 al K 19+900

Fuente: Consorcio Metro Linea 1. 2023

Tabla 10 - Registro Fotográfico Tramo 5



Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 6

El último tramo inicia en la Av. Caracas con calle 45 en dirección norte sobre el separador de la vía, terminando en la Av. Paseo de los Libertadores (Carrera 20) a la altura de la calle 80, a lo largo del tramo interseca con vías importantes como la calle 53, la calle 63, calle 72 y la calle 80. Dentro de este tramo se encuentra en ejecución las actividades del Intercambiador vial de la Calle 72, ejecutadas por el concesionario ML1. Se presentan 6 estaciones de Transmilenio que son: Marly, Calle 57, Calle 63, Flores, Calle 72 y Calle 76. Parte en la abscisa K19+900 y culmina en la abscisa K23+864 finalizando el trazado del proyecto. (Ver Figura 17 y Tabla 15).

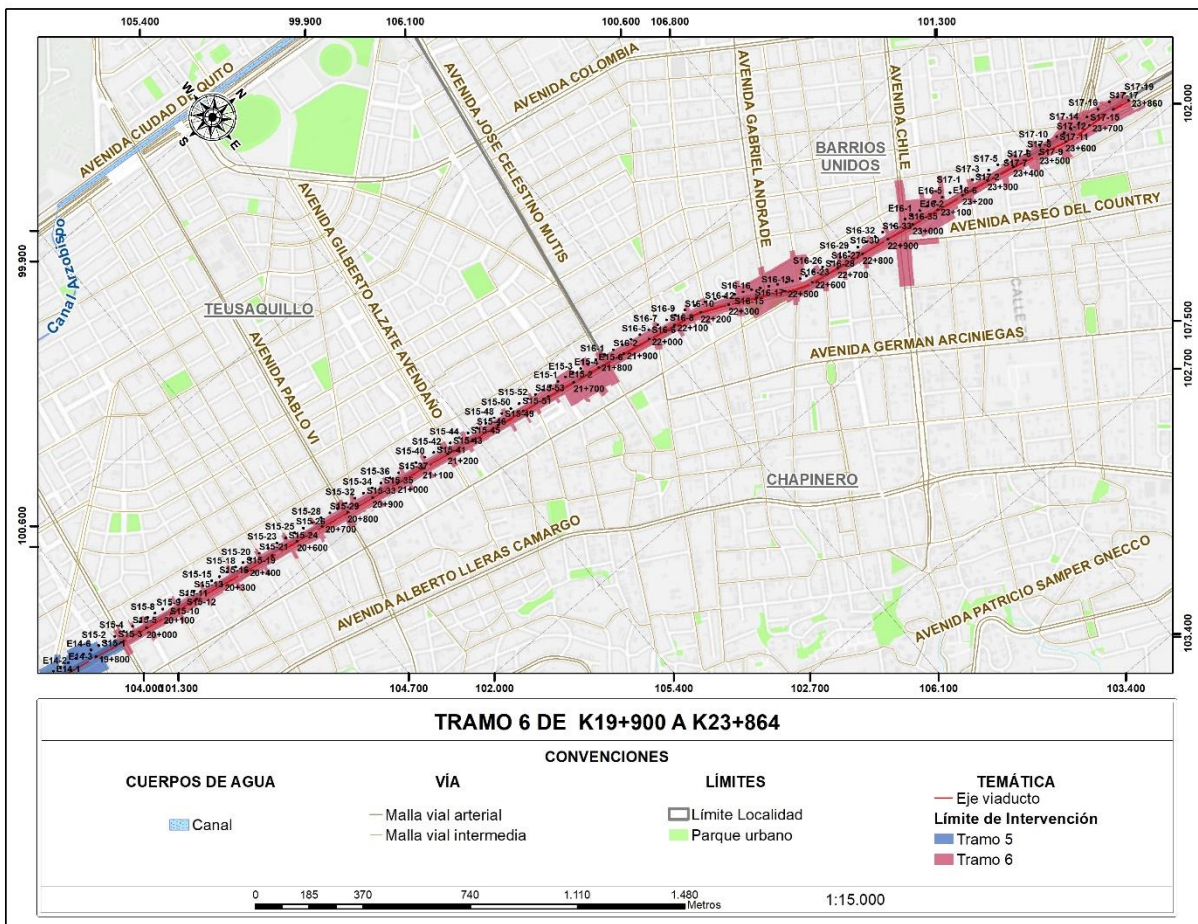


Figura 14 Tramo 6 K19+900 a K23+864

Fuente: Consorcio Metro Línea 1. 2023

Tabla 11 - Registro Fotográfico Tramo 6



Tramo 6	
	
Av. Caracas Calle 56	Av. Caracas Calle 76
	
Av. Caracas Calle 72	Av. Caracas Calle 67

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades por realizar para la Construcción de la PLMB son las siguientes:

#### 3.2.1 Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio

Previo al inicio de las obras deberá realizarse la instalación de campamentos y adecuación de áreas de almacenamiento, para las que se escogerán puntos estratégicos en los diferentes tramos, esta actividad se realizará durante toda ejecución del proyecto. La localización exacta de los campamentos será entregada a la interventoría dentro el tiempo previo establecido, para la elección de los sitios en los que se instalarán los campamentos deberán tener como mínimo las siguientes características:

- ▶ Vías de acceso y conexión con el área de Obra.
- ▶ Plano arquitectónico con la identificación de áreas.
- ▶ Descripción general de las actividades a realizar en este lugar.
- ▶ Consumo de servicios públicos.
- ▶ Manejo de Residuos Reciclables y no reciclables.
- ▶ Manejo de residuos peligrosos
- ▶ Rutas de evacuación y punto de emergencias.
- ▶ Zonas de parqueo.
- ▶ Manejo de materiales en caso de aplicar.

Con el fin de optimizar las actividades de construcción de los prefabricados de Vigas-U, Se tiene destinada la Construcción, adecuación y operación de una zona de campamento y alojamiento para el personal del proyecto que se usará para la construcción de estos prefabricados, esta área está ubicada zona sur del Patio Taller.

Acorde al artículo 48 de resolución 2400 de 1979 el Campamento cuenta con todas las especificaciones técnicas requeridas en esa norma.

En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0017\_A05\_VE1, se presenta el Plan Operación del Campamento Habitacional Patio Taller de la PLMB.

En la Figura 15 se presenta el procedimiento para la instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio:

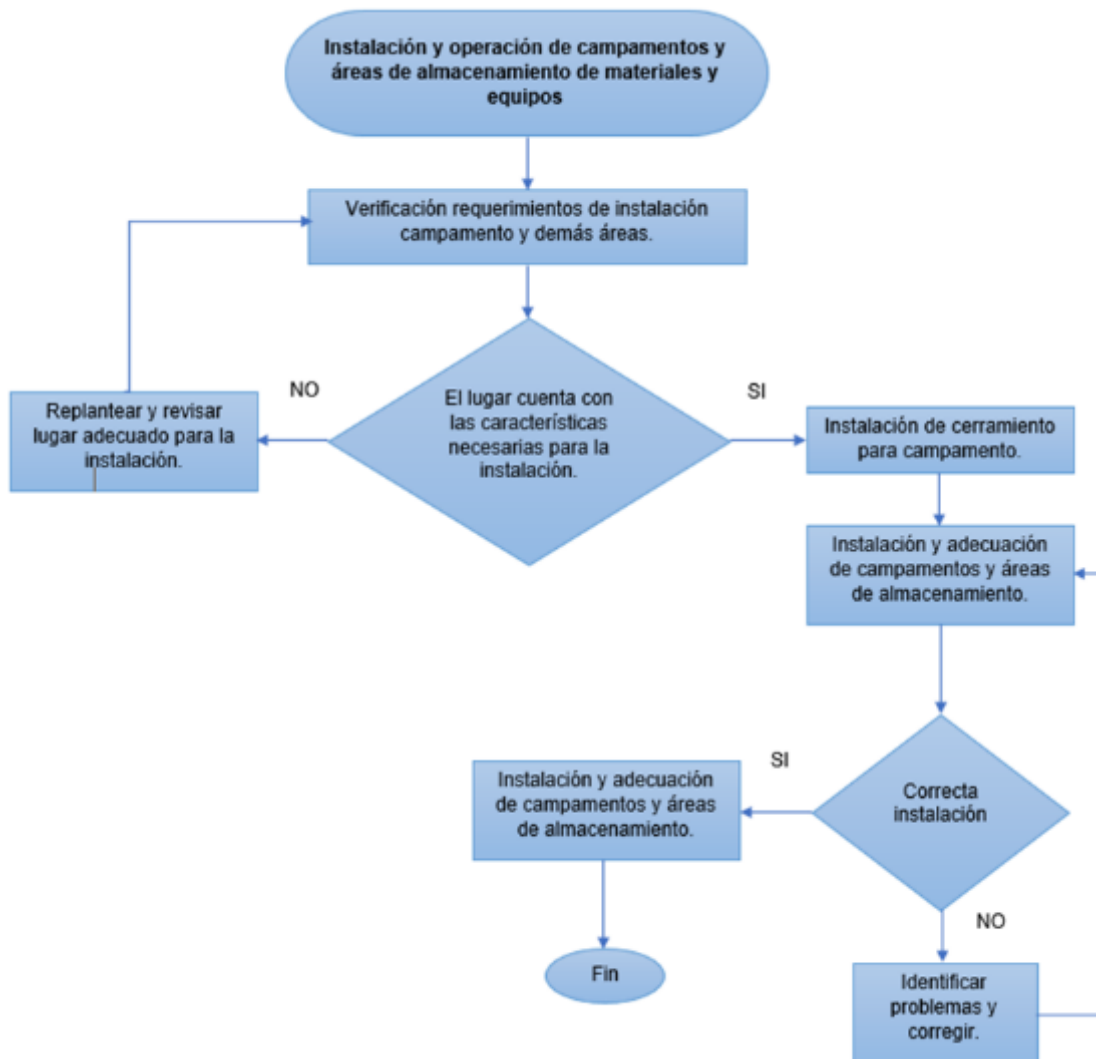


Figura 15 Proceso Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.2 Cerramiento de obra

En las zonas de intervención, se instalará el cerramiento de obra el cual podrá ser en malla o en lámina metálica dependiendo de las características de la zona y de las necesidades que se tengan en la misma, cumpliendo con la normativa vigente y con lo estipulado en los planes de manejo. Teniendo en cuenta que se desarrollarán actividades a lo largo de los 6 tramos esta actividad será desarrollada en cada uno de los tramos.

En la Figura 16 se presenta el proceso de instalación para el cerramiento de obra:



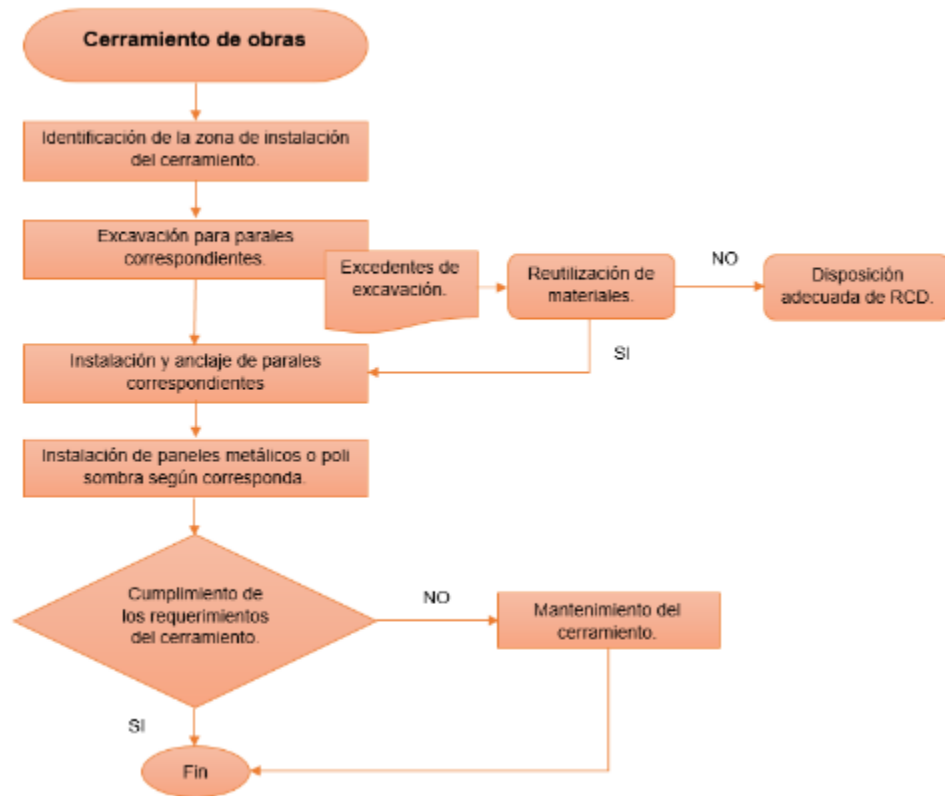


Figura 16 Proceso Instalación de cerramiento de obras

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.3 Señalización de áreas

Para las zonas en las que se presente intervención deberá instalarse la respectiva señalización del área, la cual debe ser acorde las labores que se van a ejecutar, evitando accidentes o afectaciones al personal propio de la obra, así como de terceros que se encuentren o pasen cerca. Todas las zonas donde se tengan instalaciones temporales deben estar debidamente señalizadas, así como las zonas de tránsito, entrada, salida y lugares de almacenamiento ya sea de materiales, equipos, residuos o cualquier otra área relevante. Por lo anterior mencionado se deberá desarrollar esta actividad en los 6 tramos estipulados, ya que se tendrá actividades a lo largo de gran parte del corredor.



Fotografía 1 Señalización de áreas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 17 se presenta el proceso para la instalación de la señalización de las áreas:

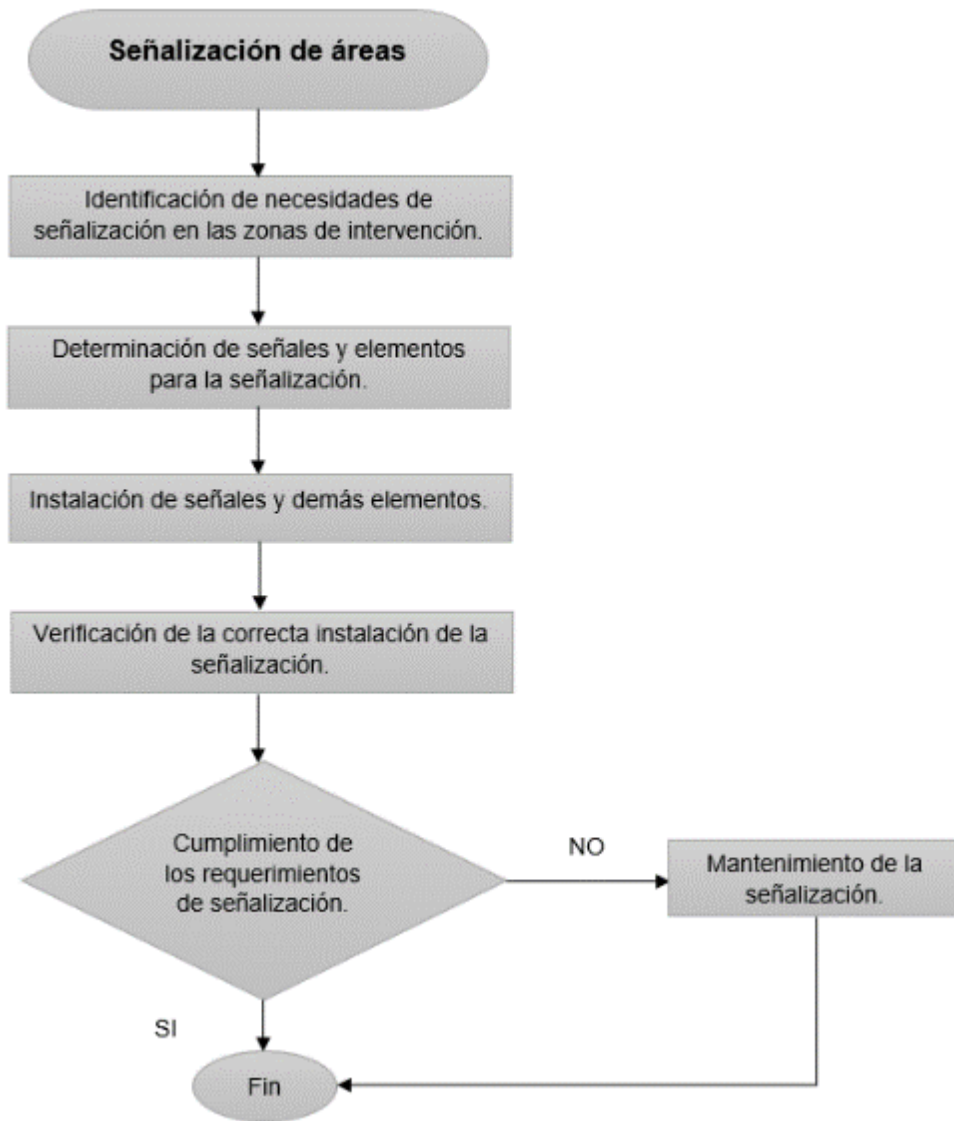


Figura 17 Proceso Instalación de señalización de áreas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.4 Implementación de PMT

Previo al inicio de actividades se deberá contar con la aprobación por parte de la secretaria de movilidad del plan o planes de manejo de tránsito, que deberá ser presentado a la interventoría para su posterior implementación. Este deberá contar con los desvíos más pertinentes para que vehículos, peatones y demás actores viales puedan transitar con la menor afectación posible. Durante la ejecución de las actividades se debe mantener siempre implementado el PMT, garantizando que se cumpla con todos los requerimientos de la secretaria de movilidad. La implementación del PMT para cada tramo deberá

estar acorde al desarrollo de las actividades que se tienen planteadas en cada uno, teniendo en cuenta que para los 6 tramos se ejecutaran obras.

En la Figura 18 se presenta un ejemplo de la implementación de un PMT en un sector:

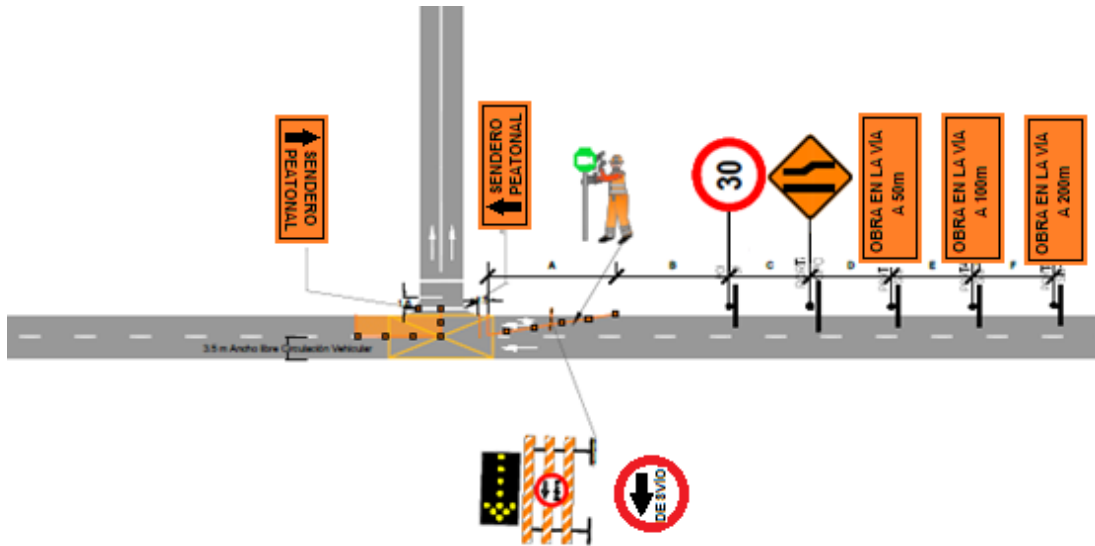


Figura 18 Implementación Plan de Manejo de Tránsito

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 19 se presenta el procedimiento para la aprobación del PMT:

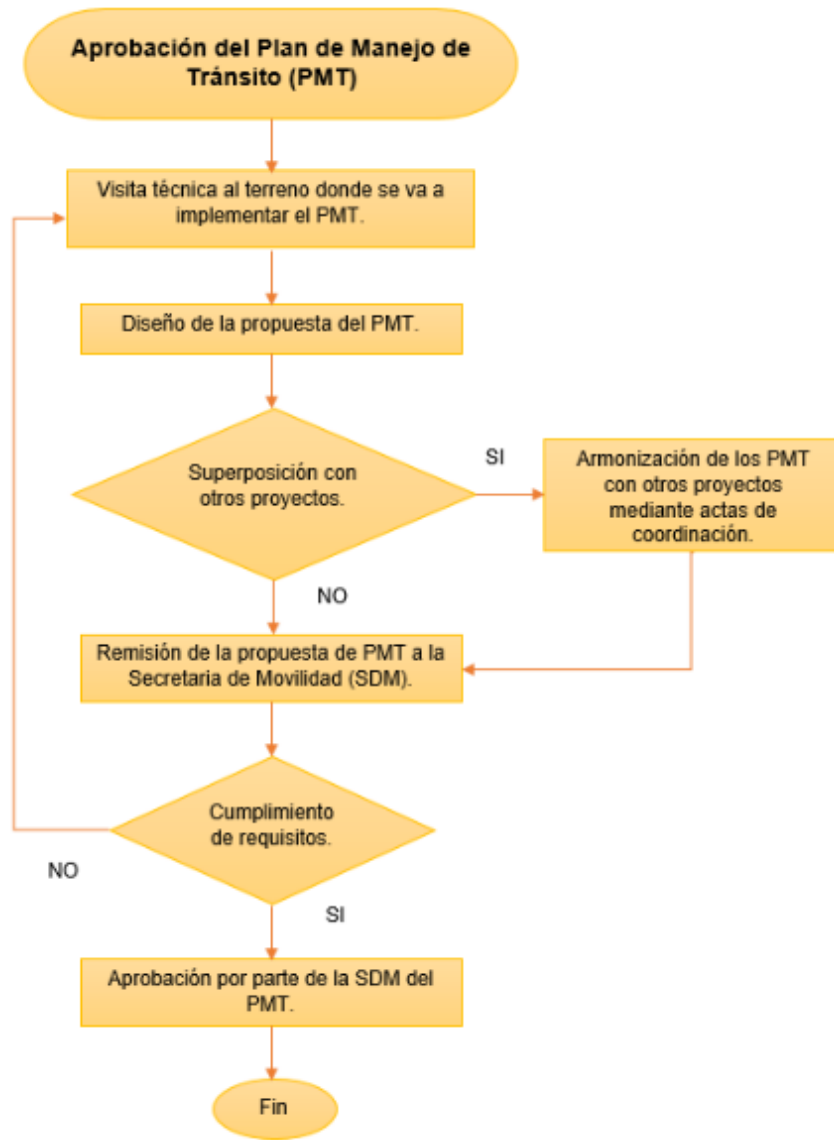


Figura 19 Proceso Aprobación del PMT

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

En la Figura 20 se presenta el proceso de implementación del Plan de Manejo de Tránsito

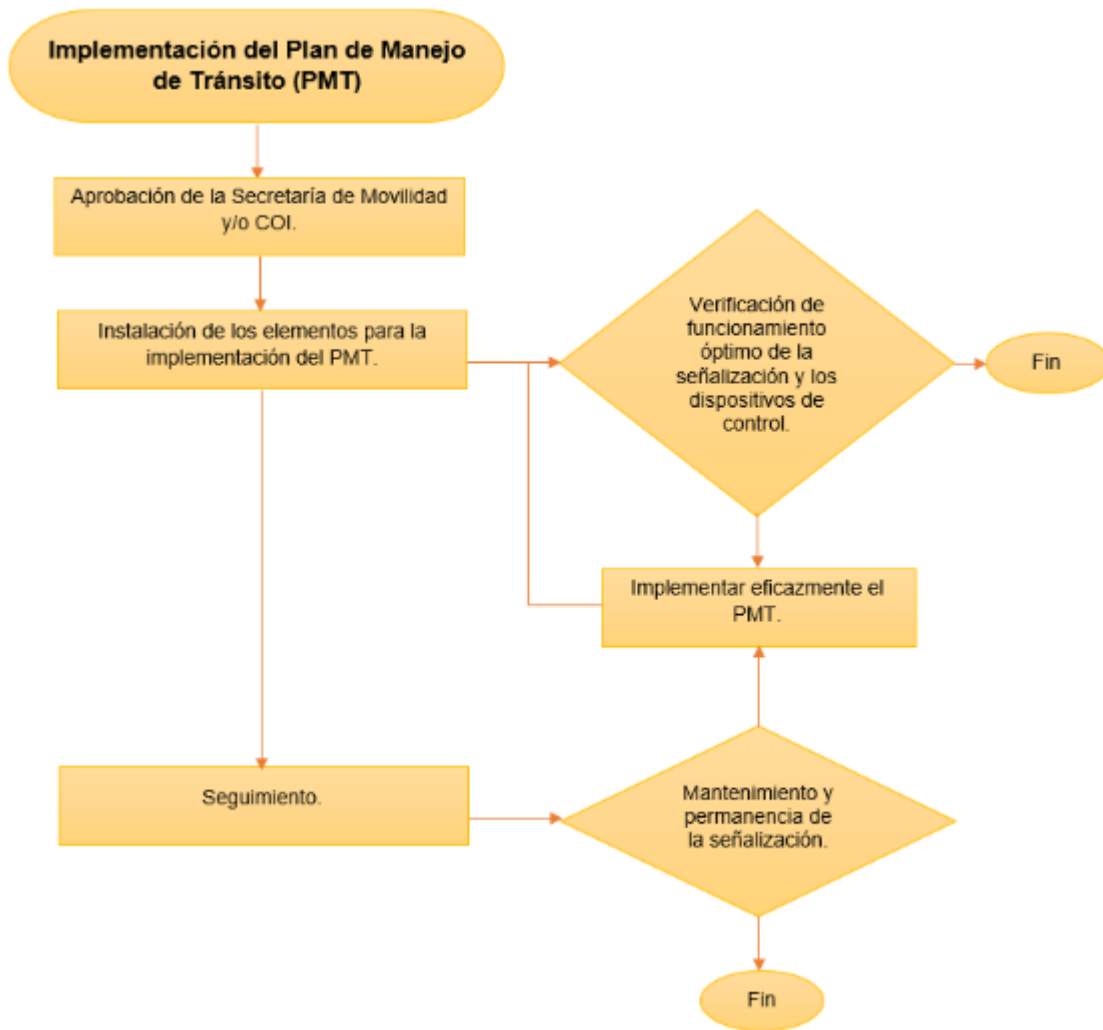


Figura 20 Proceso implementación del PMT

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.5 Localización y replanteo

Para el desarrollo de todas las actividades se realizará los respectivos procesos de localización y replanteo por medio de una estación total de topografía y el uso de una mira y un nivel., identificando la posición y los niveles en donde se debe realizar cada una de las actividades constructivas, por medio de puntos y referencias inamovibles. Los equipos usados deberán contar con los certificados de calibración y se garantizando que la localización de los elementos corresponda a la diseñada. Esta actividad será realizada en todas las zonas en donde se vayan a ejecutar actividades constructivas, es decir a lo largo de los 6 tramos de la PLMB.

En la Figura 21 se presenta el proceso para la localización y replanteo:

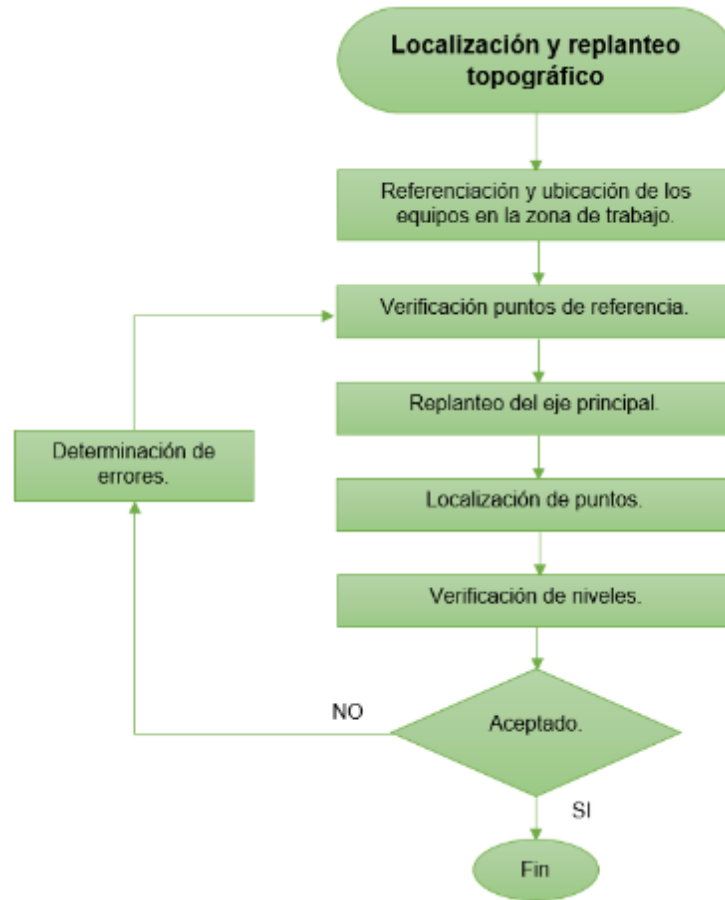


Figura 21 Proceso Localización y Replanteo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.6 Demolición de andén y/o pavimento

Para la ejecución de distintas actividades sobre todo para la construcción de las diversas actividades constructivas se deberá realizar la demolición de andenes y/o pavimentos por lo que será necesario retirar la capa asfáltica o adoquines según corresponda, por medio de maquinaria y equipo especializado, del mismo modo deberá retirarse el mobiliario urbano o cualquier otro elemento que pueda verse afectado por las actividades constructivas.

Una vez el pavimento y/o andenes sean demolidos, como cualquier otro elemento, estos deberán ser extraídos y llevados a un área de acopio establecida, donde no afecte el tráfico o paso de peatones, posteriormente podrán ser reutilizados, el material que no pueda ser reutilizado, será dispuesto en los lugares correspondientes para este fin. La actividad tendrá lugar en los 6 tramos donde el área afectada estará delimitada por el respectivo cerramiento.



Se contempla que los proveedores elegidos para la disposición de materiales cuentan con una capacidad de carga suficiente para recibir el volumen de residuos de construcción y demolición a generar por el proyecto.

En la Figura 22 se presenta el proceso para la demolición de andenes y/o pavimentos:

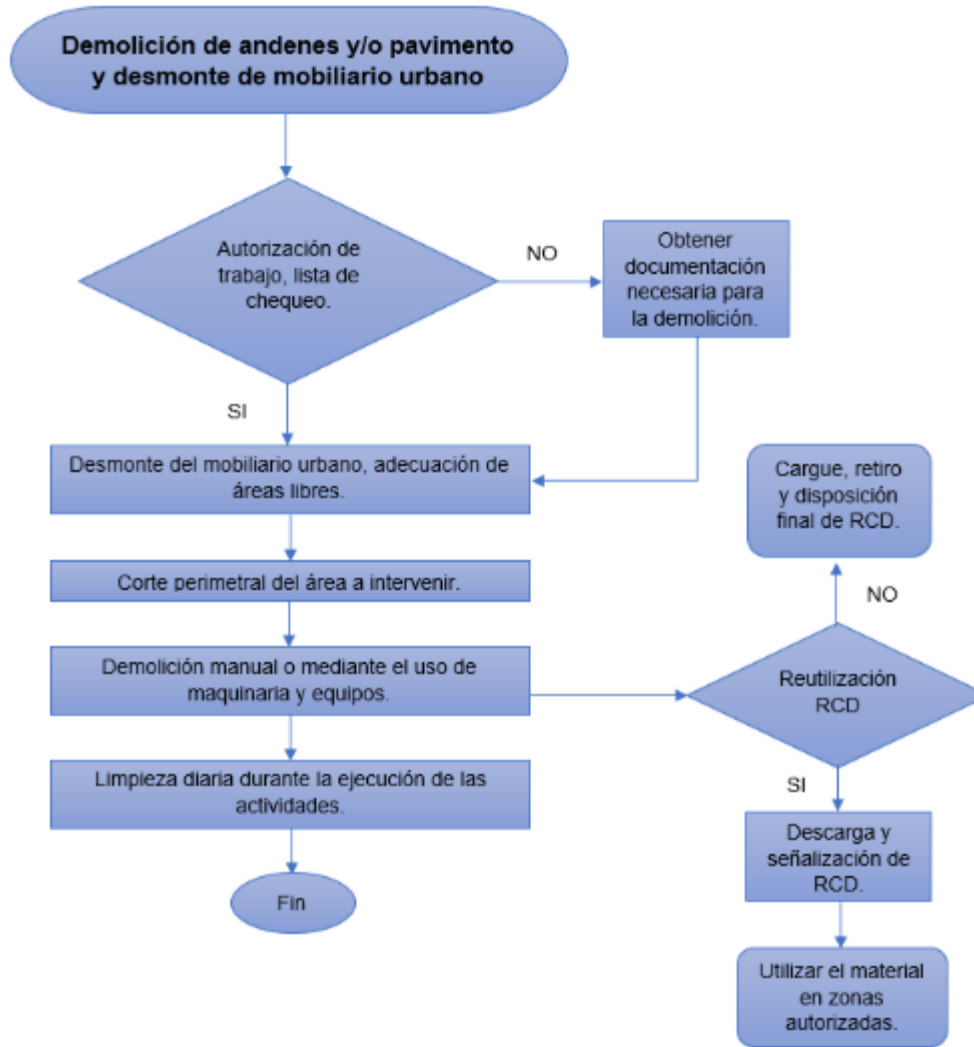


Figura 22 Proceso para demolición de andenes y/o pavimentos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.6.1 Áreas de acopios de residuos

Teniendo en cuenta que los residuos originados de la demolición de andes y vías cuentan con condiciones para ser aprovechados, se tiene programado el establecimiento de puntos de acopio que cumplan con los siguientes aspectos: tamaño, facilidad de ingreso, espacio para carga y descarga y ubicación.

En este sentido se aprovechará los lotes que fueron entregados a Metro Línea 1 para trabajos de la primera línea del metro de Bogotá.

A continuación, se presentan tres ejemplos de estaciones entregadas al concesionario que funcionarían como áreas de almacenamiento.

- Ubicación punto de acopio estación 14 – WF5

Lotes o playas ubicados en la Calle 44 con Av. Caracas. Área destinada para acopio: 1035 m<sup>2</sup>.

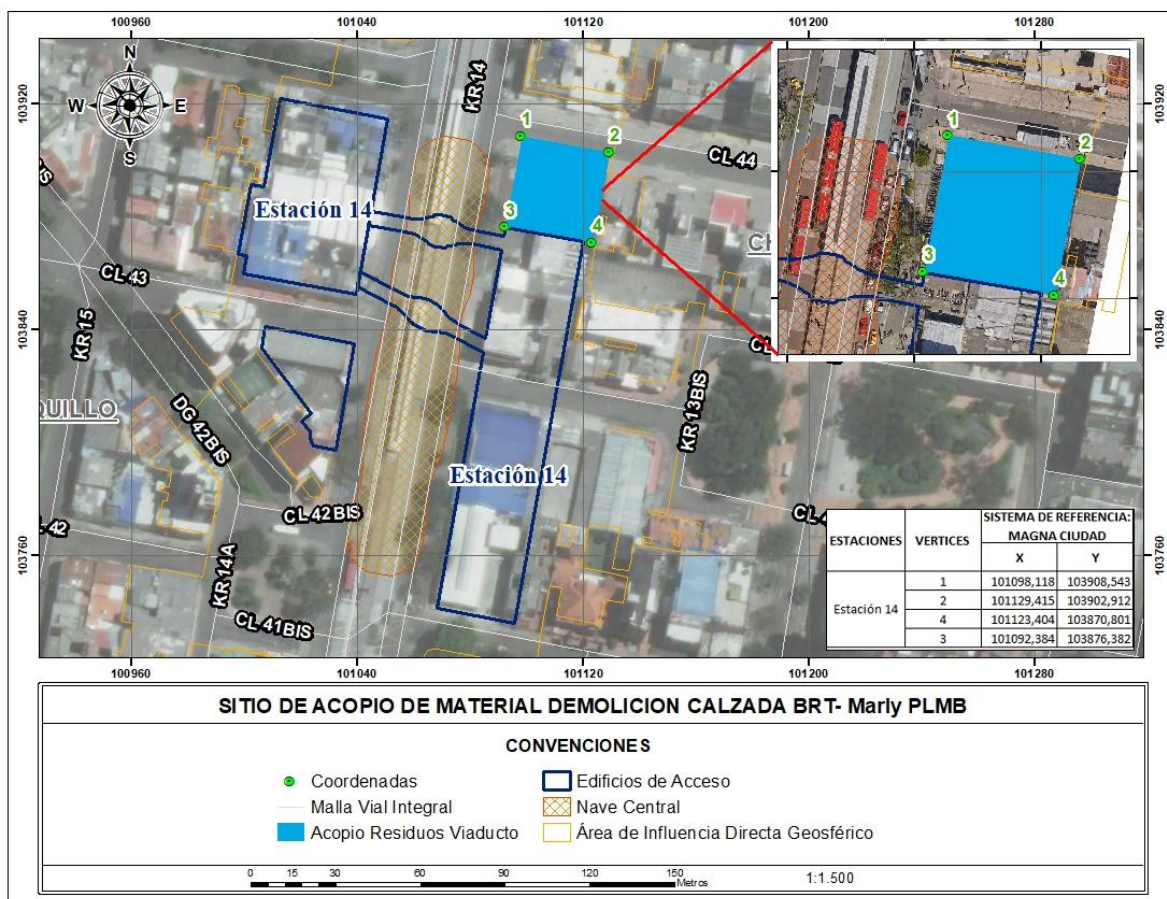


Figura 23 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Marly

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Ubicación punto de acopio estación 13 – WF5

Para este acopio se tiene contemplado un posible campamento y/o oficina, y se ubica en los lotes de la Calle 24 con Av. Caracas. Área destinada para acopio: 1754,01 m<sup>2</sup>.

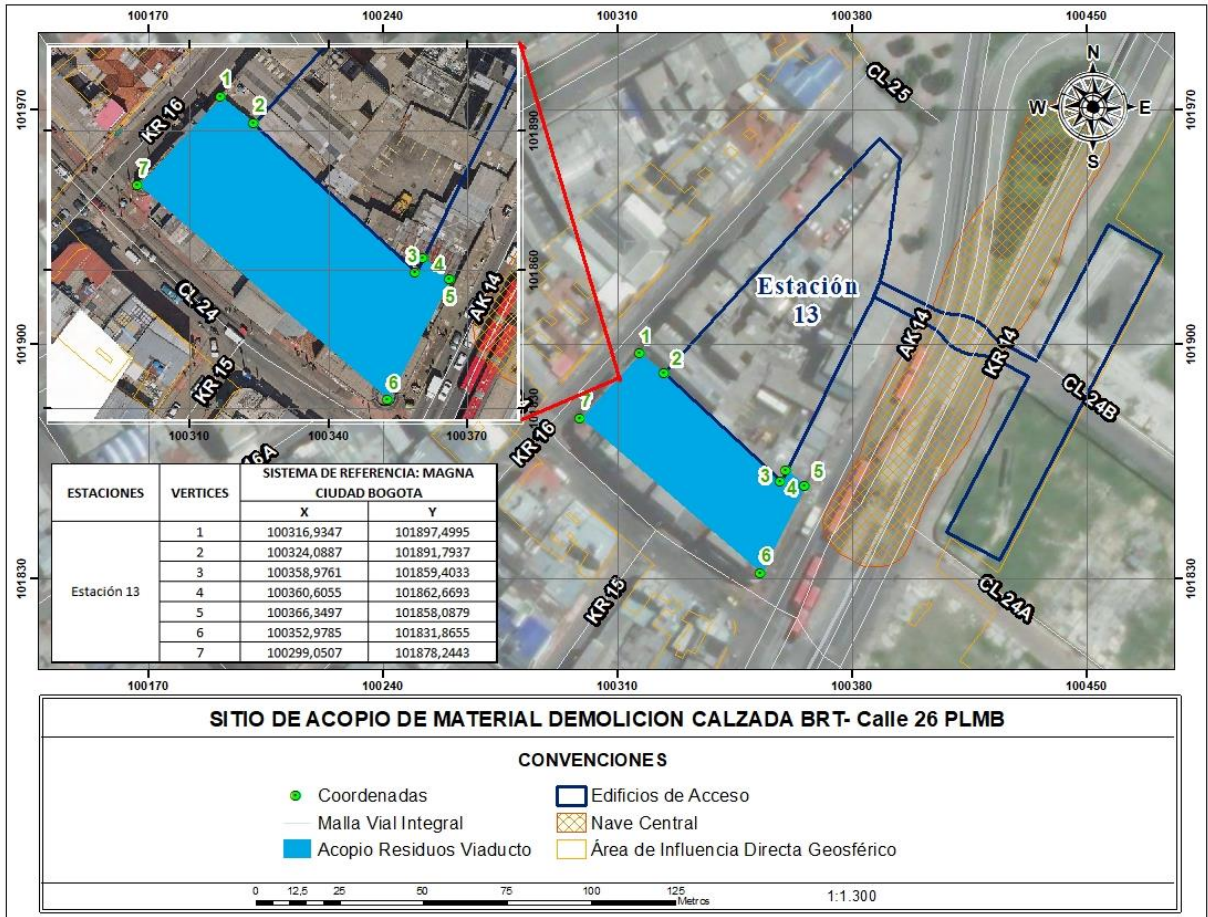


Figura 24 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Calle 26

Fuente: Metro Linea 1, 2023

► Ubicación punto de acopio estación 16 – WF6

Se ubica en los lotes sobre la Calle 72 a 15 metros aproximadamente hacia el Occidente de la Av. Caracas.



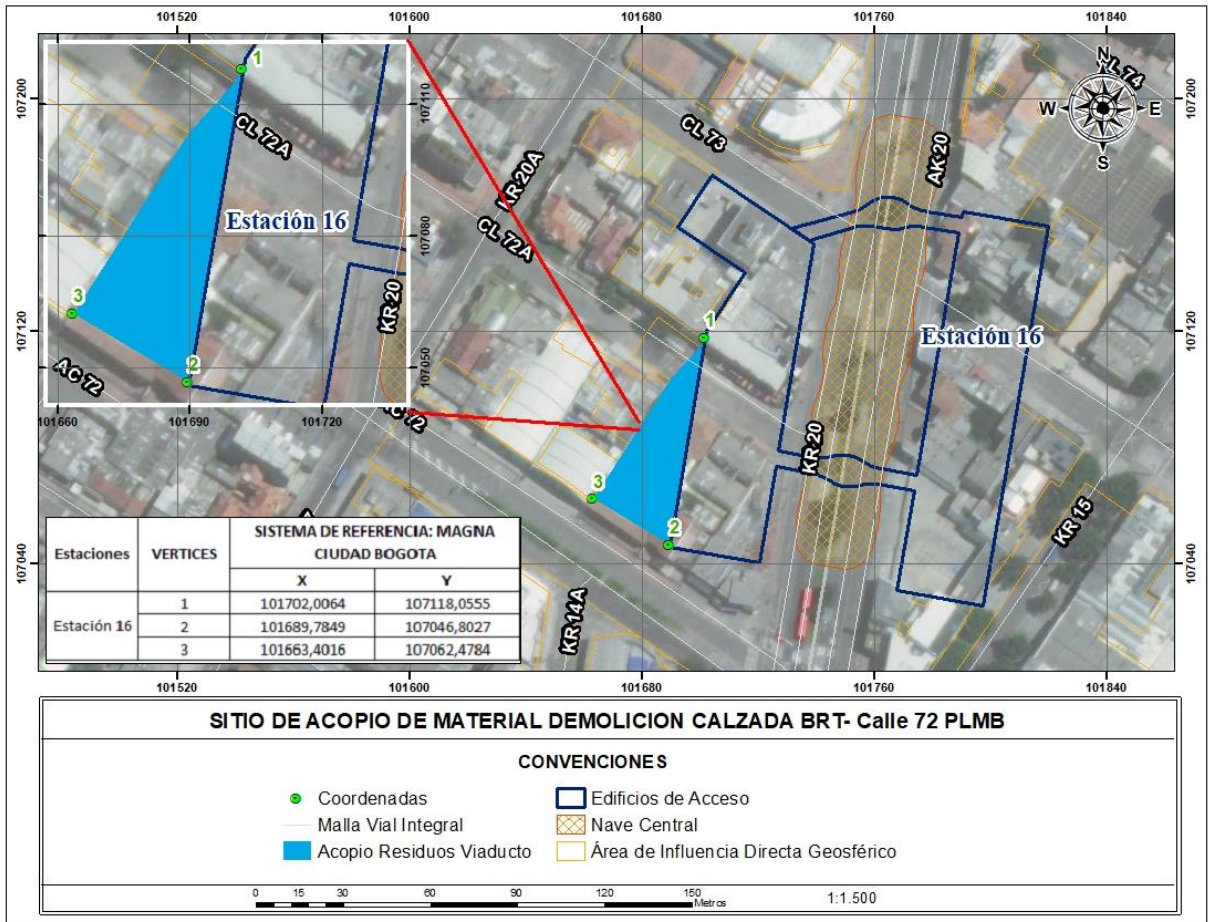


Figura 25 Sitio de acopio de material de demolición calzada BRT- Calle 72

Fuente: Metro Linea 1, 2023

Es importante mencionar que de acuerdo con las necesidades y el avance del proyecto se puede incrementar los puntos de almacenamiento de RCD.

Es importante tener en cuenta que las medidas de manejo ambiental se encuentran en el documento L1T1-CON-AMB-PN-0017\_02, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VIADUCTO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ – PLMB TOMO 2.

### 3.2.7 Manejo silvicultural y remoción de cobertura vegetal

#### 3.2.7.1 Manejo Silvicultural

El manejo silvicultural

Para el avance de las diferentes actividades constructivas el concesionario cuenta con los permisos de manejo silvicultural expedidos por las autoridades ambientales competentes en cumplimiento a la normatividad ambiental vigente. Es por esto por lo que, la ejecución de los tratamientos silviculturales se lleva a cabo en el marco de los actos administrativos a través de los cuales se relacionan los distintos individuos arbóreos presentes en el área de influencia del proyecto y para los cuales las AAC autoriza el tratamiento más idóneo de acuerdo con el grado de interferencia de los árboles con las obras a desarrollar. Todas las actividades silviculturales deberán realizarse como se presenta en el capítulo 5.7.5. de la Actualización del EIAS de la PLMB.

A continuación, se relaciona el registro fotográfico donde se presenta un ejemplo de las actividades que comprende el manejo silvicultural:







Fotografía 2 Manejo silvicultural

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.7.2 Remoción de Cobertura Vegetal

La remoción de cobertura vegetal se refiere al proceso de eliminar la vegetación natural, como árboles, arbustos, hierbas y otros tipos de plantas, en un área determinada. En el caso de cómo manejar la remoción de la cobertura vegetal en zonas verdes antes de llevar a cabo actividades de construcción es importante llevar a cabo una verificación en campo para evaluar la necesidad de retirar la vegetación existente y determinar si es viable realizar estas actividades. Se sugiere que la remoción de la cobertura vegetal se realice preferiblemente de manera manual. Esto se hace para minimizar la invasión del área y preservar la capa vegetal en caso de que pueda ser reutilizada en el futuro. En casos donde se requiera la remoción de vegetación de manera más extensa o cuando la vegetación no pueda ser reutilizada, se puede utilizar maquinaria para llevar a cabo el proceso de remoción, siempre intentando preservar la integridad de la cobertura vegetal en la medida de lo posible. la vegetación retirada se almacena y se transporta adecuadamente, posiblemente en volquetas, para su disposición en un lugar autorizado o para su posible reutilización.

El material vegetal retirado debe ser manejado de acuerdo con las normativas y regulaciones ambientales aplicables, como las establecidas por la AAC (Autoridad Ambiental Competente).

A continuación, se relaciona el registro fotográfico donde se presenta un ejemplo de las actividades que comprende el retiro de cespedón manual:



Fotografía 3 Manejo de cespedón

Fuente: Metro Línea 1, 2023

En la Figura 26 se presenta un ejemplo de cómo se realizaría la remoción de cobertura vegetal en áreas donde se pueda utilizar maquinaria.

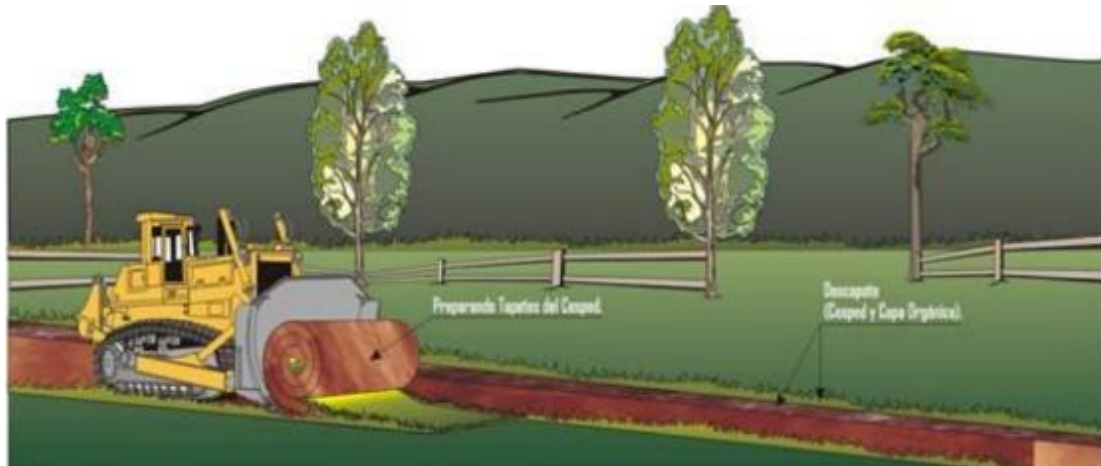


Figura 26 Remoción de cobertura vegetal

Fuente: (Tomi digital, 2022)

En la Figura 27 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural:



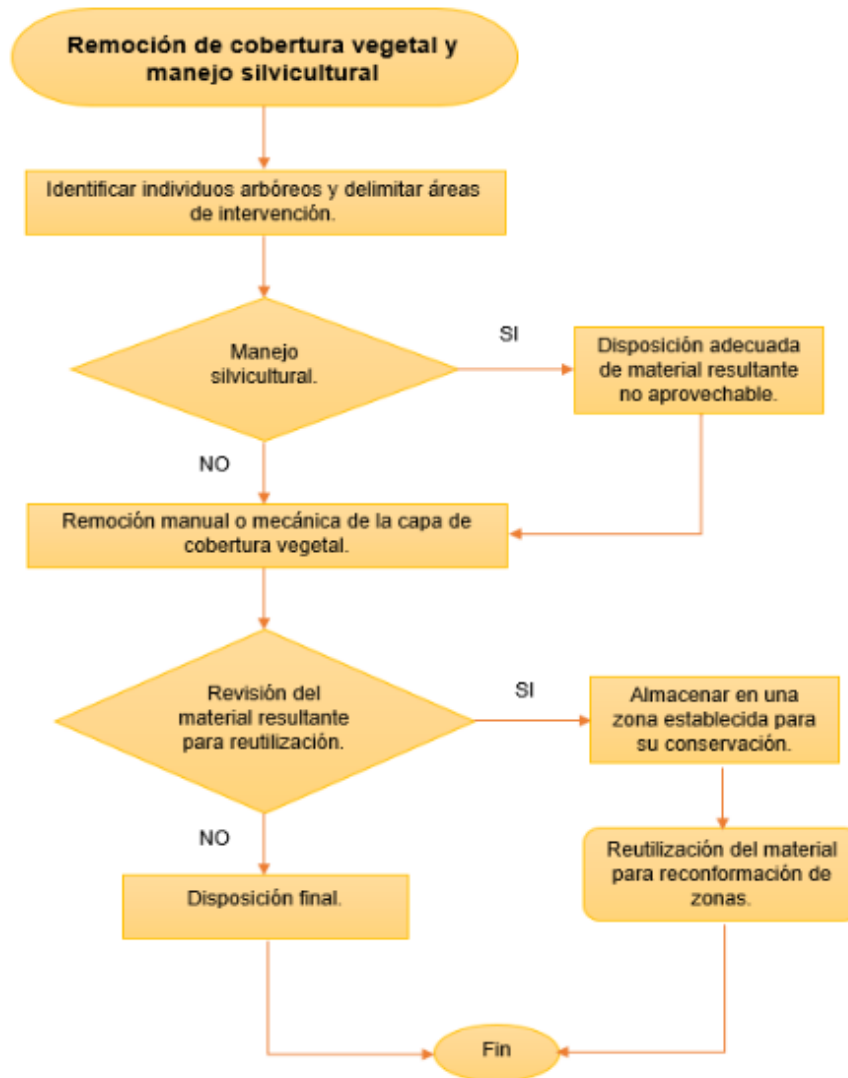


Figura 27 Proceso para remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.8 Instalación, Traslado y/o Reubicación de redes

En el presente numeral se traslada la información de todas las actividades que estaban contenidas en el PMAS “Plan de Manejo Ambiental para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes” el cual fue No objetado por parte de la Banca Multilateral en su comunicado O-CAN/CCO-1580/2022, lo

anterior con el fin de integrar los instrumentos ambientales de la construcción PLMB en el presente PMAS. Así mismo, teniendo en cuenta que ninguna de estas actividades se terminó. En la Figura 28 se establecen los porcentajes de avance por WF.

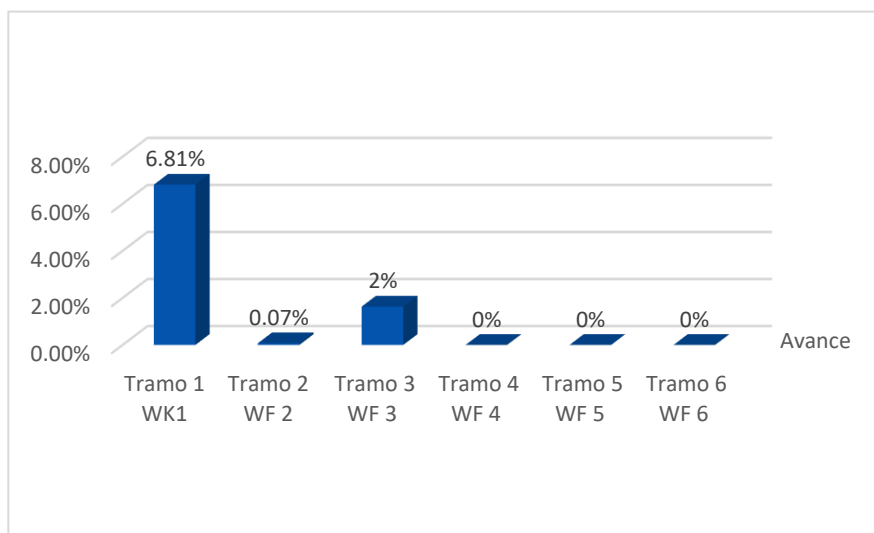


Figura 28 Relación avance de traslado de redes finalizada la etapa previa

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

Teniendo en cuenta la información anterior; adicional, el tiempo en el que fueron establecidos los diseños definitivos, las actividades previstas a ejecutarse en la etapa previa en cuanto al traslado de redes que correspondía al total de las mismas, se ejecutarán en la etapa constructiva del proyecto. (Descripción de procesos y actividades).

### 3.2.8.1 Localización del área de ejecución del plan de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes

Las obras de traslado de redes hidrosanitarias, redes secas y redes de gas serán ejecutadas a lo largo del área de influencia directa proyectada para la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá – PLMB, iniciando la intervención desde la Av. Villavicencio con Carrera 97C en el sur de la ciudad y finalizando al norte, sobre la Av. Los Libertadores con Calle 80. El objetivo de estas obras es realizar la intervención de las redes existentes que interfieren con la construcción del viaducto y las estaciones de la PLMB. Las labores de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes que puedan reemplazar, mejorar y/o mantener la operación de las redes existentes, incluye, en algunos casos, la inhabilitación de estas, sin que sean removidas.

El presente capítulo fue desarrollado acogiendo las políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral, examinando las alternativas del proyecto, con el fin de identificar y mejorar la selección, ubicación, diseño e implementación del proyecto y su planificación. Específicamente, da respuesta a la Política



operativa de salvaguarda Evaluación ambiental (OP 4.01) del (Banco Mundial) y a la Política de Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales del (Banco Europeo de Inversiones ).

La zona por intervenir será dividida en seis (6) tramos (como se muestra en la Figura 30) donde se realizarán 296 actividades de traslado para los componentes de redes hidrosanitarias, secas y de gas.

El área de influencia directa donde serán ejecutadas estas obras es jurisdicción ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente.

En la Figura 29, se presenta la localización y el área de influencia directa del proyecto.

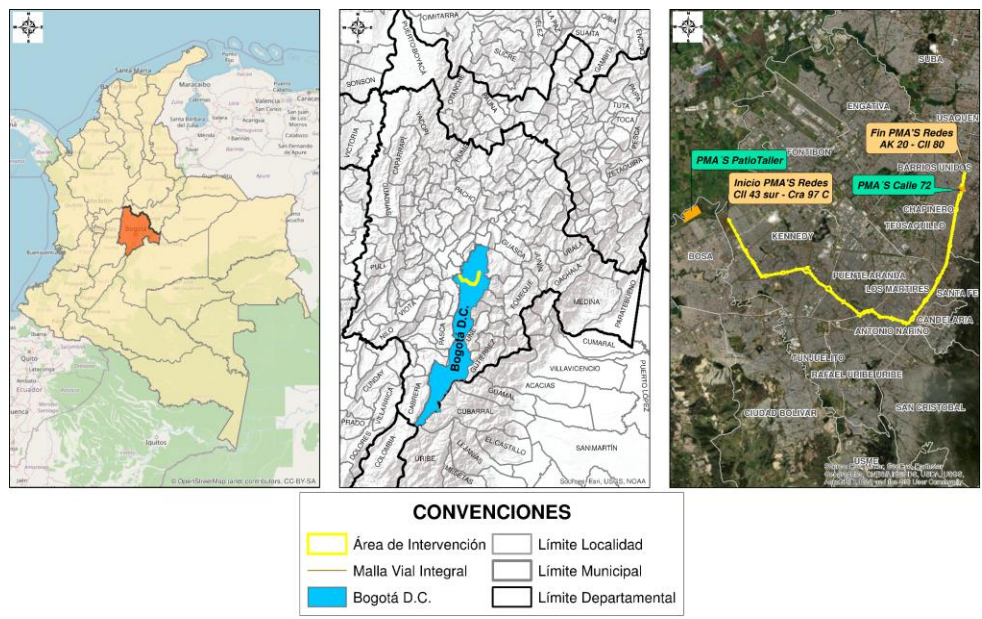


Figura 29 Localización y área de influencia directa de la PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Tabla 12 se presenta la longitud y localización de los tramos para el traslado de redes:

Tabla 12 – Características tramos para el traslado de redes

Tramo	Longitud (Km)	Área (Ha)	Abscisa		Vías	
			Desde	Hasta	Desde	Hasta
<b>Tramo 1</b>	3,010	9,27	km 1+040	km 4+050	Canal Tintal a la altura de la calle 43 con carrera 97 C	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis
<b>Tramo 2</b>	3,975	25,65	km 4+050	km 8+025	Avenida Villavicencio con carrera 86 bis	Avenida primera da mayo con carrera 71 f
<b>Tramo 3</b>	4,391	33,26	km 8+025	km 12+416	Avenida primera da mayo con carrera 71 f	Avenida NQS – calle 8 sur
<b>Tramo 4</b>	3,994	30,31	km 12+416	km 16+410	Avenida NQS – calle 8 sur	Avenida Caracas con calle 13
<b>Tramo 5</b>	3,490	24,78	km 16+410	km 19+900	Avenida Caracas con calle 13	Avenida Caracas con calle 45
<b>Tramo 6</b>	3,964	26,92	km 19+900	km 23+864	Avenida Caracas con calle 45	Autopista Norte con calle 80
<b>Total</b>	<b>22,824</b>	<b>150,19</b>				

Fuente: Metro Línea 1 2023

En la Figura 30 se presenta la localización de los seis (6) tramos en los cuales se ha dividido el proyecto de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes a lo largo del corredor de la PLMB, esto con el fin de identificar cada red y simplificar el tratamiento por cada tipo de red y para cada tramo, desde la etapa de diseño hasta la intervención, teniendo en cuenta la longitud del área de influencia y el alto número de interferencias que se presentan.

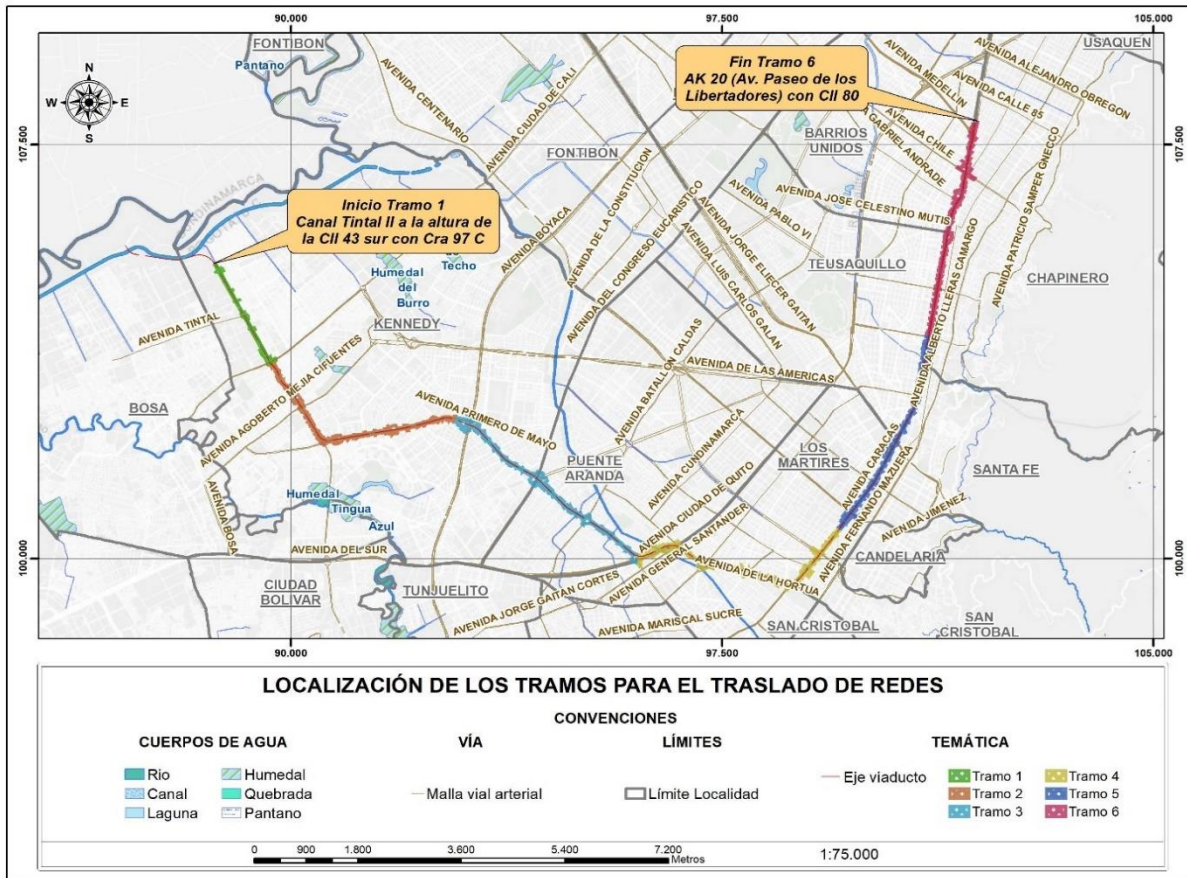


Figura 30 Localización de los Tramos para el traslado de redes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Es preciso señalar que las obras del traslado de redes se ejecutarán en vías o espacio público, por lo tanto, no se prevé compra de predios.

### 3.2.8.2 Descripción de las interferencias

Las obras requeridas para dar solución a las interferencias identificadas consisten principalmente en el traslado de las redes de servicios públicos que actualmente se localizan sobre áreas que a futuro harán parte de los elementos estructurales y de cimentación tanto del viaducto como de las estaciones de la PLMB.

Durante la fase de diseños se identificaron un total de 296 interferencias entre redes de acueducto, alcantarillado, energía, telecomunicaciones y gas natural, las cuales tendrán que ser trasladadas, protegidas, reubicadas o se realizará una gestión previa al inicio de las obras de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).

El papel que desempeñan las empresas de servicios públicos (ESP) en el plan de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes es aprobar los diseños que se plantean para la intervención de cada red, durante el desarrollo de las obras, supervisar las redes intervenidas y al finalizar las labores, revisar y recibirlas. En la Tabla 25 se especifican las empresas encargadas de la prestación de cada uno de los servicios públicos para las redes que se van a intervenir:

Tabla 13 – Empresas prestadoras de los servicios públicos

Tramo	Acueducto	Alcantarillado	Energía	Telecomunicaciones	Gas
1				*Empresa de telecomunicaciones de Bogotá (ETB).	
2	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).	ENEL – CODENSA.	*Telefónica Movistar	Grupo VANTI S.A.
3				*UNE Telecomunicaciones (TIGO-UNE)	
4					
5					
6					

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Teniendo en cuenta que las intervenciones se ejecutarán para diferentes tipos de redes, tanto secas, como de gas y húmedas, los procesos constructivos pueden ser similares, sin embargo, dependiendo de la red cada una tendrá procedimientos propios del tipo de red que será intervenida.

Para algunos tramos de redes secas, es decir energía y telecomunicaciones se realizarán labores de remodelación de redes y cajas, lo que significa que no se ejecutarán labores de traslado o similar, sino que se mejorarán las condiciones de la infraestructura existente con el fin de aumentar la capacidad de acuerdo con el desarrollo no solo del proyecto, sino del crecimiento de las zonas colindantes con la PLMB.

En el caso de algunas redes de acueducto, alcantarillado y gas natural existentes, se protegerán mediante el uso de cárcamos para evitar afectaciones por su cercanía con elementos de cimentación del proyecto; en otros casos, algunas redes serán retiradas definitivamente y se instalarán tapones o válvulas teniendo en cuenta que los predios asociados a las mismas serán demolidos para la construcción de las nuevas estaciones de la PLMB.

Igualmente, se debe tener en cuenta que los diferentes traslados de redes que se realizarán dependerán del tipo de red, el diámetro, zona de traslado, longitud del tramo y profundidad de retiro e instalación. En la Figura 19 se observa un plano general de las zonas donde se tienen las diferentes interferencias a lo largo del corredor de la PLMB:





Figura 31 Ubicación general de las interferencias

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

Tabla 14 – Identificación de interferencias

Tramo	Acueducto	Alcantarillado			Energía	Telecomunicaciones			Gas	TOTAL TRAMO
		Sanitario	Pluvial	Combinado		ETB	Movistar	Tigo		
1	2	1	-	-	3	1	-	-	4	11
2	12	11	10	-	13	1	1	1	14	63
3	4	7	6	-	8	2	1	1	12	41
4	17	1	2	14	14	1	-	1	18	68
5	12	-	-	17	12	2	-	-	5	48
6	12	-	2	16	15	13	-	-	7	65
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>47</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>60</b>	<b>-</b>
<b>296 INTERFERENCIAS</b>										

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Contando con un total de 296 interferencias que se tienen dentro del plan de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes, las cuales generan un gran número de obras a lo largo del corredor de la PLMB, también se debe tener en cuenta las obras o proyectos externos que se encuentren dentro del área de influencia, con el fin de poder definir el momento en que será intervenida cada una de las redes, de esta forma evitando mayores afectaciones y traumatismos sobre la comunidad. En la Tabla 27 se presenta la información general de obras que se superponen espacialmente con el área de influencia del PMAS de redes y que se proyectan en ejecución en el momento que se realizarán las obras en cada uno de los tramos.

Tabla 15 – Identificación de interferencias con obras principales

Proyecto	Entidad responsable	Ubicación
Siembra de 47.000 individuos arbóreos en zonas de ronda y ZMPA de ríos, quebradas y canales.	EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá) ERU (Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de Bogotá) Transmilenio S: A.	Canal Río Seco (Av. Primero de Mayo con carrera 51) Canal Albina (Av. Primero de Mayo con carrera 39) Río Fucha (Autopista sur con diagonal 16 sur) Canal arzobispo (Av. Caracas con diagonal 40A Bis)
Parque lineal arzobispo -5 Km	EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá)	Canal arzobispo (Av. Caracas con diagonal 40A Bis)
Gestión predial PLMB	EMB (Empresa Metro de Bogotá)	En las zonas de construcción de las estaciones de la 2 a la 16.
PLMB TAR	EMB (Empresa Metro de Bogotá)	Av. Primero de Mayo con Av. 68
Troncal Avenida 68	IDU (Instituto de Desarrollo Urbano)	Av. Primero de Mayo con Av. 68
Troncal Av. Ciudad de Cali	IDU (Instituto de Desarrollo Urbano)	Av. Villavicencio con Av. Ciudad de Cali
Rehabilitación de la Línea Tibitoc - Casablanca Tramo 3: Manija	EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá)	Av. Primero de Mayo con Av. Boyacá
Corredor Av. Tintal - Av. Alsacia Grupo 1 - Av. Tintal de Av. Bosa a Av. Manuel Cepeda Vargas	IDU (Instituto de Desarrollo Urbano)	Av. Villavicencio con Carrera 89B
Voto Nacional: Sede Alcaldía Local de los Mártires - Gestión del suelo contratación estudio, diseños y obra	ERU (Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de Bogotá)	Av. Caracas con Calle 10
Conexión Peatonal Calle 73 entre Carrera 7 y Avenida Caracas	IDU (Instituto de Desarrollo Urbano)	Av. Caracas con calle 73 y Calle 79
ALO SUR	ANI (Agencia Nacional de Infraestructura)	Sector Chusacá – PK49+413) hasta Av. Américas (PK29+240)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Para las distintas obras se realizará una armonización similar a la realizada con la Troncal de Transmilenio de la Av. 68 con el fin de que todos los proyectos queden armonizados e igualmente se reduzcan las afectaciones a la comunidad lo mayor posible.

Para la lectura de las (Figura 32 a Figura 44) se deben tener presentes los siguientes términos:

- ▶ **Remover:** Se refiere a las redes que serán retiradas o inhabilitadas definitivamente por presentar

interferencia con los elementos de la PLMB.

- ▶ **Proyectado:** Corresponde con las nuevas redes que serán instaladas, reemplazando las redes que presentan interferencia con la PLMB.
- ▶ **Remodelar:** Se aplica a las redes que no presentan interferencia con la PLMB, pero serán intervenidas para mejorar sus características mecánicas y/o de funcionamiento.
- ▶ **Existente aérea:** Hace referencia a las redes secas existentes que se encuentran instaladas vía aérea y no serán intervenidas.
- ▶ **Existente a nivel de suelo:** Son las redes secas existentes que se encuentran instaladas subterráneamente y no serán intervenidas.

En las (Figura 32 a Figura 44) se pueden observar imágenes 3D, donde se presentan algunos ejemplos ilustrativos de las redes existentes y la zona donde serán trasladadas:

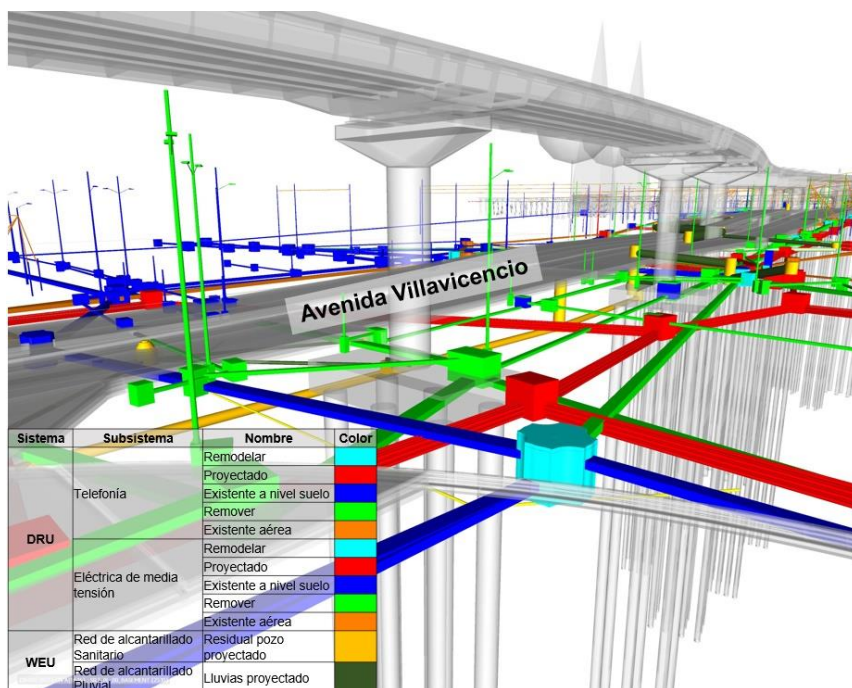


Figura 32 Redes húmedas y secas tramo 1

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

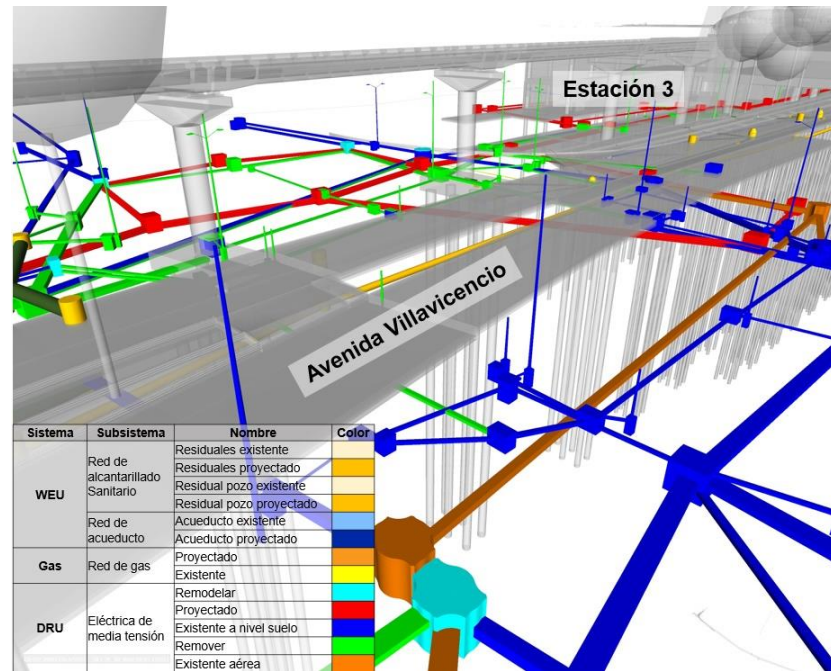


Figura 33 Redes húmedas y secas tramo 2

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

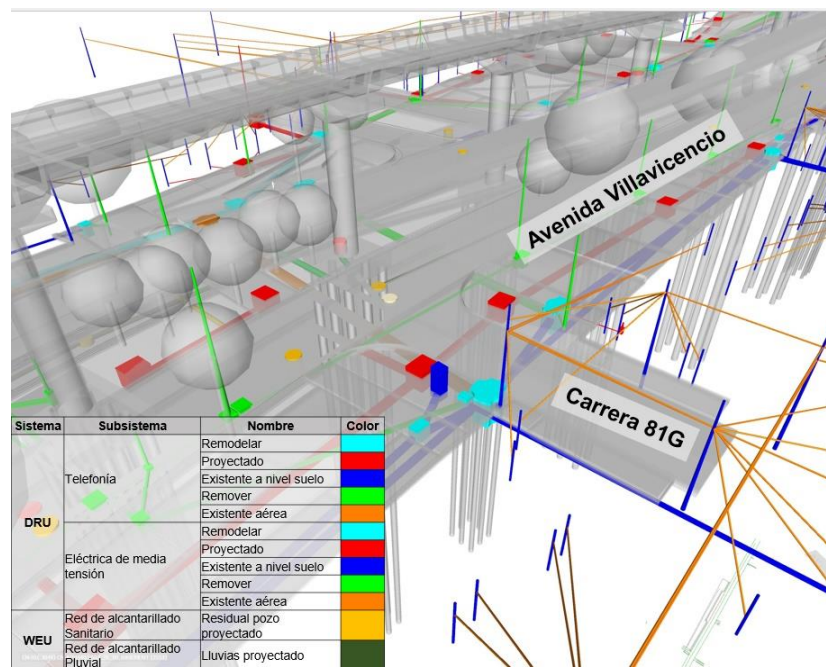


Figura 34 Redes húmedas y secas tramo 2

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.



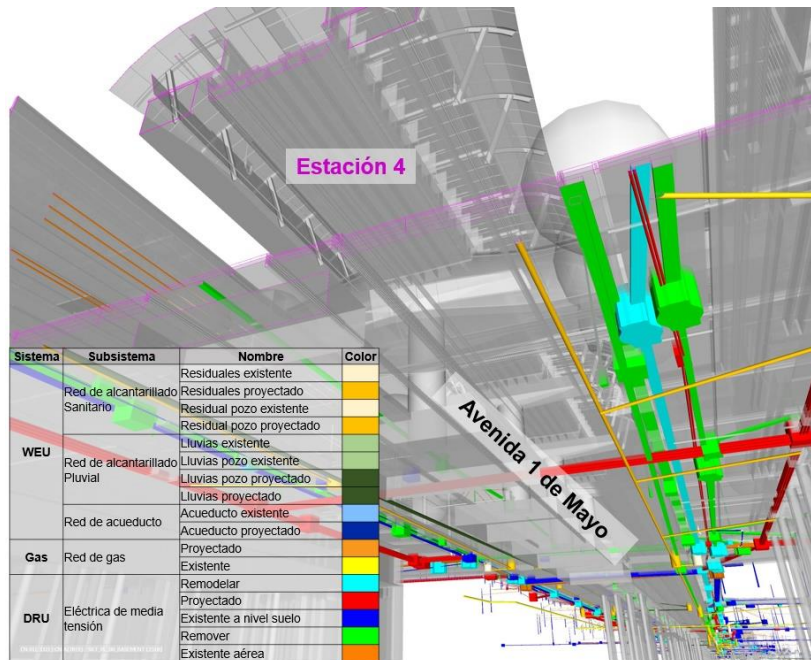


Figura 35 Redes húmedas y secas tramo 2

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

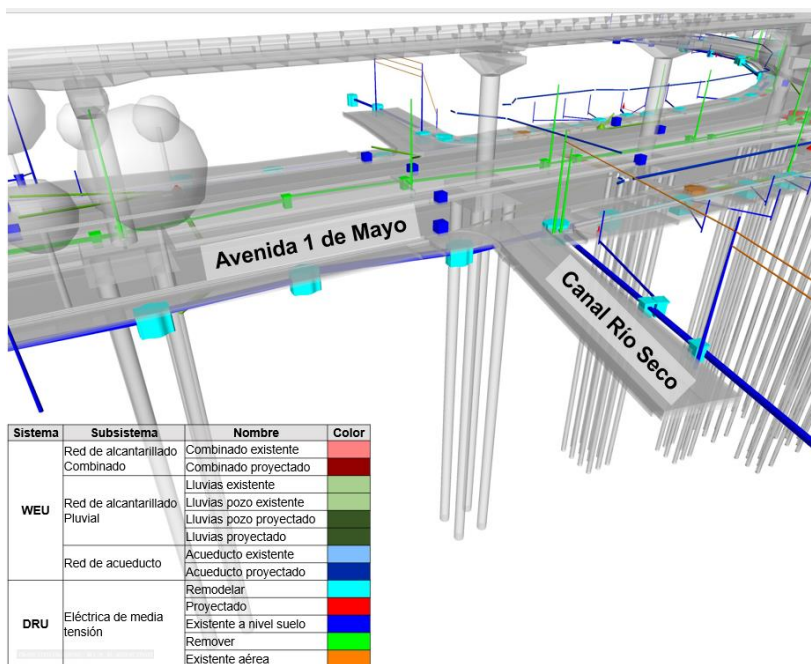


Figura 36 Redes húmedas y secas tramo 3

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

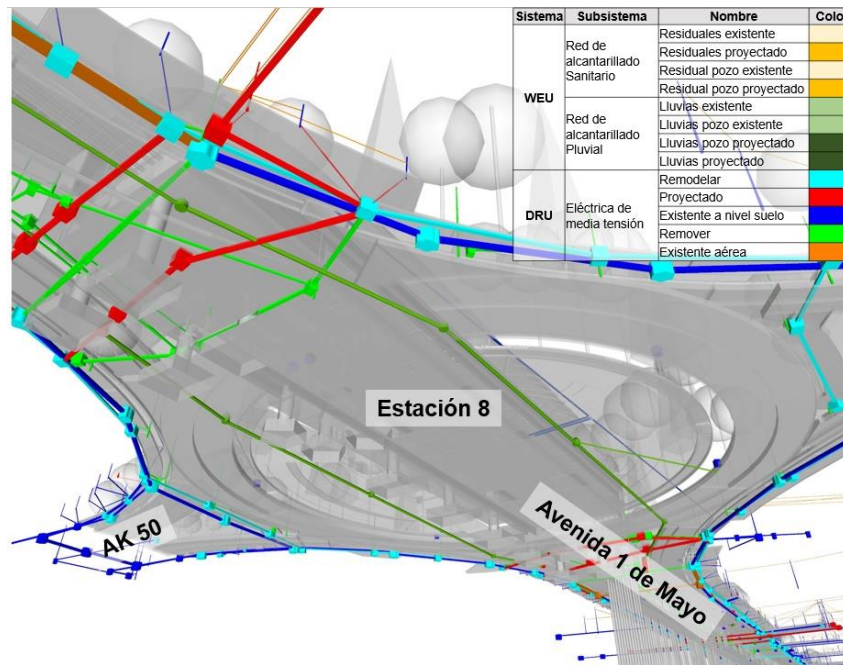


Figura 37 Redes húmedas y secas tramo 3

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

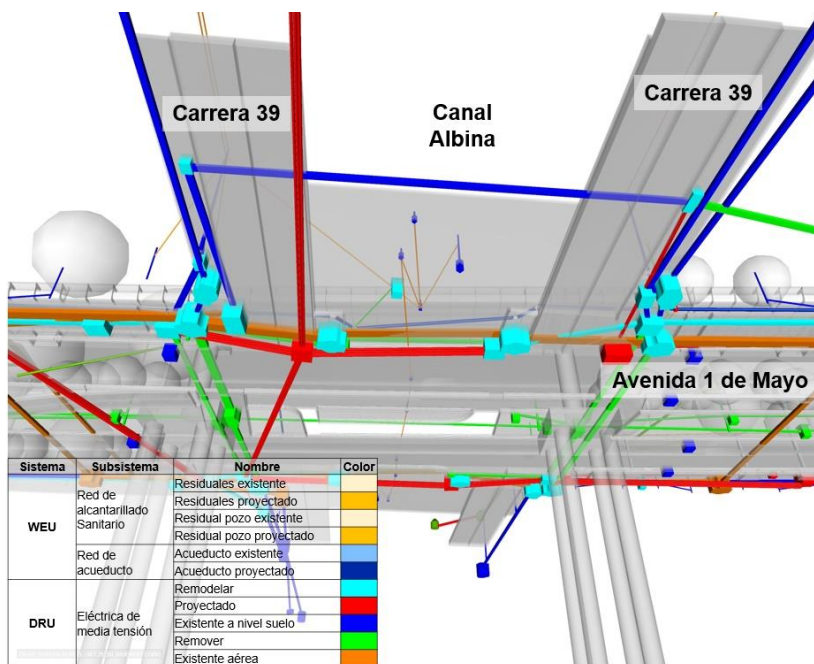


Figura 38 Redes húmedas y secas tramo 3

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.



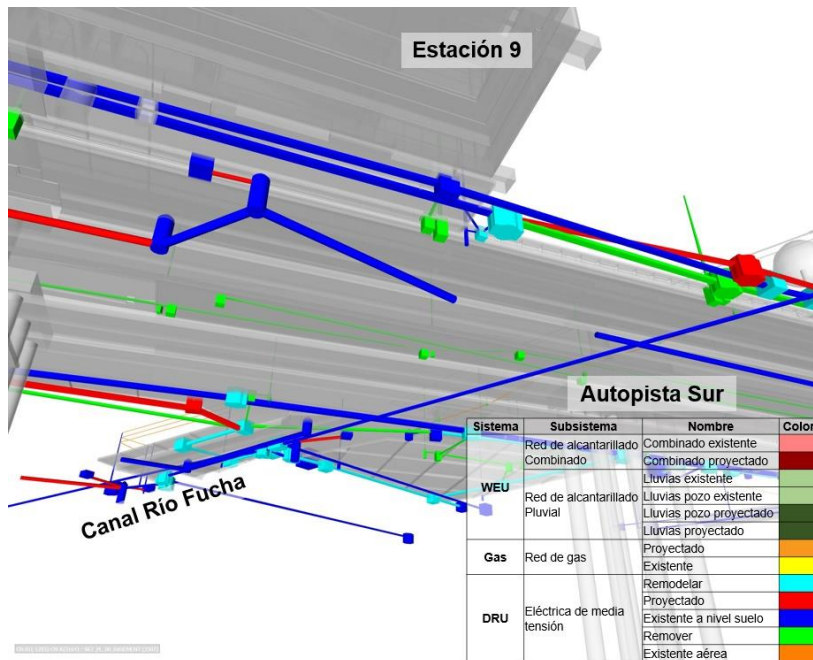


Figura 39 Redes húmedas y secas tramo 4

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

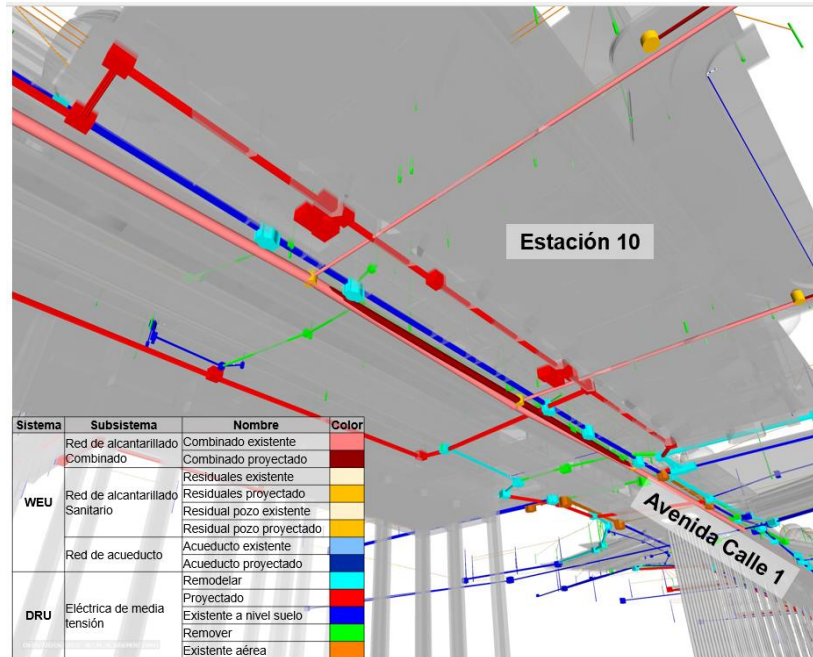


Figura 40 Redes húmedas y secas tramo 4

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

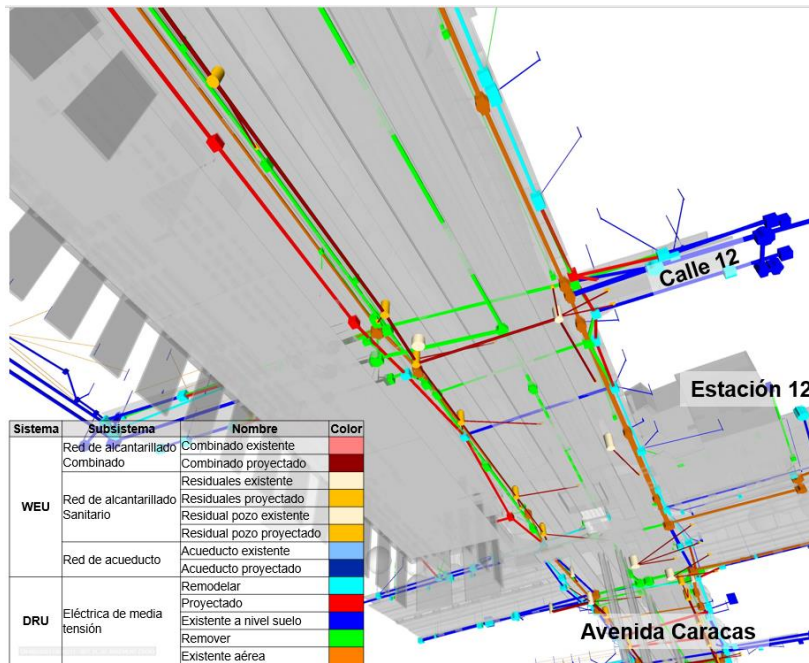


Figura 41 Redes húmedas y secas tramo 5

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

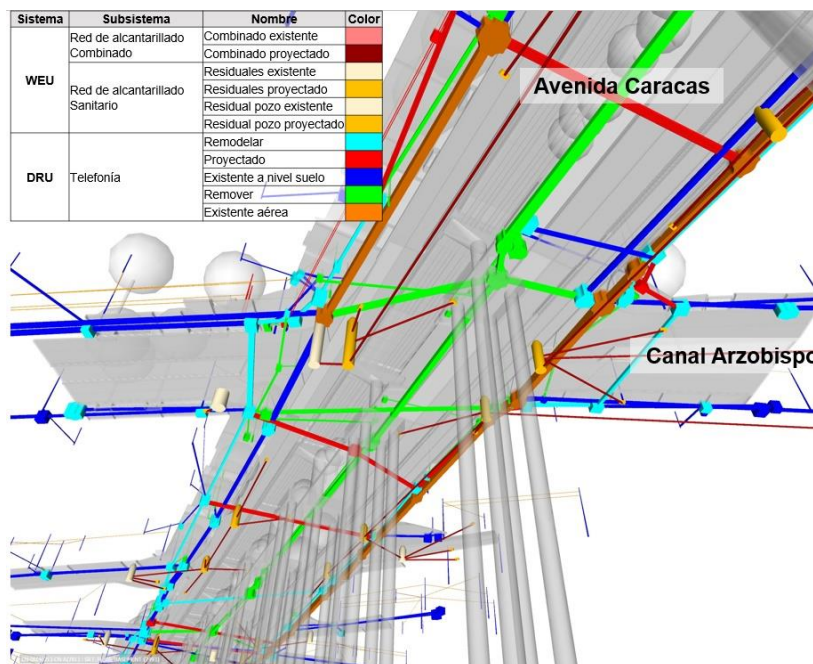


Figura 42 Redes húmedas y secas tramo 5

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

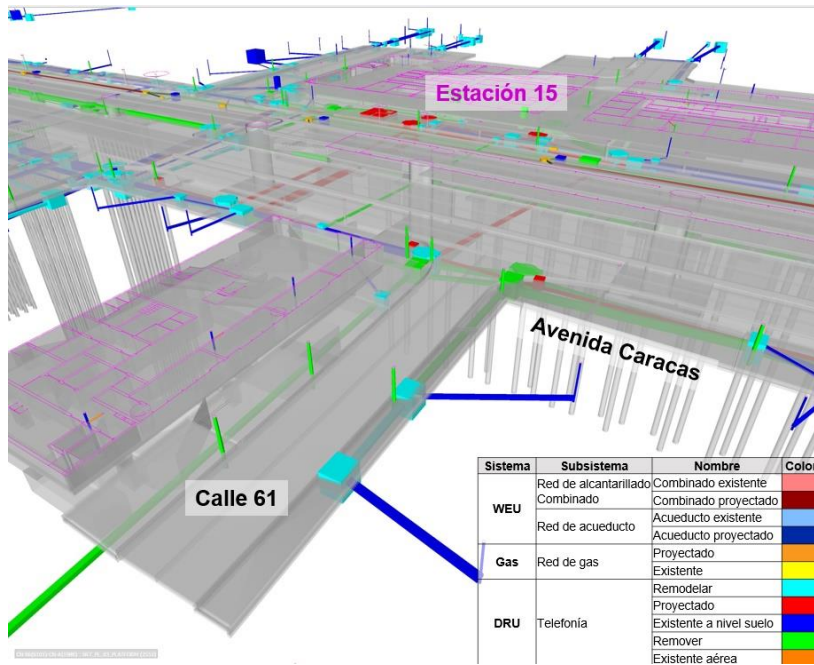


Figura 43 Redes húmedas y secas tramo 6

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

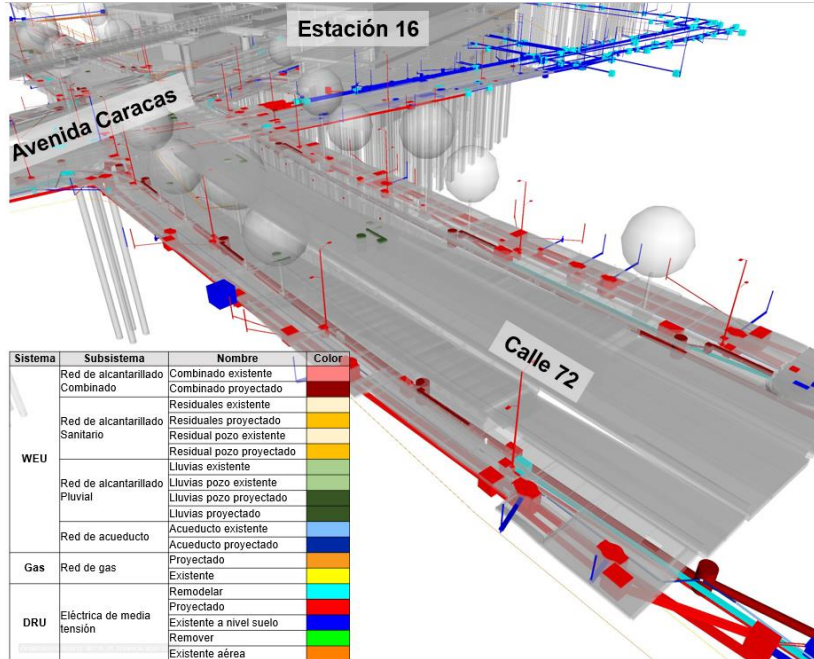


Figura 44 Redes húmedas y secas tramo 6

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se realiza una descripción de las interferencias por servicio público que se presentan por cada tramo.



► Descripción de las interferencias de redes de Acueducto

Se proyectan 59 interferencias en las redes de acueducto a lo largo de los seis (6) tramos, las cuales presentan tuberías con diámetros entre 4” y 12”, exceptuando la red matriz en el tramo 1, donde la red a trasladar tiene un diámetro de 24”. Igualmente, la red de acueducto por estar ubicada en su mayoría sobre la zona de andenes cuenta con profundidades que varían entre 1 m y 2,5 m aproximadamente. Para el traslado de la red matriz del tramo 1, identificada como interferencia 2 se cuenta con una profundidad de 3,65 m siendo la mayor profundidad que se presenta para este tipo de red.

La localización, la zona de interferencia, la identificación de la pila con la que interfiere la red y las características generales de las redes, se presentan en la Tabla 16. El número de identificación de las diferentes redes no se expresa desde el 1 o de forma consecutiva en algunos tramos, teniendo en cuenta que en la realización de los planos de diseño se incluyeron las obras que fueron realizadas mediante el proceso de traslado anticipado de redes (TAR) a cargo de la empresa Metro de Bogotá, y que por no ser objeto de este PMAS no son incluidas en el presente capítulo, sin embargo, se maneja el mismo ID de los planos para evitar confusiones.

Tabla 16 – Resumen interferencias redes de Acueducto

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 1	1	Andén/intersección en vías	Paralelo al viaducto	S2-14 a S3-2	Av. Villavicencio Carrera 89B – Av. Ciudad de Cali	12”	888,66	PVC
	2	Vía/Andén	Paralelo al viaducto	E2-1 a E2-9	Av. Villavicencio Carrera 86G – Carrera 86B Bis	24”	184,41	PVC
Tramo 2	6	Vía aleadaña	Perpendicular al viaducto	E3	Carrera 80G Av. Villavicencio	4”	N/A*	PVC
	7	Vía aleadaña	Perpendicular al viaducto	E3	Carrera 80G Av. Villavicencio	6”	N/A*	PVC
	8	Vía aleadaña	Perpendicular al viaducto	E3	Carrera 80D Bis Av. Villavicencio	4”	N/A*	PVC
	9	Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80D Bis	6”	N/A*	PVC
	10	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S4-14 a S4-24	Av. Villavicencio Carrera 79 Av. Primero de Mayo	12”	500	PVC y Hierro dúctil
	11	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S4-15 a S4-16	Av. Villavicencio Carrera 78N	4”	85	PVC



Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	12	Vía 1 sentido/Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	S4-21	Carrera 78l Av. Villavicencio	4"	21	PVC
	13	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S4-22	Av. Villavicencio Transversal 78H Bis A	8"	28.44	PVC
	14	Vía aledaña/ Andén	Paralelo al viaducto	S4-23	Av. Villavicencio Transversal 78H Bis A	4"	47	PVC
	17	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E4	Calle 42B Bis A Sur Av. Primero de Mayo	4"	56	PVC
	18	Vía aledaña	Paralelo al viaducto	E4	Calle 42 Sur Av. Primero de Mayo	4"	N/A*	PVC
	19	Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E5	Calle 39ª Sur Av. Primero de Mayo	4"	77	PVC
<b>Tramo 3</b>	1	Separador/ Vía 1 sentido/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-45	Av. Primero de Mayo Av. Carrera 68	8"	211,32	Acero
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S8-24	Av. Primero de Mayo Carrera 51	8"	35,39	Acero
	3	Separador/ Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S9-7	Av. Primero de Mayo Carrera 40	6"	49,9	Acero
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-12	Av. Primero de Mayo Carrera 39	8"	29,4	Acero
<b>Tramo 4</b>	1	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S9-35 a S9-36	Autopista sur Av. Primero de Mayo	8"	63	PVC
	2	Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E9	Transversal 33 Calle 17 A Bis Sur – Calle 17 A Sur	4"	56,86	PVC y Acero
	3	Glorieta/ Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S10-25	Calle 1 Carrera 27	12"	N/A*	Acero
	4	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S10-27	Calle 1 Carrera 26ª	12"	17,33	PVC
	5	Andén/ Vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S10-28	Calle 1 Carrera 26ª	4"	1	Acero
	6	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S10-28	Calle 1 Carrera 26ª	10"	18	Acero

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	7	Andén/ Vías aledañas	Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24ª – Carrera 24B	4"	4	PVC
	8	Andén/ Vías aledañas	Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24 Bis	4"	4	PVC
	9	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E10-6	Calle 1 Carrera 24	4"	27	Polietileno
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S11-10	Calle 1 Carrera 18ª	8"	27	Acero
	11	Andén/ Vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S11-16	Calle 1 Carrera 18C	4"	1	Acero
	12	Andén/ Vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S11-17	Calle 1 Carrera 18C	4"	26	Acero
	15	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11-27 a S11-28	Calle 1 Av. Caracas	8"	63	PVC
	16	Andén/ Vías aledañas	Perpendicular al viaducto	E11	Calle 2 Bis Av. Caracas	3"	4	PVC
	17	Andén/ Vías aledañas	Perpendicular al viaducto	E11	Diagonal 2 Av. Caracas	3"	4	PVC
	18	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S12-13	Av. Caracas Calle 7	12"	1	PVC
	21	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11-29	Av. Caracas calle 1	12"	11	PVC
Tramo 5	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E12-1	Av. Caracas Calle 11	6"	32,14	Polietileno
	2	Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E12-4	Av. Caracas Calle 12	4"	2	PVC
	3	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S13-1	Av. Caracas Calle 13	6"	N/A*	PVC
	4	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S13-1	Av. Caracas Calle 13	8"	66,99	PVC
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13-11	Av. Caracas Calle 16	8"	32,58	Acero
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13-21	Av. Caracas Calle 19	12"	48,56	Polietileno
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13-32	Av. Caracas Calle 23	6"	41,64	Polietileno
	8	Separador/ Vía 2	Perpendicular al viaducto	S14-24	Av. Caracas Diagonal 33 Bis	8"	46,35	Polietileno

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		sentidos/ Andén						
	9	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S14-34	Av. Caracas Calle 36	6"	N/A*	PVC
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14-34	Av. Caracas Calle 36	12"	35,32	Acero
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14-37	Av. Caracas Calle 37	6"	41,76	Polietileno
	12	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E14-4	Av. Caracas Calle 43	4"	93,15	PVC
<b>Tramo 6</b>	1	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S17-9 a S17- 11	Av. Caracas Calle 76 – Calle 77	8"	155.94	PVC
	2	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S17-8	Av. Caracas Calle 76			
	3	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S17-8	Av. Caracas Calle 76			
	4	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S17-7	Av. Caracas Calle 75			
	7	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E16	Av. Caracas Calle 73	3"	N/A*	PVC
	8	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E16	Av. Caracas Calle 72 <sup>a</sup>	4"	18.75	Acero
	9	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E16	Av. Caracas Calle 72 <sup>a</sup>			
	10	Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 62 – Calle 63	3", 4" y 6"	N/A*	PVC
	11	Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 62			
	12	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 61 <sup>a</sup>			
	13	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 61 <sup>a</sup>			
	14	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 61 <sup>a</sup>	4"	28.97	PVC

\* Longitud **N/A** (No Aplica) se refiere a intervenciones a realizar por taponamiento, así que no se instalará nueva tubería.

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describen las características de las redes a trasladar en cada uno de los tramos de la PLMB.

► Tramo 1

Para las redes de acueducto en el tramo 1 se presentan dos (2) interferencias cuya localización se muestra en la Figura 45:

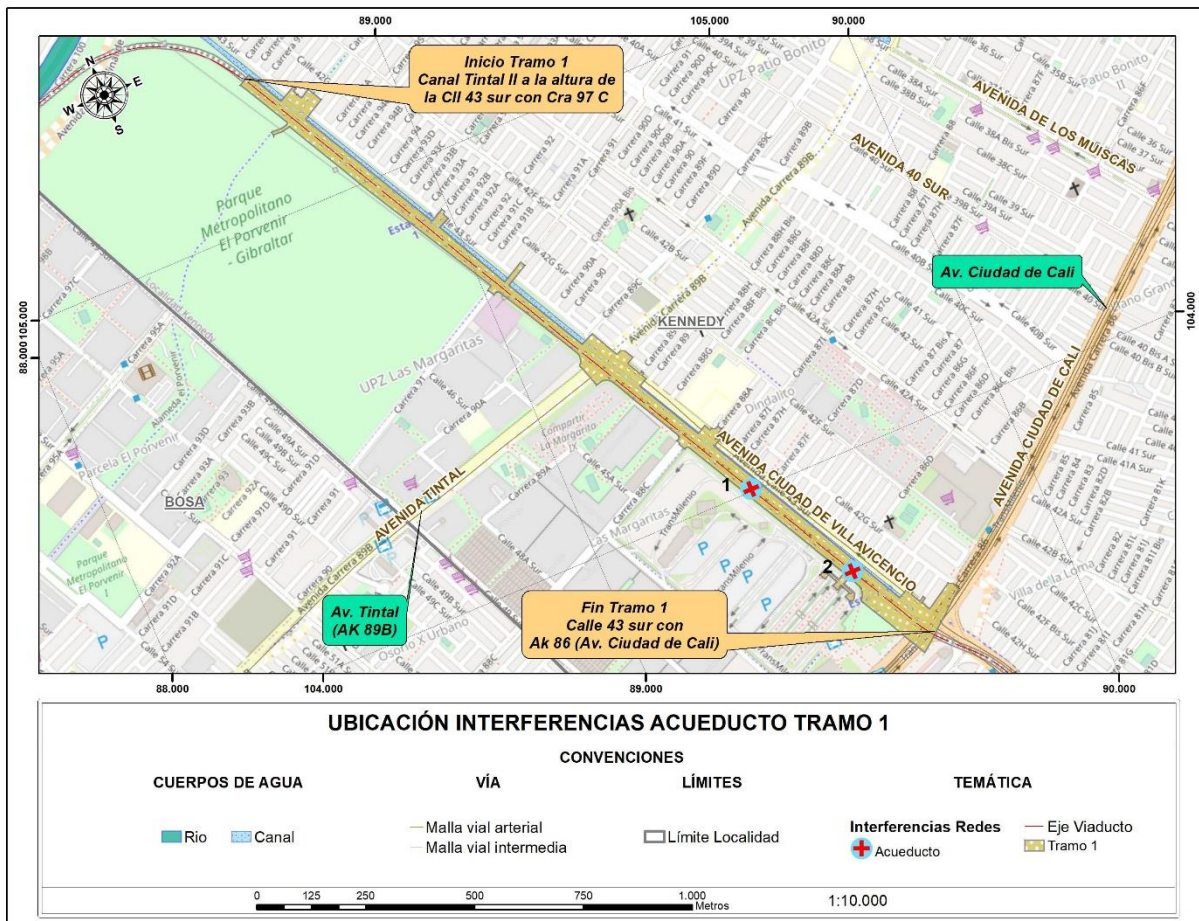


Figura 45 Ubicación interferencias acueducto tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia es una tubería de 12" de diámetro, la cual se trasladará cerca de 5 metros hacia el costado oriental de la vía desde su ubicación actual, partiendo desde la carrera 89B hasta la Av. Ciudad de Cali.



La segunda tubería es una red matriz de 24” de diámetro la cual será desviada hacia el costado oriental entre la carrera 86 y carrera 86B Bis mediante un codo de 45°, será posteriormente reincorporada a la red existente mediante otro codo igual al anterior debido al cambio de cimentación en este sector puesto que en este lugar se encuentra proyectada la estación No.2 de la PLMB.

Las interferencias y traslado para las redes de acueducto del tramo 1 se muestran en la Figura 46.

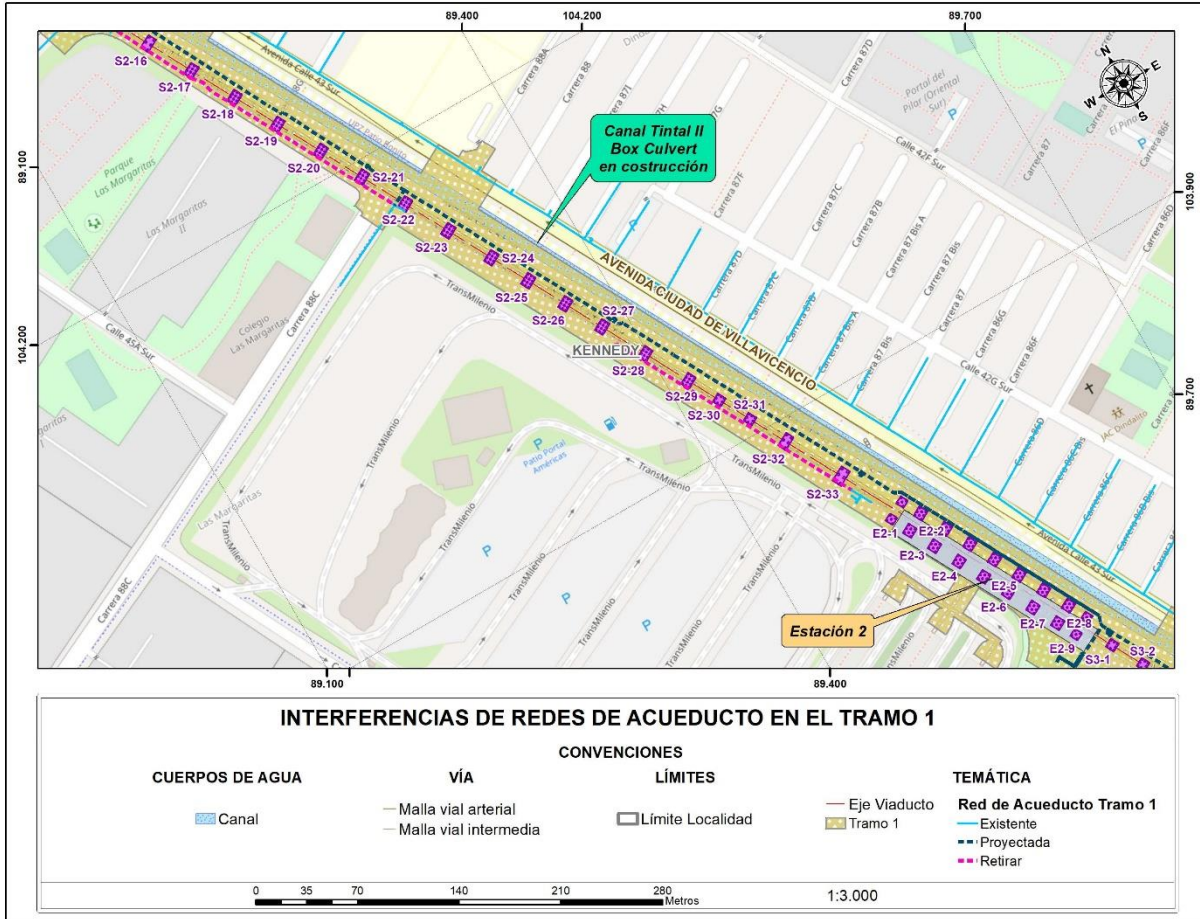


Figura 46 Interferencias de redes de Acueducto en el tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 2

En el tramo 2 se han identificado 12 interferencias con redes de acueducto, cuya localización se presenta en la Figura 47.

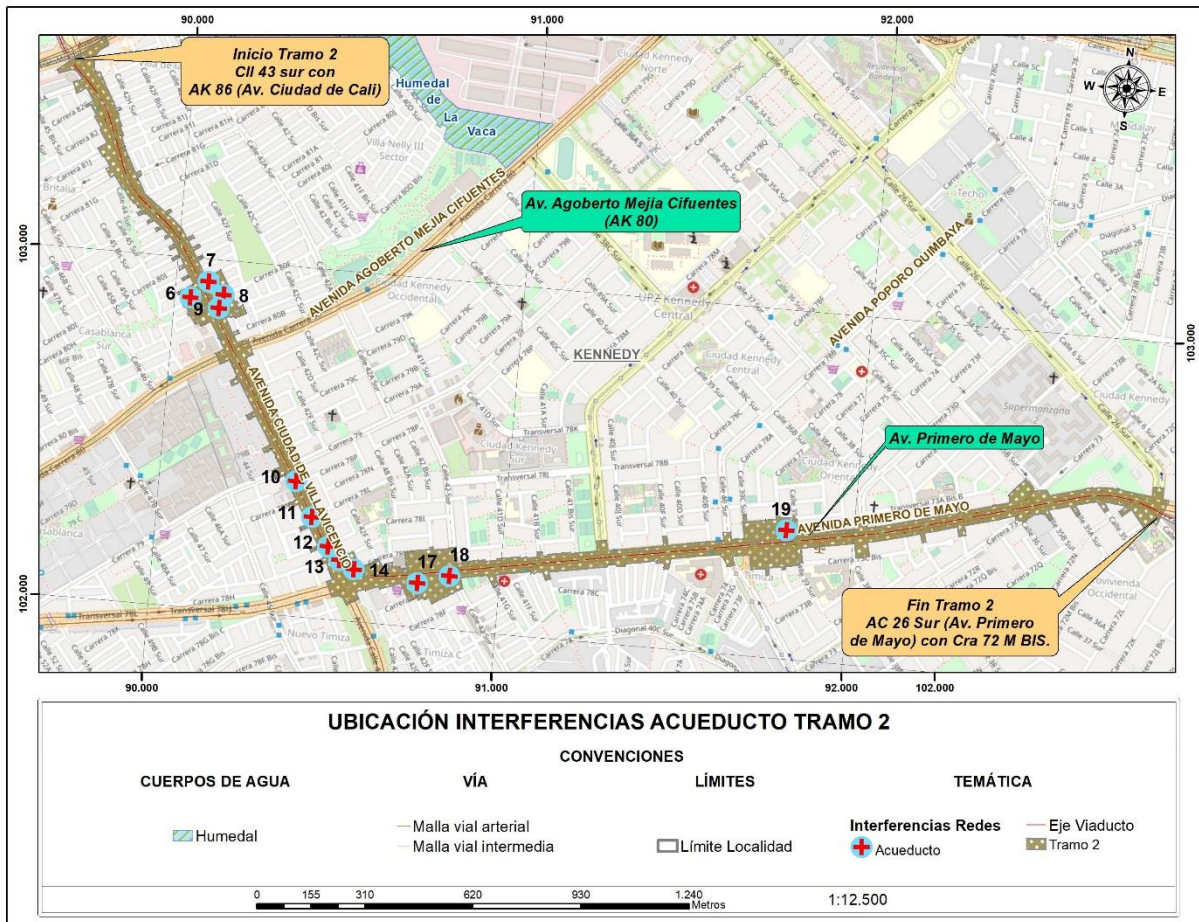


Figura 47 Ubicación interferencias acueducto tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia denominada No.6 se encuentra localizada al costado occidental de la futura Estación No.3 sobre la carrera 80G, por lo que la tubería que conecta con la red sobre la Av. Villavicencio será retirada en la zona donde se ubicará la futura Estación No.3 y se instalará un tapón en ese punto de la tubería.

Las interferencias 7 y 8 son redes menores localizadas sobre el costado oriental de la Estación No.3, conectando sobre la red de la Av. Villavicencio, se encuentran a lo largo de la carrera 80G y carrera 80D Bis, por lo que se instalará un tapón para cada red en el lugar donde termina la Estación No.3 y se retirará el resto de la tubería que se encuentra en dirección a la Av. Villavicencio.

La interferencia 9 se presenta sobre la Av. Villavicencio a la altura de la carrera 80D Bis, una tubería de 6" de diámetro, la cual se encuentra actualmente con un tapón, sin embargo, se intervendrá para mover el tapón con el fin que de retirar la tubería existente que se encuentra en el área proyectada donde se construirá la Estación No.3.

La interferencia 10 se ubica sobre el separador de la Av. Villavicencio entre la carrera 79 y la Av. Primero de Mayo, es una tubería de diámetro 12” e interfiere desde la pila S4-14 hasta la pila S4-24 por lo que será trasladada al costado occidental de la Av. Villavicencio de manera paralelo al futuro viaducto sobre la vía y a un lado del andén, finalizando en la Av. Primero de Mayo.

La interferencia 11 está localizada a la altura de las pilas S4-15 y S4-16 la cual pasa por el costado occidental de la Av. Villavicencio hasta el separador y en ese punto se dirige al sur para conectar con la red que se encuentra sobre el andén a la altura de la carrera 78N, por lo que se relocalizará sobre el andén del costado occidental en el sentido sur en paralelo al viaducto y conectando en el mismo punto donde se conecta actualmente con la red, con una tubería en PVC de 4”

La interferencia 12 se encuentra sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio, de manera perpendicular al viaducto a la altura de la pila S4-21 sobre la carrera 78I, se hará el traslado retirando la tubería actual y mediante el uso de tres codos que permitan rodear la pila y conectar la red de 4” PVC en el mismo punto.

La intersección 13 es una tubería PVC de 8” e interfiere con la pila S4-22, debe ser relocalizada de tal manera que rodee la pila y se conecte a la misma red mediante la instalación de 4 codos que permiten conectar el tramo de 8” en tubería de PVC.

La interferencia 14 es una tubería PVC de 4” que intercepta la pila S4-23 a la altura de la transversal 78H Bis A, por lo que la tubería actual será desplazada hacia el norte de la vía conectando con la misma red.

La interferencia 17 se encuentran sobre la calle 42ª Sur donde la tubería se ve afectada por la estación No.4, se trasladará el tramo en una tubería de PVC de 4” por la calle 42B Bis A Sur y se conectará a la red que se encuentra en la carrera 78G.

La interferencia 18 se encuentra paralela al viaducto desde la calle 42 Sur, donde interferiría con la Estación No. 4 por lo que la tubería será removida y se instalará un tapón donde terminará la Estación.

La última interferencia se presenta sobre la calle 39 A Sur a la altura de la futura Estación No.5, por lo que se removerá el tramo y se trasladará en una tubería PVC de 4” que conectará con la red que se encuentra localizada sobre la calle 39 Sur por la transversal 73D Bis.



En la Figura 48 y Figura 49 se presentan las interferencias y traslado para las redes de acueducto en el tramo 2:



Figura 48 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 49 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 3

En el tramo 3 se presentan cuatro (4) interferencias a la red de acueducto, las cuales se localizan en la Figura 50.



Figura 50 Ubicación interferencias acueducto tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia 1 se localiza a la altura de la Av. carrera 68 para un tramo de 8” que será trasladado sobre el andén norte de la Av. Primero de Mayo, continuando por la glorieta hacia el norte con el fin de evitar la interferencia con la cimentación de la pila S7-45. Está interferencia será de las primeras que serán intervenidas teniendo en cuenta que se localiza sobre la Av. 68.

La interferencia 2 se presenta sobre la Av. Primero de Mayo a la altura de la carrera 51, donde se encuentra ubicada una tubería de 8” que se cruzaría con la pila S8-24, por lo que será reemplazada por una tubería en acero hacia el oriente de la pila para no afectar la red al momento de la construcción de esta.

La siguiente interferencia se presenta sobre la Av. Primero de Mayo, a la altura de la carrera 40 interfiriendo la construcción del pilar S9-7, por lo que se requiere reemplazar la tubería de 6”, por una de acero, desplazando la red que se encuentra sobre el separador hacia el andén y realizando el cruce para conectar en el mismo punto con la red existente y evitar algún tipo de afectación.



La interferencia 4 se localiza sobre la Av. Primero de Mayo a la altura de la carrera 39 donde se reemplazará la tubería de 8” en asbesto cemento por una en acero que se desplazará unos metros hacia el sur mediante 5 codos de 45° y una YEE para hacer la conexión con las tuberías que se dirigen hacia la carrera 39 y la Av. Primero de Mayo, con el fin de evitar la interferencia con la pila S9-13.

En la Figura 51 y Figura 52 se presentan las interferencias y traslado para las redes de acueducto en el tramo 3:



Figura 51 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 52 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 4

En el tramo 4 se han identificado 17 interferencias a la red de acueducto, las cuales se ubican en la Figura 53.



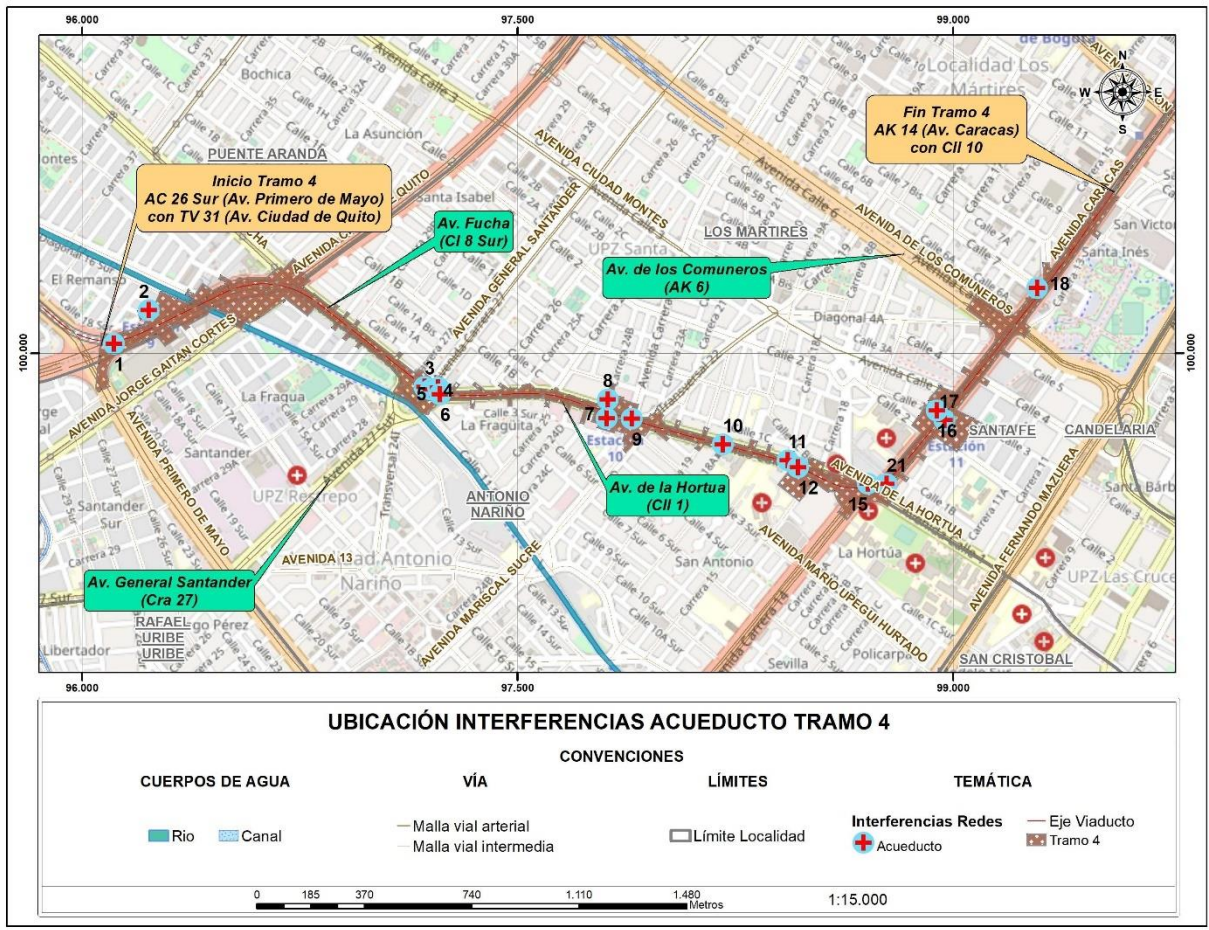


Figura 53 Ubicación interferencias acueducto tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra afectando los pilares S9-35 y S9-36 localizados en la Autopista Sur donde se encuentra la tubería de 8” que va en paralelo con el trazado de la línea del Metro, por lo que es necesario relocalizar este tramo de tubería al occidente del pilar, mediante 4 codos de 90° que permitan rodear las dos pilas que serán construidas.

La interferencia 2 se presenta sobre el costado occidental de la autopista sur, donde se tiene proyectado la Estación 9, para la tubería PVC de 4” que se dirige hacia la calle 17ª Bis Sur y gira por la transversal 33 la será localizada al costado occidental de la misma vía y conectará a la red al occidente, permitiendo mantener la red en uso.

La siguiente interferencia se presenta sobre la glorieta de la calle primera a la altura de la carrera 27 donde la construcción de la pila S10-25 afectaría un pequeño tramo de la red existente, por lo que se plantea la instalación de una geomembrana para proteger la tubería existente.

La interferencia 4 se ve afectada por el pilar S10-27, por lo que sería necesario desviar el tramo hacia el norte de la vía mediante el uso de 2 codos de 45° y una YEE para localizar la tubería de 12" al norte de la pila que será construida.

La interferencia 5 se presenta sobre el área de influencia del pilar S10-28, donde la tubería proveniente de la carrera 26ª se encontraría con la pila sobre la calle primera, siendo necesario emplear un tapón para deshabilitar la conexión existente antes del área de influencia del pilar.

Igualmente, la sexta interferencia se presenta a la altura de la carrera 26ª, donde el tramo de tubería PVC de 10" se ve afectada por la construcción del pilar S10-28, por lo que se debe desviar el tramo al sur del pilar y evitar la interferencia.

La siguiente interferencia se presenta sobre el costado sur de la estación No.10 donde se tienen dos tramos en tubería PVC de 4" a la altura del pilar E10-2 y E10-4 para las que se retirarán las redes hasta donde termina la estación y se instalará un tapón para cada red.

La interferencia 8 se presenta sobre la estación 10 en el costado norte a la altura del pilar E10-2 donde los dos tramos que se encuentran sobre la carrera 24 Bis se retirarán hasta donde termina la estación y se instalará un tapón para cada tramo.

La interferencia 9 se presenta sobre la calle primera a la altura de la pila E10-6, obstaculiza los elementos de cimentación de este pilar, por lo que es necesario realizar el traslado de la tubería PVC con diámetro de 6" hacia el occidente entre los pilares E10-5 y E10-6.

La décima interferencia se encuentra transversalmente a la calle 1 sobre el pilar S11-10, por lo que es necesario relocalizar la tubería PVC de 8" al occidente del pilar, mediante el uso de dos codos de 45° y la TEE para hacer la conexión al tramo actual donde se conecta.

La siguiente interferencia se encuentra a la altura del pilar S11-16 donde un pequeño tramo de la red existente interfiere con el área de cimentación del pilar, por lo que se retirará el tramo que afecta la pila y se instalará un tapón en ese punto.

La interferencia 12 se presenta sobre la calle 1 a la altura de la pila S11-17 donde se hace la entrega desde el costado sur al costado norte interfiriendo con el pilar anteriormente nombrado, por lo que se relocaliza la tubería PVC de 4" sobre el andén y al occidente del pilar desviándolo mediante el uso de 2 codos de 45°.

La interferencia 15 se presenta en la entrada de la Av. Caracas hacia la calle 1, afectando las pilas S11-27 y S11-28, donde la red existente será relocalizada hacia el occidente de su posición actual rodeando las dos pilas y así evitar que se vean afectadas

La interferencia 16 se presenta sobre el costado occidental de la estación No.11 sobre los dos costados de la calle 2 Bis, iniciando en la Av. Caracas, donde se retirarán cerca de 70m de tubería para cada tramo y se hará una conexión entre los dos tramos con un cruce mediante 2 codos de 90° y una tubería PVC de 3".

Las 2 siguientes interferencias se encuentran sobre el costado oriental de la estación No.11 sobre la diagonal, se removerán cerca de 30m para cada una desde la Av. Caracas, con la instalación de tapones para cada una de las entradas.

La interferencia 18 se presenta en la Av. Caracas a la altura de la calle 7, donde intercepta la pila S12-13, dicho tramo finaliza en un tapón en el costado San occidental, por lo que lo único que se realizará será el retiro de la red en ese punto.

La última interferencia se encuentra a la altura de la pila S11-29 para la red que se dirige hacia el norte de la Av. Caracas sobre el costado oriental, y la cual será trasladada hacia el occidente en el punto donde se encuentra con la pila, mediante el uso de 2 codos que permitan que continúe con su trayecto original.

En las Figura 54, se presentan las interferencias y su diseño de traslado para la red de acueducto en el tramo 4:

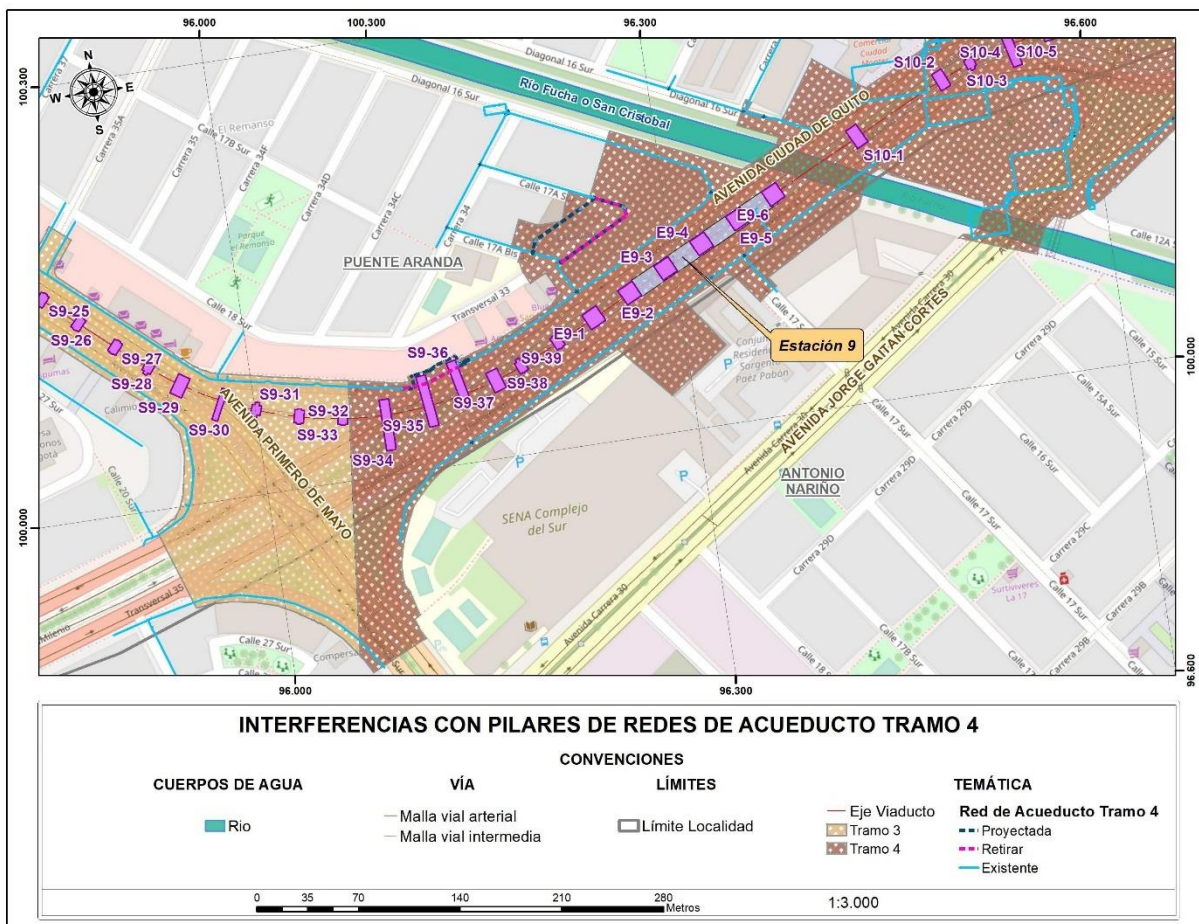


Figura 54 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



▶ Tramo 5

En el tramo 5 se presentan 12 interferencias de acueducto, cuya localización se presenta en la Figura 55.

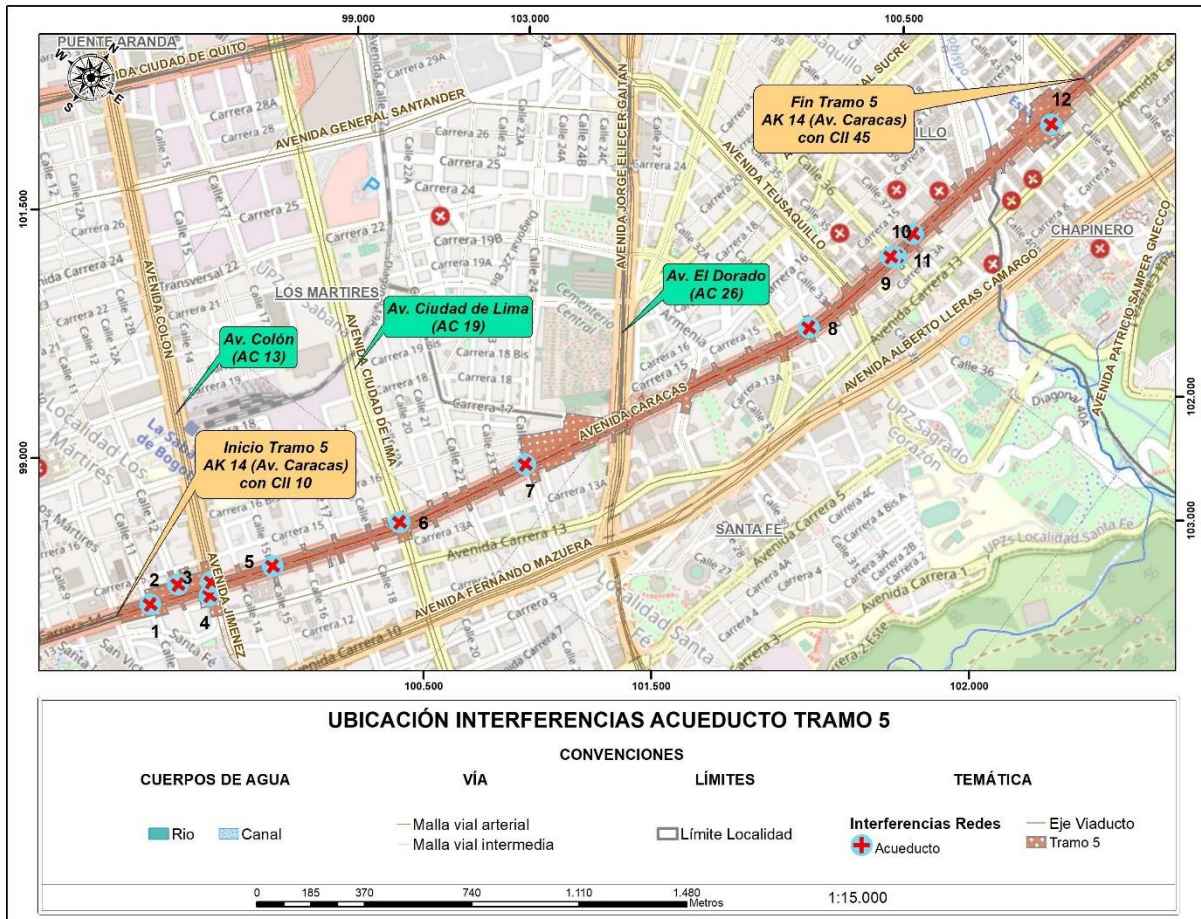


Figura 55 Ubicación interferencias acueducto tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra sobre el costado norte de la calle 11 sobre la Av. Caracas, aunque realmente no interfiere con la pila E12-1, pues se encuentra entre las pilas S12-28 y E12-1, pero se presenta sobre el área de influencia de la Estación 12. Se hará el cambio de la tubería actual por una del mismo diámetro en acero, lo cual permitirá darle una mejor resistencia, adicionalmente se instalará una válvula en cada costado del tramo.

La segunda interferencia se presenta al occidente de la Av. Caracas sobre los dos costados de la calle 12, las cuales interfieren con la estación No.2, se retirarán las tuberías para estos dos tramos hasta donde termina la estación y se instalará un tapón para cada uno de los tramos.



La siguiente interferencia se presenta sobre el costado occidental de la Av. Caracas con calle 13 donde un tramo se ve afectado por la construcción de la estación No.12, se retirará la tubería en este pequeño tramo y se instalará un tapón en el punto.

La interferencia 4 se presenta sobre el costado oriental de la Av. Caracas con calle 13 donde se tiene proyectado el edificio de acceso a la estación No.12. Se plantea relocalizar la red hacia el sur en el costado lateral y hacia el oriente en lado posterior.

Igual que con la interferencia 1, la red de la interferencia 5 se encuentra en una zona donde podría verse afectada por la construcción de la estación de Transmilenio, esto es entre las pilas S13-11 y S13-12, se propone cambiar la tubería por una de acero para mejorar la resistencia del tramo, así como la instalación de una válvula en cada uno de los costados de la Av. Caracas.

La interferencia 6 se encuentra a la altura de la calle 19 sobre la Av. Caracas, en el área del pilar S13-21, se relocalizará hacia el sur del pilar mediante el uso de 4 codos que permitan el desplazamiento de la tubería.

La siguiente interferencia se encuentra sobre la Av. Caracas con calle 23, en la pila S13-32, por lo que se desplazará el tramo hacia el norte de su posición actual entre las pilas S13-32 y S13-33, haciendo la conexión sobre el costado occidental sobre el punto inicial.

La octava interferencia se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la diagonal 33 Bis, interceptando la pila S14-24, se hará uso de 4 codos que permiten desplazar el tramo hacia el sur de la pila y conectarse a la red en los dos costados.

La novena interferencia se presenta sobre la calle 36 sobre el costado oriental de la Av. Caracas en donde se instalará un cárcamo que permita darle protección a la tubería, para evitar daños.

La interferencia 10 presenta la misma situación de las interferencias 1 y 5, localizada en la Av. Caracas a la altura de la calle 36, entre los pilares S14-34 y S14-35. Se realizará un cambio de tubería para mejorar sus capacidades portantes teniendo en cuenta que se encuentra en el área de influencia de la estación de Transmilenio.

La penúltima interferencia se encuentra localizada en la Av. Caracas a la altura de la calle 37, en donde se encuentra con la pila S14-37, la cual será localizada al sur del pilar mediante el uso de dos codos que permitan desplazar el tramo.

La última interferencia se presenta sobre el costado oriental de la estación 14 en la calle 43 donde se retirará la tubería que va hasta donde termina la estación y se replanteará en un tramo desde ese punto y conectará con la tubería que se encuentra sobre la calle 42.

En la Figura 56 y Figura 57 se presentan las interferencias y alternativas de intervención de las redes de acueducto para el tramo 5.



Figura 56 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 57 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 6

En el tramo 6 se presentan 12 interferencias a la red de acueducto, cuya localización se presenta en la Figura 58.





Figura 58 Ubicación interferencias acueducto tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se presenta sobre el costado oriental de la Av. Caracas entre las calles 76 y 77 afectando las pilas S17-9 a S17-11, por lo que se realizará el desplazamiento de la tubería hacia el costado oriental sobre el andén.

La interferencia 2 se encuentra a la altura de la calle 76 sobre la Av. Caracas en donde se encuentra con el pilar S17-8, por lo que deberá transferir el tramo hacia el oriente sobre la intersección de la calle 76.

La siguiente interferencia se encuentra a la altura de la calle 76 con Av. Caracas donde se encuentra con el pilar S17-8, se debe transferir el tramo hacia el oriente desde el punto inicial usando un codo de 45° que permita su desplazamiento.

La cuarta interferencia se encuentra localizada sobre el costado oriental de la Av. Caracas a la altura de la calle 75 y obstaculiza la pila S17-7, por lo que se desplazará hacia el oriente mediante el uso de cuatro codos de 45. Cabe recalcar que las 4 interferencias se presentan sobre el mismo tramo de tubería.



La séptima interferencia se encuentra localizada sobre la calle 73 al costado oriental la cual está en el área de influencia de la estación 16, se retirará la tubería hasta el punto donde termina la estación por el costado oriental y se instalará un tapón.

Las interferencias 8 y 9 se presentan sobre los dos costados de la calle 72A por el lado occidental de la estación 16, se retirará el tramo hasta donde termina la estación y se unirá el tramo de cada uno de los costados mediante una tubería.

La interferencia 10 se encuentra a la altura de la calle 62 sobre el costado oriental y continua en paralelo al viaducto conectando el tramo por la calle 63, e intercepta el área donde se tiene proyectada la estación No.15, se retirará ese tramo de tubería y se instalará un tapón en cada extremo.

La siguiente interferencia se encuentra sobre el costado sur de la calle 62, el cual conecta con la Av. Caracas en la estación No.15, por lo que se debe retirar la tubería e instalar un tapón en el punto donde finalizó el retiro de la tubería.

La interferencia 12 se presenta sobre el costado oriental de la estación No.15 a la altura de la calle 61ª la cual continua por la carrera 13ª y conecta con el tramo de la calle 62, se retirará la tubería y se instalará un tapón en cada uno de los extremos.

Sobre la calle 61 interfiriendo con la estación No.15 en el costado oriental, será necesario retirar la tubería e instalar un tapón en el punto en el que termina la estación.

La última interferencia se presenta sobre la calle 61ª al costado occidental de la Av. Caracas donde se encuentra el edificio de entrada de la estación No.15, será necesario el traslado de la red unos metros al norte para evitar que entorpezca la construcción del edificio nombrado.

En las Figura 59 y Figura 60 se presentan las interferencias para las redes de acueducto en el tramo 6 y la alternativa de intervención para cada una:



Figura 59 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 60 Interferencias con pilares de redes de Acueducto tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Alcantarillado Sanitario

En la red de alcantarillado sanitario se presentan 20 interferencias en total, con intervenciones únicamente en los tramos 1, 2, 3 y 4. Para este tipo de redes se cuentan con profundidades desde los 1,2 m hasta las 3,3 m, siempre teniendo en cuenta el diseño de las redes y que cumpla con la pendiente necesaria para transportar el caudal requerido. Los diámetros de las tuberías van desde 8” hasta 20”. Sin embargo, en la única interferencia que se presenta en el tramo 1 se proyecta el traslado de redes de 30, 36 y hasta 48” y con profundidades de hasta 5 m.

La localización, zona de interferencia, pilar con el que interfiere y características generales de las redes se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 17 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Sanitario

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 1	1	Vía 2 sentidos	Paralelo al viaducto	S2-15 a S3-4	Av. Villavicencio Carrera 89B - Carrera 86C	10", 12", 18", 30", 36" y 48"	1463.52	Concreto
	2	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-17	Av. Villavicencio Carrera 81G	18"	34	PVC
Tramo 2	3	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-27 a S3-17	Av. Villavicencio Carrera 80I Bis – Carrera 81 G	10" a 12"	485	PVC
	4	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80G	8"	N/A	Concreto
	5	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80G	8"	N/A*	Gres
	6	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80F	8"	N/A*	Concreto
	7	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80D Bis	12"	139,14	Concreto
	8	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E3-2 a E3-6	Av. Villavicencio Carrera 80D y Carrera 80 G Bis	8" a 10"	153.26	PVC
	9	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E3	Av. Villavicencio Carrera 80G	8"	N/A*	Concreto
	10	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén/ vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E4	Av. Primero de Mayo Calle 42ª Sur	8"	330	PVC
	11	Vía aledaña/ Andén	Perpendicular al viaducto	E5	Av. Primero de Mayo Calle 39ª Sur	10"	49	Gres
	12	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S6-30	Av. Primero de Mayo Carrera 72C	8"	35	PVC
Tramo 3	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-5 a S7-8	Av. Primero de Mayo calle 71F – Av. Boyacá	6", 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20"	1320,37	PVC
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-5 a S7-8	Av. Primero de Mayo calle 71F – Carrera 69			PVC



Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-27 a S7-8	Av. Primero de Mayo calle 71F – Carrera 69			PVC
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-14	Av. Primero de Mayo Carrera 70B			PVC
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S8-3	Av. Primero de Mayo Carrera 52C	6", 8" y 10"	138,86	PVC
	6	Glorieta/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	E-8	Av. Primero de Mayo Carrera 50	12"	139,92	PVC
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-14	Av. Primero de Mayo Carrera 39	6"	41,31	PVC
<b>Tramo 4</b>	1	Vía aledaña	Paralelo al viaducto	E9	Transversal 33 Calle 17 A Bis Sur – Calle 17 A Sur	6" y 8"	52	PVC

\* Las redes donde se indica en su longitud **N/A** (No Aplica) es debido a que la intervención que se realizará es un taponamiento, o retiro así que no se instalará nueva tubería.

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describen las características de las interferencias identificadas en las redes de alcantarillado sanitario

▶ Tramo 1

En este tramo se presenta una (1) interferencia para alcantarillado sanitario, representada en la Figura 61.

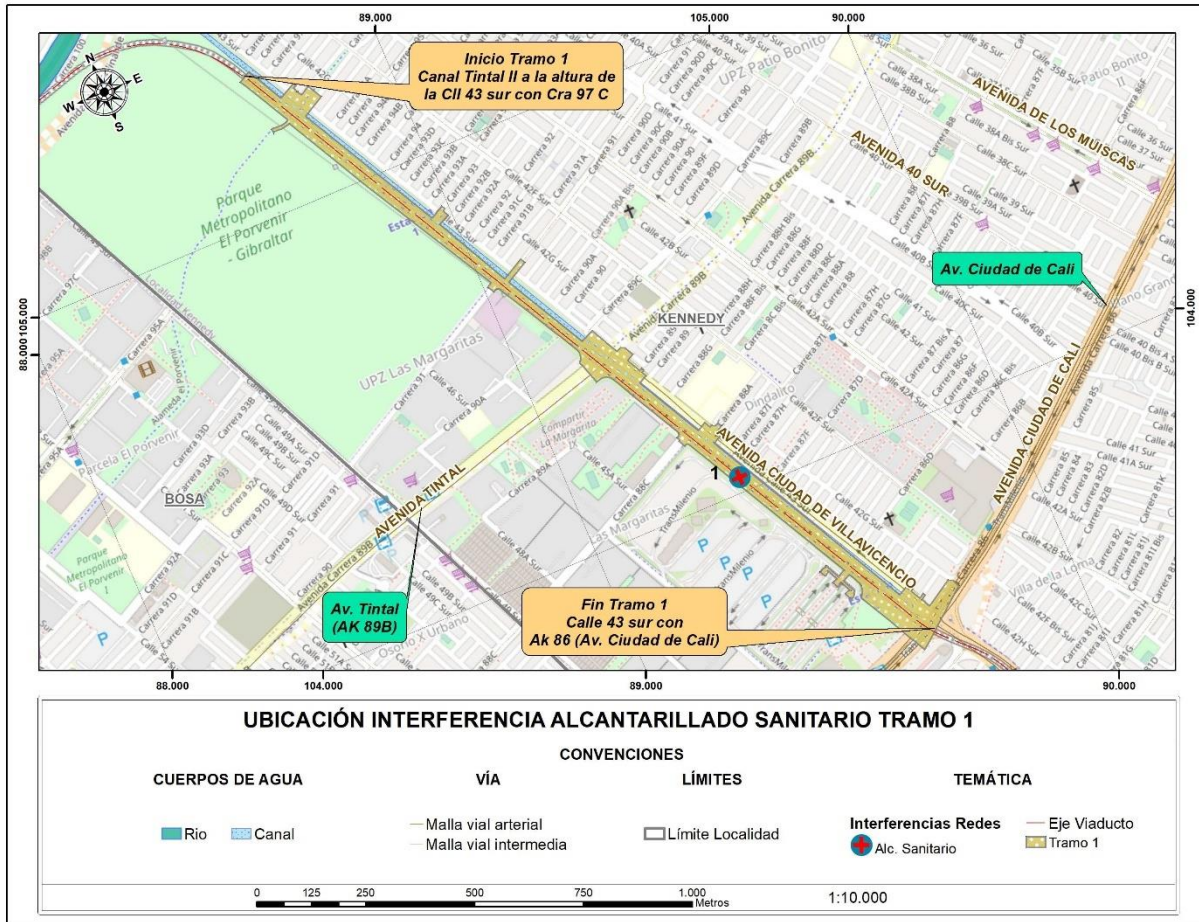


Figura 61 Ubicación interferencia alcantarillado sanitario tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia se localiza en la Av. Villavicencio desde la carrera 89B en dirección norte hasta la carrera 86C, el colector sanitario localizado sobre el costado occidental de la Av. Villavicencio interfiere con las pilas S2-15 hasta la pila S3-4, incluyendo las pilas correspondientes a la estación No.2, deberá trasladarse todo el tramo con tuberías de diámetros desde 10” hasta 48”

En la Figura 62 se muestra la localización de la interferencia de alcantarillado sanitario y del traslado para el tramo 1:



Figura 62 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 2

En este tramo se identificaron 11 interferencias al sistema de alcantarillado sanitario (ver Figura 63).



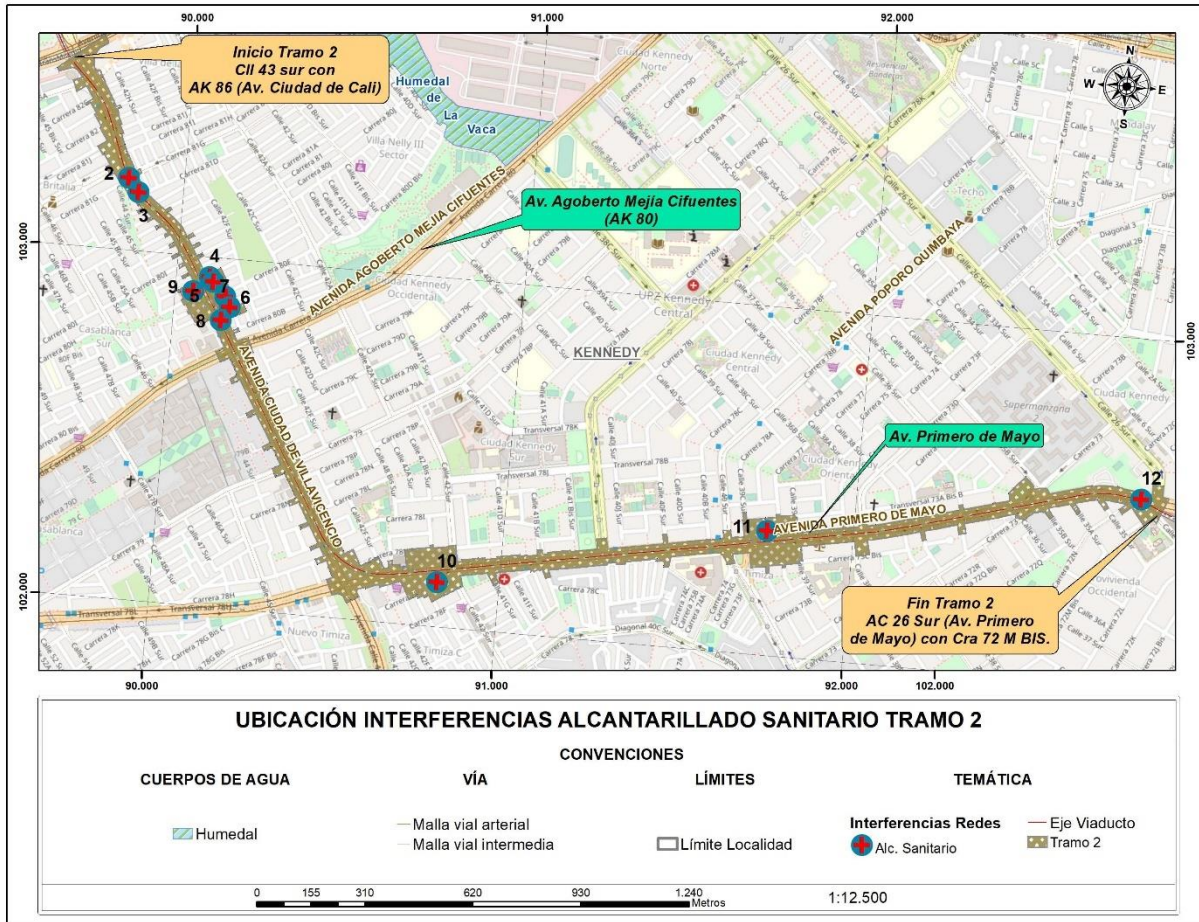


Figura 63 Ubicación interferencias alcantarillado sanitario tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La Interferencia 2 ubicada a la altura de la carrera 81G con Av. Villavicencio afecta el pilar S3-17, por lo que se retiraría la tubería que va desde el pozo CMP 169062 al pozo CMP 169032 por el costado occidental de la Av. Villavicencio. Se construirá un pozo antes de llegar al punto de intersección con el pilar S3-17 y se realizará el cruce al costado oriental en tubería PVC de 18", se hará la entrega a un nuevo pozo denominado WR002 y continuará con la misma dirección existente para conectar al pozo CMP 169032.

La interferencia 3 se ubica entre los pilares S3-17 al S3-27 a la altura de carrera 81D y de la carrera 80I Bis, sobre la zona central de la Av. Villavicencio, inicia en el pozo CMP 153004 y finaliza en el pozo proyectado a la altura del pilar S3-17. Se relocalizarán la tubería y los pozos hacia el andén oriental de la vía, terminando en el pozo proyectado WR002.

Las interferencias 4 y 5 se presentan sobre la proyección de la estación 3 de la primera línea del metro de Bogotá a la altura de la carrera 80 G donde se retirarán estas dos redes que conectan con la red sanitaria de la Av. Villavicencio al costado oriental.



La interferencia 6 se presenta sobre la estación 3 a la altura de la carrera 80F sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio, por lo que será necesario retirar la tubería existente de 8" para evitar que se vea afectada por el área de influencia de la estación.

La interferencia 7 se encuentra a la altura de la carrera 80D Bis sobre el área de influencia de la estación 3 sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio, se retirará la tubería existente junto con los pozos CMP 182688 y 113898, posteriormente se trasladará el tramo para que se dirija hacia el oriente conectando con la red que se encuentra en la calle 42F Bis Sur.

La interferencia 8 comprende las redes que se encuentran sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio a la altura de la estación E-3, es necesario realizar el traslado del tramo desde la carrera 80 hasta la carrera 80D y en ese punto cruzar la Av. Villavicencio entre la pila E3-7 y S4-1 y que entregue sobre el pozo proyectado W2R014.

La interferencia 9 se encuentra sobre la estación 3 a la altura de la carrera 80G sobre el costado occidental de la Av. Villavicencio, por lo que será necesario retirar la tubería existente de 8".

La siguiente interferencia se encuentra en el área de influencia de la estación No.4, localizada en la calle 42ª Sur, entrega en el pozo existente CMP 105832 localizado en la Av. Primero de Mayo. Es necesario relocalizar la red desde la carrera 79G y será dirigida por la calle 42B Bis A Sur rodeando la estación No.4 y entregando en el pozo original. Igualmente, se debe redirigir otro pozo hacia la carrera 78 F Bis A.

La interferencia 11 está ubicada en el área de influencia de la estación No.5, sobre la calle 39ª Sur sobre el costado norte de la estación, por lo que se debe retirar el tramo existente en esta calle.

La última interferencia se presenta a la altura de la carrera 72N donde el tramo interfiere con la pila S6-30, el tramo se relocalizará iniciando en el pozo denominado CMI67606 al costado norte de la Av. Primero de Mayo, pasando por el occidente de la pila y entregar al pozo CMP 105175 al costado sur de la Av. Primero de Mayo.

En la Figura 64 y Figura 65 se muestran las interferencias de alcantarillado sanitario para el tramo 2 y los lugares donde se realizará el traslado:



Figura 64 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 65 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 3

En el tramo 3 se presentan siete (7) interferencias al alcantarillado sanitario (ver Figura 66).





Figura 66 Ubicación interferencias alcantarillado sanitario tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las primeras cuatro (4) interferencias se proyectan sobre la Av. Primero de Mayo desde la carrera 69 hasta la Av. Boyacá, teniendo en cuenta que la red se dirige hacia el occidente, interfiriendo con los pilares S7-5 al S7-27. Las dos (2) primeras interferencias se encuentran entre las pilas S78 a S7-5 donde se tiene una red que se dirige desde la calle 71F hacia el norte y empata con el pozo CMP 105561, sin embargo, interfiere con la pila S7-8 en la conexión al pozo CMP 105546, por lo que debe relocalizarse mediante la construcción del pozo W3R026 con el que se realizará el cruce hacia el costado norte con el pozo W3R027, la red será dirigida hacia el occidente mediante los pozos W3R028, W3R029 y W3R030, hasta finalmente conectar con el pozo CMP166635

La interferencia 3 se presenta a la altura de la carrera 69 hasta la calle 71F, donde se realizará el traslado de las redes que se encuentran al costado norte y costado sur de la Av. Primero de Mayo desde la pila S7-27 hasta la pila S7-8, se trasladará la red localizándola en el centro del carril norte hacia el occidente, se conectarán todas las redes provenientes de las diferentes calles con las dos redes existentes.



La interferencia 4 se encuentra a la altura de la carrera 70B donde se presentan redes que se dirigen hacia la Av. Primero de Mayo desde los costados, interceptando la pila S7-14 por lo que los pozos CMP108354 y CMP105790 conectarán con la red proyectada sobre el pozo W3R023.

La siguiente interferencia está ubicada a la altura de la carrera 52C transversal a la Av. Primero de Mayo donde se encuentra con la pila S8-3, se desplazará hacia el occidente del pilar mediante la construcción de dos pozos para la tubería de 8" entregando al mismo pozo al que se descarga actualmente CMP 107017.

La sexta interferencia se presenta sobre la glorieta de la carrera 50 con Av. Primero de Mayo donde la red actual se encuentra en la glorieta donde se construirá la estación No.8, por lo que se hace el traslado al sur la glorieta mediante la construcción de 3 pozos, se trasladará la tubería PVC de 12", la cual descargará nuevamente sobre la red existente en el pozo CMP 7971.

Por último, la tubería de 6" se localiza sobre la carrera 39 con Av. Primero de Mayo, interfiere con la pila S9-14, por lo que la red será relocalizada al occidente de esta, mediante la construcción de un nuevo pozo.

En la Figura 67 y Figura 68 se presentan las interferencias de las redes de alcantarillado en el tramo 3 y la alternativa elegida para su intervención:

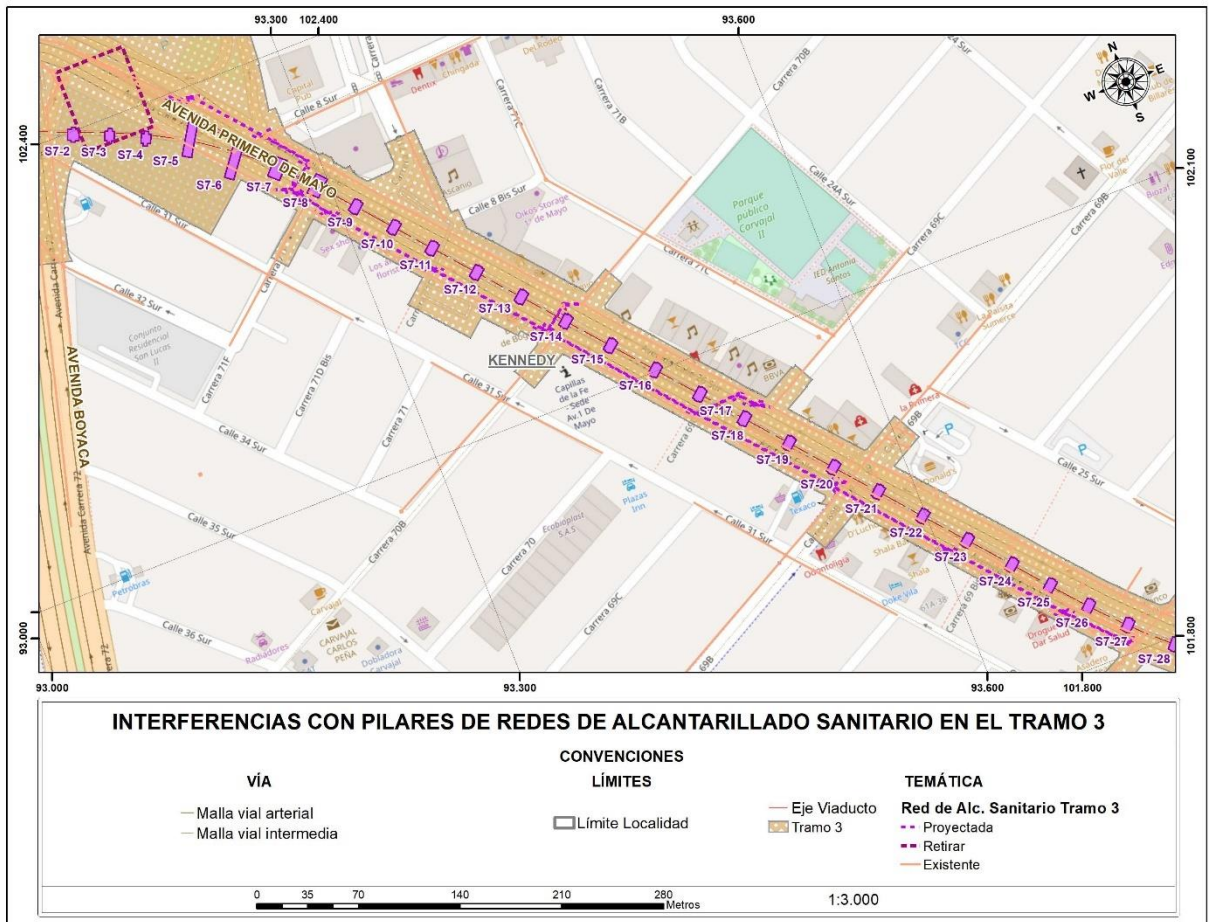


Figura 67 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 68 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 4

En este tramo se presenta solo una (1) interferencia al alcantarillado sanitario (ver Figura 69).



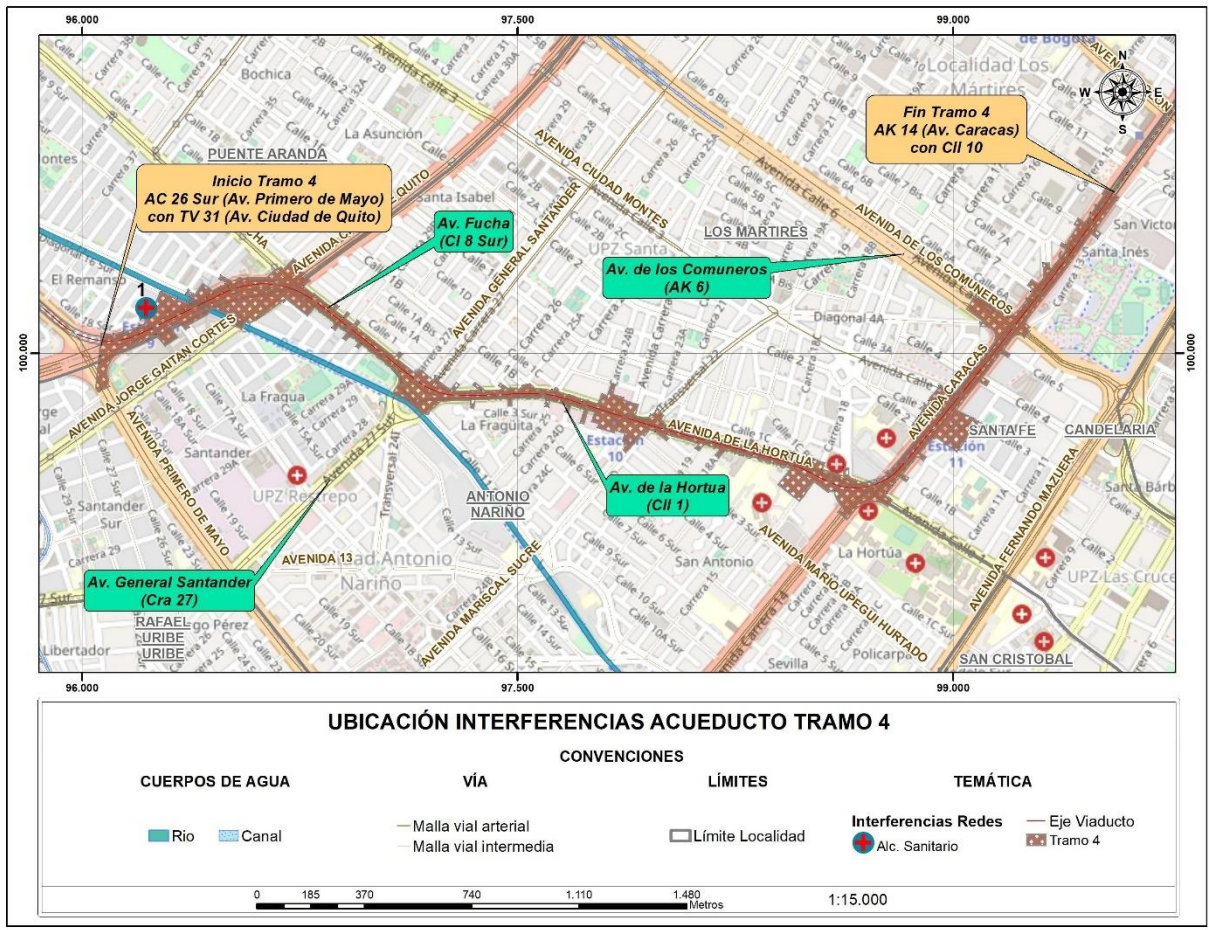


Figura 69 Ubicación interferencia alcantarillado sanitario tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia se presenta sobre el costado norte de la estación No.9 sobre la actual transversal 33 en una tubería PVC de 8" que será relocalizada al norte de la estación proyectada mediante la construcción de 3 pozos que permitan conectar con la red que se ubica por la calle 17ª Bis Sur y un pozo de inicio sobre el tramo de la calle 17ª Sur.

En la Figura 70 se presenta la interferencia de alcantarillado sanitario en el tramo 4 y su alternativa de intervención:





Figura 70 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Sanitario en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Alcantarillado Pluvial

Se presentan 20 interferencias del alcantarillado pluvial. Este tipo de alcantarillado está presente únicamente en los frentes de trabajo 2, 3, 4 y 6. Se prevé el traslado de redes con diámetros desde 12” hasta 28”, sin embargo, la interferencia 6 del tramo 2 se plantea el traslado de una tubería de 1,1 m. En cuanto a la profundidad, se encuentran entre los 1,2 m y 3,2 m en promedio, pero la interferencia 3 y la interferencia 6 del tramo 2 están a 7,4 m y 7,15 m respectivamente, son las de mayor complejidad.

La localización, zona con la que interfiere, pilar y características generales de las redes se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Pluvial

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 2	2	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-7	Av. Villavicencio Carrera 85 <sup>a</sup>	28"	67	PVC
	3	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-10 a S3-8	Av. Villavicencio Carrera 85 <sup>a</sup> – Carrera 82D	12"	355	PVC
	4	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-10 a S3-8	Av. Villavicencio Carrera 85 <sup>a</sup> – Carrera 82D	12"	120	PVC
	5	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-13 a S13-14	Av. Villavicencio Carrera 81J – Carrera 2	12"	39,9	PVC
	6	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-17 a S3-15	Av. Villavicencio Carrera 81I	1,1m	364	PVC
	7	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-16 a S3-17	Av. Villavicencio Carrera 81G – Carrera 81H	16"	95	PVC
	8	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-18 a S3-23	Av. Villavicencio Carrera 81C – Carrera 81H	16"	665	PVC
	9	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-28 a S3-25	Av. Villavicencio Carrera 81G – Carrera 81B	20", 24" y 27"	42,9	PVC
	10	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Paralelo al viaducto	S3-24	Av. Villavicencio Carrera 81 <sup>a</sup>	16" y 20"	65,07	PVC
	11	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E4	Av. Primero de Mayo calle 42 <sup>a</sup> Sur	18"	206	PVC
Tramo 3	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-5 a S7-6	Av. Primero de Mayo Carrera 71F	27" y 33"	42,58	Con cret o
	2	Separador/ Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S7-38 a S7-42	Av. Primero de Mayo Carrera 68F	18"	119,85	Con cret o
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S8-23	Av. Primero de Mayo Carrera 51 <sup>a</sup>	24"	31,5	PVC
	4	Glorieta/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	E8	Av. Primero de Mayo Carrera 50	16"	422,31	PVC
	5	Vía 1 sentido/ Andén/ Separador	Paralelo al viaducto	S9-20 a S9-18	Av. Primero de Mayo Carrera 38	16"	89,58	PVC
	6	Separador/ Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S9-31 a S9-28	Av. Primero de Mayo Autopista Sur	18"	88,52	Con cret o
Tramo 4	1	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S9-37 a S9-32	Autopista Sur Av. Primero de Mayo	14", 16" y 18"	132	Con cret o
	2	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S10-4	Autopista Sur calle 11 Sur	12" y 14"	134	Con cret o

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 6	1	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S17-9 a S17-12	Av. Caracas Calle 76 – Calle 77	12"	81,08	Concreto
	2	Separador/ Vía 2 sentidos	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S17-14	Autopista norte Calle 80	12"	93,8	PVC

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describe el manejo planeado sobre cada red de alcantarillado pluvial para evitar que se generen interferencias con las pilas de la PLMB.

► Tramo 2

En el tramo 2 se proyectan 10 interferencias de alcantarillado pluvial, las cuales se localizan en la Figura 71.

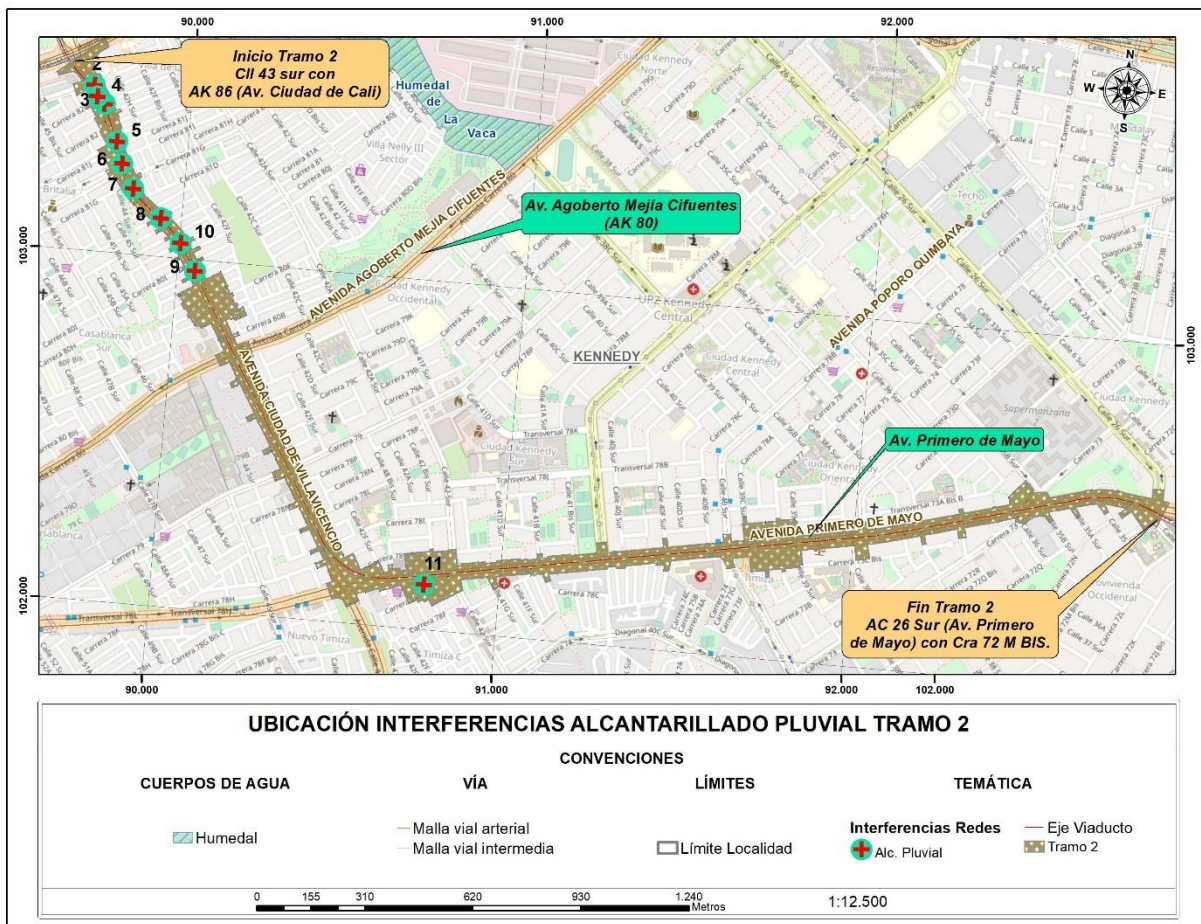


Figura 71 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



La interferencia 2 se encuentra localizada a la altura de la carrera 85ª sobre el costado occidental de la Av. Villavicencio, la cual entrega del pozo PMP134065 y entrega al pozo PMP134066, que se encuentra ubicado sobre la proyección del pilar S3-7, se propone realizar la construcción de un pozo intermedio W2P015 hacia el norte del pozo PMP 134065 paralelo a la Av. Villavicencio, para que continúe con una red nueva y entregar al pozo proyectado W2P0011. Finalizar sobre el pozo existente PMCI122043 en la Av. Villavicencio.

Para la interferencia 3 y 4 se retirarán todas las redes que interfieren con las pilas S3-8, S3-9 y S3-10 que se encuentra entre la carrera 85ª y la carrera 82D sobre la Av. Villavicencio, por lo que se decide trasladar la red desde el oriente hacia el occidente de la Av. Villavicencio desde el pozo proyectado W2P013 hacia el sur hasta el pozo proyectado W2P007 y cruzando entre las pilas S3-10 y S3-11 hacia el occidente conectando con el pozo proyectado W2P008, dirigiéndose hacia el norte para entregar a los pozos proyectados W2P010 y W2P011.

La interferencia 5 se encuentran ubicada a la altura de las pilas S3-13 a S3-11, una tubería en concreto reforzado que será desplazada unos metros hacia el costado oriental de la Av. Villavicencio, casi sobre el andén, entregando al pozo proyectado W2P006 y W2P007.

La sexta interferencia se encuentra sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio a la altura de las pilas S3-17 a S3-15, se retirará la tubería que afecta la pila S3-15 y se hará el traslado inmediatamente seguido a la proyección de las pilas, entregando desde el pozo W2P016 al W2P017.

Las interferencias 7, 8, 9 y 10 son unas relocalizaciones consecutivas que se harán sobre la red en la Av. Villavicencio en dirección hacia el portal Américas. La interferencia 10 se presenta al costado occidental de la Av. Villavicencio, a la altura de las carreras 81 a 81B donde el tramo que afecta la pila S3-24 se trasladará hacia el occidente construyendo un pozo y conectando con el existente PMP111374.

Las interferencias 8 y 9 se presentan sobre el costado oriental de la Av. Villavicencio donde todo el tramo interfiere con las pilas E3-3 a la pila S3-20, la red existente será desplazada hacia el oriente en dirección al andén entre las pilas S3-19 y S3-20 y será dirigida hacia el costado occidental de la Av. Villavicencio entregando sobre el pozo proyectado W2P026.

La interferencia 7 se encuentra sobre el costado occidental de la Av. Villavicencio a la altura de las pilas S3-19 a S3-16, por lo que es necesario relocalizar la red hacia el occidente, en dirección al andén, donde se tendrá la posterior conexión con el pozo existente PMP38561.

La interferencia 11 se encuentra sobre la calle 42ª Sur y Av. Primero de Mayo, en la estación 4, se debe retirar la red y relocalizar el tramo por la carrera 78G y la calle 42ª Bis Sur donde conectaría con el pozo proyectado W2P033 y entregar sobre la red existente de la Av. Primero de Mayo.

En la Figura 72 y Figura 73 se muestran las interferencias de alcantarillado pluvial para el tramo 2 y el lugar a donde serán trasladadas.





Figura 72 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 73 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 3

En el alcantarillado pluvial se presentan seis (6) interferencias, las cuales se ubican en la Figura 74.

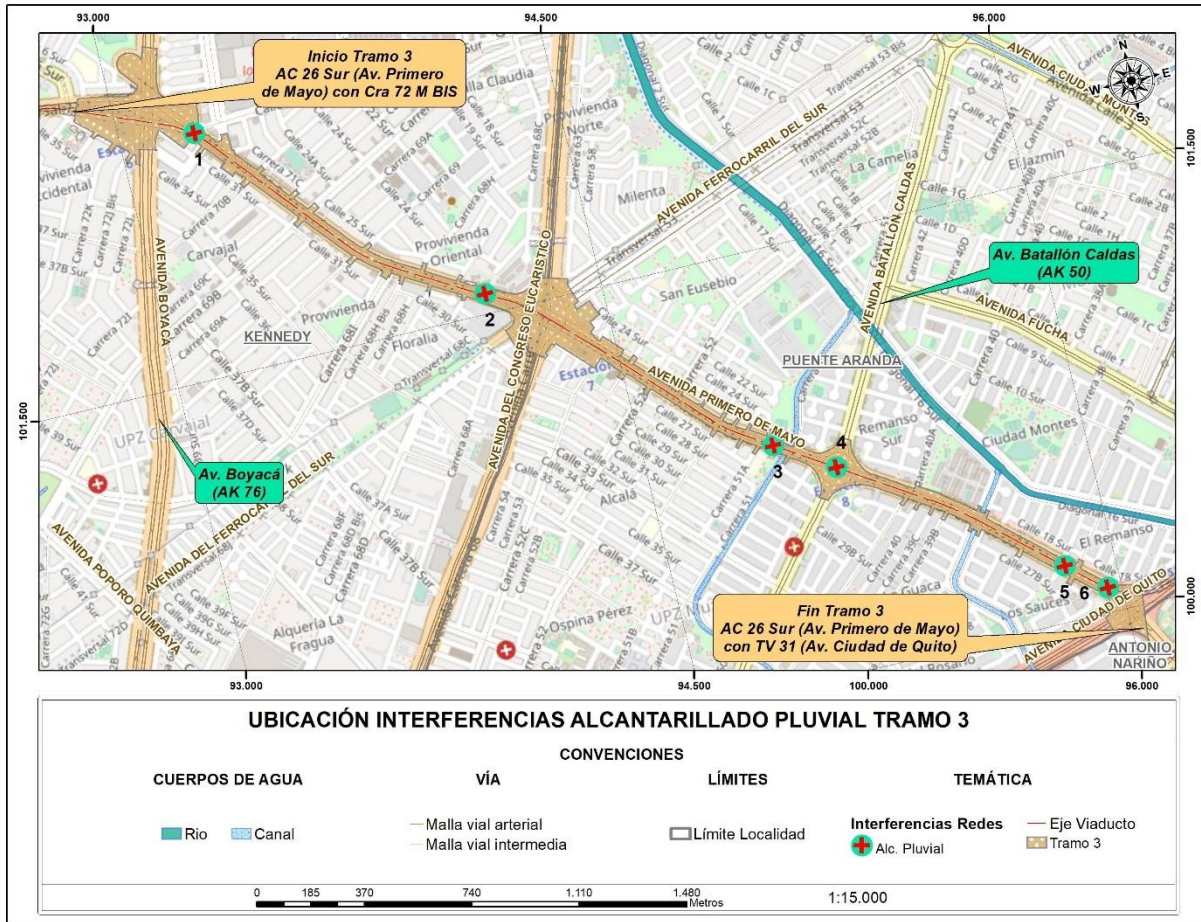


Figura 74 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera se presenta a la altura de la carrera 71F, relocalizando la red que se encuentra en el área de las pilas S7-5 y S7-6 en la Av. Primero de Mayo, se retirarán todas las redes que conectan con los pozos PMP18172 y PMP18119 y se hará el traslado por el occidente de la pila S7-5 para conectar por el costado norte a P323.

La interferencia 2 se presenta en la Av. Primero de Mayo entre la carrera 68F y casi llegando a la carrera 68, entre las pilas S7-38 y S7-42, donde la red de concreto reforzado de 18" se encuentra en el separador, se debe relocalizar la red hacia el costado sur, desde el pozo PMP18740 hasta que entrega al pozo PMP37847-E. Esta interferencia será de las primeras que serán intervenidas ya que se encuentra a la altura de la Av.68.

La siguiente se presenta a la altura de la carrera 51ª con Av. Primero de Mayo, sobre la proyección de la construcción del pilar S8-23, relocalizando la tubería de 24" en PVC hacia el oriente mediante la construcción del pozo W3P303.



La cuarta interferencia se encuentra sobre la glorieta de la Av. Primero de Mayo, donde se hará el traslado de la red que se encuentra en el área de la estación 8 para la tubería de 16", se removerán todas las redes que se encuentran en la glorieta y se trasladarán los dos tramos sobre las vías a los dos costados de la estación, mediante la construcción de 3 pozos a cada lado y conectando con los pozos PMP44520 y PMP45147.

La quinta interferencia se encuentra en el separador de la Av. Primero de Mayo a la altura de la carrera 38, entre las pilas S9-20 a S9-18, se relocará la red por el carril norte de la avenida, desde el pozo PMP114358 hasta el pozo PMP114360-E y continuar en la red principal.

La última interferencia pluvial se encuentra sobre el costado norte de la Avenida Primero de Mayo sobre la entrada de la Autopista sur, se rodearán las pilas S9-31, S9-30, S9-29 y S9-28 sobre el costado norte, casi al borde del andén para evitar la interferencia, a partir del pozo PMP 45064 y mediante la construcción de dos pozos.

En la Figura 75 y Figura 76 se presentan las interferencias y alternativa de intervención para el alcantarillado pluvial en el tramo 3:

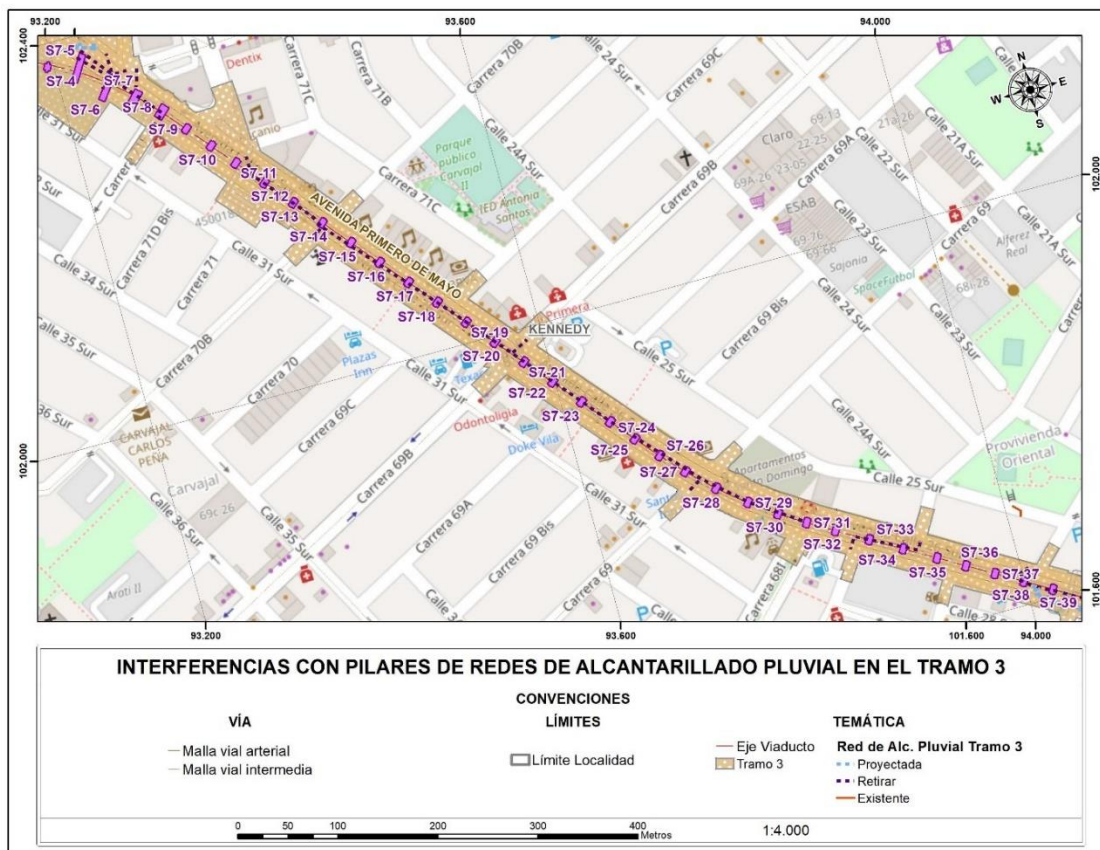


Figura 75 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 76 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 4

En este tramo se presentan dos (2) interferencias para alcantarillado pluvial, cuya localización se presenta en la Figura 77.

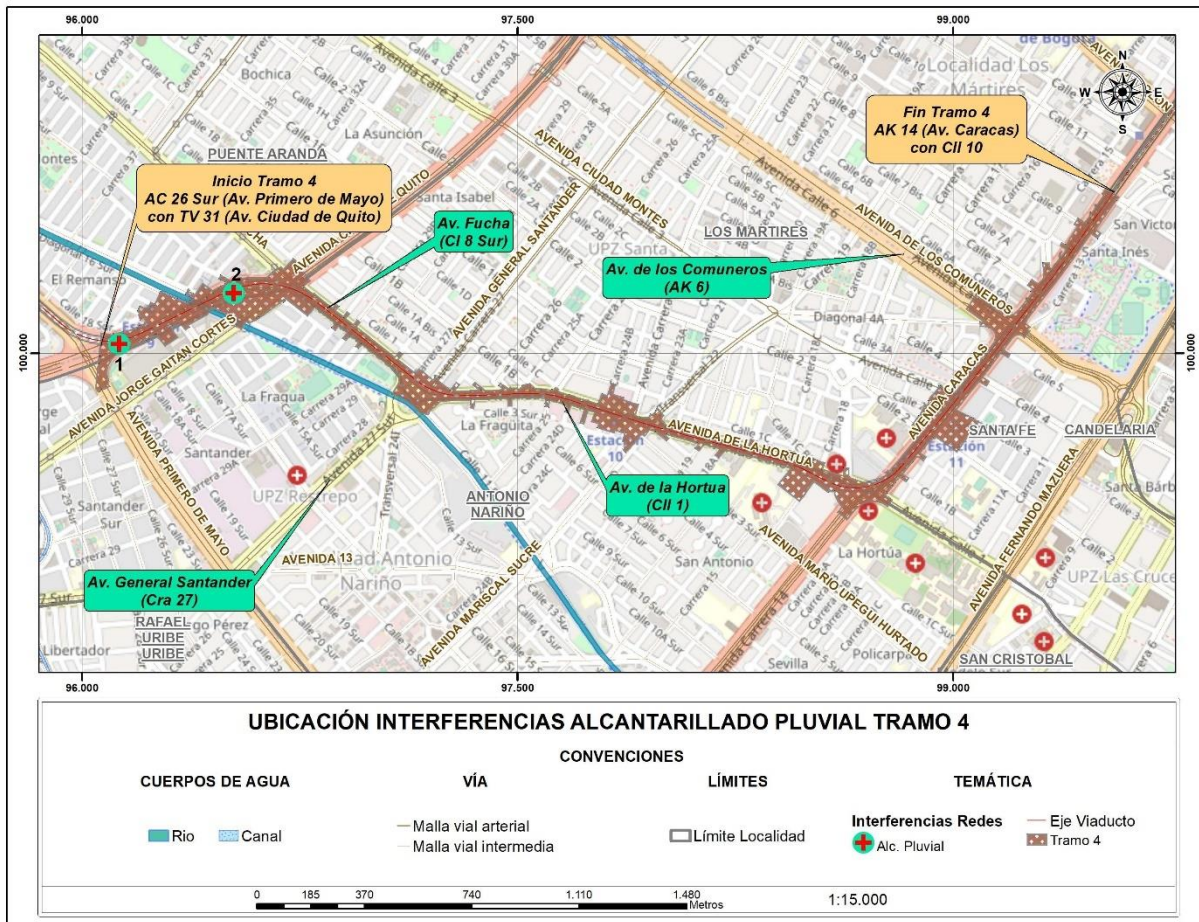


Figura 77 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera se encuentra sobre la autopista sur, intercepta desde la pila S9-37 hasta la pila S9-32 y mediante la construcción de 4 pozos se trasladará el tramo en un nuevo trazado que evite que se tope con las pilas proyectadas inicialmente hacia el occidente y después hacia el norte, para finalmente entregar al pozo PMP45732.

La segunda interferencia se encuentra ubicada a la altura de la pila S10-4 sobre el costado oriental de la vía, por lo que se plantea relocalizar la red hacia el oriente, mediante la construcción de tres pozos, iniciando en PMP45743.

En la Figura 78 se presentan las interferencias de alcantarillado pluvial para el tramo 4 y la intervención elegida para cada interferencia:



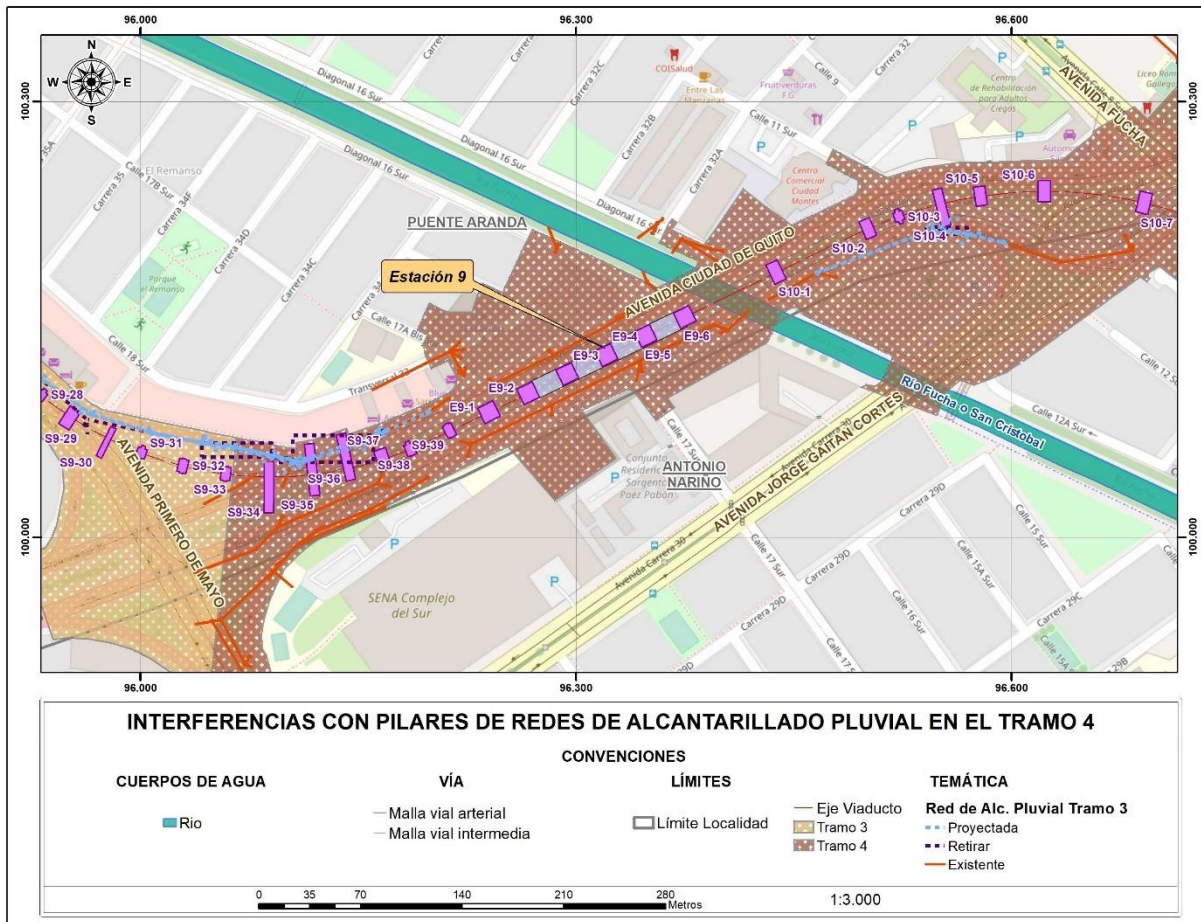


Figura 78 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 6

En el tramo 6 se presentan dos (2) interferencias, cuya ubicación se presenta en la Figura 79:

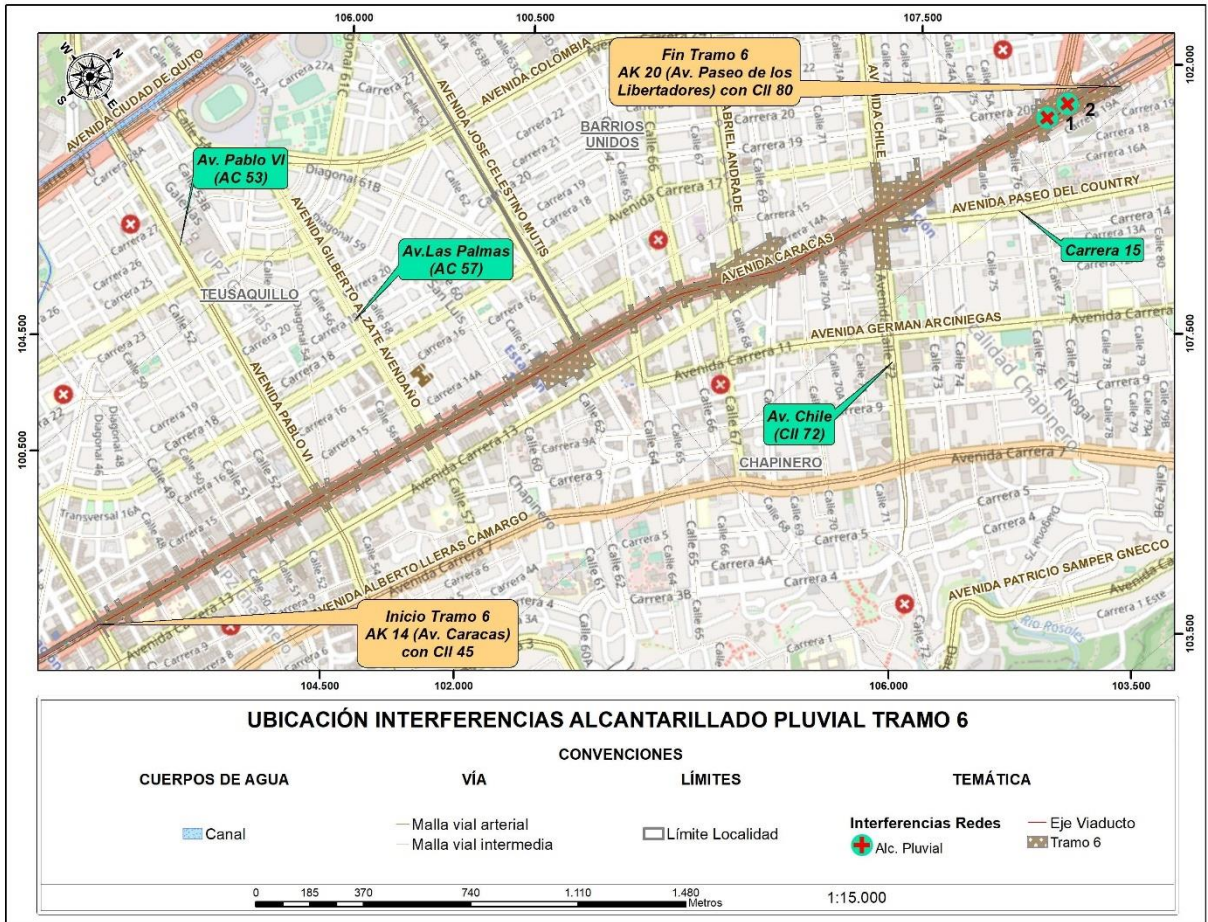


Figura 79 Ubicación interferencias alcantarillado pluvial tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia 1 se localiza sobre la Av. caracas, entre las calles 76 y 77, en las pilas S17-9 a S17-12, el tramo será transferido hacia el oriente de su ubicación actual, entregando al colector sobre el mismo punto en el que se entrega actualmente, mediante la construcción de 3 nuevos pozos proyectados.

La segunda interferencia se presenta sobre la autopista norte a la altura de la calle 80 en el deprimido, interfiriendo con la pila S17-14, se retirará el tramo y se rodeará la pila por el oriente mediante la construcción de un nuevo pozo, iniciando y finalizando en PMP110076 y PMP110074.

En la Figura 80 se presentan las interferencias de alcantarillado pluvial para el tramo 6:



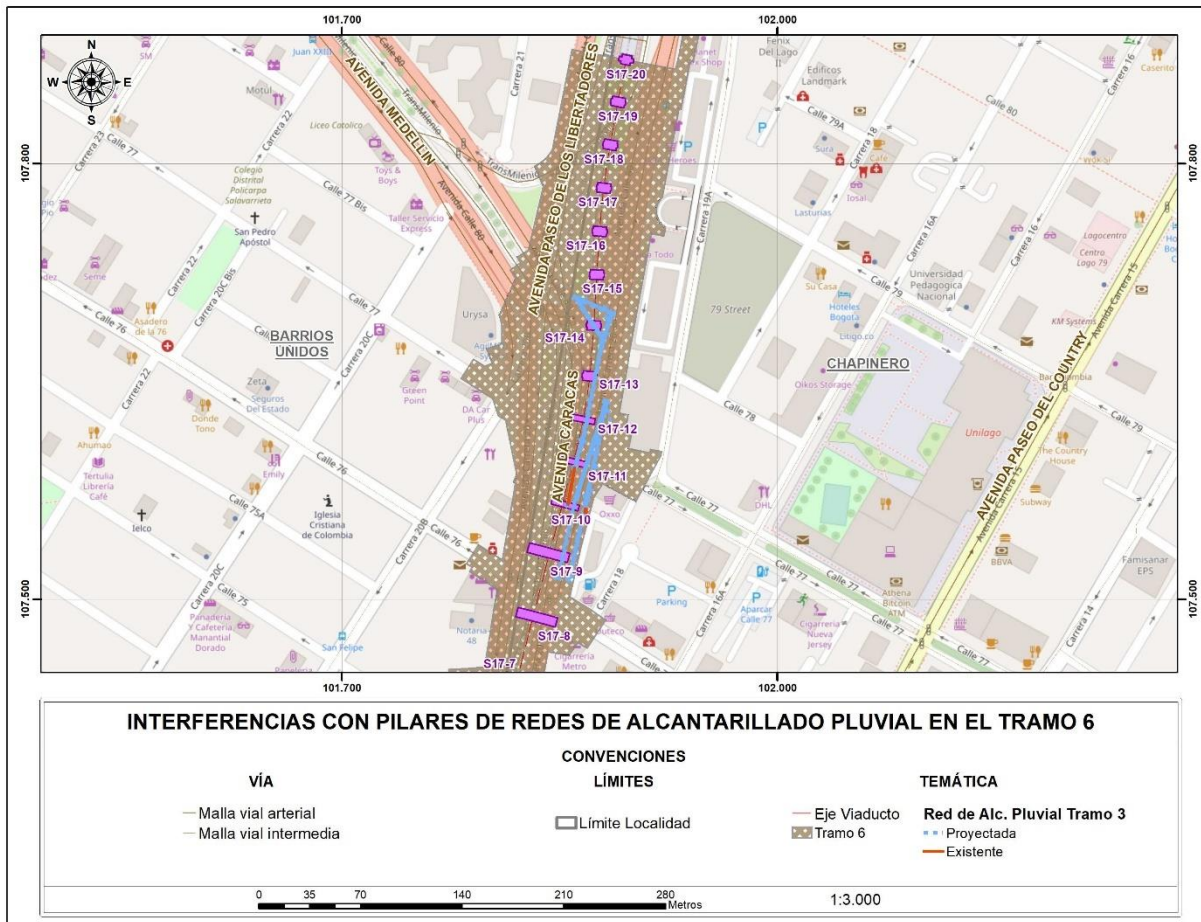


Figura 80 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Pluvial en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Alcantarillado Combinado

En las redes de alcantarillado combinado se presentan 47 interferencias en total, localizadas únicamente en los tramos 4, 5 y 6; sin embargo, presentan características un poco más complejas, combinan las aguas pluviales y sanitarias. Para este tipo de redes las profundidades promedio se encuentran entre 1,5 m y 3,2 m, con diámetros entre 6 y 33” para las distintas redes, sin embargo, la interferencia 3 del tramo 4 se encuentra a una profundidad promedio de 5,7 m y con diámetro de 2,2m.

Las interferencias 12 y 19 del tramo 4 se encuentran a 3,2 m de profundidad, pero se trasladarán tuberías de 42” y de 1,6 m de diámetro respectivamente. En el tramo 5 para las interferencias 8, 9 y 15 se tienen profundidades promedio de 4,25 m, 5,10 m y 6,35 m respectivamente, por lo que se consideran obras de importante magnitud.

Finalmente, en el tramo 6 la interferencia 7 se reubicará una tubería de 2,2 m diámetro, superior al promedio de las demás.

La localización, zona de interferencia, pilar con el que interfiere y características generales de las redes de alcantarillado combinado se presentan en la Tabla 19. El número de identificación de las redes no se expresa en forma consecutiva en algunos tramos, teniendo en cuenta que en la realización de los planos de diseño se incluyeron las obras que fueron realizadas mediante el proceso de traslado anticipado de redes (TAR) a cargo de la empresa Metro de Bogotá, pero al no ser objeto de este PMAS no son incluidas en el presente capítulo, sin embargo, se utiliza el mismo ID de los planos.

Tabla 19 – Resumen interferencias redes de Alcantarillado Combinado

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 4	3	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S10-6 a S10-5	Autopista Sur Calle 8 Sur	2,2m	78	GRP
	4	Andén/ Vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S10-8	Carrera 30 Calle 8 Sur	24"	93	PVC
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo al viaducto	S10-14 a S10-9	Calle 8 Sur Carrera 30 – Carrera 29B Bis	6", 27" y 30"	358	PVC
	6	Glorieta/ Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S10-26 a S10-23	Calle 1 Carrera 27	12" y 16"	N/A*	Gres
	10	Andén/ Vía alledaña	Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24B	6" y 12"	89	PVC
	11	Andén/ Vía alledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24B	6", 10", 12", 14", 16 y 20"	513	PVC
	13	Andén/ Vía alledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 22 Bis			
	12	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	E10-6 a E10-2	Calle 1 Carrera 24 – Carrera 24B	42"	91	PVC
	17	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11-27	Av. Caracas Calle 1	6" y 14"	65	PVC
	19	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía alledaña	Perpendicular al viaducto	E11-1	Calle 2 Av. Caracas	1,5m y 1,6m	235	GRP
	20	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía alledaña	Perpendicular al viaducto	E11-3	Calle 2B Av. Caracas	6"	8	PVC
	25	Vía 1 sentido/ separador/ andén	Paralelo al viaducto	S12-18- a S12-10	Av. Caracas Calle 8 – Calle 6	14", 16", 24" y 27"	347	PVC
	26	Vía 1 sentido/ separador/ andén	Paralelo al viaducto	S11-36 a S11-29	Av. Caracas Calle 1C	8"	N/A*	Gres
	27	Vía 1 sentido/	Paralelo al viaducto	S12-6 a S12-4	Av. Caracas Calle 4	6" y 12"	159	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		separador/ andén						
Tramo 5	1	Separador/ Vía 2 sentidos	Perpendicular al viaducto	E12-1	Av. Caracas Calle 11	12"	N/A*	Mampostería
	2	Separador/ Vía 2 sentidos	Perpendicular al viaducto	E12-4	Av. Caracas Calle 12	27"	N/A*	Mampostería
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E12	Av. Caracas Calle 12	27"	189,31	PVC
	4	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	E12-6 a S13- 1	Av. Caracas Calle 13	12"	N/A*	Gres
	5	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E12-6 a S13- 1	Av. Caracas Calle 13	12"	N/A*	Gres
	7	Separador/ Vía 2 sentidos	Perpendicular al viaducto	S13-12	Av. Caracas Calle 16	30"	N/A*	Mampostería
	8	Separador/ Vía 2 sentidos	Perpendicular al viaducto	S13-14 a S13- 15	Av. Caracas Calle 17	16"	N/A*	Concreto
	9	Separador/ Vía 2 sentidos	Perpendicular al viaducto	S13-14 a S13- 15	Av. Caracas Calle 17	30"	N/A*	Mampostería
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13-21	Av. Caracas Calle 19	33"	39,86	PVC
	11	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Perpendicular al viaducto	E13	Av. Caracas Calle 24B	16"	206,51	PVC
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E13-4	Av. Caracas Calle 24B	12"	28,86	PVC
	13	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E13-6	Av. Caracas Calle 25	27"	47,04	PVC
	15	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S14-5	Av. Caracas Calle 28B	24"	164,39	Concreto
	16	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S14-34	Av. Caracas Calle 36	33"	130,75	Concreto
18	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E14	Av. Caracas Calle 43	20"	189,97	PVC	

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	19	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E14-4	Av. Caracas Calle 43	24"	94,57	PVC
	20	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S15-1	Av. Caracas Calle 44	24"	407,65	Concreto
Tramo 6	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo al viaducto	S15-4 a S15- 6	Av. Caracas Calle 45 – Calle 46	12"	80,85	PVC
	2	Vía 1 sentido/ Andén/ Separador	Perpendicular al viaducto	S15-13	Av. Caracas Calle 48	12"	26,95	PVC
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-19	Av. Caracas Calle 50	24"	N/A*	PVC
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-23	Av. Caracas Calle 51	28"	N/A*	PVC
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-26	Av. Caracas Calle 52	24"	30,49	PVC
	7	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 61 <sup>a</sup>	2m	94,37	GRP
	8	Andén/ Vías aledañas	Paralelo al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 62 – Calle 63	12"	80,33	PVC
	9	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 62	27" y 30"	192,74	Concreto
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S16-6	Av. Caracas Calle 64	16"	57,07	PVC
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-9	Av. Caracas Calle 65	27"	33,68	PVC
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-12	Av. Caracas Calle 66	12"	40,46	Concreto
13	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-28	Av. Caracas Calle 70 <sup>a</sup>	30"	45,26	PVC	



Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	15	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-32	Av. Caracas Calle 71	28"	N/A*	Mampostería
	16	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E16	Av. Caracas Calle 72 <sup>a</sup>	12"	N/A*	Concreto
	18	Separador/ Vía 2 sentidos	Paralelo al viaducto	S17-5	Av. Caracas Calle 75	8"	N/A*	Concreto
	23	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo al viaducto	S17-13	Autopista norte Calle 80	24"	N/A*	Concreto

\* Las redes donde se indica en su longitud **N/A** es debido a que la intervención que se realizará es un taponamiento o retiro, así que no se instalará nueva tubería.

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describe el manejo que se le dará a cada red de alcantarillado combinado para evitar que se genere una interferencia con las pilas de la PLMB.

▶ Tramo 4

En el tramo 4 se tienen identificadas 14 interferencias de alcantarillado combinado. En la Figura 81 se presenta su ubicación:



Figura 81 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia 3 se presenta sobre la Autopista Sur sobre el costado occidental entre los pilares S10-4 y S10-7 iniciando en el pozo CMP 157187 y relocalizando la tubería hacia el occidente de los pilares proyectados S10-5 y S10-6, entregando en el pozo CMP 10624 mediante una tubería de gres de diámetro de 2.2m y la construcción de dos pozos que permitan su desvío.

La interferencia 4 se encuentra localizada sobre el costado oriental de la carrera 30 a la altura de la calle 8 Sur, interfiere con el pilar S10-8, deberá relocalizarse hacia el occidente de la pila mediante la construcción de dos nuevos pozos que permitan conectar el tramo desde el pozo CMP157176 y en el pozo CMP157179.

La quinta interferencia se encuentra sobre el costado sur de la calle 8 Sur interfiriendo con las pilas S10-14 a S10-9, por lo que se localizará la red hacia el sur y entre las pilas S10-9 y S10-10 se realizará un cruce y conectar con la red existente que se encuentra sobre el costado norte.

La siguiente interferencia se presenta sobre la glorieta de la calle 1, entre las pilas S10-26 y S10-23, al ser un tramo inicial se retirará la red actual para que no interfiera con las pilas.

La décima interferencia se presenta sobre el costado norte de la calle 1 a la altura de la estación No.10 entre las pilas E10-2 y E10-6 para un tramo de tubería PVC de 12" la cual será relocalizada sobre el costado norte de la estación a partir de la carrera 24 hasta la descarga en el pozo CMP 10948<sup>a</sup> sobre la carrera 24B.

Las interferencias 11 y 13 se encuentran sobre el costado sur de la estación No.10, la primera sobre la actual carrera 22 Bis entrega a la red de la calle 1 hacia el sur de la estación No.10 y hacia la calle 3 Sur, la segunda se encuentra sobre la carrera 24B y entrega a la red de la calle 1. Serán relocalizadas al sur de la estación No.10 las redes en tuberías de PVC desde las 6" hasta 20" sobre la calle 3 Sur, se trasladará el tramo sobre la carrera 24C, con un cambio de dirección hacia el norte y descargarán a la red de la calle 1 al pozo CMP 11084, mediante la construcción de 3 pozos.

La interferencia 12 se localiza sobre el costado sur de la calle 1 entre las carreras 24 y 24B donde la red se localizará unos pocos metros hacia el sur mediante la construcción de 1 pozo adicional y conectando desde el pozo CMP11161R y entregando al pozo CMP11122R.

La interferencia 17 Se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la pila S11-27 donde el tramo será retirado y entregará al pozo proyectado W4C022 sobre el mismo colector, pasará sobre el costado occidental del pilar.

La interferencia 19 se presenta sobre la actual diagonal 2 donde se tiene proyectado el costado oriental de la estación No.11, se hará el traslado de este tramo sobre la red de la Av. Caracas desde la carrera 13 con calle 2, descargando al pozo CMP 11224, mediante la construcción de 1 pozo en una tubería GRP de 1.5m y 1.6m de diámetro.

La interferencia 20 se presenta sobre la calle 2B sobre el área de la estación 10, el tramo que se encuentra sobre esta calle será retirado.

La interferencia 25 se encuentra sobre la Av. Caracas entre las calles sexta y octava sobre el separador entre las pilas S12-18 y S12-10, se debe relocalizar hacia el oriente de la avenida mediante la construcción de 6 pozos iniciando en CMP 17179 y finalizando en el pozo CMP10696.

La penúltima interferencia se presenta sobre la Av. Caracas entre las pilas S11-36 a S11-29, se retirará completamente la tubería, y la red paralela existente reemplazará su función.

La última interferencia se encuentra al oriente de la Av. Caracas entre las pilas S12-6 a S12-4, se retirará la red existente y se desplazará al oriente de la red entregando sobre el pozo CMP10925.

En la Figura 82, Figura 83 y Figura 84 se presentan las interferencias de alcantarillado combinado en el tramo 4 y las intervenciones que se presentan para cada una:



Figura 82 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 83 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 84 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 5

En el tramo 5 se presentan 17 interferencias de alcantarillado combinado, teniendo en cuenta que esta zona no cuenta con alcantarillado pluvial ni sanitario por separado. En la Figura 85 se localizan las interferencias del tramo.



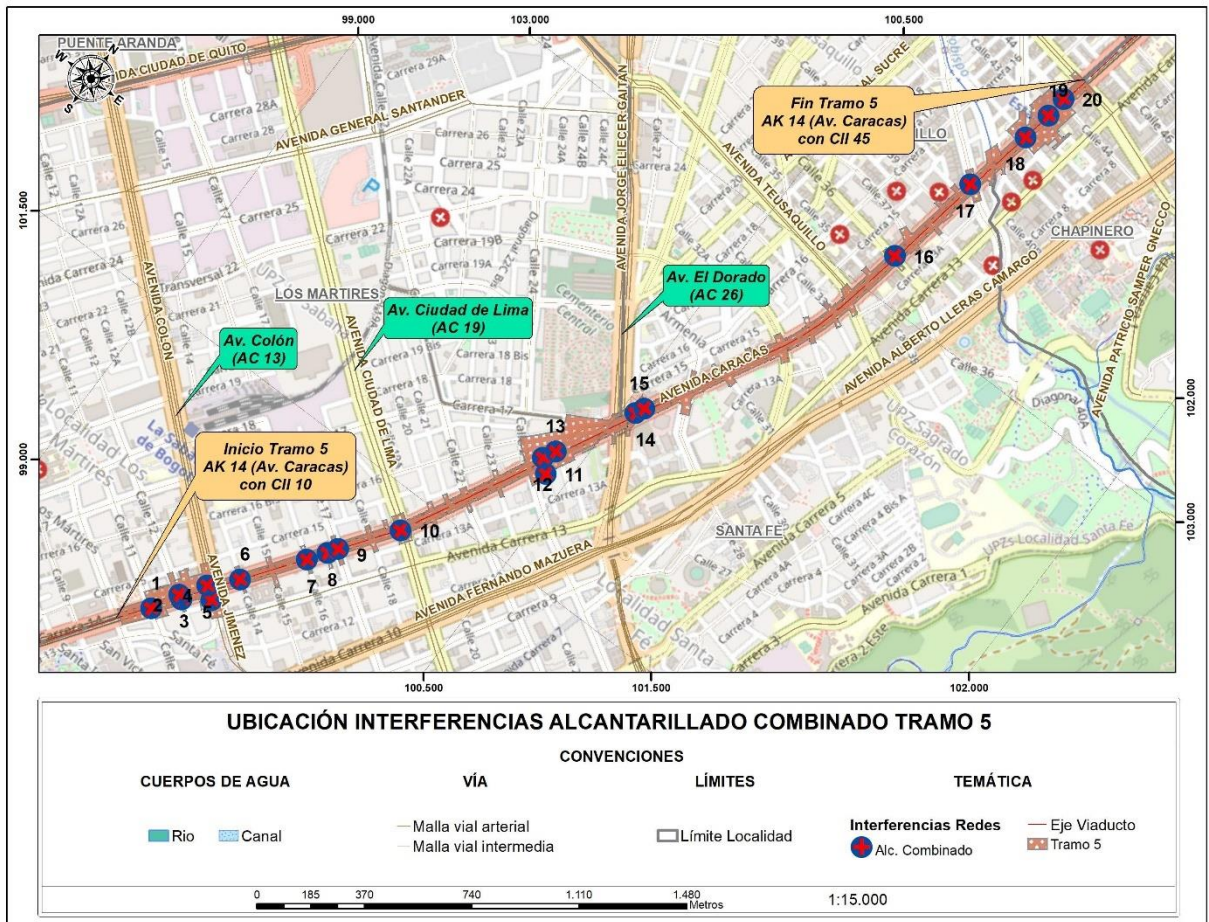


Figura 85 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se presenta a la altura de la calle 11, en la estación de Transmilenio que se encuentra sobre la Av. Caracas, por lo que para evitar posibles afectaciones se realizará la instalación de un cárcamo de 8m de longitud que protegerá la tubería.

La interferencia 2 se presenta a la altura de la calle 12, en donde se podría presentar una afectación por la estación de Transmilenio, se instalará un cárcamo de 8m de longitud que permita proteger la tubería.

La siguiente interferencia se presenta sobre el costado occidental de la estación No.12 en el tramo que conecta desde la Av. Caracas hacia el occidente, sin embargo, por la construcción de la estación de la PLMB este tramo tendrá que ser retirado y relocalizado por el costado occidental de la Av. Caracas hacia el sur, hasta la calle 11 para dirigirse hacia el occidente y conectar con el pozo existente CMP9849 ubicado sobre la carrera 15, esto mediante la construcción de 4 pozos. Igualmente, se construirá un quinto pozo sobre el costado occidental posterior a la estación, dirigiéndose hacia el occidente por la calle 12.

Las interferencias 4 y 5 se encuentran sobre la calle 13 o Av. Jiménez. La interferencia 4 se encuentra sobre el costado oriental de la Av. Caracas, inicia sobre la calle 13 y sigue por la Av. Caracas, afectando la entrada proyectada de la estación No.12, se retirará la tubería hasta el pozo CMP17255 y al ser un tramo inicial no será reubicada. La quinta interferencia se presenta al occidente de la Av. Caracas desde la calle 13 hasta el pozo CMP158926, se retira el tramo existente y al ser un tramo inicial no será relocalizado.

La interferencia 7 se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 16 al costado sur de la pila S13-12 donde se instalará un cárcamo para proteger la tubería que se ve afectada por la estación de Transmilenio.

Las siguientes dos interferencias se encuentran sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 17 localizadas entre las pilas S3-14 y S3-15. Para las dos interferencias, se instalarán cárcamos de protección de longitud 8m y evitar la afectación que pueda causarse por la estación de Transmilenio presente.

La interferencia 10 se encuentra sobre la Av. Caracas con calle 19, donde interfiere con el pilar S13-21, el tramo se relocalizará al norte de su posición actual mediante la construcción de tres nuevos pozos iniciando en el pozo CMP110823 y finalizando en CMP110799.

Para la siguiente interferencia se retira el tramo localizado en la calle 24B y se conectará en la Av. Caracas sobre el pozo CMP109006A, se reubicará hacia el oriente por la calle 24B, siguiendo por la carrera 13ª y continuando por la calle 25ª entregando a PMP134553 mediante la construcción de 3 nuevos pozos.

La interferencia 12 se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 24B, interfiriendo con la pila E13-4, se relocalizará el tramo hacia el norte de la pila mediante la construcción de dos nuevos pozos.

La siguiente interferencia se presenta sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 25, interceptando la pila E13-6, la red será relocalizada desde el pozo CMP108895 continuando hacia el occidente y entregando a la red original mediante la construcción de dos nuevos pozos, el ultimo adelante del pozo existente CMP112608.

La interferencia 15 se encuentra ubicada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 28B en el área de la estación de Transmilenio, se relocalizará la red hacia el sur de la estación, rodeándola y continuando por la calle 26 hacia el occidente mediante la construcción de 4 nuevos pozos hasta el pozo existente CMC1182001.

La siguiente interferencia se presenta sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 36 donde se encuentra con el pilar S14-34, se retirará la tubería ubicada en sentido oriente – occidente, trasladando el tramo por el costado oriental hacia el norte y atravesando la Av. Caracas a la altura de la calle 37, hasta un pozo proyectado sobre la red existente del costado occidental.



La interferencia 18 se encuentra sobre la calle 43 al costado oriental de la Av. Caracas a la altura de la estación No.14, donde los tramos que se encuentran al oriente por la calle 43 y entregan sobre la Av. Caracas serán removidos y serán reemplazados mediante la construcción de 5 pozos y por un tramo que inicia sobre la mitad de la calle 43, se dirige hacia el sur, sigue por la calle 42 hacia el occidente a través de la Av. Caracas con una tubería de 20" y entrega al pozo existente CMP 107677 a la altura de la carrera 15, donde continua hacia el occidente.

La penúltima interferencia se encuentra ubicada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 43, obstruyendo la pila E14-4, por lo que se hará el retiro de la red y se relocalizará hacia el norte por el costado oriental de la Av. Caracas, iniciando el tramo desde el pozo CMP107593 y entregando al pozo proyectado W5C066 a la altura de la calle 44.

La última interferencia se presenta sobre la Av. Caracas con calle 44 en la estación de Transmilenio, se retirará el tramo que se encuentra ubicado de oriente a occidente sobre la calle 44 y será relocalizado por el costado oriental de la Av. Caracas hasta una red proyectada que será ubicada por la calle 45 y se dirigirá hacia el occidente.

En la Figura 86, Figura 87 y Figura 88 se presentan las interferencias de las redes de alcantarillado combinado en el tramo 5:



Figura 86 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 87 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 88 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 6

El tramo 6 presenta 23 interferencias de alcantarillado combinado, teniendo en cuenta que esta zona no cuenta con alcantarillado sanitario por separado (ver Figura 89).





Figura 89 Ubicación interferencias alcantarillado combinado tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra a la altura de la calle 45 a la calle 46, donde intercepta los pilares S15-4 a S15-6, por lo que el tramo será trasladado hacia el oriente de la Av. Caracas, inicia en el pozo proyectado W6C001, continuando su recorrido hasta el pozo W6C002 y entregando al pozo CMP96898.

La interferencia 2 se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 48, sobre el separador y se dirige hacia el occidente entregando al pozo CMP 96604, interfiriendo con el pilar S15-13, se deberá reubicar la tubería de 12" hacia el norte entregando nuevamente su caudal al pozo CMP 96604.

Las siguientes dos interferencias se presentan en tuberías localizadas perpendicularmente sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 50 y sobre la calle 51, las cuales no entorpecen los pilares de la PLMB, pero si con la estación de Transmilenio, se instalará un cárcamo de protección para cada uno de los tramos que permitan proteger las tuberías existentes.

La quinta interferencia se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 52, con el pilar S15-26, se cambiará la tubería en el mismo tramo con el mismo diámetro y se instalará un cárcamo para protegerla.

La interferencia 7 se presenta a la altura de la calle 61<sup>a</sup> sobre el costado oriental interfiriendo con la estación No.15, se retirará la tubería que se encuentra desde la carrera 13<sup>a</sup> hasta la Av. Caracas y debe ser relocalizada por la calle 61 desde el pozo CMCI179886 hasta el pozo localizado en la Av. Caracas con calle 61 CMP95188, mediante la construcción de 3 nuevos pozos.

La siguiente interferencia se presenta sobre el costado oriental, sobre el andén de la Av. Caracas entre las calles 62 y 63, con la estación No.15, se retirará el tramo de forma definitiva, teniendo en cuenta que la manzana será demolida. De la misma forma, se trasladará el tramo sobre el costado oriental de la Av. Caracas que permita recolectar el caudal de esta zona y entregar mediante dos pozos proyectados al existente CMP95043.

La novena interferencia se encuentra localizada sobre la calle 62 al oriente de la Av. Caracas con la estación No.15, el tramo será retirado y se redirigirá por la carrera 13<sup>a</sup> mediante la construcción de dos nuevos pozos, conectando con CMCI179886 y continuando por la calle 61.

La interferencia 10 se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 64, se dirige de oriente a occidente e interfiere con la pila S16-7, se hará la relocalización hacia el sur del pilar, iniciando en CMP94837 y posteriormente mediante la construcción de un pozo proyectado en el costado occidental, se realizará el traslado de la tubería.

La siguiente interferencia se presenta sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 65, el tramo será relocalizado desde el mismo pozo que conecta en los dos costados de la avenida y se realizará sin pozo intermedio, que es como se encuentra actualmente. Se realizará la instalación de un cárcamo de protección.

La interferencia 12 se presenta sobre el pilar S16-12 a la altura de la calle 66, se realizará el traslado de la tubería PVC de 24" mediante la construcción de un pozo al sur de la pila y finalizando en CMP 91595 y CMP 94599, adicionalmente se instalará un cárcamo de protección.

La interferencia 13 se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 70<sup>a</sup>, en la pila S16-28, se relocalizará el tramo mediante la construcción de dos nuevos pozos que permitan rodear el pilar por el costado norte y realizar la descarga en el que se encuentra actualmente, adicionalmente, se instalará un cárcamo de protección.

La interferencia 15 se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 71, donde se vería afectada por la estación de Transmilenio y será necesario realizar la instalación de un cárcamo de protección.

La siguiente interferencia está localizada por la calle 72<sup>a</sup> al occidente de la Av. Caracas, interfiriendo con la estación No.16, el tramo será retirado hasta el pozo CMP59249, para que no sea afectada por la estación.

La interferencia 18 se encuentra cerca al separador de la Av. Caracas a la altura de la calle 75, interfiriendo con la pila S17-5 en forma paralela al viaducto, será retirado teniendo en cuenta que es un tramo inicial y no hay espacio para realizar el traslado, iniciando en el pozo CMI51458 y finaliza en CMP58962.

La interferencia 23 se da porque la tubería que se encuentra sobre la autopista norte a la altura de la calle 80 se vería afectada por la pila S17-13, es necesario retirar el tramo y construir un pozo.

En la Figura 90, Figura 91 y Figura 92 se presentan las interferencias de alcantarillado combinado en el tramo 6 y la alternativa elegida de intervención para cada una:



Figura 90 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 91 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 92 Interferencias con pilares de redes de Alcantarillado Combinado en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Energía

Para las redes de energía se proyectan 65 interferencias en total a lo largo de los 6 frentes de trabajo. Las profundidades en promedio están entre 1,0 y 1,4 m. Sin embargo, se plantea la posibilidad de que algunas interferencias sean manejadas mediante el sistema de perforación horizontal dirigida, con el fin de evitar el cierre de vías importantes.

La localización, zona de interferencia, pilar con el que interfiere y características generales de la red a trasladar se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20 – Resumen interferencias redes de Energía

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 1	1	Andén/ vía 2 sentidos/ Canal	Perpendicular al viaducto	S2-14	Av. Villavicencio Carrera 89B	9x6" y 2x3"	39,9	PVC
	2	Andén/ vía 2 sentidos/ Canal	Perpendicular al viaducto	S2-19	Av. Villavicencio Carrera 88G	9x6" y 2x3"	115,77	PVC
	3	Andenes/ Vía 2 sentidos	Perpendicular y paralelo al viaducto	S3-4	Av. Villavicencio Av. ciudad de Cali	9x6" y 2x3"	82,83	PVC
Tramo 2	1	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S3-6 a S3-8	Av. Villavicencio Carrera 85 <sup>a</sup>	6x6" y 2x3"	54	PVC
	2	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S3-10	Av. Villavicencio Carrera 82C	9x6" y 2x4"	42	Polietileno
	3	Vía 1 sentido/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S3-18	Av. Villavicencio Carrera 81G	9x6" y 2x4"	16	Polietileno
	4	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S3-22	Av. Villavicencio Carrera 81C	9x6" y 2x4"	35	Polietileno
	6	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S4-2	Av. Villavicencio Carrera 80	9x6", 6x6" y 2x3"	34	PVC
	7	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S4-3	Av. Villavicencio Carrera 80	9x6" y 2x4"	36	Polietileno
	8	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S4-22	Av. Villavicencio Transversal 78H Bis A	9x6" y 2x4"	33	Polietileno
	9	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	E4-7	Av. Primero de Mayo Calle 42 sur	9x6", 6x6" y 2x3"	51	PVC
	10	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S5-7	Av. Primero de Mayo Calle 41B sur	9x6" y 2x4"	32	Polietileno
	11	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	E5-4 a E5-5	Av. Primero de Mayo Calle 39 <sup>a</sup> sur	9x6" y 2x4"	43	Polietileno
	12	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S6-19	Av. Primero de Mayo Calle 35B sur	9x6", 6x6" y 2x3"	37	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	13	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S6-31	Av. Primero de Mayo Calle 26 sur	9x6" y 2x4"	44	Polietileno
	14	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S6-21	Av. Primero de Mayo Calle 35B sur	9x6" y 2x4"	35	Polietileno
<b>Tramo 3</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-14	Av. Primero de Mayo Carrera 70B	9x6", 4x6" y 2x3"	41,8	PVC
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-27	Av. Primero de Mayo Carrera 69	9x6", 4x6" y 2x3"	49,48	PVC
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S8-16	Av. Primero de Mayo Carrera 51D	9x6", 4x6" y 2x3"	45,73	PVC
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E8-2	Av. Primero de Mayo Carrera 50	9x6" y 2x4"	29,87	Polietileno
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E8-10	Av. Primero de Mayo Carrera 50	9x6" y 2x4"	33,32	Polietileno
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-6	Av. Primero de Mayo Carrera 40ª	6x6" y 2x4"	33,26	Polietileno
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-13	Av. Primero de Mayo Carrera 39	9x6" y 2x4"	32	Polietileno
	8	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-33 a S9-34	Autopista Sur Av. Primero de Mayo	9x6", 4x6" y 2x3"	25,96	PVC
<b>Tramo 4</b>	1	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S9-35	Autopista sur Av. Primero de Mayo	9x6" y 2x3"	36	PVC
	2	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S9-36	Autopista sur Av. Primero de Mayo	9x6" y 2x3"	32	PVC
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S10-7	Autopista Sur-Carrera 30 Calle 8 Sur	9x6" y 2x3"	35	PVC
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S10-14	Calle 8 Sur Carrera 29C	9x6", 2x3" y 4x6"	48	PVC
	5	Separador/ Vía 2	Perpendicular al viaducto	S10-40	Calle 1 Carrera 24D	9x6", 6x6" y 2x3"	46	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		sentidos/ Andén						
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E10-6	Calle 1 Carrera 24	9x6", 6x6" y 2x3"	40	PVC
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S11- 12	Calle 1 Carrera 19ª	9x6" y 2x4"	29	Polietileno
	8	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11- 27	Av. Caracas Calle 1	9x6" y 2x4"	35	Polietileno
	9	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11- 28	Av. Caracas Calle 1	9x6" y 2x3"	22	PVC
	10	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11- 29	Av. Caracas Calle 1	9x6" y 2x3"	28	PVC
	11	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11- 30	Av. Caracas Calle 1	9x6" y 2x3"	42	PVC
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E11-5	Av. Caracas Calle 3	9x6", 6x6", 4x6" y 2x3"	169	PVC
	13	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S12-3	Av. Caracas Calle 4	9x6" y 2x4"	36	Polietileno
	14	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S12- 25	Av. Caracas Calle 10	9x6" y 2x4"	40	Polietileno
<b>Tramo 5</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13-2	Av. Caracas Calle 13	9x6" y 2x4"	36,42	Polietileno
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13- 21	Av. Caracas Calle 19	6x6", 4x6" y 2x3"	40,71	PVC
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13- 22	Av. Caracas Calle 19	9x6" y 2x4"	36,12	Polietileno
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13- 28	Av. Caracas Calle 22	9x6" y 2x4"	36,16	Polietileno
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S13- 35	Av. Caracas Calle 24	9x6" y 2x4"	36,22	Polietileno
	6	Separador/ Vía 2	Perpendicular al viaducto	S14-4	Av. Caracas Calle 26	9x6" y 2x4"	33,82	Polietileno



Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		sentidos/ Andén						
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14- 21	Av. Caracas Calle 32	9x6" y 2x4"	35,09	Polietileno
	8	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14- 29	Av. Caracas Calle 34	9x6" y 2x4"	33,32	Polietileno
	9	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14- 45	Av. Caracas Calle 39	9x6" y 2x4"	35,11	Polietileno
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E14-4	Av. Caracas Calle 43	9x6" y 2x4"	35,1	Polietileno
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-1	Av. Caracas Calle 44	9x6" y 2x4"	32,49	Polietileno
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-3	Av. Caracas Calle 45	N/A*	N/A*	N/A*
Tramo 6	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-4	Av. Caracas Calle 45	9x6" y 2x4"	37,98	Polietileno
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 10	Av. Caracas Calle 47	9x6" y 2x4"	39,08	Polietileno
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 13	Av. Caracas Calle 48	4x6" y 2x3"	38,07	PVC
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 20	Av. Caracas Calle 51	9x6" y 2x3"	179,75	PVC
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 23	Av. Caracas Calle 51	6x6" y 2x3"	55,28	PVC
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 26	Av. Caracas Calle 52	9x6" y 2x4"	35,72	Polietileno
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 30	Av. Caracas Calle 53	9x6" y 2x4"	38,4	Polietileno
	8	Separador/ Vía 2	Perpendicular al viaducto	S15- 41	Av. Caracas Calle 57	2x3" y 4x6"	42,61	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		sentidos/ Andén						
	9	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 44	Av. Caracas Calle 58	2x4"	34,44	Polietileno
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-9	Av. Caracas Calle 64 <sup>a</sup>	9x6" y 2x4"	34,49	Polietileno
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16- 15	Av. Caracas Calle 67	9x6" y 2x4"	36,84	Polietileno
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16- 23	Av. Caracas Calle 69	9x6" y 2x4"	44,19	Polietileno
	13	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E16-5	Av. Caracas Calle 73	9x6" y 2x4"	35	Polietileno
	14	Separador	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S17- 15	Autopista norte Calle 80	2x3"	13,68	Polietileno
	15	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 29	Av. Caracas Calle 53	9x6" y 2x4"	43,12	Polietileno

\* Las redes donde se indica en su longitud **N/A** es debido a que la intervención que se realizará es dejarla fuera de servicio, así que no se instalará nueva tubería.

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022

A continuación, se describe el manejo que se le dará a cada una de las redes de energía para evitar que se genere una interferencia con las pilas de la PLMB.

► Tramo 1

Las redes de energía en el tramo 1 presentan tres (3) interferencias con la estructura proyectada de la PLMB, las cuales se muestran en la Figura 93.

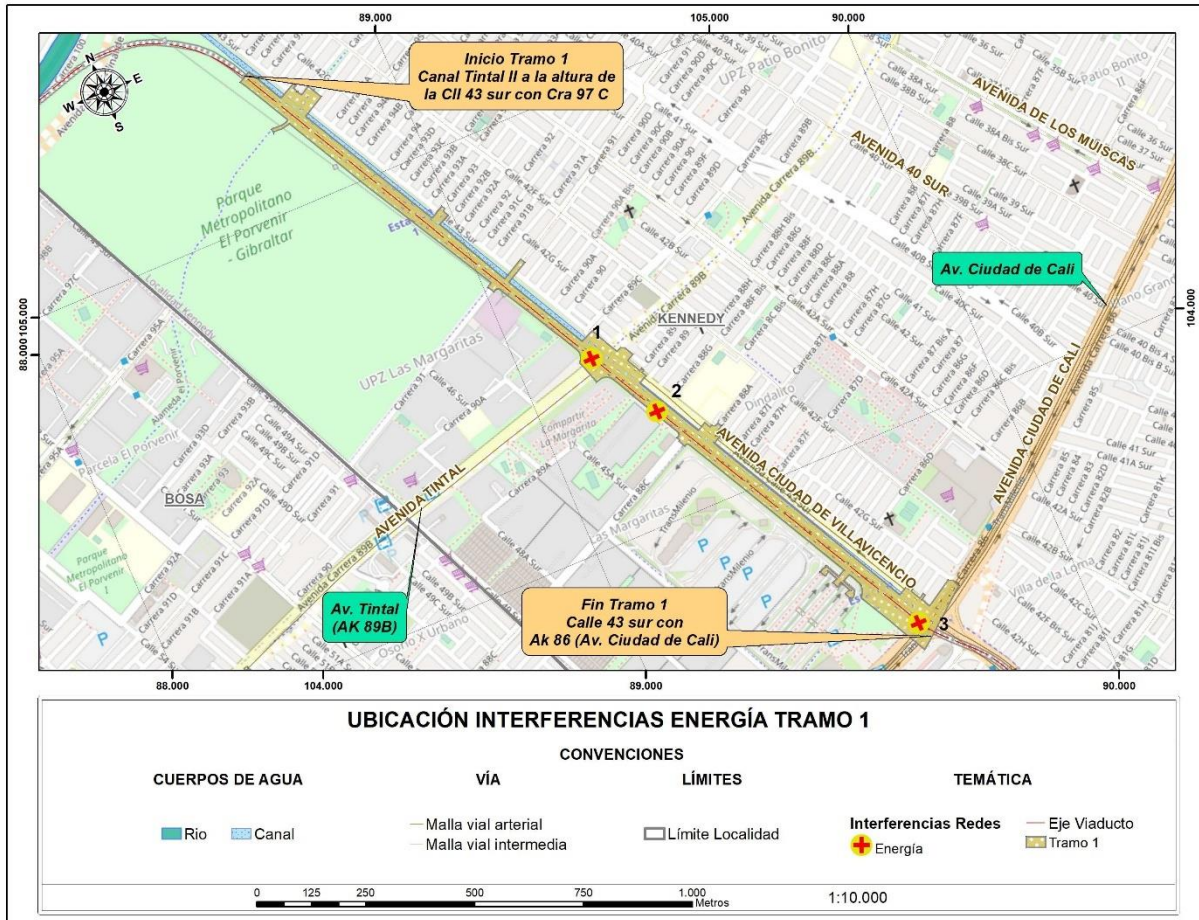


Figura 93 Ubicación interferencias energía tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera es una conexión aérea que se encuentra a la altura de la pila S2-14, atravesando la Av. Villavicencio en el sector de la Carrera 89B, la cual será reemplazada por una red subterránea localizada al norte de la pila, evitando que se vea afectada por los elementos de cimentación.

La segunda es una red aérea a la altura de la pila S2-19, perpendicular a la Av. Villavicencio y se ve afectada por el viaducto, será trasladada de manera subterránea unos metros al norte de su localización actual.

La última interferencia se encuentra localizada a la altura de la Av. ciudad de Cali en el pilar S3-4, paralela al viaducto, se desplazará mediante una red subterránea hacia el oeste sobre la Av. ciudad de Cali, igualmente, hacia el norte irá otro tramo perpendicular a la Av. Villavicencio.

A continuación, en la Figura 94 se presentan las interferencias de energía para el tramo 1 y su lugar de traslado:



Figura 94 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 2

Para el tramo 2 se presentan 13 interferencias de redes de energía. En la Figura 95 se muestran las interferencias de energía en el tramo 2:



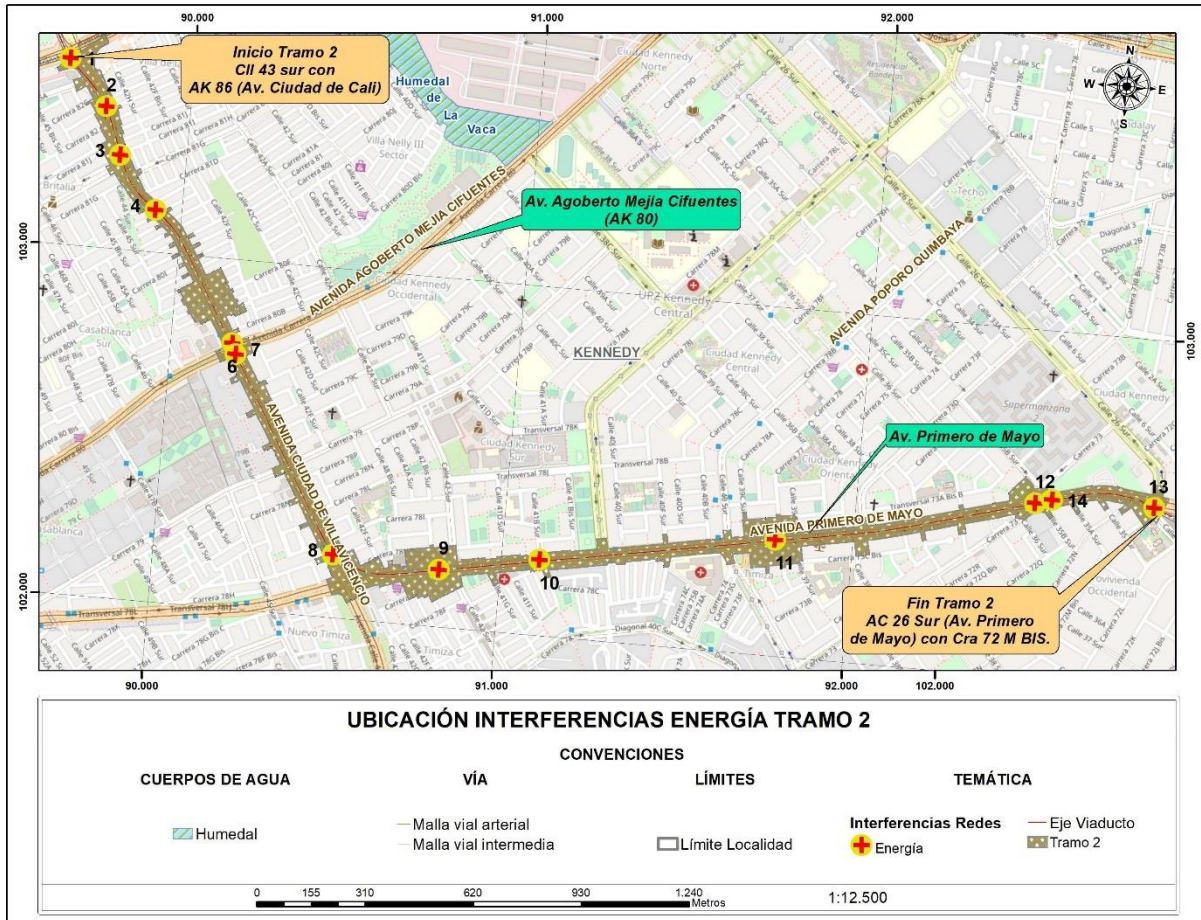


Figura 95 Ubicación interferencias energía tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se presenta sobre la Av. Villavicencio, a la altura de la carrera 85ª donde un cruce subterráneo y otro aéreo afectan las pilas S3-6 y S3-8, se propone traslado de la red subterránea hacia el norte del pilar S3-6.

La segunda interferencia se presenta a la altura de la carrera 82C sobre la Av. Villavicencio, afectando el pilar S3-10, será necesario desplazar la red hacia el norte, mediante una red subterránea.

La tercera interferencia se presenta a la altura de la pila S3-18, en la carrera 81G donde se tiene un cruce desde el centro hacia el costado oriental de la vía, se hará el movimiento de la red subterránea hacia el sur.

La interferencia 4 es aérea y se presenta en la Carrera 81C con Av. Villavicencio en la pila S3-22, se propone el cambio a una red subterránea situada hacia el norte del pilar.

La sexta interferencia se presenta a la altura de la carrera 80 con Av. Villavicencio sobre el costado norte en la construcción del pilar S4-2, se proyecta relocalizar la red al norte.

La siguiente interferencia se presenta en la pila S4-3 sobre el costado sur de la carrera 80 con Av. Villavicencio, se plantea localizar la red al sur de la pila.

Para el caso de la interferencia 8 localizada a la altura del pilar S4-22, el tramo subterráneo debe localizarse al norte de la pila S4-21, con el fin de evitar cualquier tipo de obstrucción.

La novena interferencia se presenta en la intersección de la Av. Primero de Mayo con calle 42 Sur donde las redes aéreas y subterráneas que cruzan la Av. Primero de Mayo y pasan por el separador se retirarán y se localizarán por el cruce oriental existente que se encuentra al oriente de la calle 42 sur.

La interferencia 10 se encuentra a la altura de la calle 41B Sur en los dos costados de la vía y donde se afecta la pila S5-7, es necesario relocalizar el tramo de manera subterránea al occidente de la pila.

La siguiente interferencia se encuentra en el área proyectada de la estación 5 entre las pilas E5-4 y E5-5, donde se plantea el traslado de una red subterránea prácticamente con el mismo trazado.

La interferencia 12 es una red aérea que se encuentra a la altura del pilar S6-19, se propone relocalizarla de manera subterránea, al oriente del pilar S6-19.

La penúltima interferencia se encuentra a la altura de la calle 26 Sur, afectando la pila S6-31, por lo que se relocalizaría al costado oriental de la pila.

La última interferencia se presenta a la altura de la pila S6-21 en la Av. Primero de Mayo con calle 35B Sur, se propone relocalizar la red subterránea al occidente de esta pila.

En la Figura 96 y Figura 97 se muestran las interferencias de las redes de energía para el tramo 2 y el lugar donde se realizará su traslado:



Figura 96 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 97 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 3

Para las redes de energía en el tramo 3 se presentan ocho (8) interferencias. En la Figura 98 se localizan:



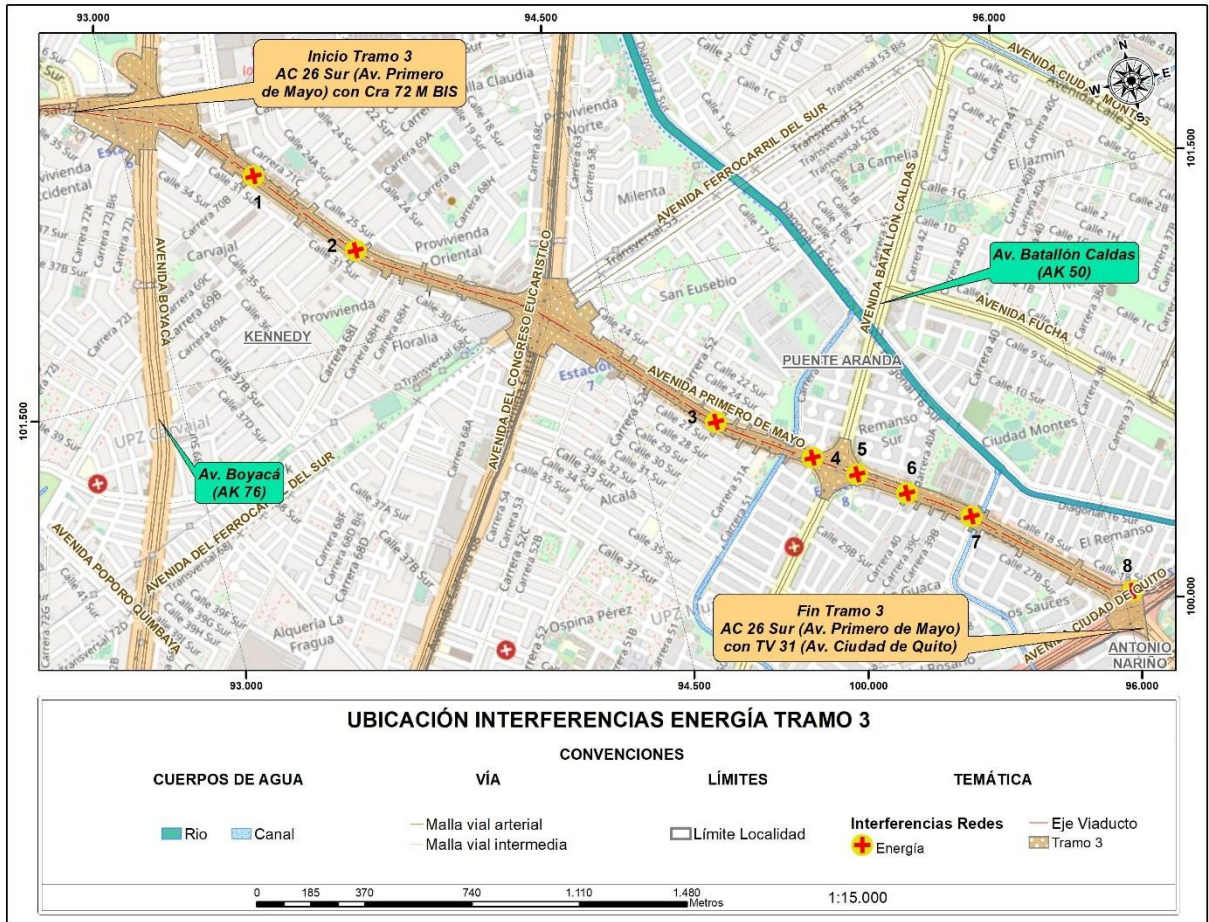


Figura 98 Ubicación interferencias energía tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera es una conexión aérea al costado norte de la carrera 70B, es necesario reemplazarla por un tramo subterráneo que será ubicado al sur del pilar S7-14.

La segunda interferencia es una red subterránea que se presenta a la altura de la carrera 69 sobre la pila S7-27, será relocalizada hacia al costado norte de la pila S7-26.

La tercera se presenta a la altura de la carrera 51D, esta red subterránea deberá ser relocalizada en el costado norte de la carrera 51D, transversal a la Av. Primero de Mayo.

Las interferencias 4 y 5 se presentan en las dos entradas de la glorieta de la Av.50 afectando las pilas E8-2 y E8-9. La interferencia 4 será desplazada al costado norte de la pila E8-1, mientras que la 5 irá en el costado occidental y estará entre las pilas E8-9 y E8-10.

La sexta interferencia se encuentra sobre la carrera 40ª y será relocalizada hacia el norte de la pila para evitar que interfiera con el S9-6.

La penúltima interferencia se encuentra a la altura de la carrera 39, se retirará la red existente del costado norte del canal que interfiere con el pilar S9-13 y se moverá la red subterránea hacia el sur de esta.

La última interferencia se encuentra localizada en la proyección de las pilas S9-33 y S9-34, a lo largo de la autopista sur, se relocará al sur de la pila S9-33 de forma perpendicular y conectará con la red existente sobre el costado.

En la Figura 99 y Figura 100 se presentan las interferencias de energía en el tramo 3 y su alternativa de intervención:

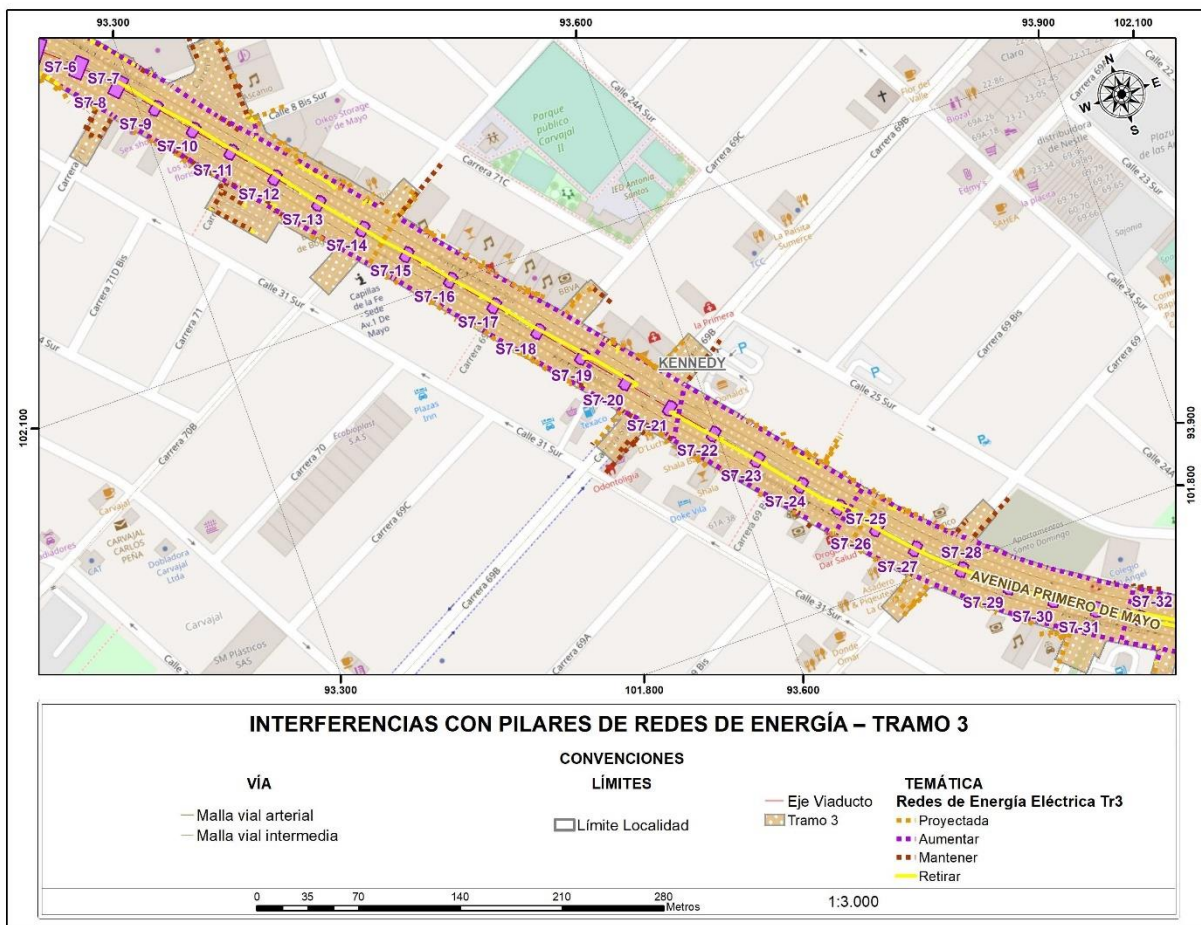


Figura 99 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 100 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 4

En el tramo 4 se presentan 14 interferencias a las redes de energía (ver Figura 101).



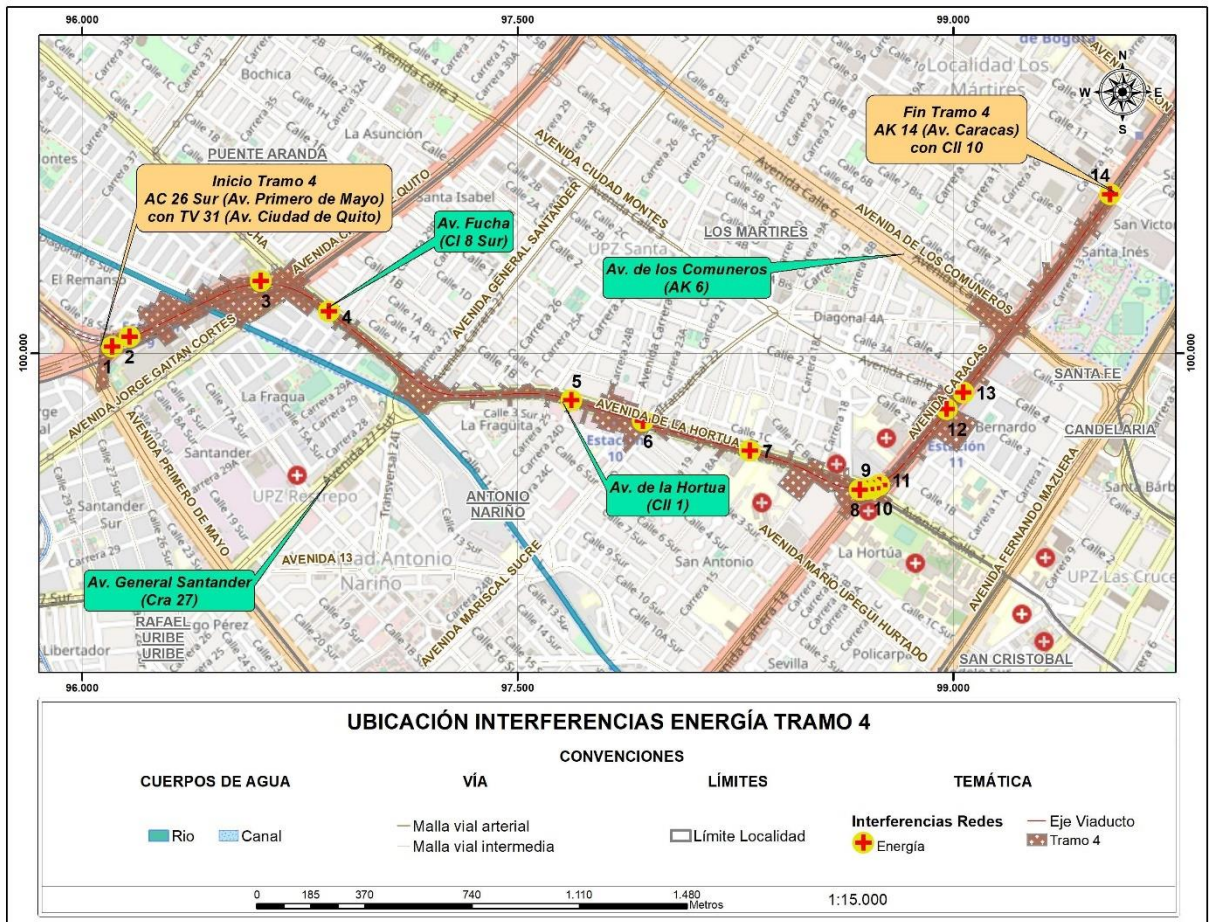


Figura 101 Ubicación interferencias energía tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las dos primeras se presentan sobre la Autopista Sur a la altura de los pilares S9-35 y S9-36 donde se tienen dos tramos de red que interfieren con cada una de las pilas que se encuentran transversalmente a la autopista sur, serán relocalizadas por el costado occidental de la autopista sur rodeando los pilares.

La tercera interferencia se presenta a la altura del pilar S10-7 transversal a la autopista sur y la carrera 30 con calle 8 Sur, se retirará la red y se trasladará de manera subterránea al sur de la pila mediante una caja que permita la conexión en ambos extremos.

La siguiente interferencia se presenta sobre la calle octava sur a la altura de la carrera 29C sobre la pila S10-14, se relocalizará sobre el costado norte y en dirección al oriente.

La quinta interferencia se encuentra ubicada sobre la calle 1 a la altura de la carrera 24D, la cual es una conexión que interfiere con el pilar S10-41, será relocalizada hacia occidente entre los pilares S10-40 y S10-41 de manera subterránea.



La interferencia 6 se encuentra localizada sobre la calle 1 con carrera 24, a la altura de la pila E10-6, se realizará el traslado hacia el oriente de la pila E10-7, para evitar el cruce con las pilas de cimentación.

La interferencia 7 se encuentra localizada sobre la calle 1 a la altura de la pila S11-12, por lo que será relocalizada de forma subterránea hacia el occidente del pilar.

Las interferencias 8, 9, 10 y 11 se encuentran sobre la Av. Caracas con calle 1 y afectan directamente las pilas S11-27 a S11-30, se debe relocalizar la red hacia el occidente de las pilas.

La siguiente interferencia se encuentra a la altura de la calle 3 sobre la Av. Caracas, en el área de influencia de la estación 11, específicamente interceptando el pilar E11-5, se relocalizará el tramo de manera subterránea por el costado occidental de la estación en la Av. Caracas de forma paralela al viaducto.

La penúltima interferencia se encuentra localizada sobre la Av. Caracas con calle 4 donde el tramo interfiere con la pila S12-3, se relocalizará hacia el sur de la pila mediante la construcción de una caja que permita el desvío y se conecte en el mismo punto en ambos cotados.

La última interferencia se presenta sobre la Av. Caracas con calle 10, a la altura del pilar S12-25, la red será relocalizada de manera subterránea al sur del pilar.

En la Figura 102, Figura 103 y Figura 104 se presentan las interferencias de energía para el tramo 4:

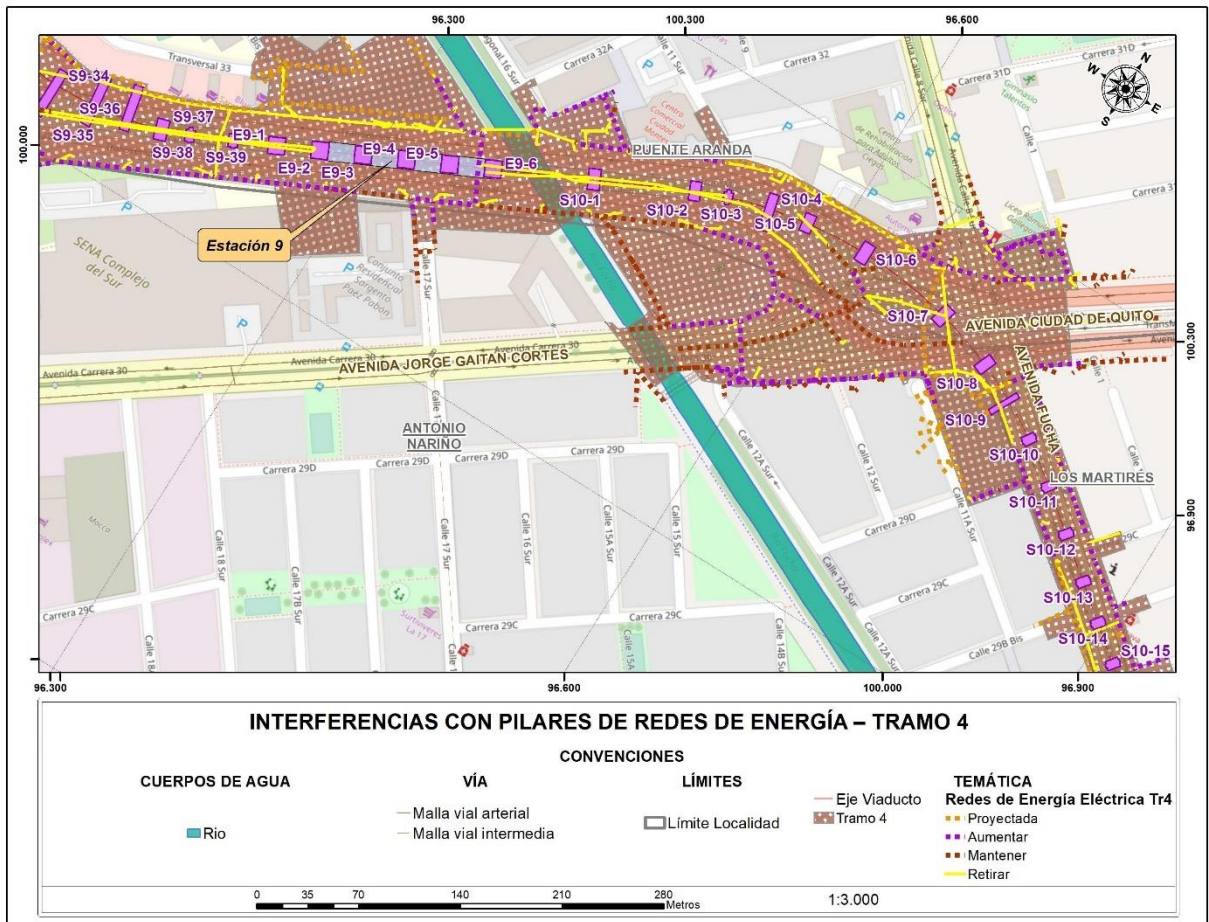


Figura 102 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 103 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 104 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 5

Para las redes secas de energía se presentan 12 interferencias a lo largo del tramo 5. En la Figura 95 se localizan:



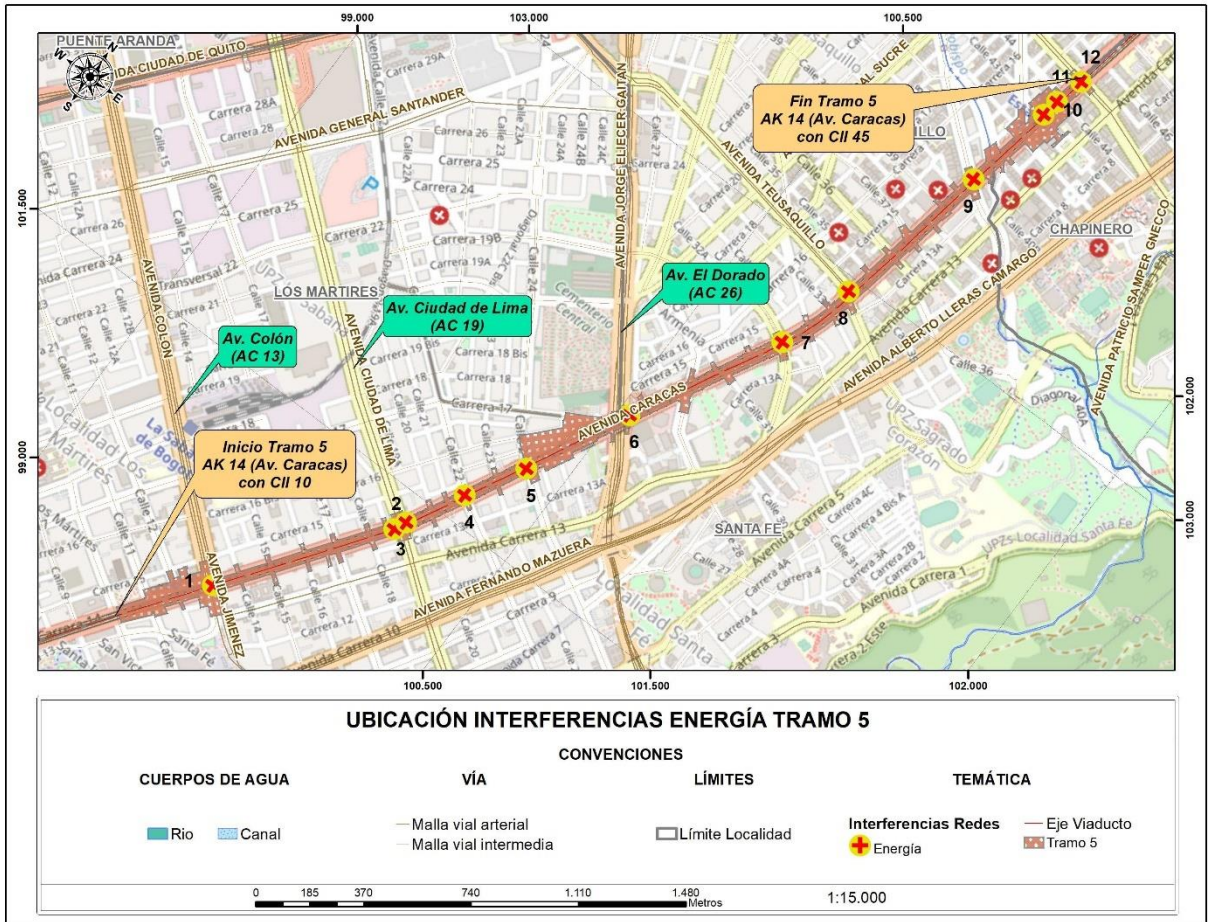


Figura 105 Ubicación interferencias energía tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra localizada sobre la Av. Caracas en el costado norte de la Av. Jiménez afectando el pilar S13-2, se relocará el tramo hacia el norte del pilar S13-3.

La interferencia 2 se presenta al sur de la calle 19, interfiriendo con el pilar S13-21 donde se relocará la red al sur del pilar anteriormente nombrado de manera subterránea para la red de baja y media tensión.

La siguiente interferencia se presenta a la altura del pilar S13-22, sobre la Av. Caracas, la cual será relocada al norte del pilar, donde se trasladará la red de media tensión y se reubicará de manera subterránea.

La cuarta interferencia se presenta a la altura de la calle 22, para el tramo de la red que se encuentra localizado sobre la calle 22 y transversalmente a la Av. Caracas, viéndose afectado por la pila S13-28, debido a esto deberá ser trasladado unos metros hacia el sur de manera subterránea para las redes de media tensión.

La interferencia 5 se presenta al sur de la calle 24, interceptando el pilar S13-35, por lo que es necesario relocalizar el tramo al sur de la pila nombrada mediante ductos subterráneos para las redes de media y baja tensión.

La siguiente se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 26 interfiriendo con el pilar S14-4, por lo que se mantendrá el punto de la red sobre el costado oriental y se trasladará el punto para el costado occidental hacia el norte.

La séptima interferencia se presenta al norte de la calle 32 a la altura de la pila S14-21, donde la red de tensión libre será relocalizada al sur de la pila por medio de ductos subterráneos.

La siguiente interferencia se encuentra localizada sobre la Av. Caracas al norte de la calle 34 en el pilar S14-29, se relocalizará la red subterránea de media tensión unos metros al norte.

La interferencia 9 se encuentra ubicada sobre la Av. Caracas al costado norte de la calle 39, obstruyendo la pila S14-45, se realizará su relocalización al costado norte del pilar S14-46 de manera subterránea.

La siguiente interferencia está ubicada a la altura de la calle 43 en donde se encuentra con el pilar E14-4, por lo que es necesario relocalizar la red al norte de la pila E14-1, mediante el traslado de ductos subterráneos.

La interferencia 11 se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 44 en la pila S15-1, será retirada y relocalizada al sur del pilar S15-3.

La última interferencia se encuentra localizada a la altura de la calle 45 sobre la Av. Caracas, afectando la pila S15-3, por lo que será removida totalmente.

En la Figura 106, Figura 107 y Figura 108 se presentan las interferencias de energía para el tramo 5 y la alternativa elegida para intervenir cada una de estas:



Figura 106 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 107 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 108 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 6

En el tramo 6 se presentan 15 interferencias con las redes de energía y se muestran en la Figura 109:

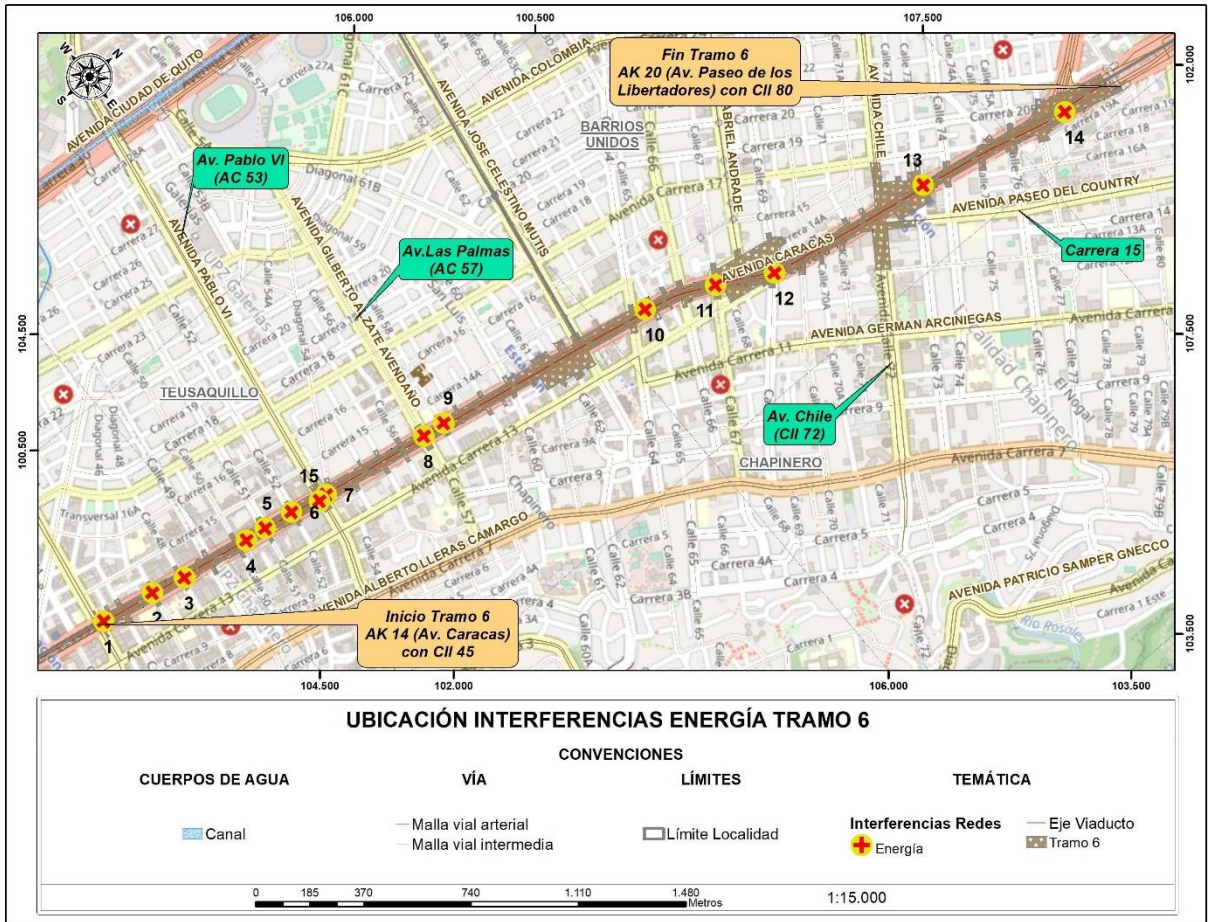


Figura 109 Ubicación interferencias energía tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera se presenta sobre la Av. Caracas al costado norte de la calle 45, donde se ve afectada por la construcción del pilar S15-4, será necesario el traslado de forma subterránea de la red de tensión libre hacia el sur del pilar.

La interferencia 2 se encuentra sobre la Av. Caracas en la intersección con la calle 47, sobre los dos costados, afectando el pilar S15-10, los dos tramos se reubicarán sobre el costado sur de la calle 45, mediante ductos subterráneos.

La siguiente interferencia se localiza sobre la Av. Caracas al norte de la calle 48, en el pilar S15-13, se relocará la red de nivel de tensión libre al norte de la pila, mediante ductos subterráneos.

La interferencia 4 se encuentra al norte de la calle 50 sobre la pila S15-20, se relocará la red de baja y la de media tensión, de manera subterránea.

La quinta interferencia se presenta sobre el costado norte de la calle 51, donde se genera un cruce con la pila S15-23, por lo que se hace necesario el traslado de la red de tensión libre al norte, por medio de ductos subterráneos entre las pilas S15-23 y 24.

La siguiente interferencia, red de tensión libre, se encuentra localizada al norte de la calle 52, interfiriendo con la pila S15-26, debe ser reubicada sobre el costado sur de la calle 52, de manera subterránea.

La séptima interferencia se encuentra sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 53, sobre el costado norte, interceptando el pilar S15-30, mediante la reubicación subterránea de ductos para la red de nivel de tensión libre, se relocalizará la llegada del tramo sobre el costado occidental hacia el sur.

La interferencia 8 está ubicada sobre el costado sur de la calle 57 para la red de tensión libre en pilar S15-41, por lo que se localizará la red sobre el costado norte de la calle 57.

La novena interferencia se encuentra localizada sobre el costado norte de la calle 58, donde se ve afectada por la construcción del pilar S15-44, se desplazará el tramo de nivel de tensión libre al sur de la pila mediante ductos subterráneos, conectando a las cajas que están actualmente.

La interferencia 10 se encuentra localizada al norte de la calle 64ª y sobre el costado occidental de la Av. Caracas hasta la calle 65, con la pila S16-9, se relocalizará la red al norte del pilar S16-10 sobre el costado sur de la calle 65 mediante el traslado de ductos subterranizados para la red de nivel de tensión libre y otro tramo localizado al occidente de la Av. Caracas para que pueda ser conectado a la caja sobre la calle 64ª.

La siguiente interferencia se encuentra sobre la Av. Caracas, al costado sur de la diagonal 67, donde tiene un cruce con la pila S16-15. Se propone que el tramo sea relocalizado de forma subterránea unos metros al sur de la pila S16-16, ubicándose sobre el costado norte de la diagonal 67 para la red de media tensión.

La interferencia 12 está ubicada sobre el costado norte de la calle 69 a la altura de la pila S16-23 donde la red de baja y media tensión serán relocalizadas mediante ductos subterráneos, unos metros hacia el sur.

La interferencia 13 se encuentra localizada sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 73, donde se tiene proyectada la construcción de la estación No.16, por lo tanto, el tramo interfiere con el pilar E16-5, debido a esto será relocalizado desde la misma caja sobre el costado oriental y cambiando la dirección hacia el sur para la conexión en el costado occidental de la Av. Caracas de la red de media tensión, igualmente se trasladará un tramo sobre el costado occidental que permita conectar con la caja que se encuentra sobre la calle 73.

La siguiente interferencia se presenta sobre el separador en la zona donde se encontraba el monumento a los héroes a la altura del pilar S17-15, donde se retirará la ductería existente y se trasladará un tramo al occidente que remplace los cables retirados.



La última se encuentra sobre el costado sur de la calle 53, interfiriendo con el pilar S15-29, por lo que se traslada el tramo hacia el separador de la calle 53, mediante ductos subterráneos.

En la Figura 110, Figura 111 y Figura 112 se presentan las interferencias de energía para el tramo 6:

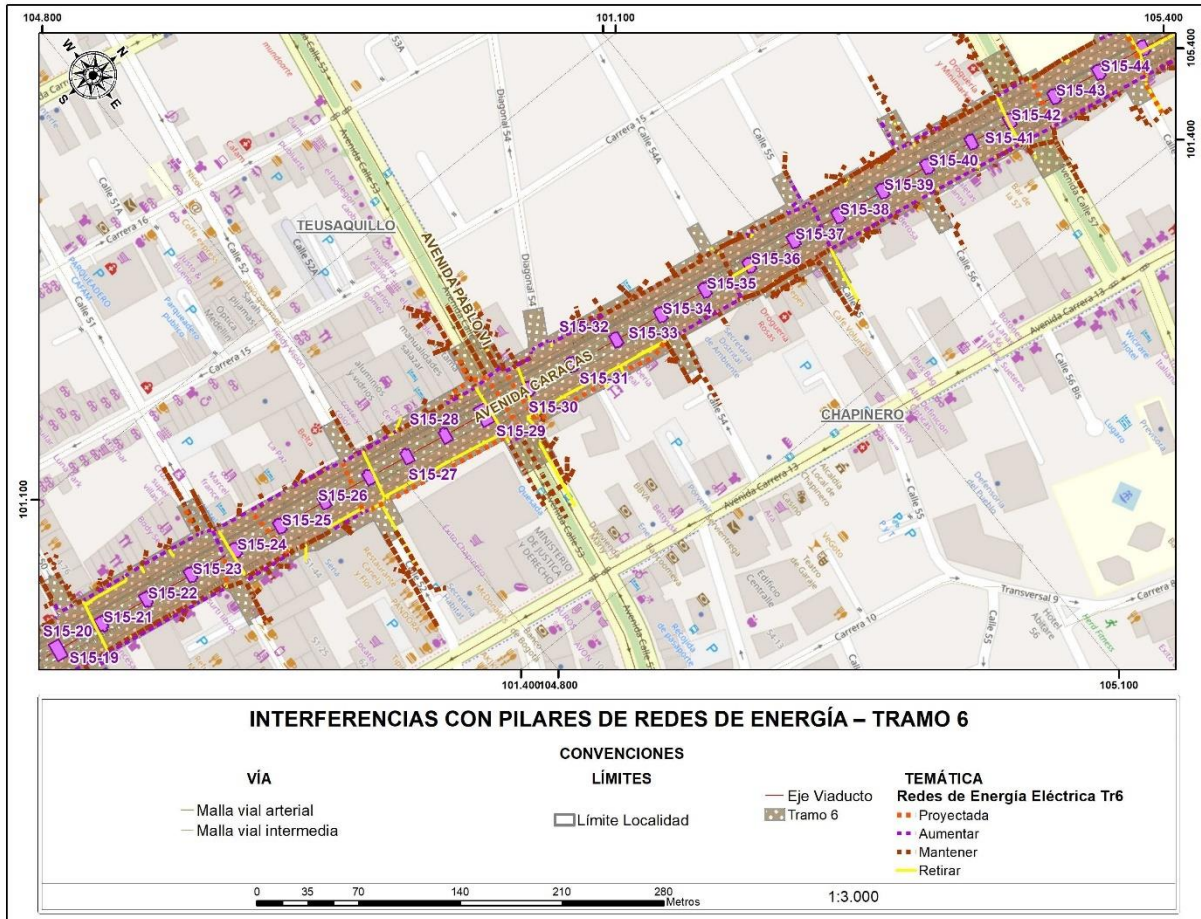


Figura 110 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 111 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

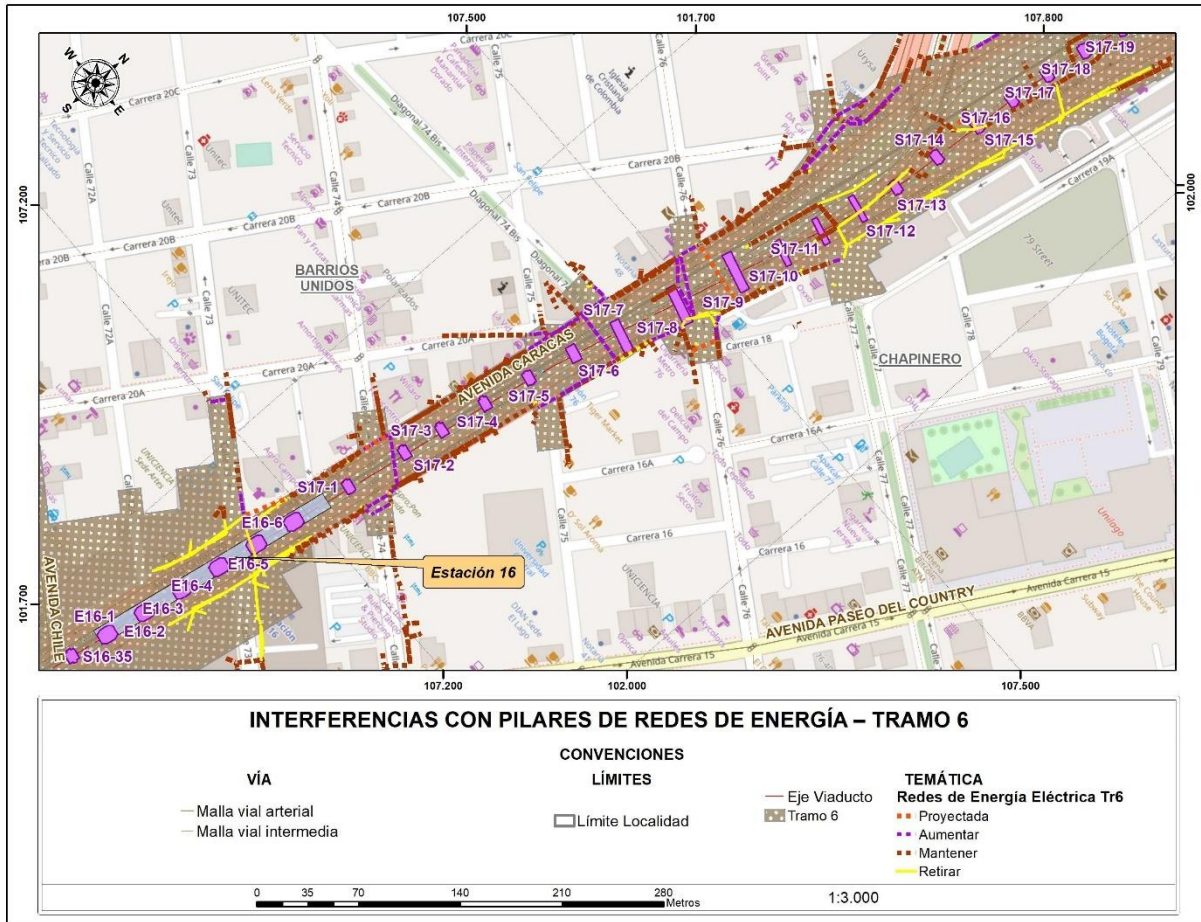


Figura 112 Interferencias con pilares de redes de Energía – tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Telecomunicaciones

Para las redes de telecomunicaciones se presentan 25 interferencias a lo largo de los 6 frentes de trabajo; en total, 20 para redes de ETB, 2 para redes de Movistar y 3 de TIGO-UNE. Las profundidades promedio están entre 1 y 1.4 m. Se plantea la posibilidad de que algunos traslados se realicen mediante el sistema de perforación horizontal dirigida, con el fin de evitar cierres en vías principales.

La localización, zona de interferencia, pilar afectado y características generales de las redes a trasladar, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21 – Resumen interferencias redes de Telecomunicaciones

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 1 – ETB	1	Andén/ Portal Américas	Perpendicular y paralelo al viaducto	E2-9 a S3-2	Av. Villavicencio Carrera 86B	8x4"	77,86	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
					Bis – Carrera 86 Bis A			
<b>Tramo 2 – ETB</b>	1	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S6-21	Av. Primero de Mayo calle 35B Sur	4x4"	32	Polietileno
<b>Tramo 2 – Movistar</b>	2	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	S3-19	Av. Villavicencio Carrera 81G	4x4"	47,56	PVC
<b>Tramo 2 – Tigo</b>	3	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E3-4	Av. Villavicencio Carrera 80F	6x4"	175,95	PVC
<b>Tramo 3 – ETB</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-23	Av. Primero de Mayo Carrera 69B	8x4"	31,93	PVC
<b>Tramo 3 – ETB</b>	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-6	Av. Primero de Mayo Carrera 40ª	24x4"	33,9	Polietileno
<b>Tramo 3 – Movistar</b>	3	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-2 a S7-6	Av. Primero de Mayo Av. Boyacá - Carrera 71F	4x4"	196.64	PVC
<b>Tramo 3 – Tigo-UNE</b>	4	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S7-2 a S7-6	Av. Primero de Mayo Av. Boyacá - Carrera 71F	4x4"	173.52	PVC
<b>Tramo 4 – ETB</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S11-34	Av. Caracas calle 1C	24x4"	33	Polietileno
<b>Tramo 4 – Tigo-UNE</b>	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo al viaducto	S10-8 a S10-9	Autopista Sur calle 8 Sur	24x4"	76.97	PVC
<b>Tramo 5 – ETB</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14-39	Av. Caracas Calle 38	12x4"	28,75	Polietileno
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14-49	Av. Caracas Calle 41	16x4"	33,85	Polietileno
<b>Tramo 6 – ETB</b>	1	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-6	Av. Caracas Calle 46	20X4"	36,28	Polietileno
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15-23	Av. Caracas Calle 51	4X4"	30,84	PVC
	3	Separador/ Vía 2	Perpendicular al viaducto	S15-29	Av. Caracas Calle 53	4X4"	34,98	PVC

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		sentidos/ Andén						
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 26	Av. Caracas Calle 52	16x4"	36,08	Polietileno
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 41	Av. Caracas Calle 57	N/A*	N/A*	N/A*
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S15- 51	Av. Caracas Calle 60	4X4"	41,93	Polietileno
	7	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E15-1	Av. Caracas Calle 61	8X4"	38,02	Polietileno
	8	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E15-5	Av. Caracas Calle 62	8X4"	37,14	Polietileno
	9	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16-6	Av. Caracas Calle 64	20X4"	38,56	Polietileno
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16- 15	Av. Caracas Calle 67	8X4"	47,47	Polietileno
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16- 18	Av. Caracas Calle 68	8X4"	35,44	Polietileno
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S16- 22	Av. Caracas Calle 69	4X4"	37,09	Polietileno
	13	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S17- 14	Autopista norte Calle 80	N/A*	N/A*	N/A*

\* Las redes donde se indica en su longitud **N/A (No Aplica)** es debido a que la intervención que se realizará es dejarla fuera de servicio, así que no se instalará nueva tubería.

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describe el manejo que se le dará a cada una de las redes de telecomunicaciones para evitar que se genere interferencia con las pilas de la PLMB.

► Tramo 1

En el tramo 1 se presenta una (1) interferencia para la red de ETB, la cual se muestra en la Figura 113.



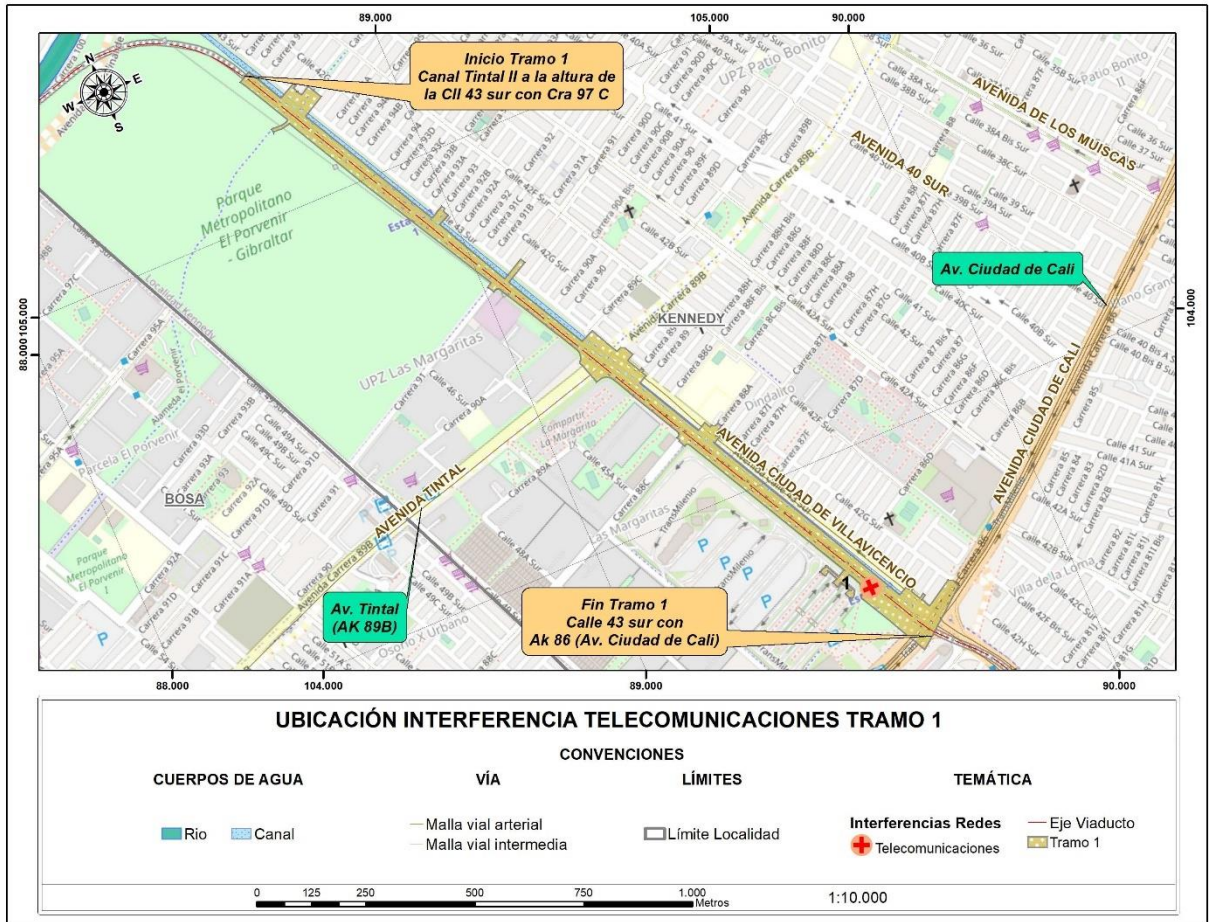


Figura 113 Ubicación interferencia telecomunicaciones tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia se presenta sobre el costado occidental de la Av. Villavicencio a la altura de los pilares E2-9 a S3-2, desde el andén hacia el occidente, para posteriormente dirigirse hacia el norte, rodeando lo que será la estación 2 de la PLMB.

En la Figura 114 se muestra la interferencia de telecomunicaciones para el tramo 1 y la alternativa de traslado:



Figura 114 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 2

En el tramo 2 se presentan tres (3) interferencias con redes de telecomunicaciones (ver Figura 115).



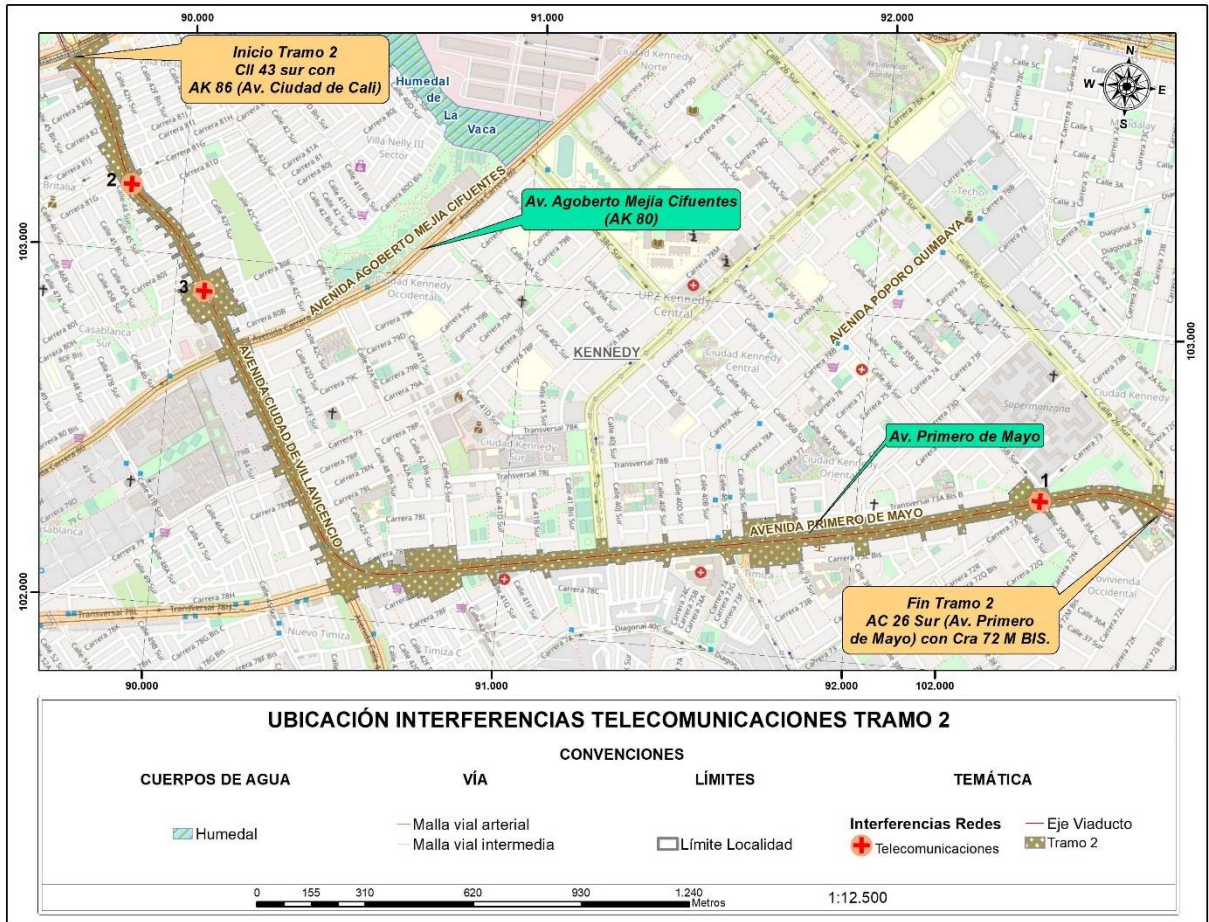


Figura 115 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera pertenece a la empresa ETB y se encuentra sobre la Av. Primero de Mayo a la altura de la calle 35B Sur, se genera una interferencia con la pila S6-21, es necesario realizar el traslado del tramo que se ubica al occidente de la pila mediante la conexión subterránea en los mismos puntos sobre ambos costados de la avenida y realizando el desvío mediante una caja que evita la afectación por la pila.

La siguiente pertenece a la compañía Movistar y se localiza a la altura de la carrera 81G sobre la Av. Villavicencio en el pilar S3-19, se plantea relocalizar el tramo sobre el costado oriental hacia el norte.

La tercera interferencia pertenece a la empresa Tigo-UNE, se encuentra localizada sobre la Av. Villavicencio a la altura de la carrera 80F, en la pila E3-4, es necesario trasladar todo el tramo a la carrera 80G Bis, entre las pilas E3-1 y E3-2.

En la Figura 116 se muestra la interferencia de telecomunicaciones para el tramo 2 y el respectivo traslado:

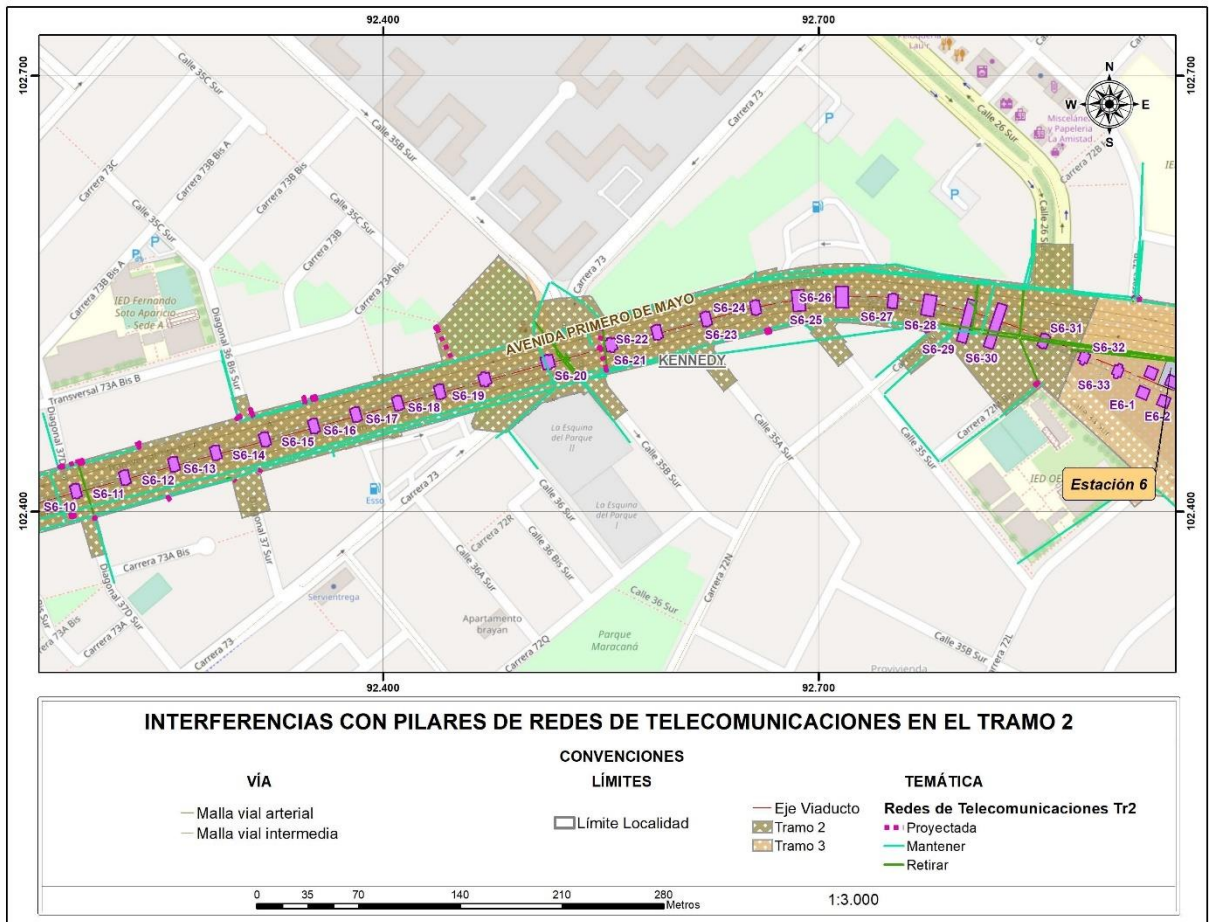


Figura 116 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 3

En el tramo 3 se presentan cuatro (4) interferencias, dos pertenecen a ETB, una a Movistar y la última a Tigo – UNE. A continuación, se presenta la figura con la localización:



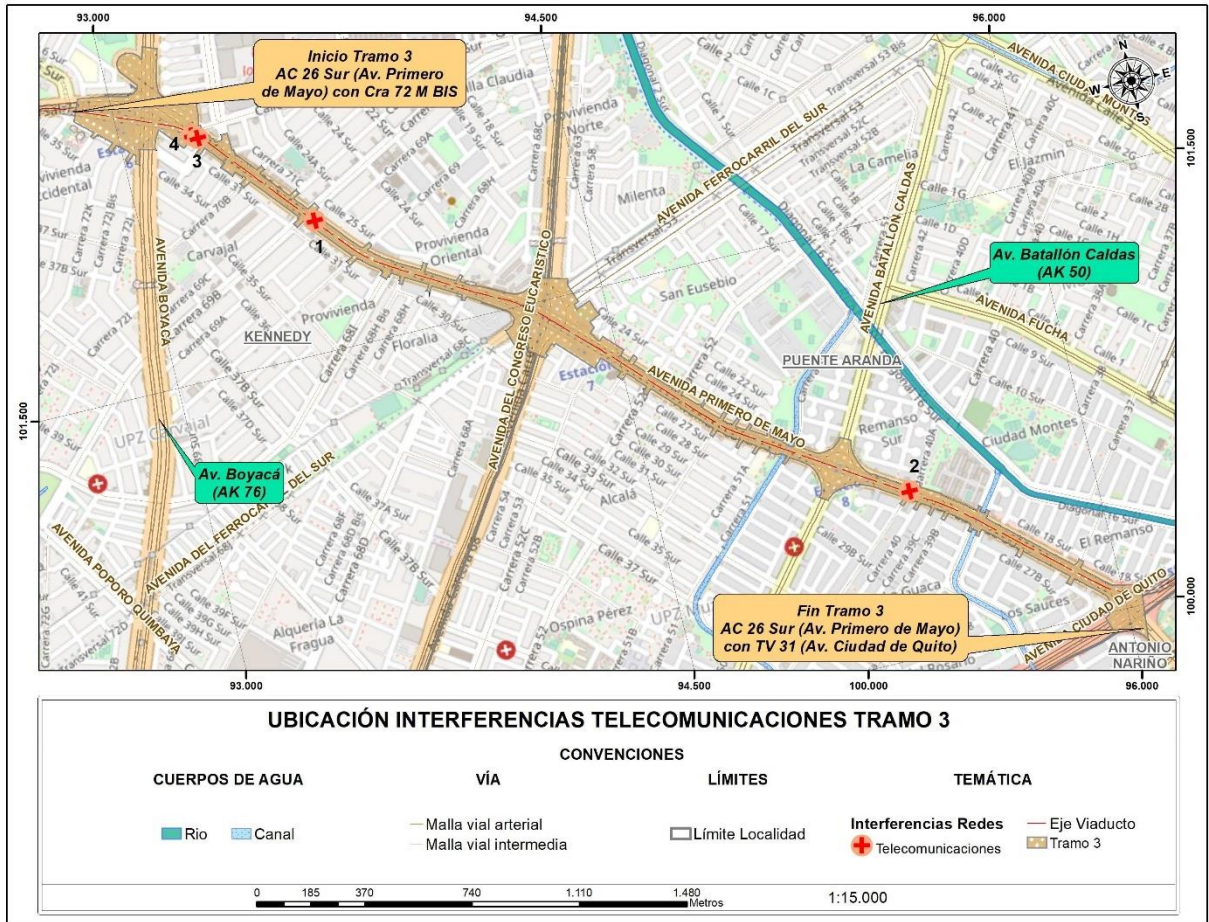


Figura 117 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia de ETB se encuentra a la altura de la carrera 69B, sobre la pila S7-23 donde el tramo de red de fibra se vería afectado por la construcción de la pila, se propone desplazar la conexión hacia el norte.

La segunda se encuentra sobre la carrera 40ª, donde se vería afectada por el pilar S9-6, deberá ser relocalizado hacia el norte de su ubicación actual.

La red perteneciente a Movistar se presenta sobre el costado sur de la Av. Primero de Mayo entre la Av. Boyacá y la carrera 71F, interfiriendo con las pilas S7-2 a S7-6, será necesario desviar el tramo por la carrera 71F, continuando por la calle 31 Sur y girando nuevamente antes de llegar a la Av. Boyacá, conectando en las mismas cajas en las que se encuentran actualmente.

La interferencia perteneciente a la empresa Tigo-UNE es similar a la anterior, coincide con las pilas S7-2 a S7-7 sobre el costado sur de la Av. Primero de Mayo entre la Av. Boyacá y la carrera 71F. Se hará el traslado de la red por la carrera 71F, continuando por la calle 31 Sur y girando nuevamente hacia la Av. Primero de Mayo antes de llegar a la Av. Boyacá, conectando sobre las dos mismas cajas existentes.

En la Figura 118 y Figura 119 se presentan las interferencias de telecomunicaciones para el tramo 3 y se presenta la alternativa seleccionada de intervención:



Figura 118 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 119 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 4

En el tramo 4 se presentan dos (2) interferencias; la primera en la red de ETB y la segunda de la empresa Tigo – UNE. La localización se presenta en la Figura 120.



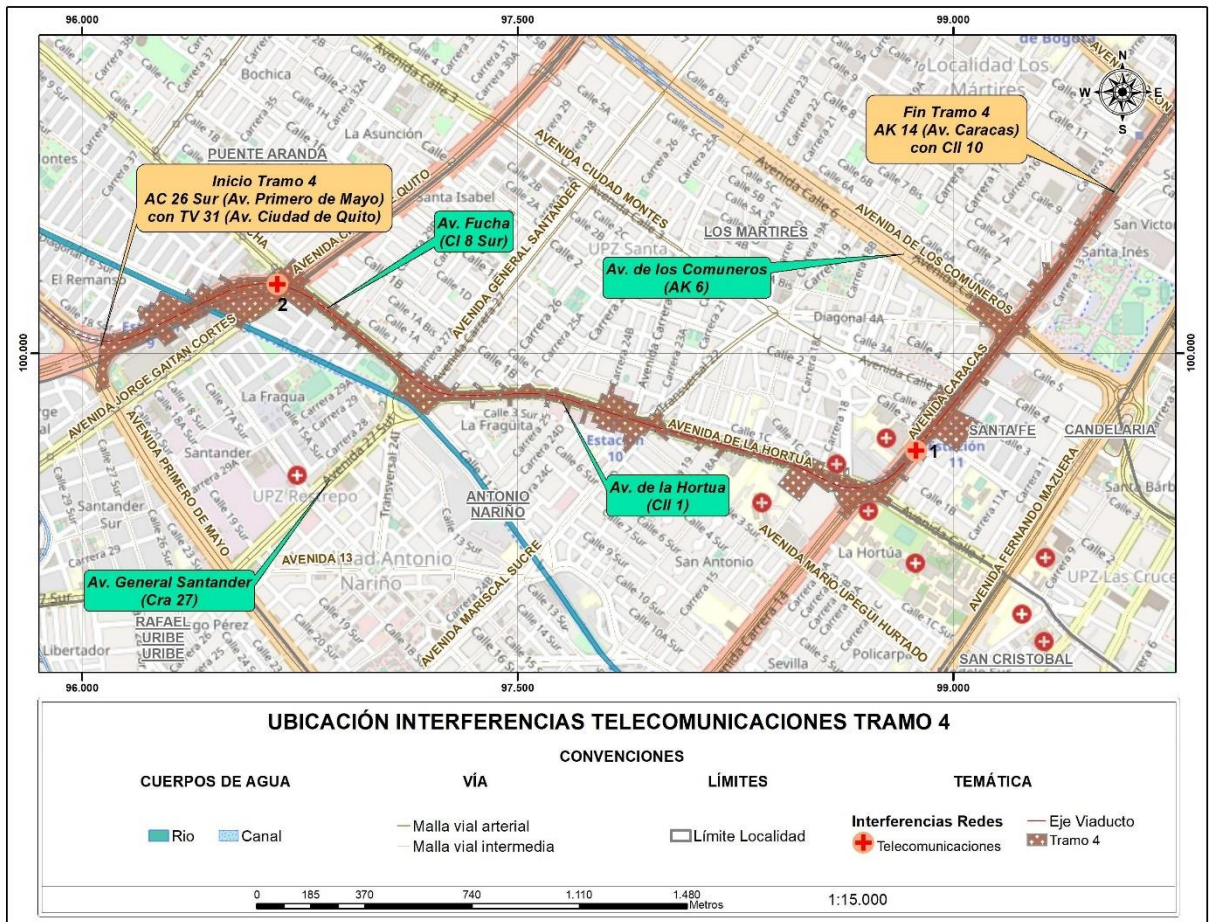


Figura 120 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia a la red de ETB sobre la Av. Caracas con calle 1C, en el pilar S11-34, se planea relocarla desplazándola hacia el norte de la pila, por medio de una conexión subterránea.

La interferencia a la red de Tigo – UNE perpendicular a la Autopista Sur sobre el costado sur de la calle 8 Sur, afecta las pilas S10-8 a S10-9, es necesario relocar el tramo por el costado norte de la calle 8 Sur, conectando sobre las cajas existentes.

En la Figura 121 y Figura 122 se presentan las interferencias de telecomunicaciones para el tramo 4:



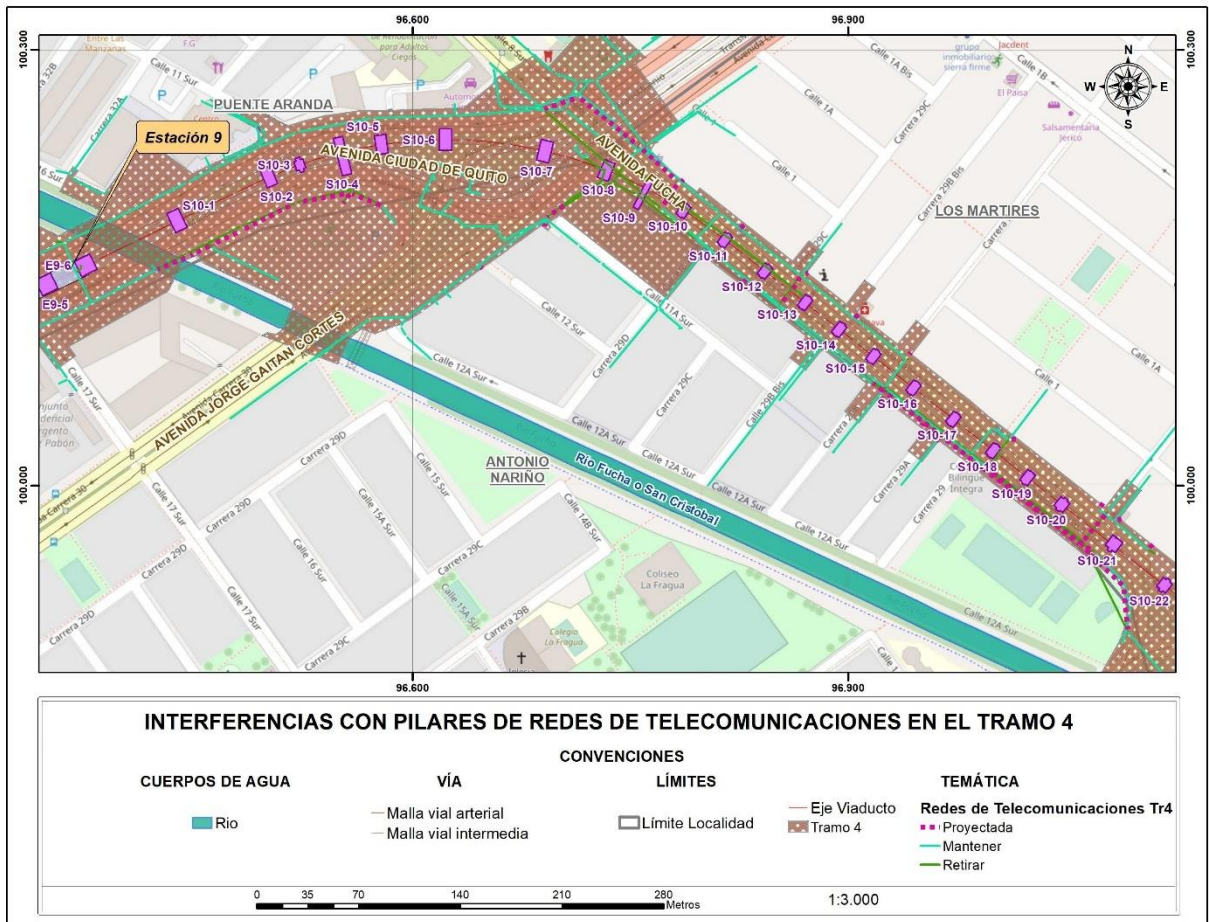


Figura 121 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 122 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 5

En el tramo 5 se presentan dos (2) interferencias a la red de ETB. En la Figura 123 se muestra la localización de las interferencias:

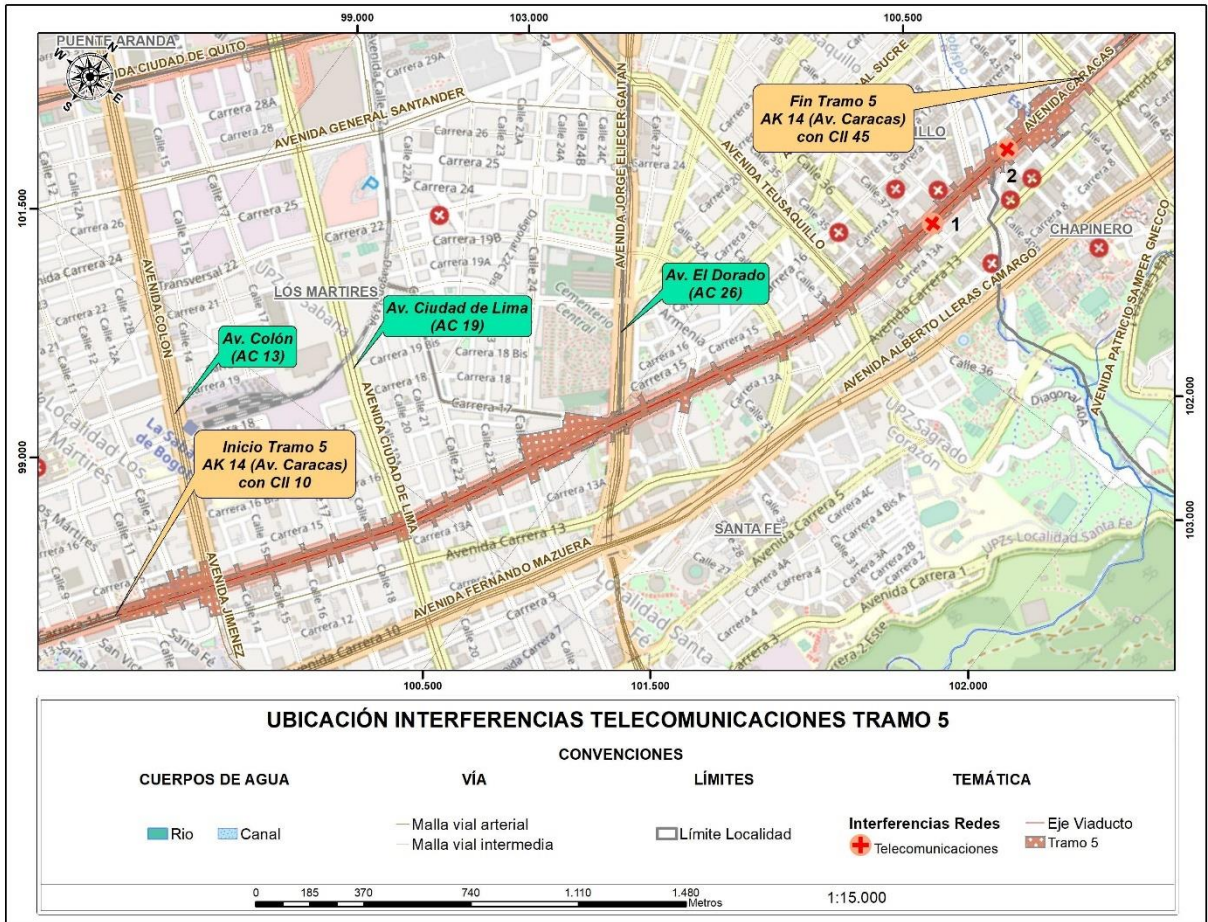


Figura 123 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera se encuentra localizada sobre la Av. Caracas con calle 38, interfiriendo con la pila S14-39, se relocalizará el tramo de manera subterránea y se mantendrá el mismo punto en el costado occidental.

La segunda interferencia se presenta sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 41, donde el tramo se ve afectado por el pilar S14-49, debido a esto, deberá ser localizado al norte del pilar y conectando sobre el costado sur de la calle 41.

En la Figura 124 se presenta las interferencias para las redes de telecomunicaciones en el tramo 5 y la alternativa elegida para la intervención de cada una:





Figura 124 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 6

En el tramo 6 solo se presentan 13 interferencias con las redes existentes de ETB (ver Figura 125).



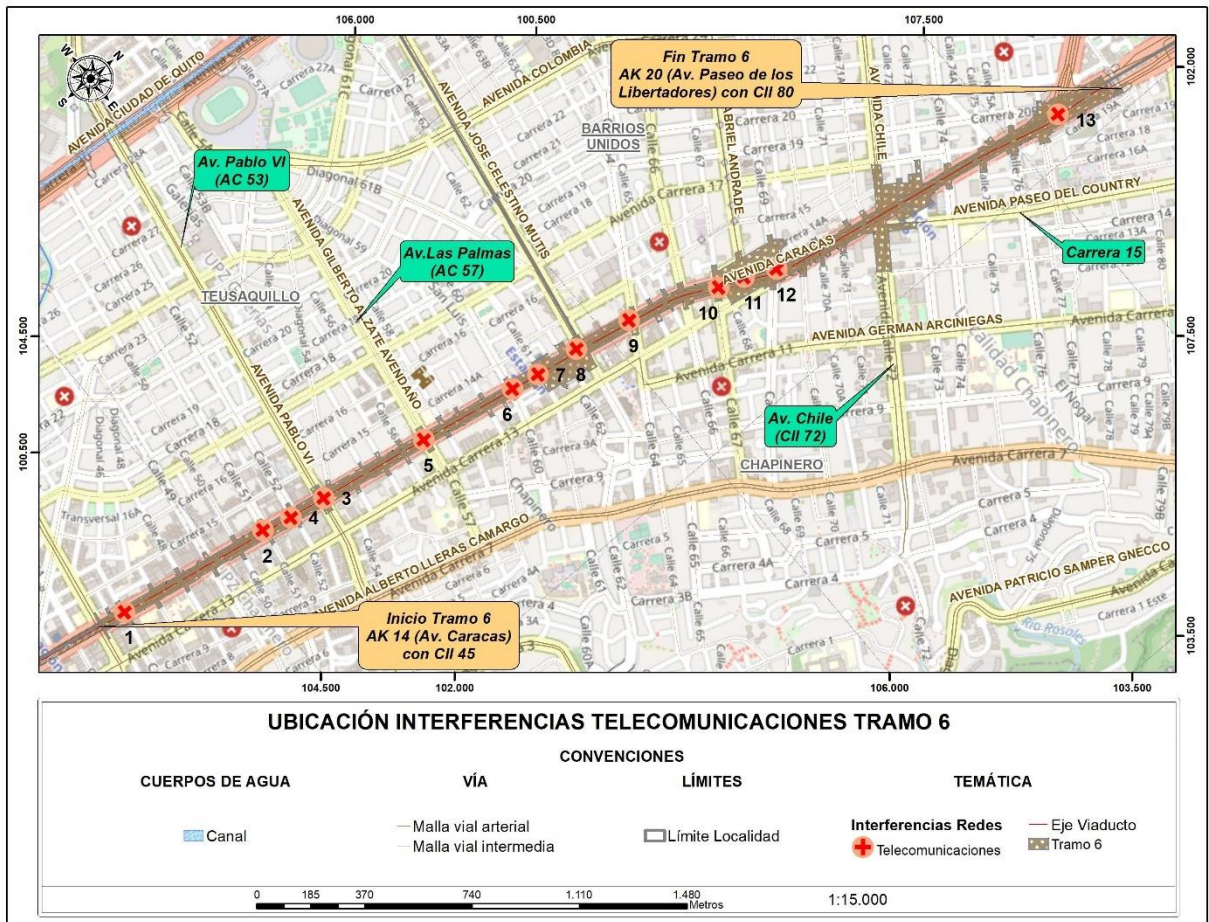


Figura 125 Ubicación interferencias telecomunicaciones tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se presenta sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 46 afectando el pilar S15-6, será relocalizado el tramo al norte de su ubicación actual, sobre el costado oriental de la calle 46.

La segunda interferencia se encuentra sobre el costado norte de la calle 51, afectado por el pilar S15-23, este tramo será ubicado al sur de la pila S15-24.

La interferencia 3 se presenta al sur de la calle 53 sobre la Av. Caracas en el pilar S15-29, será relocalizado al norte, sobre el costado oriental.

La siguiente se encuentra a la altura de la calle 52, donde el tramo interfiere con el pilar S15-26, es necesario relocalizar el tramo al norte.

La quinta interferencia se encuentra localizada al norte de la calle 57 sobre el pilar S15-41, por lo que se relocalizará el tramo al norte del pilar S15-43.

La siguiente se encuentra al sur de la calle 60 sobre la Av. Caracas, interfiriendo el tramo con el pilar S15-51, será ubicado unos metros hacia el sur del pilar S15-50.

La séptima interferencia se localiza sobre la Av. Caracas a la altura de la calle 61, en la pila E15-1, el tramo se trasladará hacia el norte.

La interferencia 8 se encuentra localizada a la altura de la calle 63, sobre el pilar E15-5, por lo que será necesario reubicar el tramo hacia el sur de su posición actual.

La novena está localizada al sur de la calle 64, donde interfiere con el pilar S16-6, por lo que se debe relocalizar el tramo al norte de su ubicación actual para evitar que se vea afectada.

La siguiente se encuentra a la altura de la calle 67 sobre la Av. Caracas, por lo que es necesario relocalizar el tramo hacia el norte de su ubicación actual, con el fin de evitar que interfiera con el pilar S16-5.

La interferencia 11 se presenta sobre el costado sur de la calle 68, donde el pilar S16-19 está afectando la red que cruza la Av. Caracas, por lo que será relocalizado sobre el costado norte de la calle 68 para el lado oriental de la Av. Caracas y evitar cualquier afectación.

La siguiente interferencia se presenta sobre la calle 69, a la altura del pilar S16-22, por lo que se plantea relocalizar la conexión del tramo sobre el costado oriental de la Av. Caracas hacia el norte.

La interferencia 13 se encuentra a la altura del pilar S17-14 bajo la vía que lleva de la calle 80 a la autopista Norte, por lo que se propone retirar el tramo existente para evitar afectaciones a la red.

En la Figura 126, Figura 127 y Figura 128 se presentan las interferencias para las redes de telecomunicaciones para el tramo 6:



Figura 126 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 127 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 128 Interferencias con pilares de redes de Telecomunicaciones en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Descripción de las interferencias de redes de Gas

Para las redes de gas se presentan 60 interferencias a lo largo de los seis (6) frentes de trabajo. En general, el diámetro promedio para las diferentes interferencias oscila entre  $\frac{3}{4}$ " y 4" en polietileno, sin embargo, para la interferencia 2 del tramo 1 se tiene una tubería de 6" de diámetro. La profundidad en promedio es de 1m.

La localización, zona, pilar con el que interfiere y características generales de la red a trasladar se presentan en la Tabla 22. El número de identificación de las diferentes redes no se expresa desde el 1 o de forma consecutiva en algunos tramos, teniendo en cuenta que en la realización de los planos de diseño se incluyeron las obras que fueron realizadas mediante el proceso de traslado anticipado de redes (TAR) a cargo de la empresa Metro de Bogotá, pero al no ser objeto de este PMAS no son

incluidas en el presente capítulo, sin embargo, se maneja el mismo ID de los planos para evitar confusiones.

Tabla 22 – Resumen interferencias redes de Gas

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
Tramo 1	2	Andén	Perpendicular al viaducto	S2-13	Av. Villavicencio Carrera 89C	6"	42,9	Polietileno
	3	Vía	Perpendicular al viaducto	S2-15	Av. Villavicencio Carrera 89 <sup>a</sup>	3"	12,4	Polietileno
	5	Andén	Paralelo al viaducto	S2-17 a S2-21	Av. Villavicencio Carrera 89 – Carrera 88C	1" y 4"	134,35	Polietileno
	6	Andén/ vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S3-4	Av. Villavicencio Av. ciudad de Cali	4"	41,2	Polietileno
Tramo 2	3	Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E-3	Av. Villavicencio Carrera 80 – 81G Bis	¾"	402	Polietileno
	4	Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E-3	Av. Villavicencio Carrera 80 – Carrera 81G Bis	¾"	398	Polietileno
	7	Vía aledaña	Paralelo al viaducto	S4-25	Av. Villavicencio Transversal 78 Bis – Transversal 78 Bis A	¾"	48	Polietileno
	9	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	E4-6 a E4-7	Av. 1 mayo Calle 42 Sur	3"	42	Polietileno
	10	Vía aledaña	Paralelo al viaducto	E-4	Av. 1 mayo Calle 42B Bis Sur – Calle 42 Sur	¾"	294	Polietileno
	11	Vía 2 sentidos/ Separador	Perpendicular al viaducto	S5-10	Av. 1 mayo Calle 41 Bis Sur	4"	43	Polietileno
	12	Vía 2 sentidos/ Separador/ Andén	Perpendicular al viaducto	E5-6 a E5-7	Av. 1 mayo Calle 39 Sur	4"	37	Polietileno
	13	Vía aledaña/ vía 1 sentido/ andén/ separador	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E-5	Av. 1 mayo Calle 39 <sup>a</sup> Sur – Calle 39 Sur	3"	87	Polietileno
	14	Vía aledaña/ vía 1 sentido/	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E-5	Av. 1 mayo Calle 39 <sup>a</sup> Sur – Calle 39 Sur	¾"	262	Polietileno

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
		andén/ separador						
	16	Vía 2 sentidos/ Separador	Perpendicular al viaducto	S6-21 a S6- 22	Av. 1 mayo Calle 35ª Sur – Calle 35B Sur	4"	35	Polietileno
	17	Vía aleaña	Paralelo al viaducto	S6-29 a S6- 31	Av. 1 mayo Carrera 72N - Carrera 72 M Bis	2"	61	Polietileno
	18	Vía aleaña	Paralelo al viaducto	S6-29 a S6- 31	Av. 1 mayo Carrera 72N - Carrera 72 M Bis	¾"	73	Polietileno
	19	Vía 2 sentidos/ Separador	Perpendicular al viaducto	S6-31	Av. 1 mayo Carrera 72M - Carrera 72C	4"	72	Polietileno
	20	Vías aleañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E-6	Av. 1 mayo Carrera 72M Bis -Av. Boyacá	¾"	626	Polietileno
<b>Tramo 3</b>	1	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aleaña	Paralelo al viaducto	S7-2 a S7- 8	Av. Primero de Mayo Calle 31 Sur – Av. Boyacá	¾"	257,75	Polietileno
	2	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-18 a S7- 19	Av. Primero de Mayo Carrera 69C	4"	35,8	Polietileno
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S7-36	Av. Primero de Mayo Carrera 69B Bis	4"	111,45	Polietileno
	5	Vía 1 sentido/ Andén/ Vía aleaña	Paralelo al viaducto	E7	Av. Primero de Mayo Carrera 54 – Carrera 52C	¾"	263,7	Polietileno
	6	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	E7-3	Av. Primero de Mayo Carrera 52C	4"	389,45	Polietileno
	7	Vía aleaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E7	Av. Primero de Mayo Carrera 54 – Carrera 52C	¾"	109,15	Polietileno
	8	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	E7	Av. Primero de Mayo Carrera 52C	¾"	29,45	Polietileno
	10	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S8-16	Av. Primero de Mayo Carrera 51D	4"	34,15	Polietileno
	11	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-4	Av. Primero de Mayo Carrera 40B	3"	41,4	Polietileno

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	12	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S9-24	Av. Primero de Mayo Carrera 36	3	42,7	Polietileno
	13	Vía 1 sentido/ Andén	Paralelo al viaducto	S9-35 a S9- 36	Av. Primero de Mayo Carrera 34B	¾"	34,75	Polietileno
	14	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S9-39	Autopista Sur Calle 17ª Bis Sur	1"	41,8	Polietileno
<b>Tramo 4</b>	1	Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E9	Autopista Sur Calle 17ª Bis Sur – Calle 17 Sur	¾"	137	Polietileno
	3	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S10-3	Autopista Sur Calle 11 Sur – calle 8 Sur	1"	196	Polietileno
	4	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S10- 15	Calle 8 Sur Carrera 29B	2"	21	Polietileno
	5	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S10- 25	Calle 8 Sur Carrera 27 – Carrera 27ª	¾"	100	Polietileno
	6	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S10- 28	Calle 1 Carrera 26ª	4"	42	Polietileno
	7	Andén/ Vía 1 sentido	Perpendicular al viaducto	S10- 28	Calle 1 Carrera 26ª	¾"	50	Polietileno
	9	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S10- 37	Calle 1 Carrera 25ª Bis – Carrera 25ª	2"	73	Polietileno
	11	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24 Bis – Carrera 24	¾"	228	Polietileno
	12	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E10	Calle 1 Carrera 24 Bis – Carrera 24	¾"	51	Polietileno
	13	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	E10-7 a S11-1	Calle 1 Carrera 24 – Transversal 22	¾"	52	Polietileno
	14	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11-2 a S11-3	Calle 1 Transversal 22	¾"	44	Polietileno
	15	Andén/ Vía 1 sentido	Paralelo al viaducto	S11-6	Calle 1 Carrera 19D	2"	23	Polietileno
	16	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S11- 16	Calle 1 Carrera 18C	4"	46	Polietileno
	17	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo al viaducto	S11- 18	Calle 1 Carrera 16	¾"	81	Polietileno



Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	18	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo al viaducto	S11-18 a S11-19	Calle 1 Carrera 16 – Carrera 14B	2"	82	Polietileno
	19	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S11-20 a S11-22	Av. Caracas Calle 2	¾"	107	Polietileno
	21	Andén/ Vía 1 sentido/ Vía aledaña	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E11	Av. Caracas Diagonal 2 – Calle 3	¾"	289	Polietileno
	22	Andén/ Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	E11	Av. Caracas Diagonal 2 Bis	¾"	67	Polietileno
<b>Tramo 5</b>	1	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E13	Av. Caracas Calle 24 – Calle 26	¾"	383	Polietileno
	2	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E13	Av. Caracas Calle 24 -Calle 25	¾"	111,9	Polietileno
	4	Separador/ Vía 2 sentidos/ Andén	Perpendicular al viaducto	S14-10 a S14-11	Av. Caracas Diagonal 30	4"	80	Polietileno
	5	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E14	Av. Caracas Calle 43	¾"	92,3	Polietileno
	6	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E14	Av. Caracas Calle 44	1"	140,2	Polietileno
<b>Tramo 6</b>	1	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E15	Av. Caracas Calle 61 – Calle 63	¾" – 1"	334,8	Polietileno
	2	Andén/ Vías aledañas	Paralelo al viaducto	S16-34	Av. Caracas Calle 72	¾"	63,5	Polietileno
	3	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E16-1	Av. Caracas Calle 72	¾"	365,5	Polietileno
	4	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S16-34	Av. Caracas Calle 72	¾"	199,6	Polietileno
	5	Vía aledaña	Perpendicular al viaducto	S16-34	Av. Caracas Calle 72	1"	23,4	Polietileno
	6	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	E16-4	Av. Caracas Calle 73	1"	177,44	Polietileno

Tramo	Id	Zona de interferencia	Direccionamiento	Pilar	Localización	Ø	Longitud (m)	Material
	7	Vía 1 sentido/ Andén/ Vías aledañas	Paralelo/ Perpendicular al viaducto	S17-7 a S17-8	Av. Caracas Calle 76	1"	83,56	Polietileno

Fuente: Elaborada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información de WSP, 2022.

A continuación, se describe el manejo que se le dará a cada una de las redes de gas a lo largo de los seis (6) frentes de trabajo para evitar que se generen interferencias con las pilas de la PLMB.

▶ Tramo 1

En el primer tramo se presentan cuatro (4) interferencias de redes de gas (ver Figura 129).

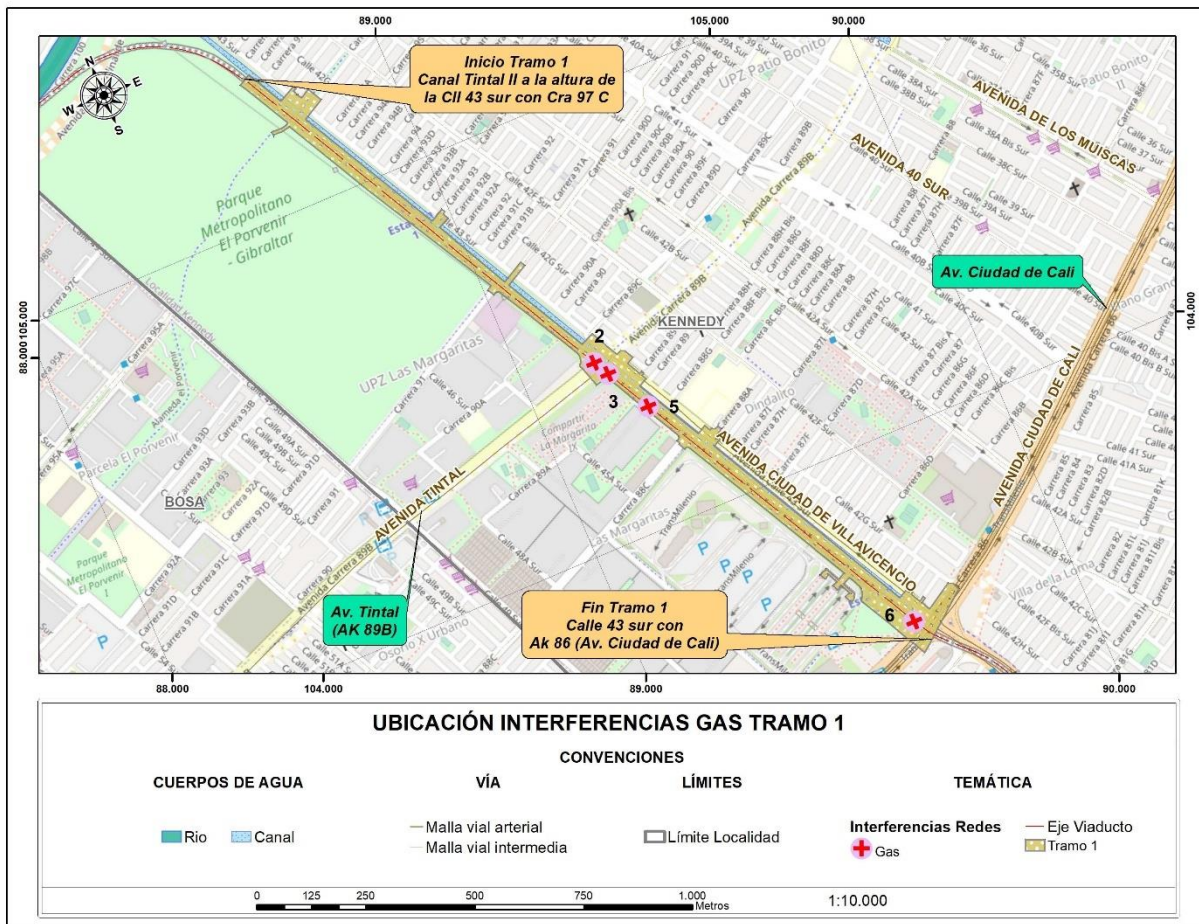


Figura 129 Ubicación interferencias gas tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La interferencia 2 es sobre la carrera 89C, sobre el pilar S2-13, donde se retirará la parte que se vería afectada por este pilar y posteriormente se hará la conexión en una tubería de polietileno de ¾” conectando el tubo a la red existente mediante dos codos de 45°.

La tercera interferencia es sobre la carrera 89ª la cual se ve afectada por el pilar S2-15, es en polietileno de 6” y será intervenida de manera que se va a relocalizar la tubería hacia el norte para evitar cualquier afectación debido al elemento estructural del viaducto.

La interferencia 5 se localiza cerca de la carrera 89ª, consta de un movimiento de la tubería de polietileno de 4” de diámetro, perteneciente a la red matriz de gas unos metros hacia el este mediante el uso de un codo de 45° y uno de 90° para conectar nuevamente con la red matriz, esto con el fin de evitar que sea afectada por los pilares S2-16 al S2-21, igualmente a partir de este nuevo tramo de red matriz se desprenden dos tuberías de 1” en polietileno que se dirigen hacia el oeste y se conectan con un tramo ya existente mediante el uso de un codo de 45° en cada tubería.

La sexta y última interferencia de este tramo está ubicada sobre la Av. Ciudad de Cali la cual cruza la Av. Villavicencio y se vería afectada por el pilar S3-4, es una tubería de 4” en polietileno y será relocalizada unos 8 metros hacia el norte mediante el uso de dos codos de 45° que permitan su desvío y la conexión nuevamente para seguir con su trazado original.

En la Figura 130 se muestran las interferencias de las redes de gas en el tramo 1 y la zona de traslado proyectada:



Figura 130 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 2

En el tramo 2 se presentan 14 interferencias. La localización de estas redes se muestra en la Figura 131.



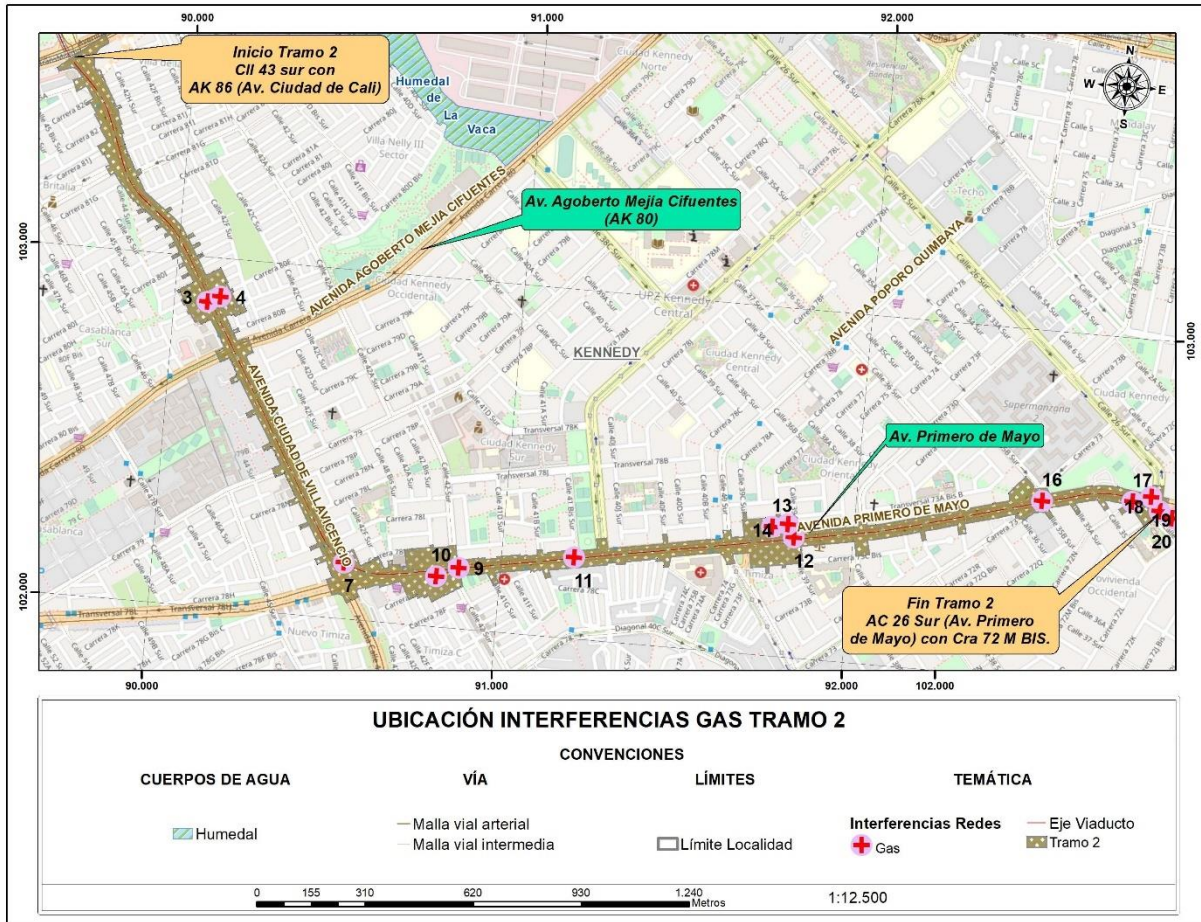


Figura 131 Ubicación interferencias gas tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las interferencias 3 y 4 se presentan sobre los costados oriental y occidental de la Av. Villavicencio entre carreras 80G Bis y carrera 80D Bis, donde se tiene proyectado la estación No.3, por lo que se plantea retirar las redes menores de polietileno de ¾” que se encuentran en la zona donde será construida la estación y se proyectan redes paralelas a la Av. Villavicencio por la calle 45 Sur y la diagonal 42f Sur para reemplazar las redes retiradas.

La interferencia 7 se ubica sobre la calle 42G Sur a la altura del pilar S4-24, la cual se relocará la tubería de ¾” en polietileno a 1m al occidente de la calle anteriormente nombrada.

La novena interferencia se encuentra cruzando la Av. Primero de Mayo a la altura de la calle 42 Sur, la cual será reforzada teniendo en cuenta que se encuentra entre los pilares E4-6 y E4-7.

La décima interferencia se encuentra sobre el costado sur de la Av. Primero de Mayo a la altura de la estación No.4, por lo que se retiran todas las tuberías que se encuentran en la zona donde se realizará la construcción de esta estación, en la esquina de la carrera 78G con calle 42ª Sur se hace relocalización de la tubería en diagonal hacia el sur para alejarse del área de la estación No.4.

La interferencia 11 se encuentra sobre la Av. Primero de Mayo con calle 41 Bis Sur, donde se presenta el cruce sobre la avenida, interfiriendo el pilar S5-10, por lo que se mueve la tubería en polietileno de 4" al oriente del pilar nombrado.

La siguiente interferencia se produce sobre el cruce de la Av. Primero de Mayo a la altura de la calle 39 Sur, por lo que se instala una protección en este cruce sobre la tubería de polietileno de 4" para que no se vea afectada por la construcción del pilar E5-7.

La treceava interferencia se presenta sobre el costado norte de la Av. Primero de Mayo para la tubería de polietileno de 3" que se encuentra por la calle 39ª Sur y se dirige hacia el norte, redirigiéndola por la calle 39 Sur y girando con un codo de 90° por la transversal 73D Bis, conectando así en el mismo punto.

La interferencia 14 se presenta igualmente sobre el área de la estación No.5 sobre el costado norte, donde se retirará la tubería en polietileno de ¾" y se harán dos (2) conexiones, la primera sobre el costado norte de la transversal 73D Bis entre calle 39 Sur y calle 39ª Sur, la segunda sobre la calle 39C Sur entre Av. Primero de Mayo y la transversal 73D Bis.

La interferencia 16 está situada entre los pilares S6-21 y S6-22, donde se instalará una protección para la tubería de polietileno de 4". Las interferencias 11 y 12 constan de una tubería de ¾" y 2" respectivamente, están ubicadas transversalmente sobre el pilar S6-30 por lo que serán relocalizadas hacia el sur de la Av. Primero de Mayo.

La interferencia 17 se encuentra localizada sobre el costado sur sobre el andén de la Av. Primero de Mayo entre las carreras 72M y 72M Bis para una tubería de 2" que será relocalizada hacia el sur de su posición actual rodeando los pilares S6-29 y S6-30.

La interferencia 18 se presenta el mismo alineamiento de la tubería anterior por lo que se localizará al sur de las pilas para una tubería de ¾" en polietileno sobre el andén de la Av. Primero de Mayo entre las carreras 72M y 72M Bis, rodeando los pilares S6-29 y S6-30.

La interferencia 19 cruza la Av. Primero de Mayo en una tubería de polietileno de 4" que se dirige hacia la calle 26 Sur y afecta el pilar S6-31, por lo que se relocalizará la tubería hacia el occidente de su ubicación actual para evitar que se vea afectada por la construcción de este pilar.

La última transferencia está localizada sobre el costado sur de la Av. Primero de Mayo, el costado norte de la calle 34 Sur y el costado occidental de la Av. Boyacá en tubería de polietileno de ¾", la cual se encuentra alrededor de esta manzana y es reemplazada por una tubería de ¾" de polietileno que inicia a la altura de la carrera 72L por el costado norte de la calle 34 Sur y empata con la tubería de este diámetro sobre la carrera 74M.

En la Figura 132 y Figura 133 se presentan las interferencias para las redes de gas en el tramo 2 y el área donde serán trasladadas las redes:



Figura 132 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



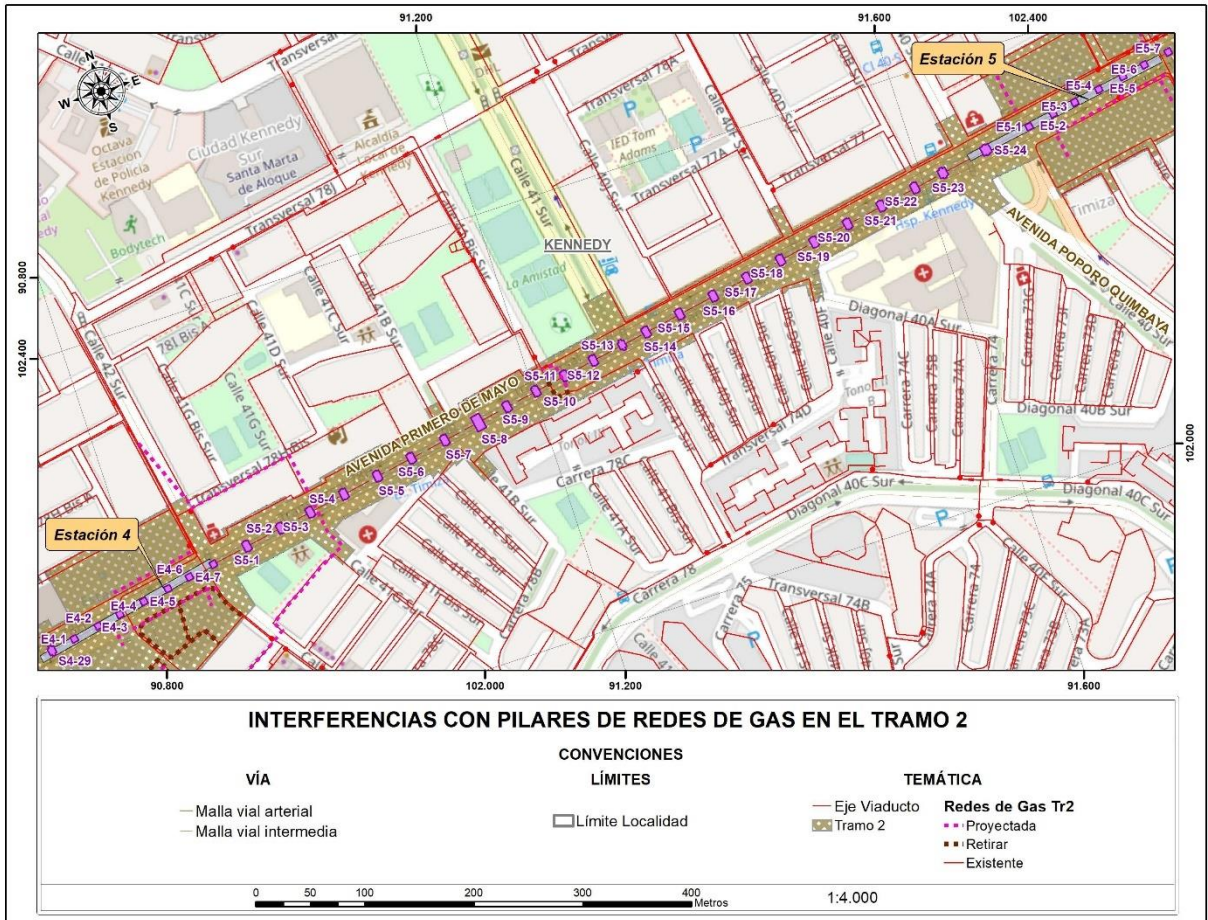


Figura 133 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

▶ Tramo 3

En el tramo 3 se presentan 12 interferencias de gas. Las cuales están localizadas como se muestra en la Figura 134.



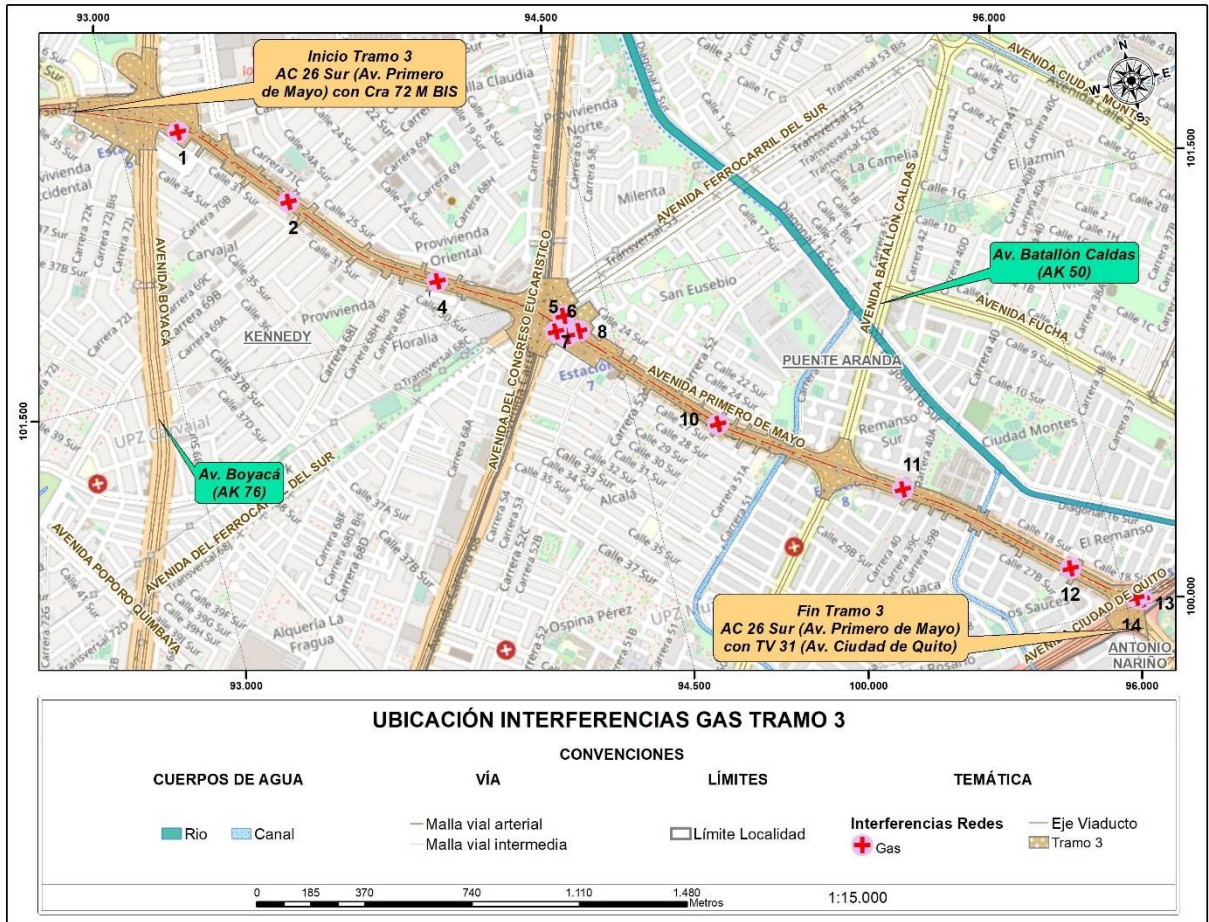


Figura 134 Ubicación interferencias gas tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra al inicio del tramo, por lo que se plantea retirar la tubería de  $\frac{3}{4}$ " de polietileno que se encuentra desde la Av. Boyacá con Av. Primero de Mayo hasta la carrera 71F por el costado oriental, como también la tubería de iguales características que se encuentra por la calle 31 Sur hasta la carrera 71F.

La interferencia 2 se encuentra a la altura de la carrera 69C, transversal a la Av. Primero de Mayo y entre los pilares S7-18 y S7-19, la tubería de 4" en polietileno será relocalizada hacia el sur y conectada a la red existente mediante dos codos de 90° y una TEE.

La interferencia 4 se presenta a la altura de la carrera 68G Bis transversal a la Av. Primero de Mayo donde se intervendrá la tubería existente de 4" en polietileno con un cárcamo para proteger la tubería para cuando se presente la construcción del pilar S7-36.

Las siguientes cuatro interferencias se presentan a la altura de la avenida 68. La 1ra de las 4 es el traslado de la tubería de  $\frac{3}{4}$ " en polietileno que se encuentra ubicada en la carrera 52C y la Av. Primero de Mayo hacia Av.68, que serán relocalizadas hacia el norte en la carrera 52C y Av. Primero de Mayo

hacia el occidente. La segunda de las cuatro es una tubería de polietileno de 4" que se encuentra ubicada por la calle 27 Sur hacia la carrera 68, gira por la carrera 54, pasa por la Av. Primero de Mayo, se dirige al sur nuevamente y se dirige hacia el oriente por la carrera 52C, teniendo en cuenta que interfiere con la estación 7, se transfiere esta tubería a lo largo de la carrera 52C al norte del pilar S8-2 a través de la Av. Primero de Mayo. La tercera interferencia de las 4 se encuentra sobre el parque tejero entre la Av.68 y la Av. Primero de Mayo en una tubería de 3/4" que será retirada. La última interferencia de las 4 es un tramo corto de tubería de 3/4" en polietileno en el costado occidental de la Av. Primero de Mayo entre las pilas S8-1 y S8-2, la cual será relocalizada desplazándola alrededor de un metro sobre el andén hacia el occidente. Estas redes serán las primeras que se intervendrán, teniendo en cuenta que se encuentran sobre la Av. 1 mayo con Av. 68.

La décima interferencia se encuentra transversal a la Av. Primero de Mayo a la altura de la carrera 51D, la cual interfiere con el pilar S8-16, por lo que es necesario hacer un desvío de la tubería de 4" en polietileno hacia el sur mediante el uso de cuatro codos de 90° que permitan volver a conectar con la tubería de su trazado inicial.

La siguiente interferencia se presenta a la altura de la carrera 40B donde la red actual cruza con el pilar S9-4, por lo que es necesario relocalizar la tubería de polietileno de 3" hacia el sur del pilar el uso de 3 codos de 90°.

La interferencia 12 se presenta a la altura de la carrera 36, interfiriendo con los elementos de cimentación del pilar S9-24, por lo que instala un cárcamo de protección para la tubería en polietileno de 3".

La interferencia 13 es una tubería en polietileno de 3/4" al costado norte de la autopista sur sobre la entrada hacia la Av. Primero de Mayo, donde se relocaliza la tubería alrededor de un metro hacia el norte mediante el uso de 4 codos de 90°.

La última interferencia afecta el pilar S9-39, es un tramo que cruza por la autopista sur hacia el norte, por lo que se instala un cárcamo que permita proteger la tubería de forma que no se vea afectada por la construcción de los pilares.

En la Figura 135, Figura 136 y Figura 137 se presentan las interferencias de las redes de gas para el tramo 3:

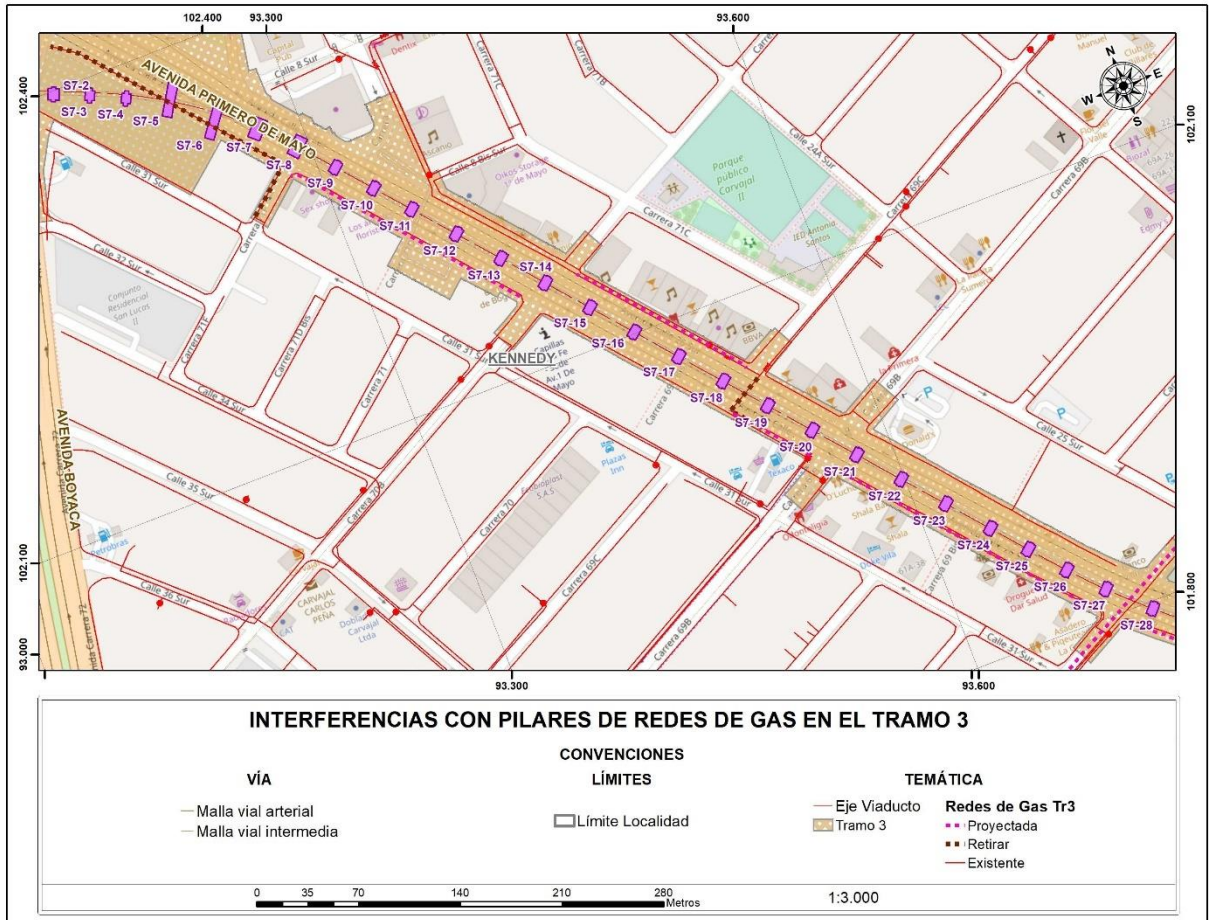


Figura 135 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 136 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



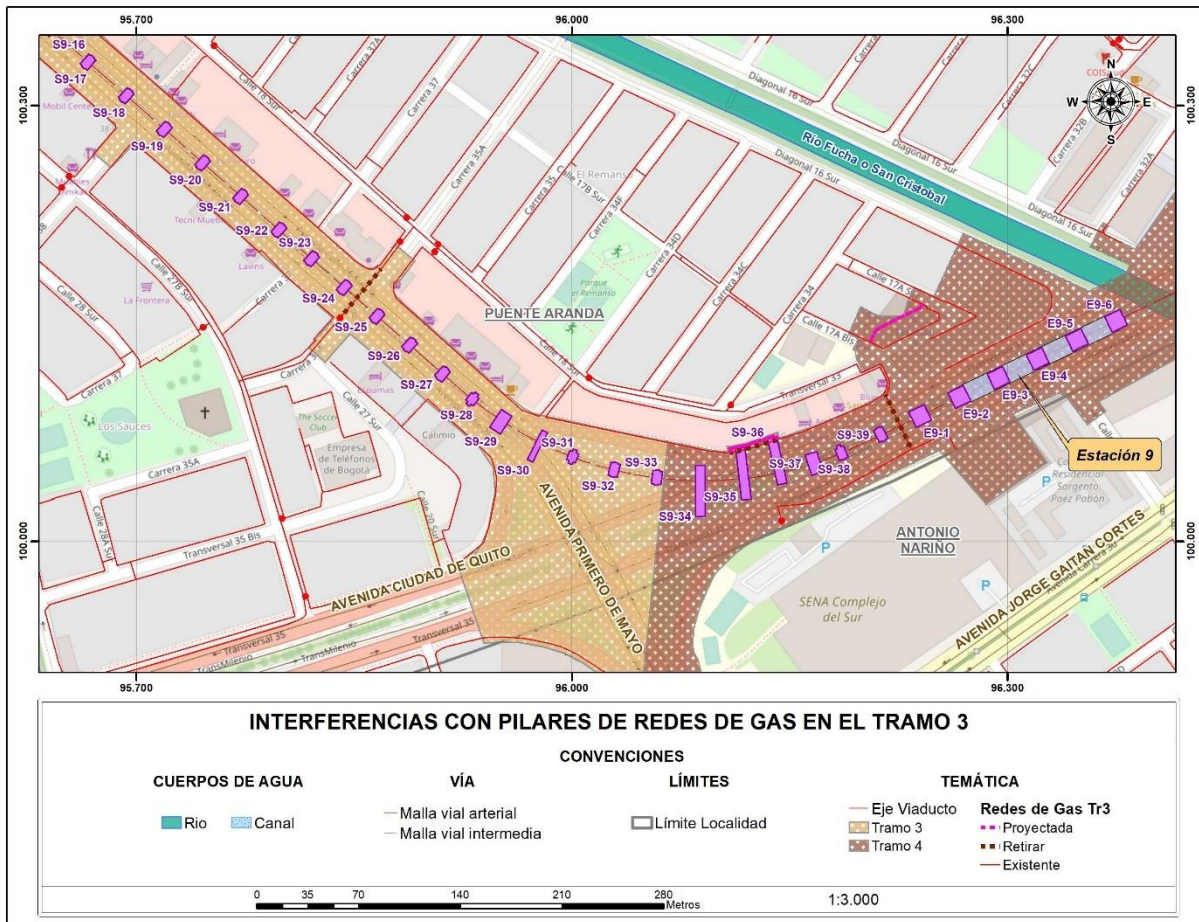


Figura 137 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 4

En el tramo 4 se presentan 18 interferencias a la red de gas (ver Figura 138).

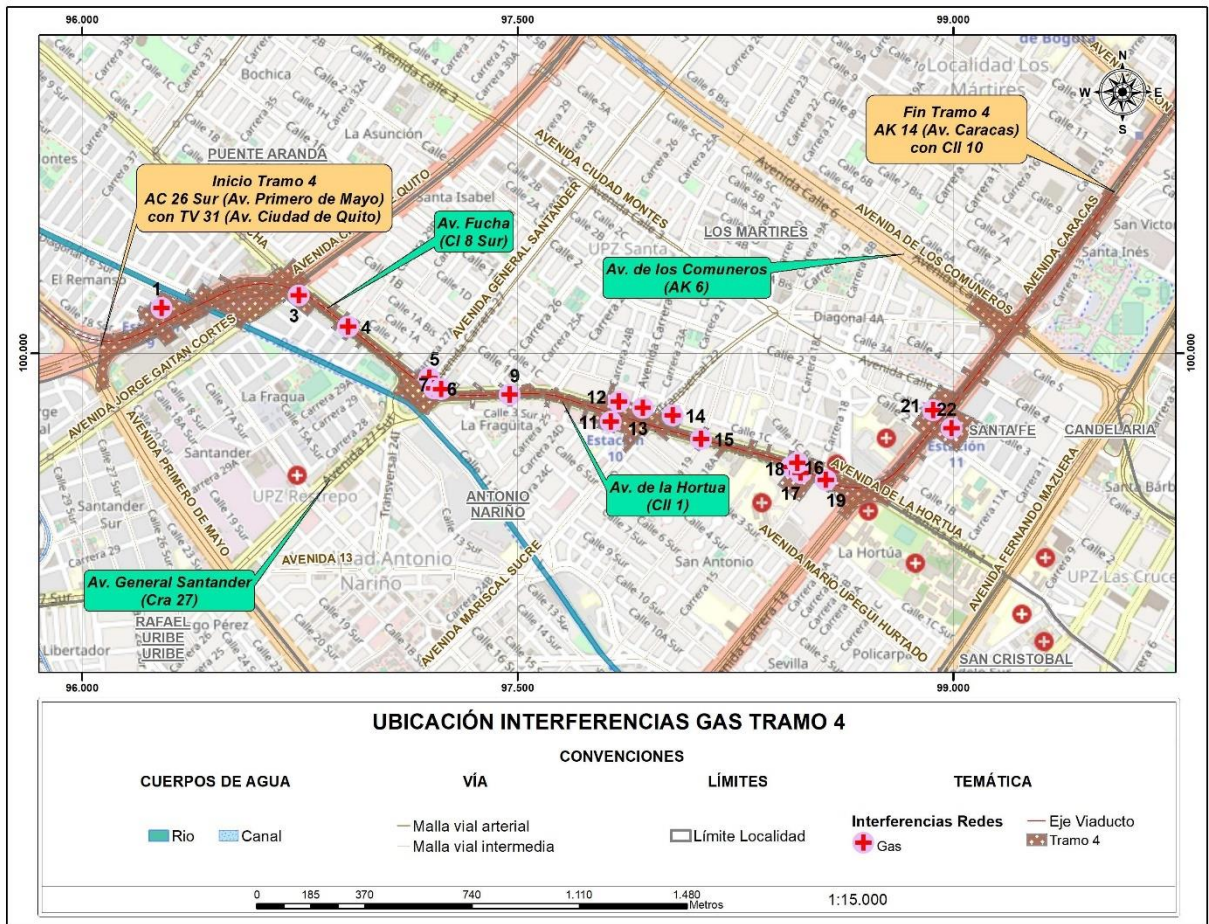


Figura 138 Ubicación interferencias gas tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia está ubicada entre la calle 17ª Bis Sur y la calle 17ª Sur en una red de polietileno de ¾", que interfiere con la estación No.9 y será relocalizada por el norte de la transversal 33 y de la estación anteriormente nombrada.

La interferencia 3 se presenta a la altura del pilar S10-9 y S10-10 en el costado sur de la calle 8 Sur con carrera 30 una tubería de 1" en polietileno que será removida, teniendo en cuenta que las residencias que se encuentran sobre este costado serán demolidas, el tramo de red a remover inicia sobre la calle 11ª Sur, hacia la carrera 30 y por la calle 8 Sur hasta la carrera 29D.

La siguiente interferencia se presenta sobre la calle 8 Sur a la altura de la carrera 29B donde la tubería en polietileno de 2" se encuentra cerca del pilar S10-15, por lo que será protegida mediante la instalación de un cárcamo.

La quinta interferencia se encuentra entre las carreras 27 y 27ª a la altura de la glorieta entre calle 8 Sur y calle 1 donde interfiere con los pilares S10-23, 24 y 25, por lo que será removida el tramo más cercano a los pilares y relocalizada hacia el norte, donde se conectarán nuevamente los dos tramos.

La interferencia 6 se presenta sobre la calle 1 a la altura de la carrera 26<sup>a</sup>, donde la tubería en polietileno de 4" es desviada en el lugar donde interfiere con el pilar S10-28 por medio de dos codos de 45° hacia el occidente de la pila.

Igualmente, para la siguiente interferencia se retira la tubería de ¾" que conecta con la tubería de 4" anteriormente nombrada en ese sector y afecta la pila S10-28.

La novena interferencia se presenta a la altura de la carrera 25 sobre la calle 1, la cual pasa a través de la calle y será intervenida de manera que se desplazará la tubería hacia el occidente para evitar la interferencia con el pilar S10-39.

La interferencia 11 se presenta sobre el costado sur de la estación No.10 donde se retirarán las tuberías de ¾" que se encuentran en los costados de las carreras 24, 24<sup>a</sup> y 24B hasta donde termina la estructura de la estación y sobre la calle 1.

La interferencia 12 se encuentra sobre el costado oriental de la carrera 24 Bis y se retirará la tubería en polietileno de ¾", desde la calle 1 hasta donde termina la estación por la carrera 24 Bis.

La siguiente interferencia se presenta en el costado norte de la calle 1 entre los pilares E10-7 y S11-1, donde se retirará la tubería de polietileno de ¾" ubicada en ese sector.

La interferencia 14 se presenta sobre la entrada de la calle 1 hacia la transversal 19, la cual será relocalizada unos metros sobre el andén norte.

La próxima interferencia se encuentra localizada entre las pilas S11-6 y S11-7, donde la tubería en polietileno de 2" será protegida mediante cárcamo para evitar que se vea afectada.

La interferencia 16 se presenta sobre el costado sur de la calle 1 para una tubería en polietileno de 4" la cual interfiere con el pilar S11-16, por lo que es necesario realizar el traslado del tramo usando 3 codos de 90° para que la tubería sea reubicada al occidente del pilar anteriormente nombrado y por el costado norte de la calle 1 se haga la conexión sobre la carrera 18C donde se encuentra actualmente.

La siguiente interferencia se presenta al costado sur de la calle 1, donde la tubería de ¾" se vería afectada por el pilar S11-18, por lo que es necesario retirar este tramo que se encuentra por la calle 1 y sigue por la carrera 16 hasta unos metros antes de llegar a la calle 1 Sur.

La interferencia 18, que se tiene a continuación es para la tubería en polietileno de 2" que se encuentra al costado sur de la calle 1 a la altura de la carrera 16 y que estaría interfiriendo con el pilar S11-18, por lo que mediante el uso de 3 codos de 90° se relocalizaría el tramo por el oriente de la pila S11-17 y se haría la conexión con la red en el mismo punto donde se tenía inicialmente, igualmente se hace la protección mediante cárcamo de la tubería de 2" que se encuentra por la carrera 14B y se dirige para la carrera 18 al norte de la pila S11-19.

La interferencia 19 se presenta sobre el costado sur de la calle 1 para la tubería en polietileno de ¾" que se encuentra sobre el costado oriental de la carrera 14B y posteriormente interfiere con los pilares S11-20, 21 y 22, por lo que el tramo será relocalizado unos metros hacia el sur de su posición actual en la calle 1, conectando desde la carrera 14B, hasta la diagonal 1Bis Sur.



La interferencia 21 se presenta sobre la Av. Caracas al costado occidental, donde se proyecta la estación No.11, por lo que es necesario retirar los tramos de tubería en polietileno de ¾” y hacer las conexiones entre las calles 2 y 2B y para las calles 2B y 3 al occidente de la estación.

La última interferencia se encuentra ubicada sobre el costado oriental de la Av. Caracas, sobre la diagonal 2, en donde se retirarán los dos tramos de tubería de ¾” en polietileno que se encuentran sobre el área de influencia de la estación, hasta el costado oriental donde terminaría la construcción de la estación.

En la Figura 139, Figura 140 y Figura 141 se presentan las interferencias con las redes de gas para el tramo 4 y la alternativa elegida para la intervención de cada una:

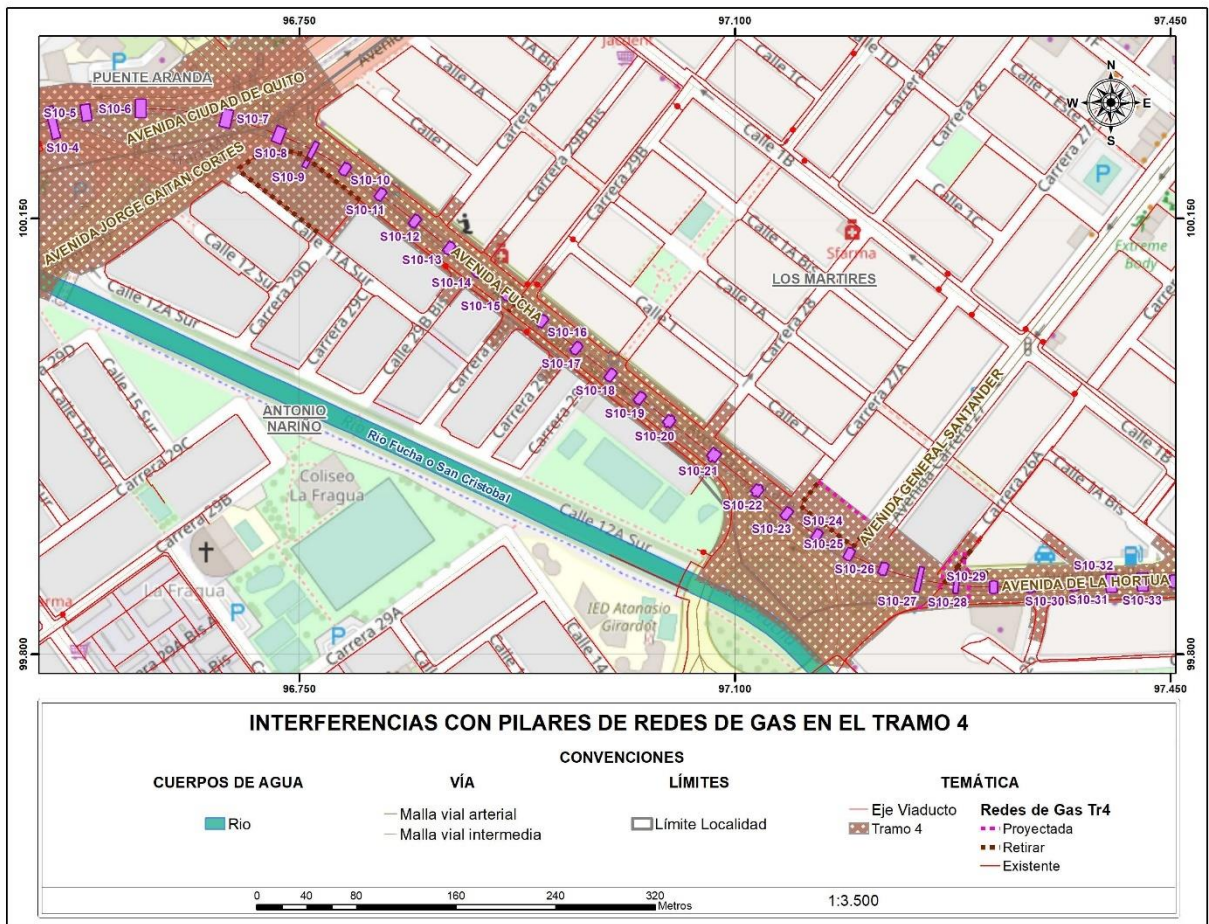


Figura 139 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 140 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 141 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 5

En el tramo 5 se presentan cinco (5) interferencias con las redes de gas. Estas interferencias se muestran en la Figura 142:





La última interferencia se encuentra localizada sobre el costado oriental de la Av. Caracas entre las calles 43 y 44, por lo que se retirará la tubería en polietileno de 1” hasta donde termina la estación No.14 y para el costado oriental de la Av. Caracas entre las calles anteriormente nombradas.

En la Figura 143 y Figura 144 se presentan las interferencias de las redes de gas para el tramo 5 con la estructura de la PLMB y la alternativa elegida de intervención para cada una:



Figura 143 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



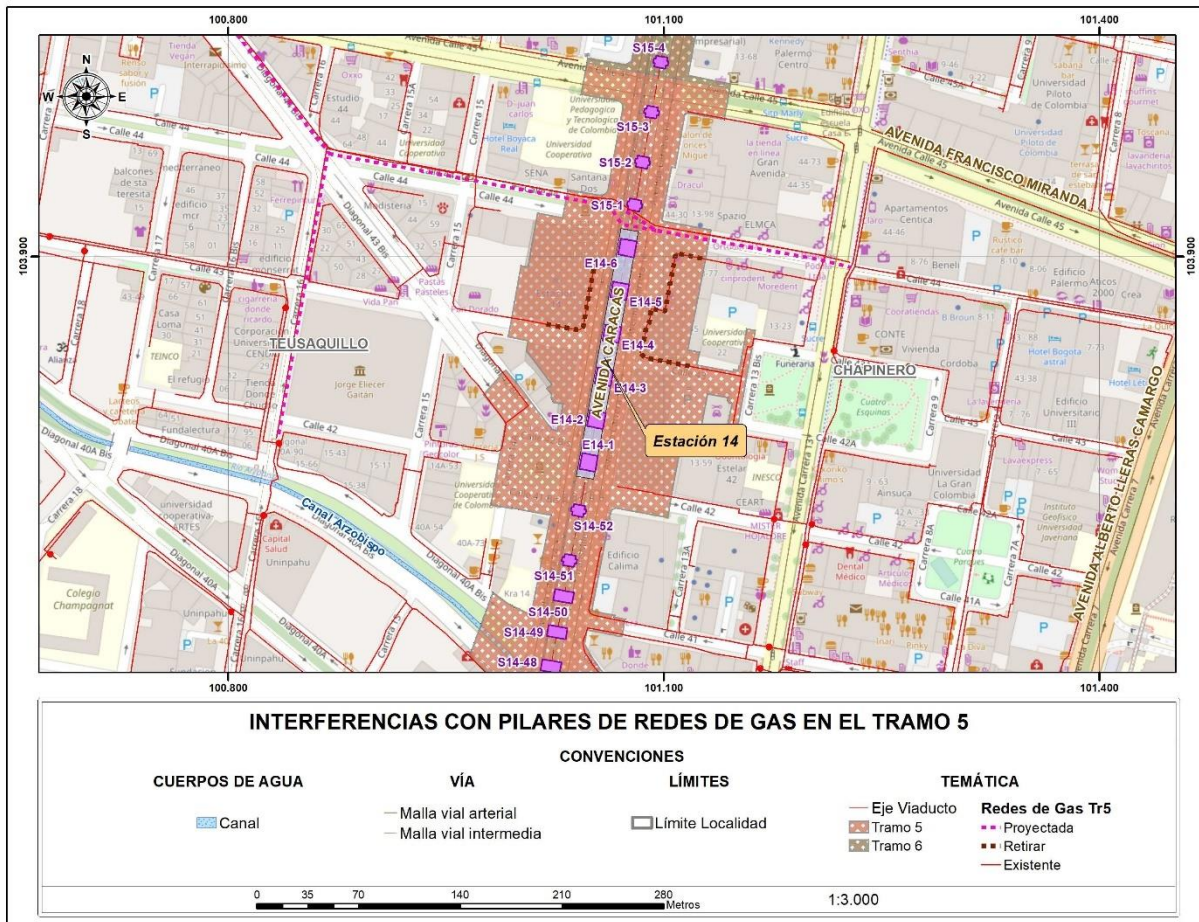


Figura 144 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Tramo 6

En este tramo se presentan siete (7) interferencias a las redes de gas (ver Figura 145).

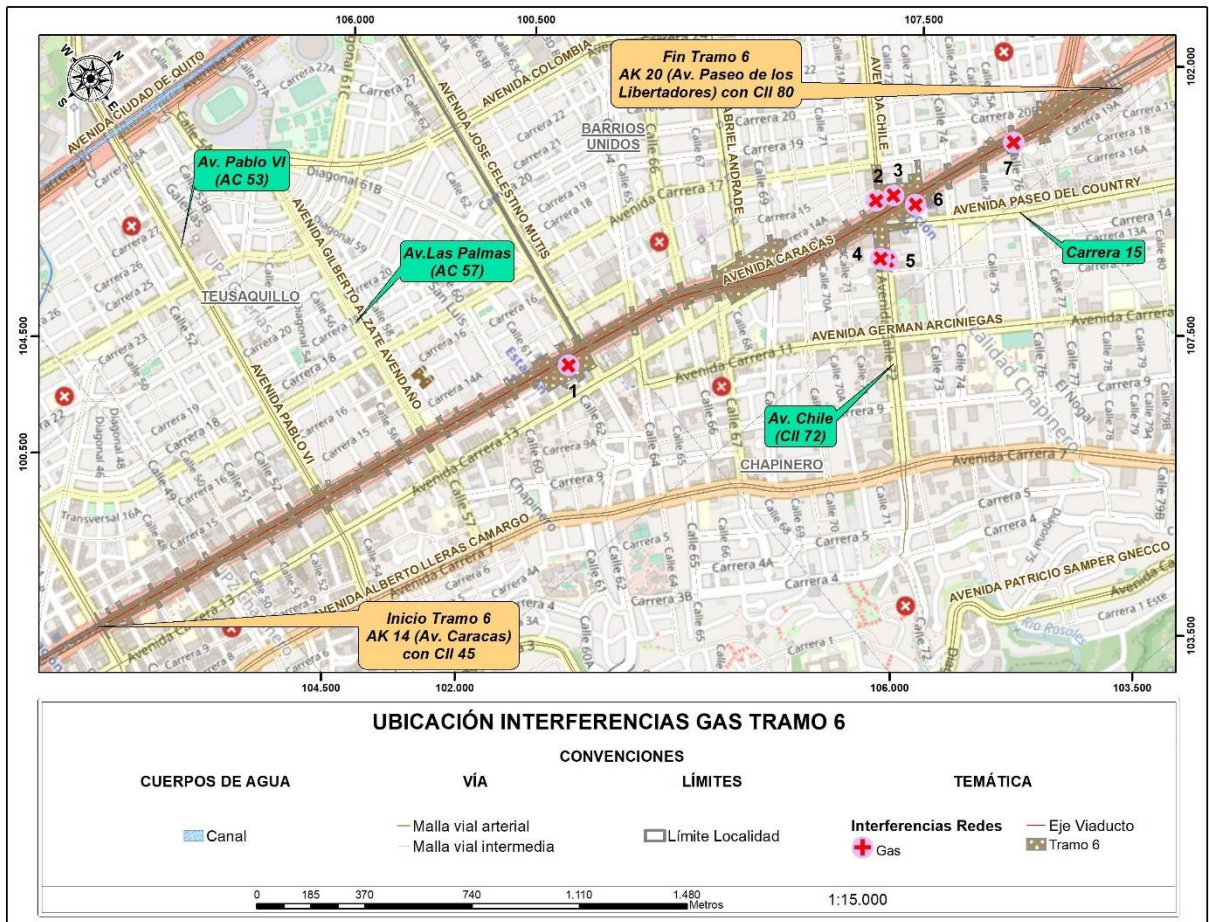


Figura 145 Ubicación interferencias gas tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La primera interferencia se encuentra localizada sobre la proyección de la estación No.15, desde la calle 61ª hasta la calle 63 sobre el costado oriental de la Av. Caracas, donde se retirará las tuberías en polietileno de ¾” y 1” desde el punto donde termina la estación proyectada hacia el oriente en lo que corresponde a las calles y se retirará todas las tuberías que se encuentran en el costado oriental de la Av. Caracas para los tramos comprendidos entre la calle 61ª y calle 63.

La siguiente interferencia se ubica sobre el costado norte de la calle 72 para una tubería en polietileno de ¾”, que se encuentra entre la Av. Caracas y la carrera 14ª, la cual será relocalizada un metro al norte mediante el uso de 2 codos de 45° que permitan conectar el tramo en los mismos puntos.

La interferencia 3 se encuentra sobre el costado occidental de la Av. Caracas entre las calles 72 y 73, los tramos de tubería en polietileno de ¾” ubicados sobre la Av. Caracas entre la calle 72 y calle 72ª serán removidos, al igual que los tramos en los dos costados de la calle 73 y calle 72ª desde la Av. Caracas con una longitud cercana a los 40m y para el costado norte de la calle 72 el tramo desde la Av.

Caracas hasta la carrera 17, así mismo se hará el traslado de esta última unos metros hacia el norte sobre la calle 72 y se hará la conexión entre la calle 72 y 72ª donde finaliza la estación al occidente.

La siguiente interferencia se presenta en el costado sur de la calle 72 para una tubería en polietileno de 1", la cual será relocalizada unos metros hacia el norte de su posición actual mediante el uso de 1 codo de 45° que será ubicados al inicio sobre la Av. Caracas y finalizará unos metros antes de la carrera 12.

La interferencia 5 se encuentra ubicada en la calle 72 entre carrera 15 y 13, donde se relocalizarán 2 pequeños tramos de aproximadamente 5 y 10m en una tubería en polietileno de 1", los cuales se moverán hacia el norte mediante el uso de cuatro codos de 45° para el tramo más largo y 2 codos de 45° para el tramo más corto.

La sexta interferencia se presenta sobre el costado oriental de la Av. Caracas y la calle 73 para una tubería en polietileno de 1", por lo que serán removidos los dos tramos ubicados en los dos costados de la calle, desde donde finaliza la estación No.16 al oriente hasta la Av. Caracas, igualmente se retira la tubería desde la calle 73 a la altura del pilar E16-2 y hacia el norte la tubería que inicia en la calle 73 y finaliza a la altura de la pila E16-6.

La última interferencia se presenta sobre el costado sur de la calle 76, donde se encuentra una red de 1" que deberá ser retirada ya que interfiere con las pilas S17-7 y S17-8

En la Figura 146 y Figura 147 se presentan las interferencias para las redes de gas del tramo 6:





Figura 146 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 147 Interferencias con pilares de redes de Gas en el tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 3.2.8.3 Descripción de procesos y actividades

A continuación, se presenta la descripción de los procesos y de las actividades que se realizarán para la ejecución del traslado de los diferentes tipos de redes y para las interferencias descritas en el numeral anterior.

En la Figura 148 se muestra el proceso correspondiente al traslado de redes de acueducto:

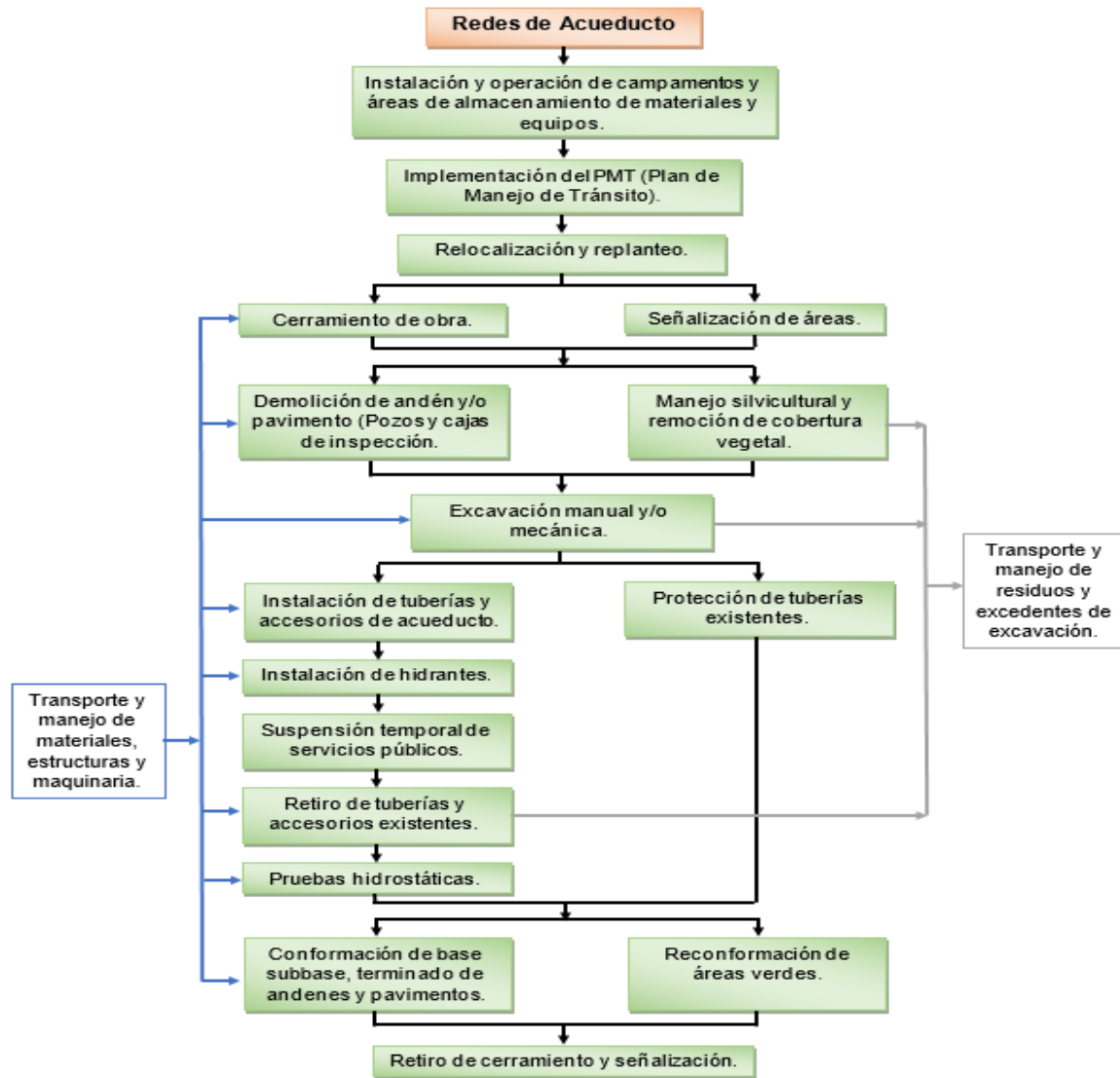


Figura 148 Etapas y actividades traslado de redes de acueducto

\* La actividad de transporte y manejo de materiales, estructuras, maquinaria, residuos y excedentes de excavación es dividida en esta gráfica, para efectos de ser específicos en las entradas y salidas del proceso.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 149 se muestra el proceso correspondiente al traslado de redes de alcantarillado:

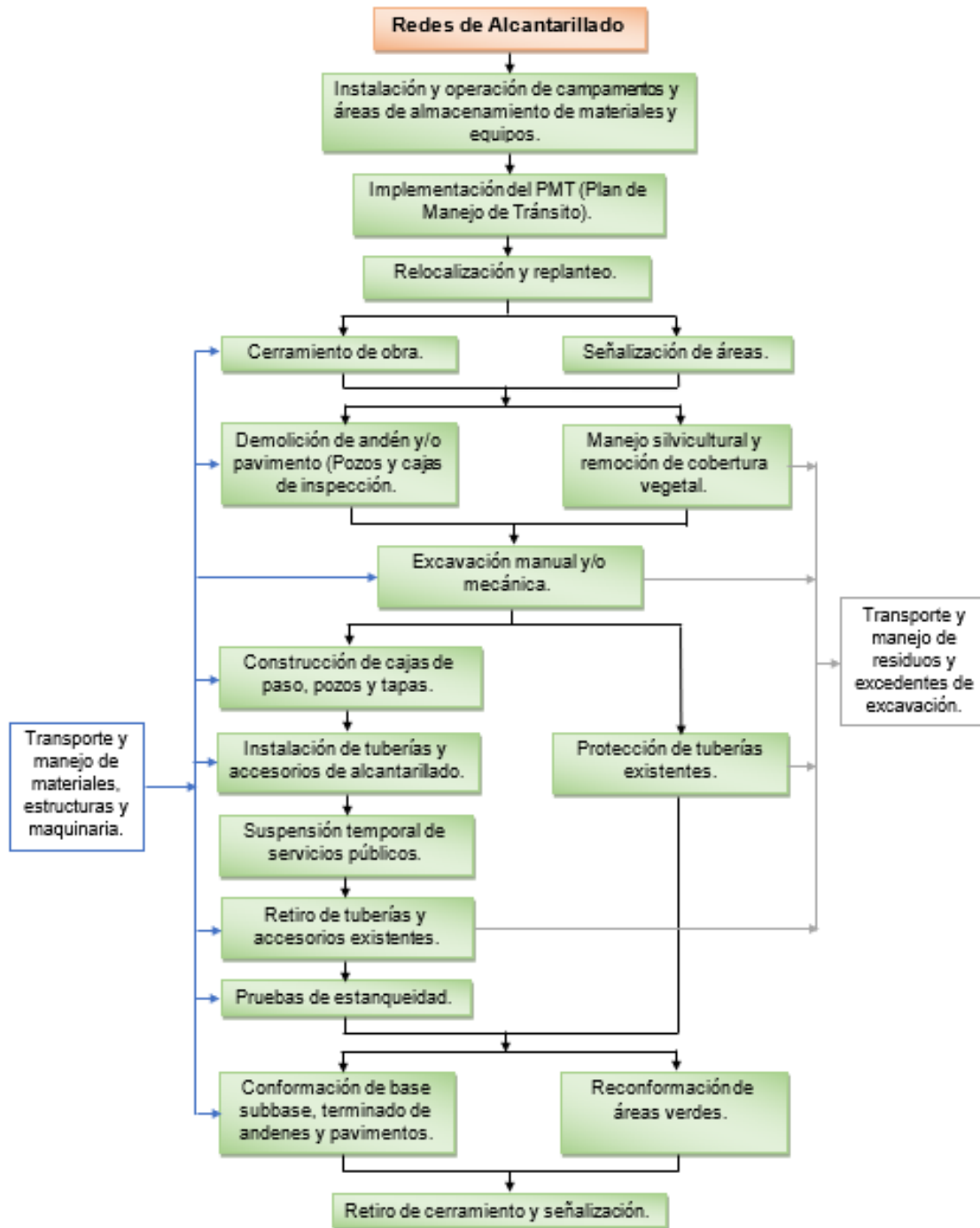


Figura 149 Etapas y actividades traslado de redes de alcantarillado

\* La actividad de transporte y manejo de materiales, estructuras, maquinaria, residuos y excedentes de excavación es dividida en esta gráfica, para efectos de ser específicos en las entradas y salidas del proceso.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 150 se presenta el proceso correspondiente al traslado de redes secas:

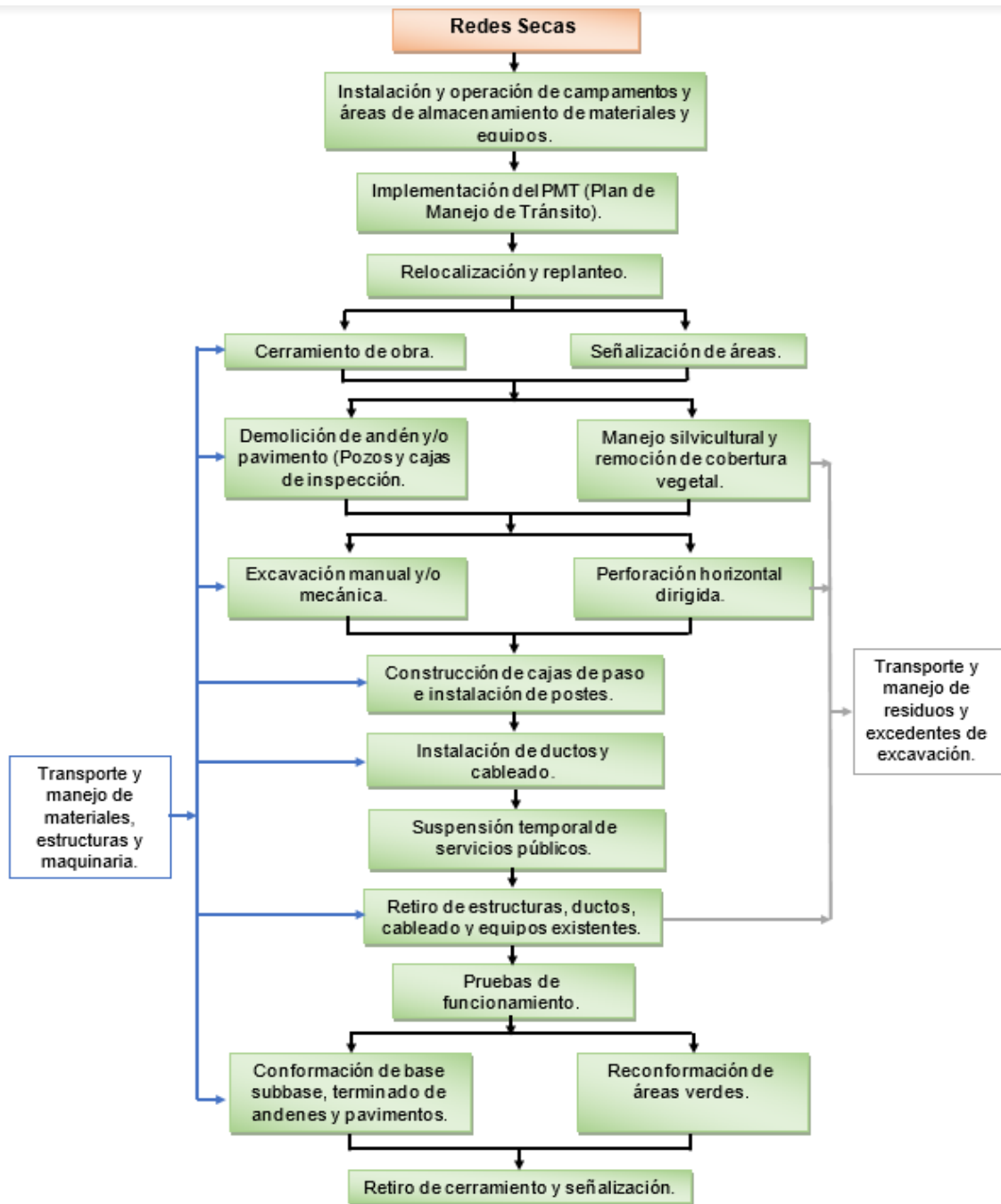


Figura 150 Etapas y actividades traslado de redes secas

\* La actividad de transporte y manejo de materiales, estructuras, maquinaria, residuos y excedentes de excavación es dividida en esta gráfica, para efectos de ser específicos en las entradas y salidas del proceso.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



En la Figura 151 se muestra el proceso correspondiente al traslado de redes de gas:

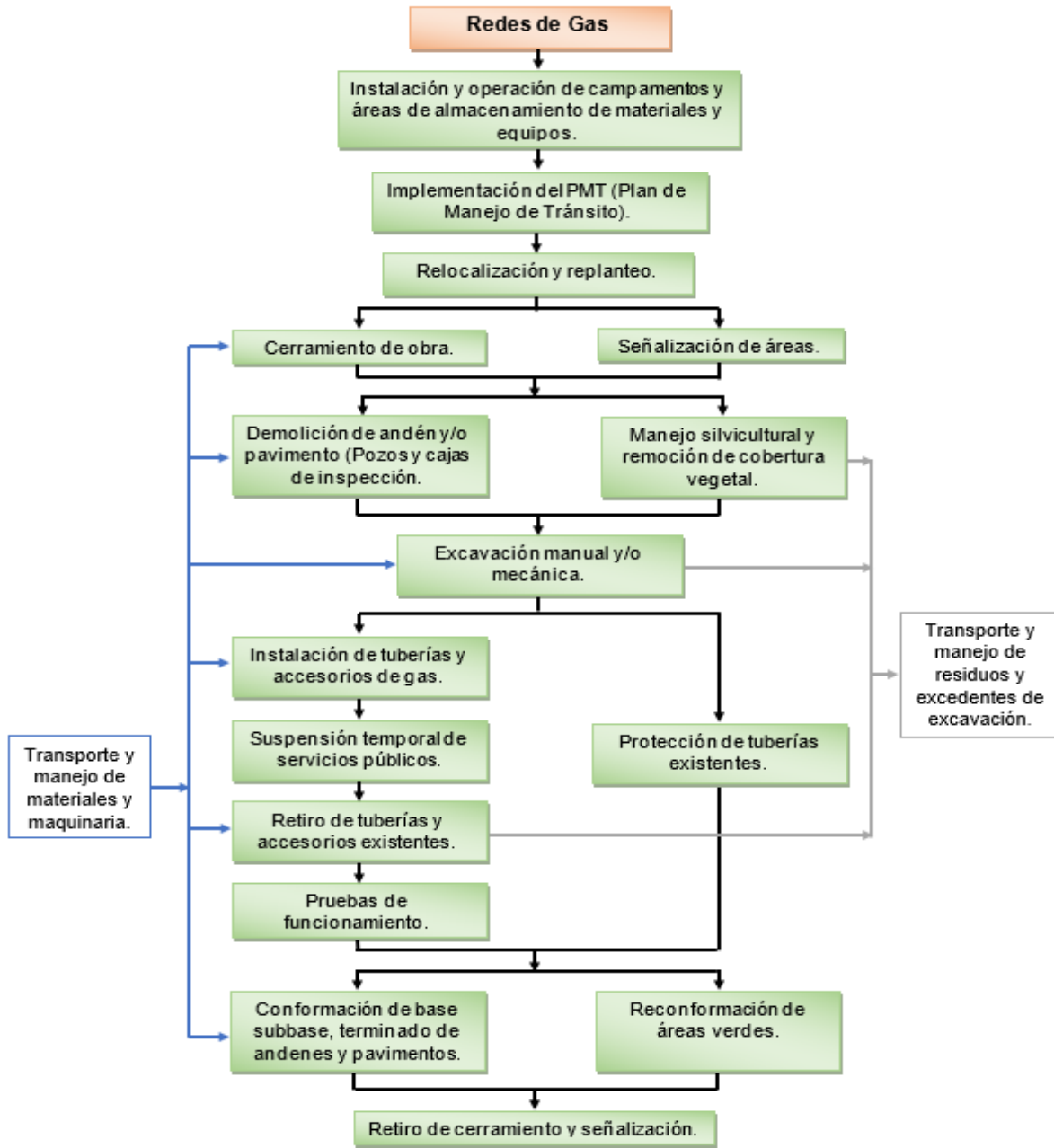


Figura 151 Etapas y actividades traslado de redes de gas

\* La actividad de transporte y manejo de materiales, estructuras, maquinaria, residuos y excedentes de excavación es dividida en esta gráfica, para efectos de ser específicos en las entradas y salidas del proceso.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se describen las actividades que se ejecutarán para el traslado de redes:

▶ Demolición de Andén y/o Pavimento (Pozos y Cajas de Inspección)

El traslado de redes ocasiona de demolición de andenes y/o pavimento flexible, rígido o articulado. La demolición será realizada mediante equipo especializado para esta actividad, teniendo en cuenta los diferentes espesores de los elementos. De la misma manera, se debe contemplar el retiro de mobiliario urbano que se encuentre instalado en los andenes o de separadores y otros elementos presentes en las vías.

Una vez el pavimento y/o andenes sean demolidos, así como también el desmonte del mobiliario urbano y cualquier otro elemento presente, estos deberán ser extraídos y llevados a un área de acopio establecida, donde no afecte el tráfico o paso de peatones, posteriormente podrán ser reutilizados, el material que no pueda ser reutilizado, será dispuesto en los lugares correspondientes para este fin. Esta actividad debe realizarse para casi todas las redes que deben ser trasladadas en los seis (6) frentes de trabajo, teniendo en cuenta que para la mayoría de los lugares donde se localizan las interferencias se encuentra pavimentado o con andenes existentes.

En caso de que se presente una mayor afectación a lo que inicialmente se tiene planteado se puede hacer uso de lo que se tiene plasmado en el Programa de supervisión y seguimiento a las Empresas de Servicios Públicos (ESP)

En la Figura 152 se presenta el proceso de ejecución para la actividad de Demolición de andén y/o pavimento (Pozos y cajas de inspección)

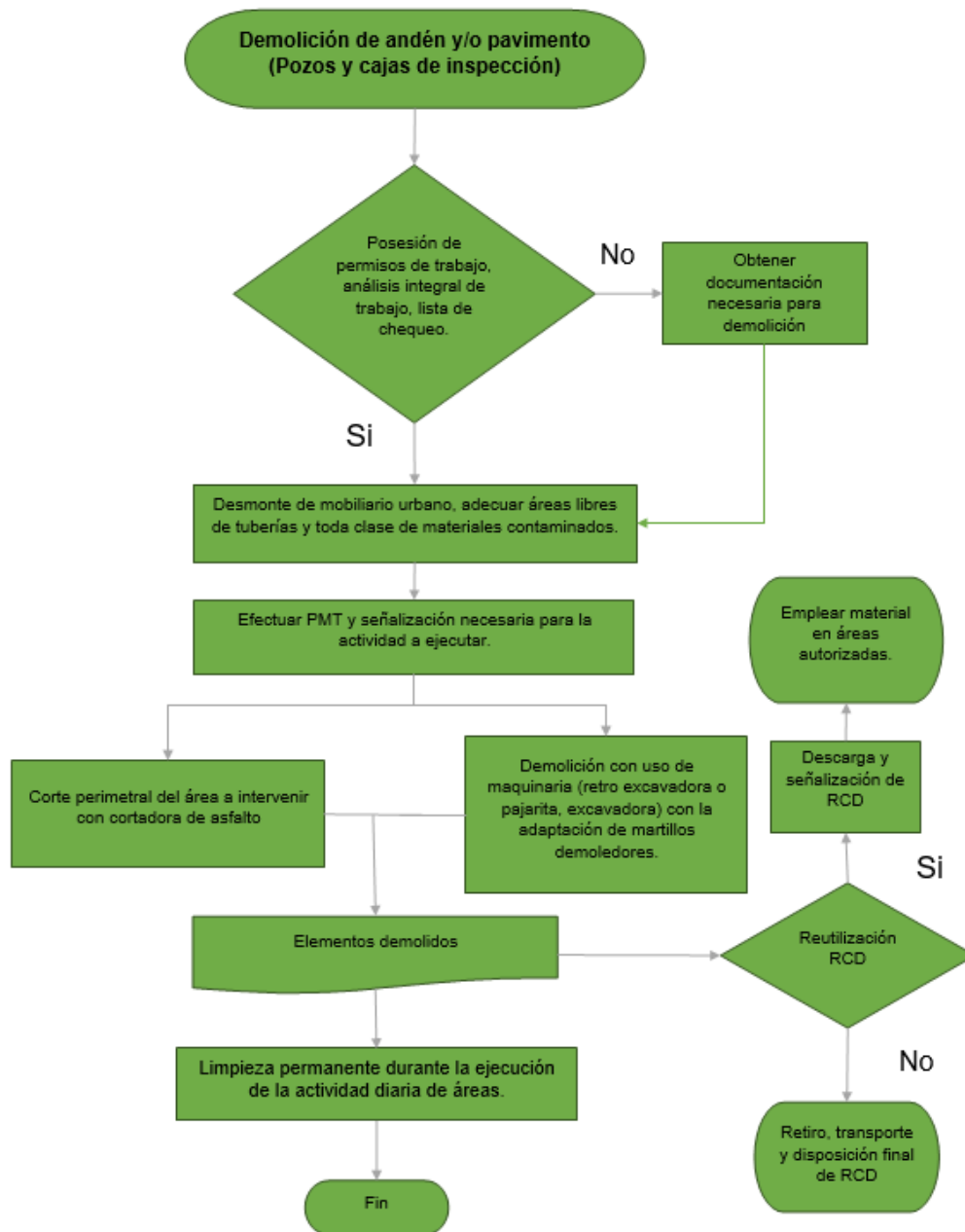


Figura 152 Demolición de Andén y/o Pavimento (Pozos y Cajas de Inspección)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Excavación Manual y/o Mecánica

La excavación para la instalación y traslado de redes se puede realizar con los sistemas convencionales, ya sea a través de excavación a cielo abierto o mediante la implementación de tecnologías que involucran técnicas como la perforación horizontal dirigida, el pipejacking o micro túneles, los cuales permiten versatilidad en cuanto a la instalación de redes de servicios en lugares donde se tiene la necesidad de preservar la infraestructura vial y evitar grandes afectaciones a la movilidad, disminuyendo también los daños ambientales.

La metodología elegida dependerá de varios factores propios de cada traslado, tales como ubicación, espacio de las obras, vías afectadas, profundidad y ancho de las tuberías que serán instaladas.

Para los diferentes traslados se tiene prevista una profundidad estándar de 1,2 m en vías y de 1 m en andenes, en caso de que las profundidades sean menores, deberán utilizarse elementos de protección para las redes. Sin embargo, esto puede cambiar dependiendo del diseño y de las condiciones en las que se encuentren actualmente las redes. Para redes de alcantarillado se presentan profundidades de hasta 7 m, mientras que para redes de acueducto se pueden presentar profundidades de 3,5 m. El ancho de las excavaciones deberá ser 1,75 veces su profundidad y para las excavaciones que superen los 3,5 m de profundidad se dejará un sobrecancho de 0,8 m a cada lado.

El material excavado será reutilizado para la ejecución de otras actividades en por lo menos un 30% del total de material, de tal forma que se reduzca la disposición de los RCD lo mayor posible.

A continuación, se relacionan los diferentes tipos de excavaciones que se pueden realizar para el traslado e instalación de redes.

► Proceso constructivo excavación a zanja abierta

El siguiente apartado se muestra información nueva que no se encontraba contenida en el PMAS versión V00 y EIAS versión V00 la cual corresponde a las metodologías de construcción.

Para dar inicio a las actividades a ejecutar y previo a las actividades preliminares anteriormente mencionadas, es necesaria la implementación de un Plan de Manejo Tránsito (PMT) el cual busca mitigar el impacto generado por afectación del espacio público (rural o urbano) en Bogotá y zonas aledañas; que modifique la movilidad y seguridad vial, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los peatones, ciclistas, pasajeros, conductores, personal de obra, asistentes a eventos y vecinos del lugar, en cumplimiento de la normatividad vigente<sup>1</sup>; lo anterior mediante la implementación de la señalización y cerramientos aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM); una vez implementado este proceso se procede a realizar las siguientes actividades:



▶ Excavación

Proceso en el cual se retira el material existente hasta el nivel requerido según los diseños aprobados para la instalación de la infraestructura de las ESP. Este proceso puede ser:

▶ Manual

La actividad de excavación es realizada por personal de obra con ayuda de herramienta menor (palas, picas, barras de acero, entre otros)

▶ Mecánica

La actividad de excavación se realiza por medio de elementos mecánicos como retrocargador, retroexcavadora o cualquier equipo que permita remover el material existente

Esta actividad se ejecutará de acuerdo con los alineamientos, cotas, pendientes, taludes y secciones transversales definidos en el diseño.

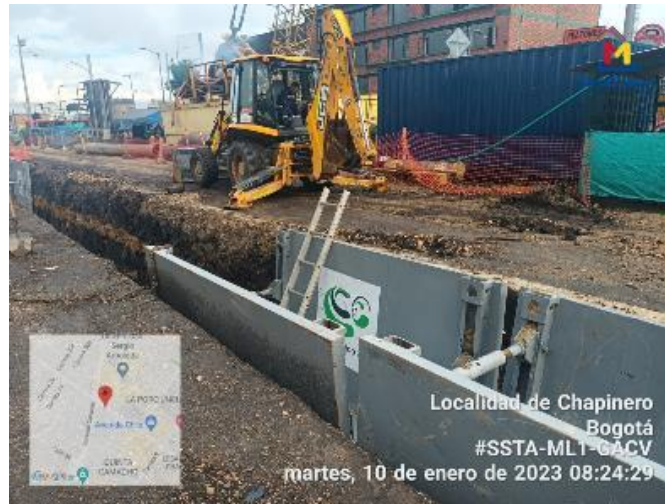
Las excavaciones podrán ser iniciadas solamente cuando se hayan realizado los trabajos necesarios para el correcto manejo de aguas y se tengan listos los equipos, elementos y materiales necesarios para la protección de las superficies excavadas.

▶ Entibado

Elemento en acero cuya función es revestir las excavaciones con el fin de proteger a los trabajadores que realizan la excavación.

El sistema de entibado se debe instalar de manera simultánea con el avance de la excavación con el fin de asegurar que las paredes de la zanja estén siempre protegidas para evitar fallos en el terreno.

El uso del entibado se considera a profundidades superiores a 1.5 m o dependiendo del tipo de terreno que se encuentre al momento de iniciar las excavaciones.



Fotografía 4 Entibado tipo cajón

► Instalación de Tubería zanja abierta

De acuerdo con las cantidades y especificaciones avaladas en los planos aprobados para construcción, se suministrará la tubería con los protocolos y certificados de calidad del fabricante. El almacenamiento de la tubería se realizará teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante o en su defecto se tendrá en cuenta lo descrito en la ficha de manejo PMA No 2 manejo de Materiales.

- Se descargará del vehículo garantizando la perfecta llegada del tubo a la obra.
- Se depositará adosada a las vías para evitar obstrucciones de estas, Preferiblemente y si el área de trabajo lo permite se acopiará en lotes.
- Nivelación de la rasante, alineamiento, y ubicación de ejes de pozos (cámaras).
- Instalar la Cimentación del tubo (concreto o material granular) según planos de diseño.
- Nivelado el piso con el material de cimentación, se instalará el tubo en la zanja mediante eslingas (estrobos o manilas) para poder maniobrar el tubo, ya dentro de la excavación y ubicado en la base se revisará su alineamiento y chequeo de cota clave con instrumentos métricos de topografía, al realizar la instalación de la tubería se debe verificar la correcta instalación y correcto sello de los empaques.
- Una vez instalado el tubo se procederá a realizar el atraque del tubo según los planos, después se dará inicio al relleno de diseño compactado hasta una altura marcada en planos y se proseguirá con el relleno según planos hasta la altura determinada.

- Se debe descargar el material de relleno sobre la tubería evitando golpes con piedras que este material contenga para evitar fisuras o daños en la tubería instalada.
- Se debe realizar chequeo de la correcta localización, alineamiento y niveles proyectados para las tuberías.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de topografía y la maquinaria



Fotografía 5 Material de Relleno

► Instalación de rellenos

El objetivo primario es dar estabilidad a la excavación realizada, mediante el relleno de diseño o el aprobado por la supervisión, de acuerdo con las especificaciones generales, normas específicas de las ESP y plan de inspección y ensayo.

Además, es fundamental para el atraque de la tubería, contención y protección de los elementos que integran las redes, dar cumplimiento con la estructura de cimentación para los elementos de espacio público.

El método constructivo para esta actividad se integra por el relleno propiamente y la acomodación o compactación según el material, con ayuda de herramienta manual y equipo mecánico.

Para la instalación del relleno se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Verificación de profundidades, anchos y longitudes y de esta manera aprobar el inicio de la actividad de relleno.
- Revisión del material a utilizar según tipos de relleno, especificaciones según las normas técnicas de cada ESP.
- La zona a rellenar se confrontará con los planos que determinen el tipo de relleno

- La compactación se realizará según el Plan de Inspección y Ensayo.
- El espesor de las capas de relleno se define de acuerdo con la proximidad de la tubería o elementos instalados, tipo de material del terreno natural y material de relleno, equipo de compactación y estructura de relleno.
- Las densidades que se tomen de acuerdo con el plan de ensayo se realizarán de acuerdo a los procedimientos establecidos por las normas técnicas de las diferentes ESP.

► Retiro de tuberías y accesorios existentes

Para el traslado de redes es necesario retirar la tubería existente, la cual puede realizarse de manera manual o mecánica, dependiendo del tamaño de la tubería, la profundidad y el material de la tubería. Teniendo en cuenta que en algunos casos se va a reemplazar la tubería existente por una de diferente diámetro y en otros casos son redes en las que se desea mejorar sus características mecánicas, por lo que se hará el retiro de las tuberías y, dependiendo del material se definirá el reuso o su respectiva disposición.

Las tuberías de PVC serán entregadas a fabricantes que cuenten con programas de reciclaje y reutilización, ya que este material puede ser manejado para ser reciclado. Las tuberías de materiales como concreto, gres, mampostería y similares serán demolidas y utilizadas como RCD, por lo que se les dará el mismo manejo que a los residuos de demolición, siendo reutilizadas en actividades en donde sea posible y el material restante será dispuesto en los sitios de disposición autorizados por las entidades ambientales correspondientes.

Con respecto a la tubería de asbesto cemento, estos serán tratados como residuos especiales, realizando el encapsulamiento de estos, su correspondiente rotulación y entrega al gestor de residuos peligrosos que cuente con el aval por Metro Línea 1, Interventoría y la Empresa Metro de Bogotá.

Para el retiro de tuberías y accesorios existentes se ha calculado un total de 19120 metros lineales en tuberías de distintos materiales y diámetros correspondientes a redes de acueducto, alcantarillado sanitario, pluvial y combinado y redes de gas. Cabe recordar, que existe la posibilidad de que muchas de estas redes puedan dejarse enterradas y simplemente realizar la conexión de la nueva red instalada.

Sin embargo, las medidas se encuentran plasmadas en el Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación y en el Programa de manejo de residuos convencionales.

En la Figura 153 se muestra el proceso de retiro tuberías y accesorios:



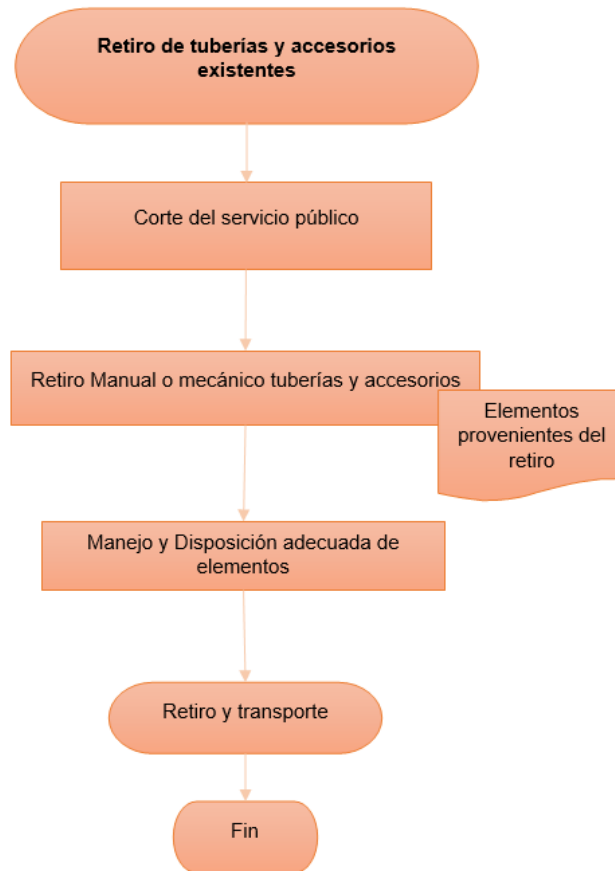


Figura 153 Retiro de tuberías y accesorios

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Retiro de estructuras, cableado, ductos, accesorios y equipos existentes

Se deben retirar todos los ductos, cableado, accesorios y equipos, etc; haciendo uso de herramientas o equipos mecánicos en el caso donde se requiera levantar elementos muy pesados. Los elementos que cumplan con las características necesarias serán reutilizados dependiendo de su funcionalidad y estado tras el retiro, los elementos que no cumplan con estas características serán retirados y dispuestos correctamente según corresponda.

Los ductos que no puedan ser reutilizados serán manejados de distintas maneras: los que estén hechos en PVC serán entregados a fabricantes para ser reutilizados y producir nuevos elementos. Igualmente, el cableado será llevado a empresas que garanticen la reutilización del cobre, cumpliendo con todos los estándares ambientales necesarios y, finalmente los ductos en concreto serán demolidos y manejados como RCD o ser reutilizados.

Se estima un retiro aproximado en ductos de energía y telecomunicaciones de 2842,77 metros lineales y 9016,8 metros lineales de cableado. En algunas situaciones podría presentarse la posibilidad de que los ductos sean removidos y el proceso que se realice sea el de inhabilitar la red.

Estas medidas se encuentran plasmadas en el Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación y en el Programa de manejo de residuos convencionales.

En la Figura 154 se indican los pasos a considerar durante el desarrollo de esta actividad.

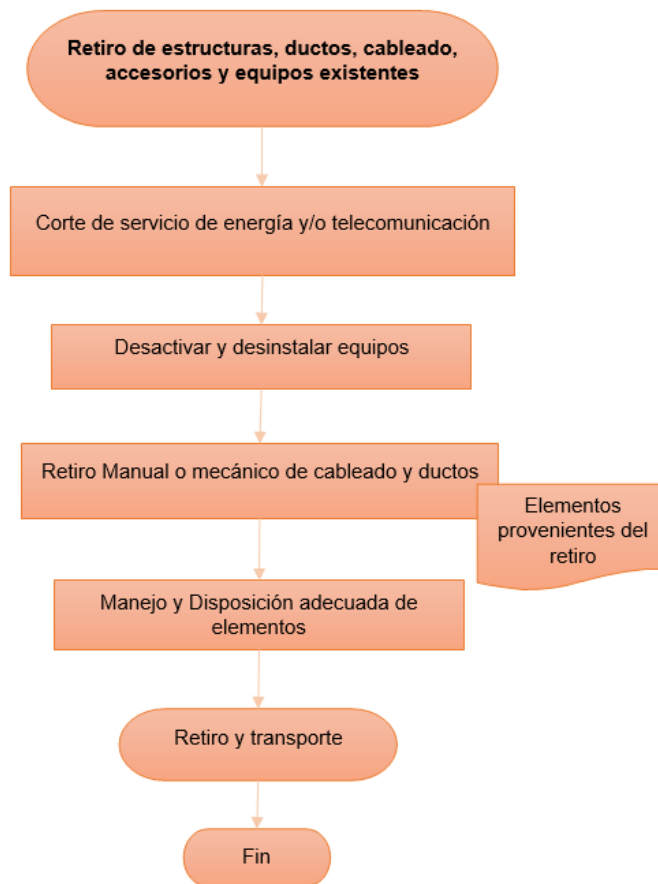


Figura 154 Diagrama Retiro de estructuras, cableado, ductos, accesorios y equipos existentes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Construcción de cajas de paso, pozos, tapas e Instalación de postes e hidrantes

La construcción de cajas de paso y pozos de inspección se debe realizar bajo los lineamientos de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y ENEL- Codensa. Se debe acondicionar el área de construcción, fundir la placa de fondo con su debido refuerzo y armar el cuerpo de los elementos en mampostería de acuerdo con la altura establecida, posteriormente para los pozos se instalará el cono, ya sea prefabricado o armado in situ. Posteriormente se realizará la construcción e instalación de los

marcos y tapas de acuerdo con las cajas y pozos construidos, cumpliendo con todas las especificaciones de calidad exigidas dependiendo del tipo de estructura. Igualmente se deben instalar los hidrantes en el punto en que corresponda cumpliendo con las especificaciones requeridas.

Para la instalación de postes se hará la debida excavación y acondicionamiento del área de instalación, dependiendo de las características del poste, continuando con el izaje del mismo con ayuda de una grúa, para posteriormente fijarlo con el material de la excavación y concreto donde sea necesario.

En la Figura 155 se presentan los elementos de un pozo de inspección:



Figura 155 Esquema pozo de inspección

Fuente: Generadores de precios, 2022

En la Figura 156 se detallan los pasos a considerar durante el desarrollo de esta actividad:

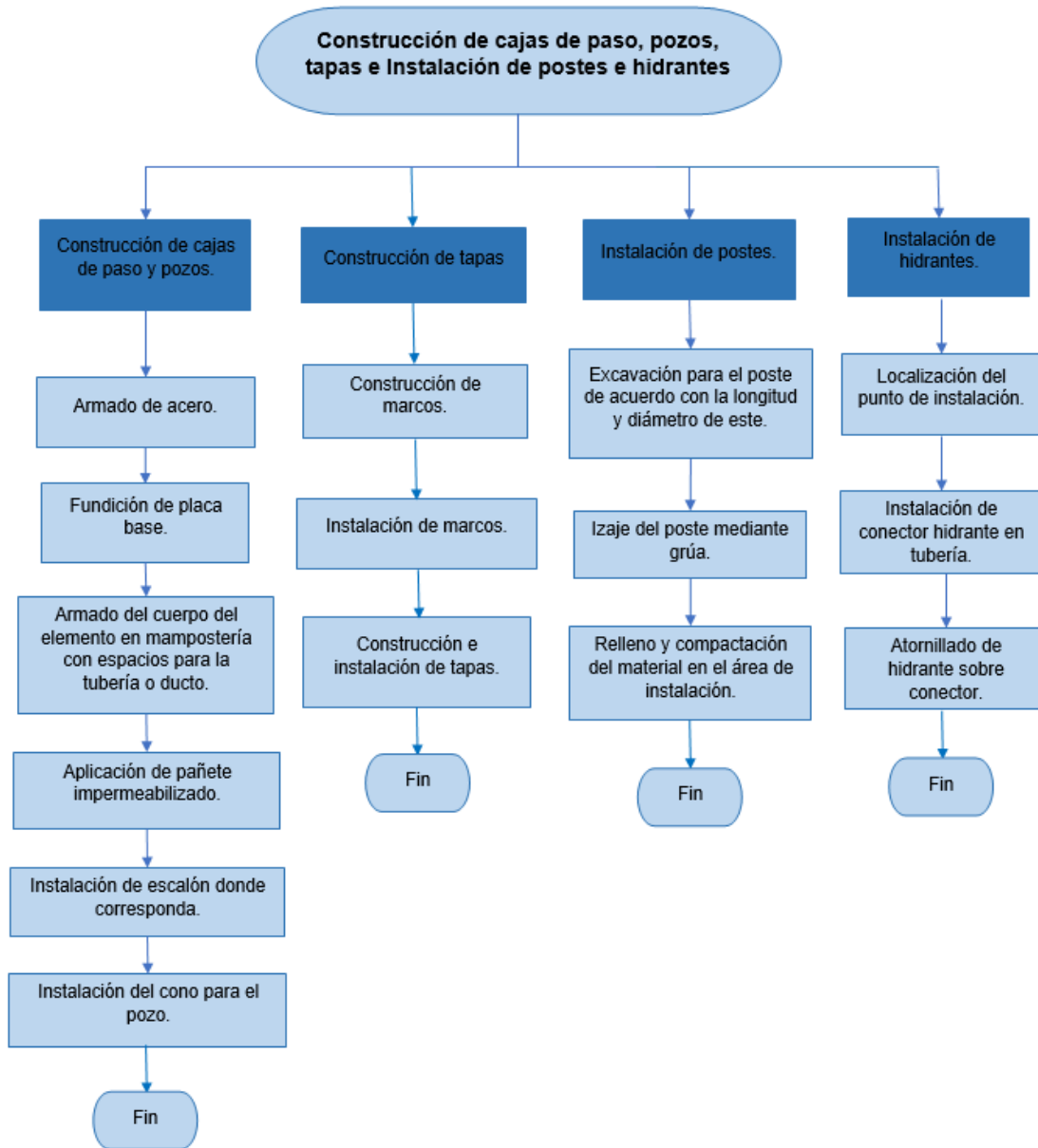


Figura 156 Diagrama Construcción de cajas de paso, pozos, tapas e Instalación de postes e hidrantes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Instalación de tuberías y accesorios de acueducto, alcantarillado y gas

La instalación de cada tubería dependerá del tamaño y el material de cada uno de los elementos a instalar, ya que dependiendo de esto se realizará la instalación de forma manual o mecánica. Se debe adecuar el área de instalación mediante el llenado y compactación con material granular de acuerdo



con los requerimientos de las empresas responsables de la prestación del servicio, con el fin de garantizar la estabilidad e integridad del terreno y de la tubería instalada.

En la Figura 157 se presenta el diagrama para el desarrollo de la actividad.

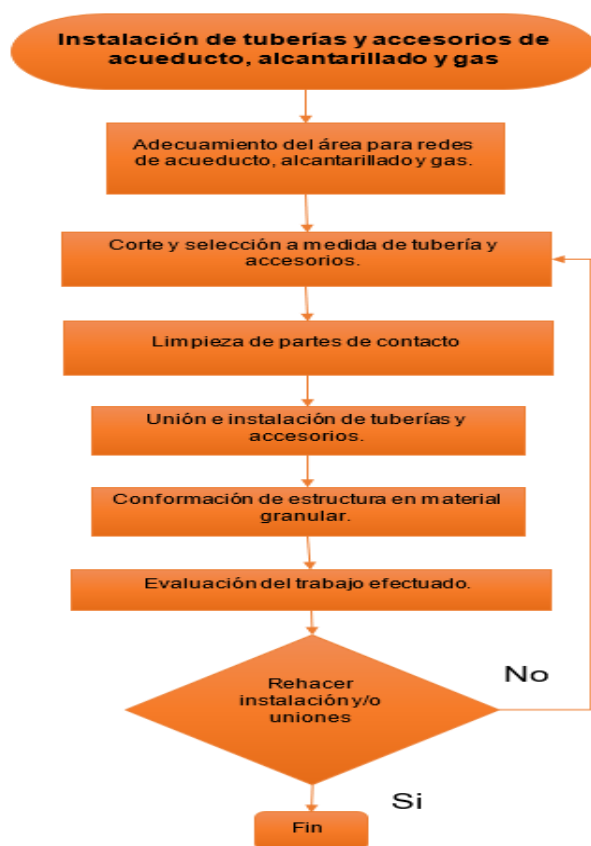


Figura 157 Diagrama instalación de tuberías y accesorios de acueducto, alcantarillado y gas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Instalación de ductos y cableado para telecomunicaciones y energía

La instalación de los ductos dependerá del tamaño y el material de cada uno de los elementos a instalar, ya que dependiendo de esto se realizará la instalación de forma manual o mecánica. Se debe adecuar el área de instalación mediante el llenado y compactación con material granular de acuerdo con los requerimientos de las empresas responsables de la prestación del servicio, con el fin de garantizar la estabilidad e integridad del terreno y de la tubería instalada. Posteriormente se instalará de acuerdo con las especificaciones el cableado necesario para la prestación del servicio, el cual cumpla con los requerimientos establecidos.

Los pasos por seguir para el desarrollo de esta actividad mediante el método convencional por zanja son los indicados en el diagrama de flujo de la Figura 158.

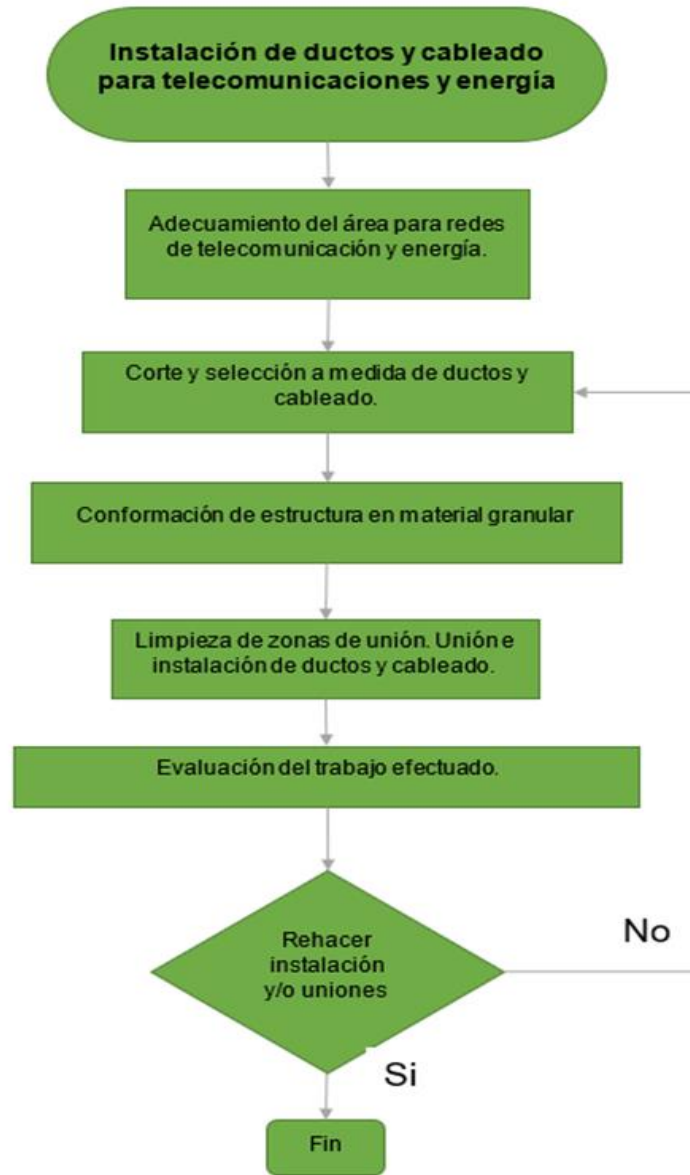


Figura 158 Diagrama Instalación de ductos y cableado para telecomunicaciones y energía mediante zanja

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 159 se presenta el diagrama con el proceso de la actividad mediante el método de perforación horizontal dirigida:

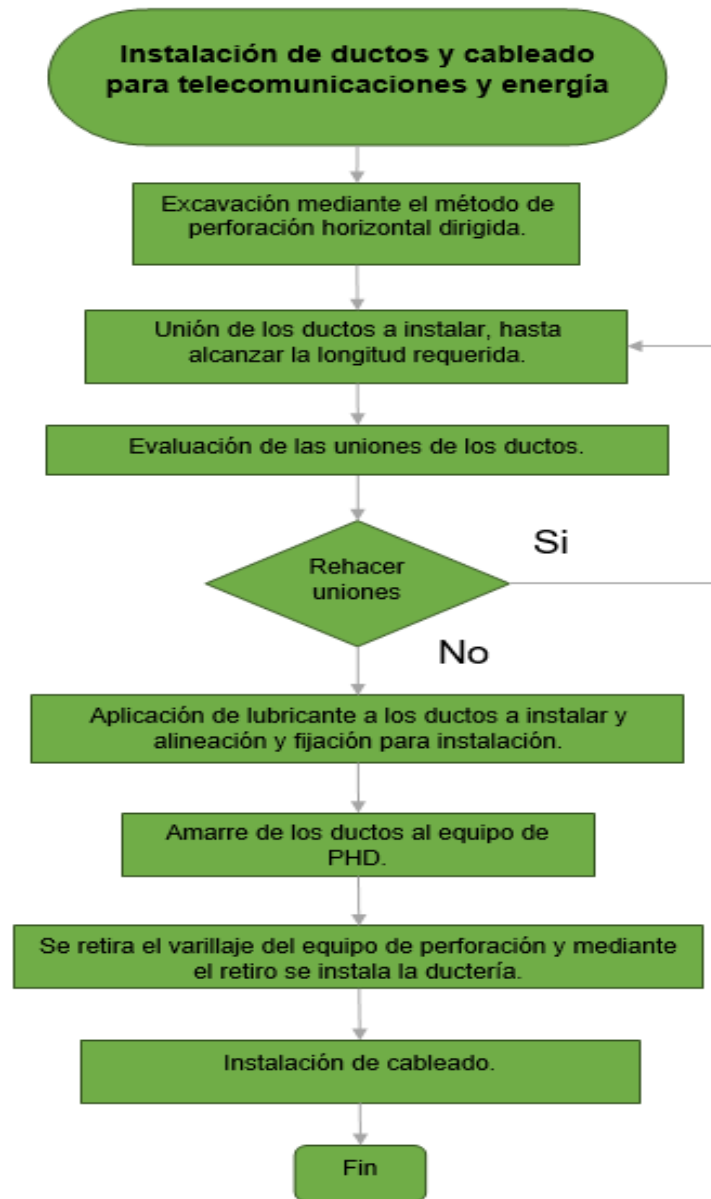


Figura 159 Diagrama Instalación de ductos y cableado para para telecomunicaciones y energía mediante PHD

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Suspensión temporal de servicios públicos

Previo a la conexión de las redes nuevas que han sido instaladas, se debe realizar la suspensión de los servicios públicos con el fin de conectar la nueva red a la ya existente, evitando de esta forma daños, desperdicios y accidentes dependiendo de cada red que deba reubicarse, se debe coordinar con las

empresas responsables la suspensión de dichos servicios, teniendo en cuenta el Programa de supervisión y seguimiento a las Empresas de Servicios Públicos (ESP). Igualmente, previo a la suspensión del servicio, se deben realizar todas las acciones de comunicación y divulgación acorde a los programas del área social, tales como: El programa de información y comunicación pública y el Programa Metro Escucha, Metro Resuelve.

En la Figura 160 se presenta el proceso de ejecución para la actividad de suspensión temporal de servicios públicos:

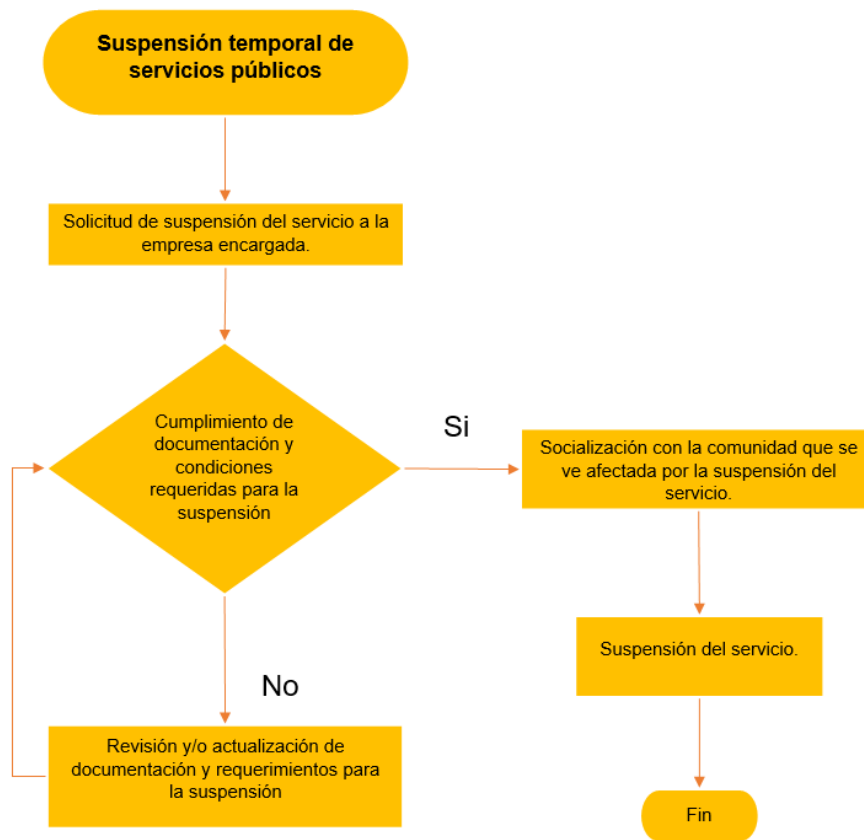


Figura 160 Suspensión temporal de servicios públicos

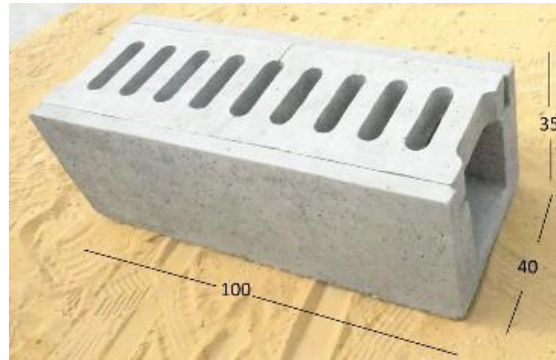
Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Protección de tuberías existentes

Para el manejo de algunas redes de gas, de acueducto y alcantarillado se realizará la protección de las tuberías mediante el uso de un cárcamo en concreto o algún otro elemento que permita protegerlas, teniendo en cuenta que se encuentran cerca de las pilas del viaducto o las estaciones, pero no lo suficiente para requerir su traslado.

En la Fotografía 6 se presenta un ejemplo de cárcamo en concreto de protección:





Fotografía 6 Protección de tuberías existentes

Fuente: (Mundo Prefabricados, 2022)

El diagrama del desarrollo de la actividad de Protección de tuberías existentes se presenta en la Figura 161:



Figura 161 Diagrama Protección de tuberías existentes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Pruebas de diseño y funcionamiento

Previo al restablecimiento del servicio a través de las nuevas redes instaladas deberán realizarse las pruebas necesarias de funcionamiento, con el fin de evitar fugas, malas conexiones o daños que no permitan prestar el servicio correctamente o que puedan producir daños en el futuro. Para las redes

hidrosanitarias se ejecutan pruebas Hidrostáticas y de Estanqueidad, las cuales mediante el uso de agua que se introduce en las tuberías, permite garantizar que no se presenten fugas o algún daño en las tuberías que han sido instaladas. Para estas pruebas se llena completamente el tramo de tubería con agua y se mide que el volumen de agua o la presión no disminuyan.

En la Figura 162 se muestran pruebas previas a la puesta en marcha de la tubería:

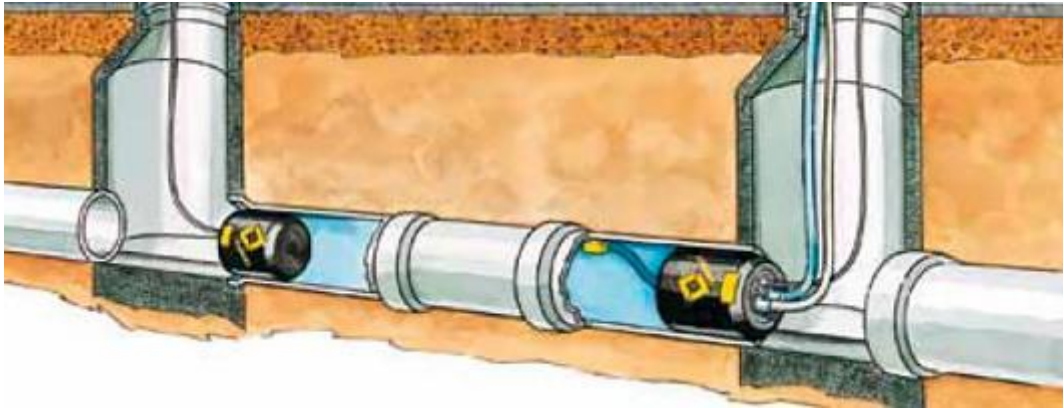
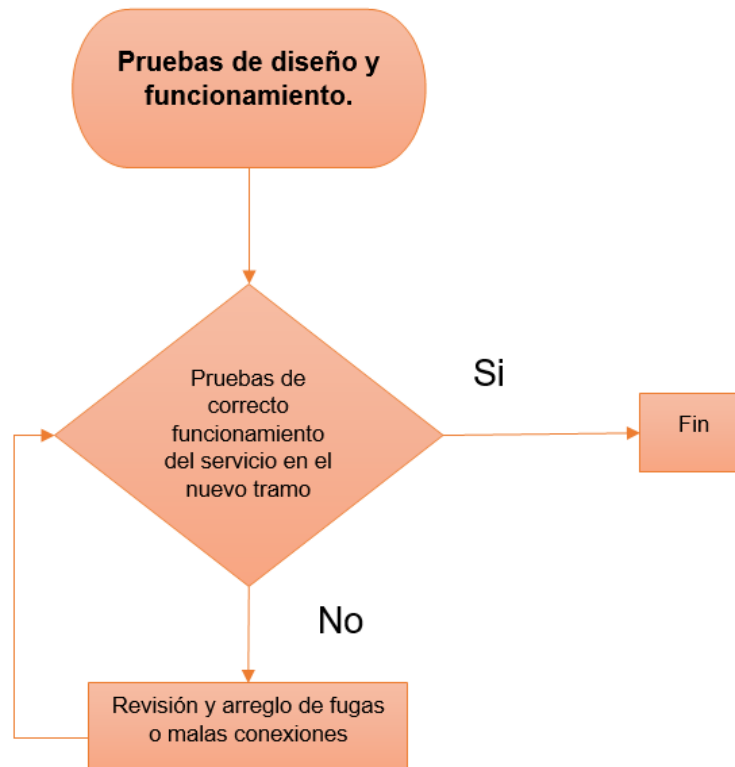


Figura 162 Pruebas de diseño y funcionamiento

Fuente: (Aristegui Maquinaria, S.L., 2022)

En la Figura 163 se indica los pasos a considerar durante la realización de la actividad:



---

Figura 163 Diagrama Pruebas de diseño y funcionamiento

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Conformación de base y subbase, terminado de andenes y pavimentos

Se debe conformar la estructura para andenes y pavimento, ya sea rígido, flexible o articulado, por lo que se hará la instalación, compactación y nivelación de material granular para la conformación de la subbase y base según este estipulado en los diseños. Así mismo, se construirá el pavimento o se conformarán los andenes dependiendo las zonas intervenidas, incluyendo los lugares donde fueron instalados los campamentos, dejando las zonas afectadas en igual o mejor estado del que estaban inicialmente, cumpliendo con cada una de las especificaciones de diseño.

En la Figura 164 y la Figura 165 se presentan los procedimientos para el desarrollo de la actividad.

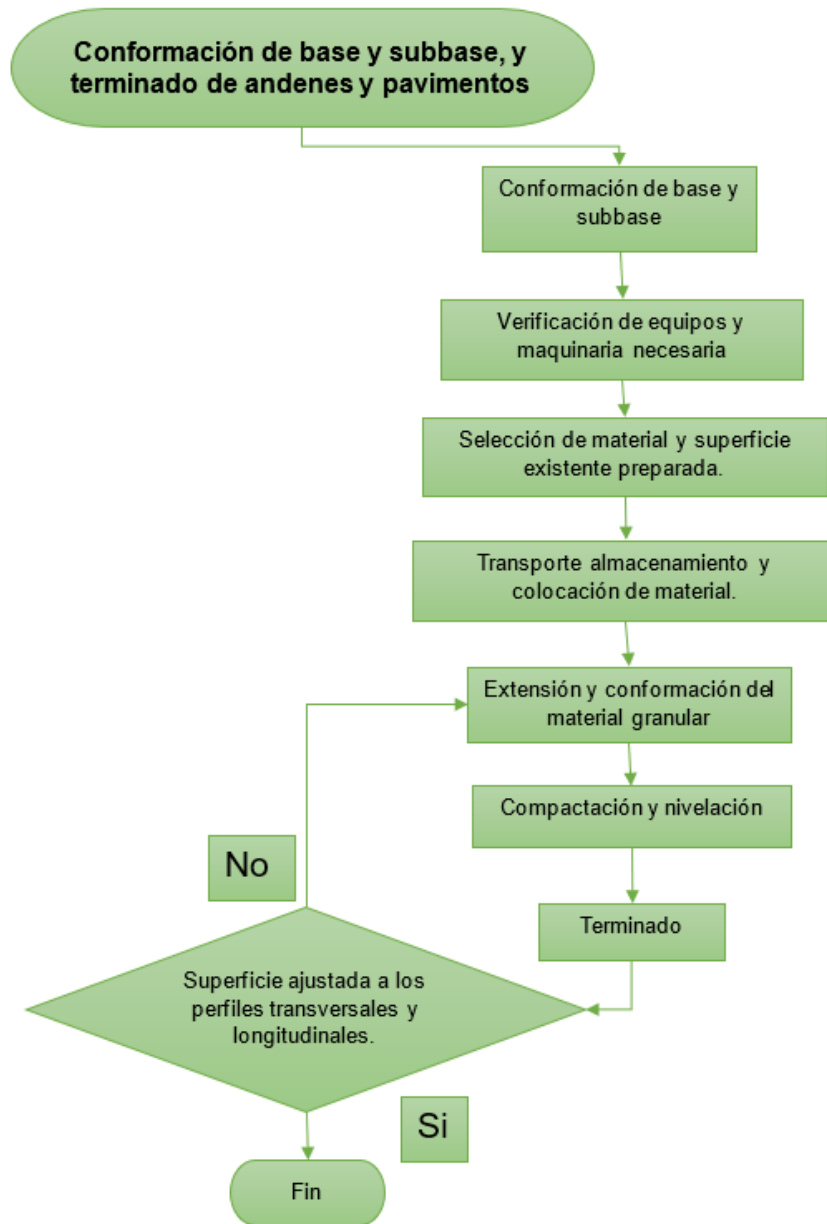


Figura 164 Diagrama Conformación de base y subbase

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



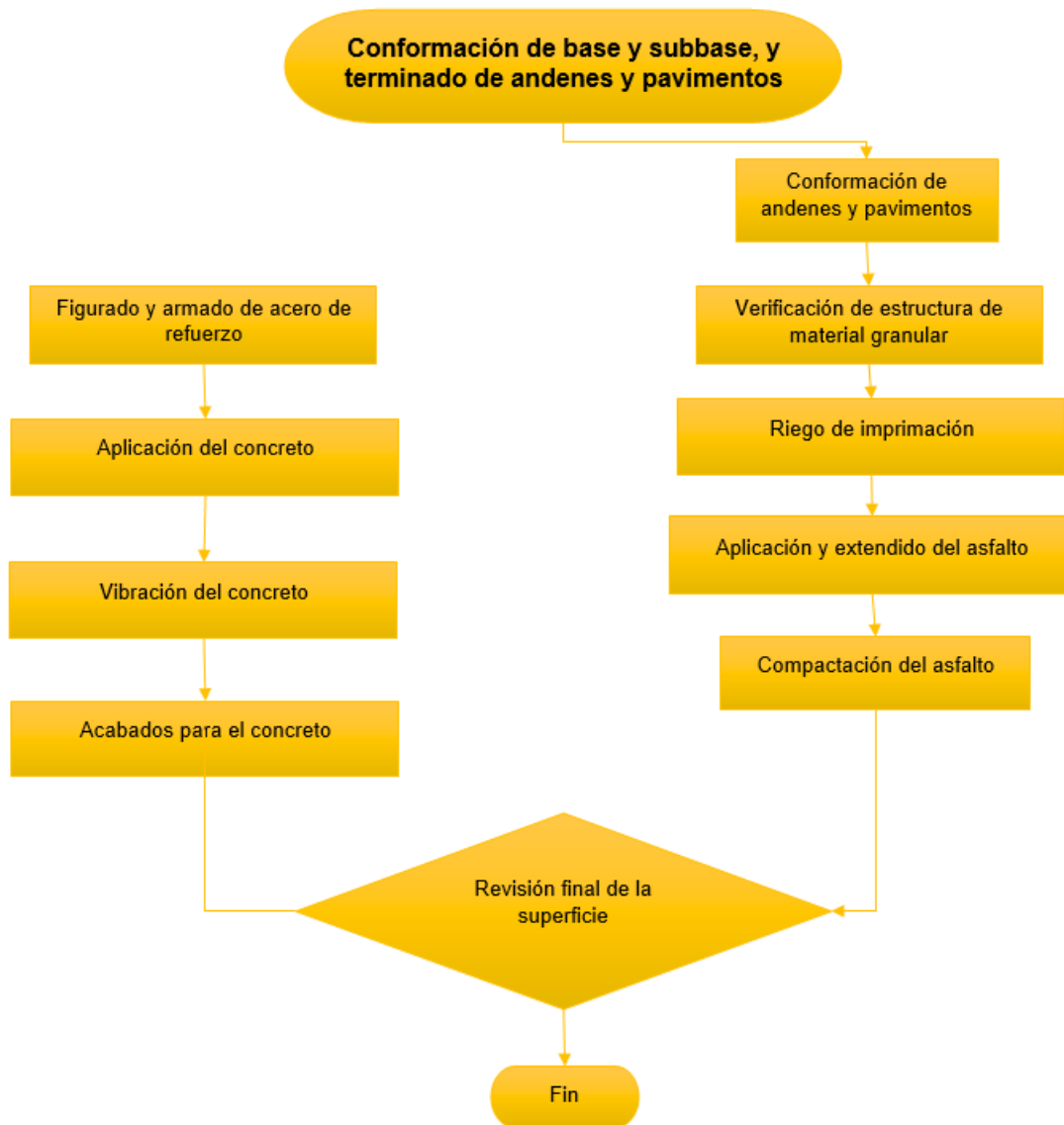


Figura 165 Diagrama Andenes y pavimentos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Reconformación de áreas verdes

Se deben reconformar las áreas intervenidas con la vegetación o mobiliario urbano dependiendo de los diseños correspondientes y de las necesidades de las diferentes zonas, haciendo las obras de urbanismo finales, interviniendo adicionalmente las zonas que se hayan visto afectadas por la instalación de los campamentos, garantizando que estas áreas sean reconformadas y queden en igual o mejor estado del que estaban al inicio de las obras. Para más información sobre la reconformación de zonas verdes puede obtenerse en el programa de programa de manejo de compensación para el medio

biótico por afectación de la calidad visual del paisaje y el programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística.

En la siguiente figura se muestra la proyección de las actividades finales en un área específica.

En la Figura 166 se presenta el diagrama con el desarrollo de la actividad:

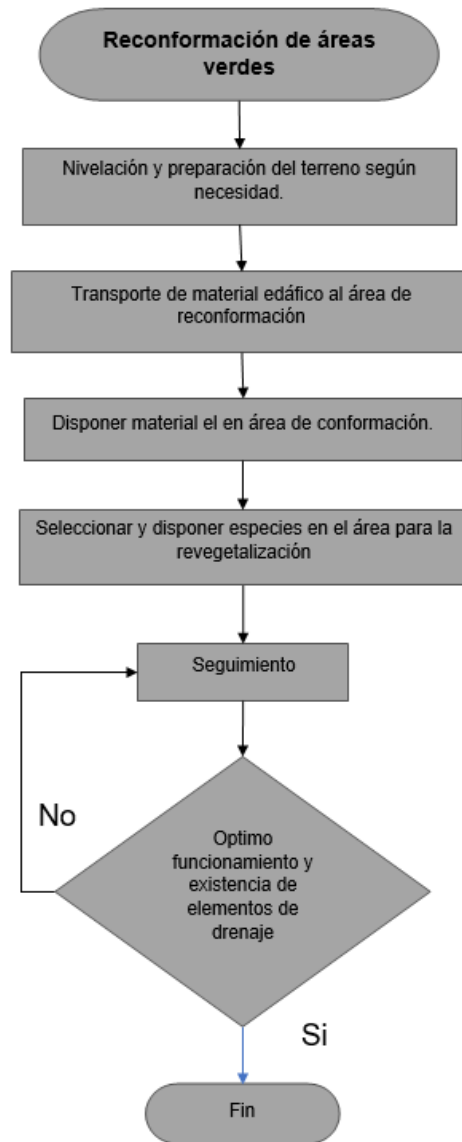


Figura 166 Diagrama reconformación final de áreas intervenidas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Retiro de cerramiento y señalización

Al finalizar las obras se debe retirar el cerramiento y señalización instalado previo al inicio de las obras con el fin de que se cuente con las condiciones iniciales para las diferentes zonas, disponiendo o reutilizando todos los elementos que fueron usados para el cerramiento y señalización, incluyendo los elementos que fueron utilizados para las zonas de campamento, garantizando que estos lugares quedarán en las mismas condiciones iniciales.

En la Figura 167 se presenta el diagrama con el desarrollo de la actividad de retiro de cerramiento y señalización:

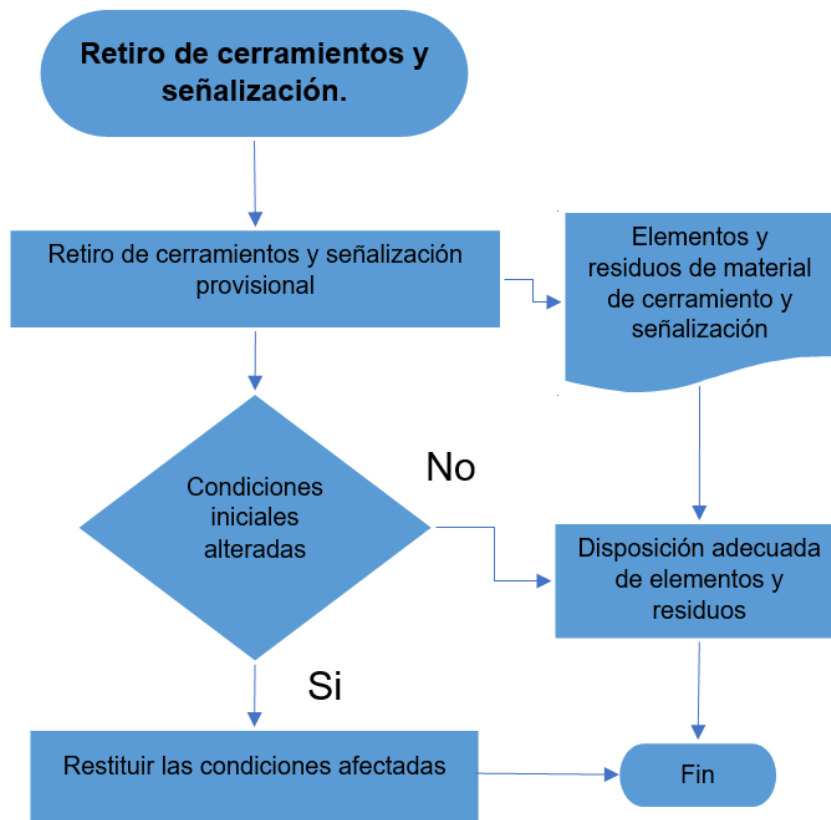


Figura 167 Diagrama retiro de cerramiento y señalización

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Excavación sin zanja. Metodologías de perforación horizontal

Con el objeto de mitigar el impacto en la movilidad y de ser el caso a nivel económico, se podrán implementar Tecnologías sin zanja para el traslado y/o relocalización de redes de servicio público en ambientes urbanos mediante metodologías como la perforación horizontal dirigida, como una de las más amplia técnica de uso en nuestro medio (Utilizada en proyectos de construcción de redes por las Empresas de Servicios Públicos de Bogotá) por la versatilidad en proyectos urbanos consolidados, con

la preexistencia de muchas redes de servicios públicos y la necesidad de preservar infraestructura vial y de espacio público, reducir el riesgo de accidentes de trabajadores, reducir la afectación del tránsito vehicular, reducir tiempos y en algunos casos costos de obra, costo social, entre otros.

A continuación, se presentan las tecnologías que se usarán para el traslado de redes que se encuentran haciendo interferencias con las pilas del viaducto:

► Auger Boring

Es un procedimiento de instalación de tubería en donde el principio de excavación elegido es la utilización de perforación horizontal guiada por tubos pilotos con un mecanismo de extracción del material por medio de tornillo sin fin. La excavación del terreno es realizada por un cabezal giratorio de corte precedido por los tubos pilotos que tendrán un sistema de guiado LED que permiten ajustar la trayectoria mediante un mecanismo de rotación que el operador de la perforadora deberá previamente ajustar y verificar.

Las instalaciones en cada frente se especifican en el plano según el área disponible para la plataforma de trabajo, este plano se finalizará una vez se tenga definida el área para ubicar los elementos requeridos. Al ser un proceso de alto rendimiento de instalación, se centralizarán las oficinas y espacios comunes en un campamento principal. Los trabajos de instalación de tubería requieren espacio disponible para:

- Sistema de izaje en los pozos de trabajo que permitan el descenso y recuperación del equipo de perforación, los tubos piloto, la cabeza de corte, las camisas metálicas y los tornillos sin fin, el balde o bache de material de excavación, el/los Hole Openers y los tubos definitivos.
- Tanque de mezcla y bomba de inyección de fluidos de lubricación.
- Unidades de potencia para el suministro de energía del equipo de perforación y de los frentes de trabajo.
- Canasta de almacenamiento para las secciones de los tubos piloto, las camisas metálicas, los tornillos sin fin y los tubos definitivos.

Jerseys en concreto para riesgo vial (si aplica), cerramiento y sendero peatonal.

- Fluido de lubricación

Se deben preparar los fluidos de lubricación adecuados a las características geotécnicas del suelo que faciliten las labores de perforación y permitan reducir la fricción entre el suelo-camisas metálicas, y el suelo-tubería final durante el proceso de halado. Mediante los tubos pilotos y el cabezal giratorio se deberá inyectar el fluido con características de viscosidad adecuadas que, normalmente, consiste en agua mezclada con bentonita y/o polímeros que debe ser definido según el estrato de suelo. El fluido rellena el espacio anular, que se genera en la diferencia del diámetro exterior de las camisas temporales y el diámetro exterior del tubo a instalar.



El material es evacuado a través del tornillo sin fin y las camisas metálicas hasta el inicio de la perforación. Posteriormente, el material será extraído por medio de una bacha en el pozo de lanzamiento, una vez ésta se encuentre llena, el operador comunica al personal que se encuentra en superficie para que desde allí accionen el trolley ubicado en el pórtico, y se realice el izaje de la bacha.

Luego se vacía la bacha en el tanque de rezaga donde se acopiará el material de la excavación. Finalmente, la bacha es devuelta al pozo para continuar con el proceso de extracción de material. Para agilizar el proceso de extracción se trabajará con dos bachas.

Posteriormente, el material del tanque será cargado mediante una retroexcavadora a las volquetas que lo llevarán una zona de disposición de material certificado. El lugar de descarga se precisará en el período de preparación de la obra. Los escombros extraídos regularmente son analizados por los ingenieros de la obra y los parámetros de excavación son adoptados en función de las evoluciones del contexto geotécnico.



Fotografía 7 Sistema Auger Boring

► Perforación Horizontal Dirigida (PHD)

Dirigida para redes subterráneas, se utiliza una máquina perforadora que se coloca en un extremo del trayecto deseado, y una herramienta de perforación que se inserta en el suelo y comienza a perforar en dirección al objetivo. La herramienta de perforación se guía a través de un sistema de posicionamiento por GPS y sensores que permiten al operador controlar su ubicación y dirección en tiempo real.

Asignar las áreas para equipos y servicios (ubicación de equipos, área de perforación, piscina de lodos, espacio para maniobras, circulación de personal, punto ecológico, punto de encuentro, cartelera informativa, camilla de rescate, extintor etc.). Dentro de las unidades y espacios más representativos dentro de la plataforma están:

- Rig de Perforación
- Cabina de operación

- Generadores Eléctricos
- Varillaje y equipo de Izaje
- Recicladora de lodos
- Tanque de mezcla de slurry
- Tanques de almacenamiento de lodos - Contenedor Taller
- Equipo de Bombas

Adicionalmente se tiene:

- Cerramiento del área y adecuación de accesos las cuales deben ser señalizadas con cinta y demarcadas
- Anclaje del equipo de perforación
- Conexiones requeridas de equipos, mangueras, estación hidráulica, mezclador y demás

En la plataforma de equipos se construirán 2 piscinas una para recolección, tratamiento y reciclaje de lodos y la segunda para almacenamiento de sólidos reciclados. Por otro lado, en cuanto a la llegada de los equipos a obra e instalación en superficie, éstos llegarán en una grúa o un equipo de izaje que permita el descargue.

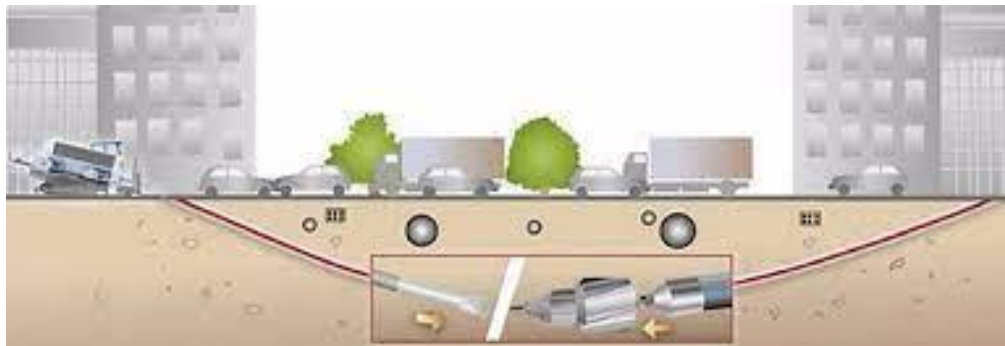


Figura 168 Sistema perforación dirigida PHD

#### ► Pipe Jacking (PJ)

La tecnología Pipe Jacking es un método constructivo utilizado para la instalación de tuberías sin zanja por debajo de carreteras, vías férreas, pistas de aterrizaje, puertos, ríos y áreas ambientalmente sensibles. Esta tecnología se aplica de una forma remotamente controlada y guiada, con una tubería hincada proporcionando soporte continuo en el frente de la excavación, esto mediante la aplicación de presión mecánica o de fluido para equilibrar tanto las presiones de agua subterránea como las presiones del terreno.

#### ► Retiro del material excavado

El retiro del material excavado se hará por medio de una bomba de succión de lodos, la cual lleva el agua que se inyectó durante el corte, combinado con los fluidos de excavación a un desarenador el cual

la separa los sólidos del agua y permite que la misma se vuelva a inyectar al sistema para continuar con la excavación.

El material sólido excavado será posteriormente cargado en superficie sobre volquetas y los lodos en carrotaques para su transporte a un lugar autorizado



Figura 169 Cargue de material solido excavado

► Pipe Ramming (PR)

El método Ramming emplea la fuerza dinámica transmitida por la percusión de martillos neumáticos a la camisa o tubo de acero para hincarlo en el suelo hasta alcanzar la longitud de cruce requerida.



Figura 170 Método Ramming

En la Figura 171 se presenta el proceso para la actividad de excavación mediante perforación dirigida:

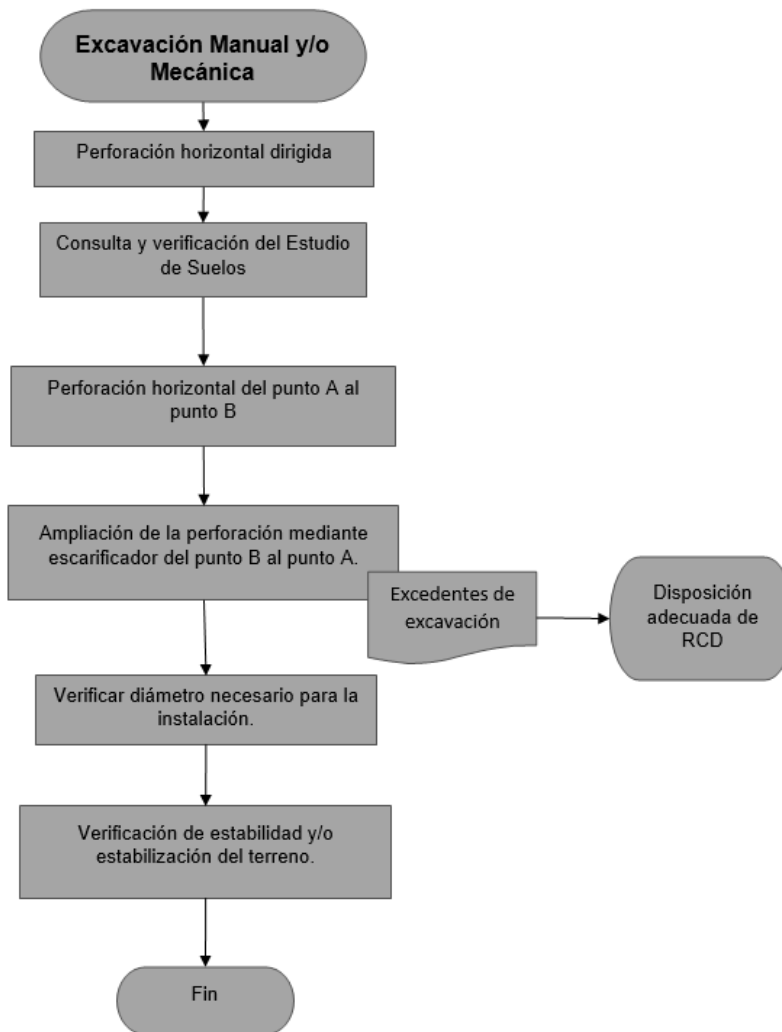


Figura 171 Perforación horizontal dirigida

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 3.2.9 Construcción subestructura del Viaducto

La subestructura se refiere a la parte del viaducto que se encuentra bajo el suelo. La subestructura distribuye el peso del viaducto al suelo que se encuentra debajo del mismo. Los apoyos de la subestructura deben estar conformados, en general, por una estructura de cimentación (zapata o dado o encepado apoyado sobre pilotes), una columna circular o elíptica, una viga cabezal (o capitel) y un conjunto de dispositivos de apoyo que soporten la superestructura.



Una vez culminado preferiblemente el traslado de redes, se procede con la construcción de la cimentación de las pilas, posteriormente se realiza la construcción de los dados de cimentación, pilas y capiteles.

En el proyecto se concibe la utilización de pilotes prefabricado PC (Concreto pretensionado) y pilotes pre-excavados. La implementación de alguno de los dos tipos se da por las siguientes variables:

- ▶ Calidad del suelo existente
- ▶ Condiciones de carga
- ▶ Metodología de construcción
- ▶ Fechas de implementación del plan de ejecución
- ▶ Áreas disponibles para el uso de equipos pesados

Por tanto, a continuación, se describen los procesos constructivos para los dos tipos de pilotes:

#### 3.2.9.1 Pilotes Pre-excavados

Una vez estén marcados los pilotes con una estaca que indique el centro de este y podrá marcarse el área de excavación con arena; de acuerdo con las características del terreno podrán hacerse prehuecos para cada pilote, lo que facilitará el posicionamiento del barrenado.

En la construcción de pilotes pre excavados, se utilizan: armaduras en acero de refuerzo de acuerdo con los diámetros, longitudes y traslapes definidos en los diseños estructurales, y concreto fluido de acuerdo con la especificación y resistencia definida en los diseños no objetados y aprobados para la construcción.

La solución de realizar pre-barrenado en los estratos de arena o en general en estratos duros se orienta hacia la debilitación y traspaso de dicho estrato mediante la herramienta perforación (tornillo continuo o CFA) que facilita la hincada a presión de los pilotes prefabricados. se realizan las perforaciones con maquinaria de alto torque, de acuerdo con los diámetros y profundidades definidas, una vez terminada la excavación, y de acuerdo con las recomendaciones del estudio de suelos, se inyecta polímero, hasta llenar por completo la perforación; el propósito es sellar las paredes de la excavación para evitar su derrumbamiento interno.

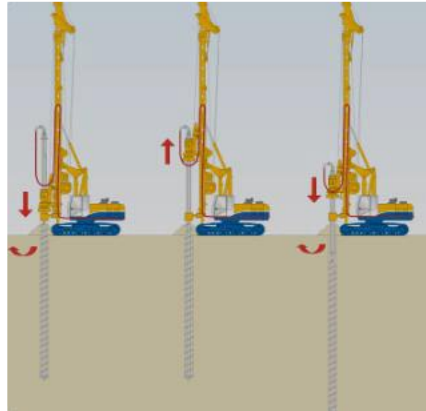


Figura 172 Esquema de la perforación pre-barrenado

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Estos pilotes pre excavados se construyen, según diámetro y número definido para cada apoyo, las perforaciones se realizan con maquinaria de alto torque, una vez terminada la excavación, y de acuerdo con las recomendaciones del estudio de suelos, se inyecta polímero, hasta llenar por completo la perforación, el propósito es sellar las paredes de la excavación para evitar su derrumbamiento interno. Una vez se termina de llenar la perforación con polímero se procede a la inserción de las canastas de acero de refuerzo, utilizando para ellos grúas auxiliares, se debe prever el acero constructivo que evita la deformación durante el izado y la inserción, por último, se vierte el concreto de la fluidez y resistencia indicada en los diseños estructurales y estudio de suelos, utilizando para ello una bomba estacionaria, mixer y mangueras y tubos Tremie, el concreto por densidad desplaza hacia la superficie el polímero, este sale por rebose y debe ser recuperado para su reutilización o enviado a disposición final. En la parte superior de todos los pilotes, se construirá un refuerzo de empate que sobresalga del concreto y penetre en el pilote la longitud que se establezca en los planos estructurales.



Fotografía 8 Piloteadoras con barreno para pilotes pre excavados –  
Inserción de canasta con grúa auxiliar

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.9.2 Pilotes PHC

Los pilotes PHC son estructuras prefabricadas construidas en el Patio de Prefabricados ubicado en el Patio Taller, Los pilotes tubulares pretensados PC se usaran principalmente para las cimentaciones de pilotes de intervalos, estaciones y entradas.

El proceso consiste en el hincado de pilotes a presión desplaza el suelo, compactándolo y aumentando la capacidad de carga, ahorrando en materiales (hormigón y acero) además de tener un sitio de trabajo más limpio y seguro con menos movimientos de vehículos y maquinaria de obra. Evita la logística de transportar concreto, acero y suelo excavado.

En casos donde se requieran elementos prefabricados, se realizará mediante empuje constante de los elementos. En este orden de ideas, los pilotes prefabricados se construirán mediante al hincado de múltiples segmentos para llegar a la longitud de diseño. La unión de estos segmentos se hará mediante al uso de juntas soldadas o mecánicas según lo establezca el diseño dependiendo de las características del suelo.

De acuerdo con la geología de y la distribución de los pilotes, se propone utilizar cuatro prensas de pilotes estáticas ZYJ1060B- (Piloteadora Sunward) para la construcción. Esta piloteadora tiene movilidad reducida por tanto no se estima que pueda hacer giros, sino que su movimiento se hará longitudinalmente por el separador cuando del viaducto se trata.



Figura 173 Piloteadora estatica

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Para esta actividad se deberá tener la siguiente secuencia metodológica:

- ▶ Nivelación del sitio.

Debido a que las posiciones para la construcción de los pilotes en sitio se ubican principalmente a los lados externos de las aceras peatonales o en las zonas verdes centrales de las vías, se utiliza una demoledora de punto único para romper las superficies endurecidas de la vía en el rango de la construcción, y después de realizar la limpieza de la vegetación en la zona verde, se utiliza la excavadora para realizar la nivelación, compactación y limpieza del emplazamiento, para garantizar que la capacidad de carga de la cimentación cumpla los requerimientos constructivos de la piloteadora estática.

- ▶ Izaje y transporte de pilotes

Para los pilotes se utilizan trailers (camabaja) con plataforma, durante el proceso de transporte deben tomarse medidas para garantizar que los pilotes no sufran daños, el apilado no debe ser de más de tres capas, y se debe utilizar refuerzos a ambos lados de la plataforma, utilizando una grúa para las labores de carga y descarga.



Los pilotes deben apilarse en un emplazamiento cercano al sitio donde se planean utilizar, se apilan separadamente de acuerdo con las diferentes especificaciones, longitudes y orden de flujo de la construcción, debe hacerse lo posible por reducir el transporte repetido de los mismos.

► Medición y replanteo

Los topógrafos utilizan la estación total para colocar el eje de posicionamiento y la red de control, a la vez que se colocan por sección los puntos centrales para los pilotes de acuerdo con el flujo constructivo, se espolvorean marcas grises en cruz, después del sondeo se realiza el replanteo detallado, y se inserta una varilla de acero o una vara de madera, y se le coloca pintura. Posteriormente se posiciona la piloteadora en el sitio.

► Transporte

El transporte de pilotes se realiza desde la planta de prefabricados PHC del Patio Taller y será realizado de acuerdo con los siguientes esquemas cargando de 5 a 7 módulos máximo. Una vez organizados los pilotes en el vehículo de cargue, se realiza el transporte de acuerdo con lo establecido por los rutogramas realizados, los cuales se entregan para aprobación de la Interventoría según los procedimientos de los equipos de seguridad vial.

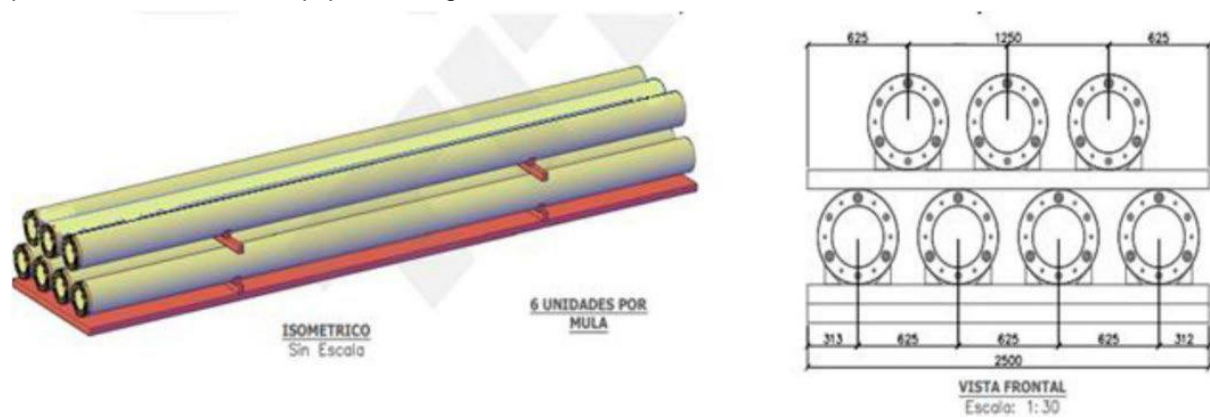


Figura 174. Distribución de Pilotes PHC para transporte

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Izado de pilotes

Para el izado de los pilotes se utiliza piloteadoras estáticas con grúa propia, se emplea izado con único punto para izar los pilotes, el punto de elevación es de 0,29 mt. El cable de acero de  $\Phi 38$  mm se utiliza para el atado doble para evitar accidentes de seguridad causados por deslizamiento.



Fotografía 9 Abrazadera para Izaje de pilotes

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Inserción y hundimiento de pilotes

Se espera a que el pilote sea izado e insertado dentro del campling y sujetado rectamente, luego el pilote se introduce en el suelo a 0.5-1.0m. de profundidad, controlando entonces la verticalidad del pilote a través del equipo de nivel que está en la piloteadora o hilos con plomadas para controlar la verticalidad. Se realiza ajuste a través de la piloteadora, corrigiendo de inmediato la desviación hasta satisfacer los requerimientos, se hinca hasta la parte donde se dificulte el hundido.



Fotografía 10 Instrumento de nivel de la piloteadora

Fuente: Metro Línea 1, 2023

En la etapa inicial del hincado de pilotes, la velocidad de hincado no debe ser tan alta, se debe elegir la velocidad de hincado en base a la situación del terreno que muestren los reportes de geología, por lo general se sugiere utilizar 2.0-3.0 m/min. Dentro del rango de 2-3m. al principio del hincado se debe poner atención primordial en examinar y controlar la verticalidad del cuerpo del pilote y de la plataforma de hincado, la prioridad en el control de la verticalidad debe colocarse en la primera sección del pilote. Adicionalmente, en el proceso de hincado se requiere evaluar frecuentemente si existe algún desplazamiento, desviación o similar en el cuerpo del pilote, y realizar registro correcto de la situación.



Fotografía 11 Piloteadora para el incado de pilotes

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Fotografía 12 Hincado de pilote

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Barrenado

Con la finalidad de disminuir la influencia de la extrusión del suelo en las edificaciones, estructuras y cimentaciones de pilotes ya terminadas, se utiliza barrenado para disminuir la tensión. La piloteadora estática viene en dos modelos, uno de ellos no trae equipo de barrenado, para este tipo de piloteadoras debe utilizarse una perforadora con broca sin fin para realizar el barrenado, y hacer lo posible por planificar la construcción en los lugares donde hay menos líneas de tuberías subterráneas y edificaciones superficiales, para las piloteadoras estáticas que traen equipo de barrenado, utilizar el modo de barrenado dentro del pilote.

Se utiliza una perforadora con broca sin fin para realizar el barrenado, después de barrenar, la perforadora puede cambiarse de ubicación, para permitir la construcción con la piloteadora estática. Las obras con la perforadora con broca sin fin tienen los siguientes pasos:

Preparación → Instalación y puesta a punto del equipo → Posición y replanteo → Perforadora a sitio →  
Perforación del terreno → Traslado de la perforadora.

Cuando la resistencia del pilote se eleve se puede activar el dispositivo de barrenado del centro del pilote.



Fotografía 13 Sistema de barrenado para el centro del pilote

Fuente: Metro Línea 1, 2023



► Descabece de pilotes

Los pilotes construidos previamente deberán ser descabezados atendiendo a la geometría del dado y sus niveles de desplante. Para lo cual se cortará el pilote a nivel del suelo, utilizando demoledor para exponer los elementos de acero. Para poder efectuar la demolición, primero se hace un corte con pulidora de disco cortando estos elementos con una pulidora con disco de corte adiamantado de manera que la sección a cortar del pilote sea separada del elemento. Finalmente se golpea el segmento a cortar con las “patas” de la piloteadora estática, descabezando efectivamente el pilote. Posteriormente se instala un aditamento especial dentro del pilote PC, que permite conectar el acero de empalme del pilote, con el acero del dado. Dicho aditamento instalado a una profundidad de tres metros permitirá fundir al interior del pilote desde dicha profundidad.



Fotografía 14 Descabece de Pilotes PHC

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Conexión de pilotes

Con base a los requerimientos de diseño, la longitud de los pilotes utiliza el método de conexión por soldadura en las ranuras biseladas alrededor de la tapa superior del pilote.

Al aplicar la soldadura, se debe realizar con dos máquinas soldadoras simétricamente, al momento de soldar deben aplicarse 4 a 6 puntos de soldadura en puntos simétricos alrededor del biselado, y aguardar a que las secciones superior e inferior del pilote estén fijas para entonces aplicar la soldadura por capas, se recomienda que la aplicación de la soldadura se realice simétricamente por dos soldadores, no deben ser menos de 3 capas, la escoria de la soldadura de la capa interior debe limpiarse correctamente antes de continuarse con el soldado de las capas exteriores, la costura de soldadura debe ser completa y continua, para la construcción. Queda terminantemente prohibido enfriar con agua o hundir el pilote inmediatamente después del soldado.



Fotografía 15 Soldadura en sitio entre Pilotes

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.9.3 Datos de cimentación

Los pilotes construidos estarán integrados por un dado de concreto, que tendrá diferentes tipologías y dimensiones, según las indicaciones de los planos estructurales no objetados.

Una vez concluida la construcción de los pilotes, se tienen dos alternativas diferentes para la construcción del dado

#### ► Alternativa 1:

Dado que en algunas zonas del viaducto el espacio disponible según la infraestructura existente y las etapas del PCAD es reducido, es muy importante evitar ocupar mucho espacio, con el fin de garantizar el flujo permanente del tráfico y evitar tener interferencias adicionales a las identificadas en el caso de las redes de servicio público. Por tal motivo se presenta la siguiente alternativa:

- Una vez replanteada la silueta del dado, se inicia el proceso de table-estacado garantizando los recubrimientos necesarios de tal manera que la geometría del dado se mantenga.
- El equipo por utilizar será el adecuado, ya que, posteriormente una vez fundido el dado, se deberá recuperar la tablestaca y se reutilizará en los siguientes dados.
- Las especificaciones técnicas y dimensiones del tablestacado serán definida con los especialistas en suelos y estructuras de tal manera que esta permita realizar las actividades de excavación requeridas para habilitar el área donde se efectuará el armado del dado.
- Una vez instalada y asegurada la tablestaca, en los niveles definidos se procederá con la excavación del dado hasta alcanzar el nivel requerido
- Se procederá al descabece de los pilotes y limpieza de la excavación.
- Se construirá un pozo de achique de tal manera que, en caso de precipitaciones, el agua llegue a esta zona y pueda ser bombeada al exterior de la excavación.

- ▶ Instalación del concreto pobre que permitirá tener un trabajo limpio para el armado de la parrilla del dado.
- ▶ Replanteo del dado para ubicar el acero de la parrilla.
- ▶ Armado de la parrilla asegurando el refuerzo pre-figurado necesario entre pilotes y dado; y dejando el refuerzo que amarrará el dado con la pila. Se dejarán las provisiones de seguridad necesarias para que el personal de armado del dado pueda salir del dado, una vez se amarre el refuerzo de pilotes con el refuerzo del dado.
- ▶ Instalación de la infraestructura necesaria para el sistema de apantallamiento del viaducto.
- ▶ Dependiendo del espacio existente para los empalmes del acero de refuerzo, se dejarán conectores mecánicos, o se dejarán los empalmes en el acero según cumplimiento de norma.
- ▶ Fundida del dado.
- ▶ Una vez alcanzada la resistencia solicitada por diseño, retiro del tablestacado.



Fotografía 16 Construcción de Dados. Alternativa 1

Fuente: Metro Línea 1, 2023

▶ Alternativa 2:

Una vez replanteada la silueta del dado, se inicia con la excavación hasta nivel inferior del dado de acuerdo con los niveles definidos por el diseño estructural, más la altura necesaria para la capa de concreto de limpieza. Se deja un sobrancho de un metro que permita la instalación de la formaleta requerida para fundir el dado de cimentación, y la instalación de puntales y accesorios que permitan

mantener la formaleta fija durante la fundida. Adicionalmente de ser necesario, se dejarán taludes de protección de acuerdo con las recomendaciones del estudio de suelos y/o geotécnica, teniendo en cuenta las condiciones existentes de la infraestructura que se va a intervenir, y/o en su defecto entibado de seguridad que garantice la realización de los trabajos de una manera segura.

- ▶ Se construirá un pozo de achique de tal manera que, en caso de precipitaciones, el agua llegue a esta zona y pueda ser bombeada al exterior de la excavación.
- ▶ Se descubren los pilotes, y se realiza el descabece para eliminar el concreto contaminado; y se restituye el acero del pilote si fue afectado.
- ▶ Instalación del concreto pobre que permitirá tener un trabajo limpio para el armado de la parrilla del dado.
- ▶ Se arma el acero de refuerzo del dado de cimentación sobre la superficie generada por el concreto de limpieza.
- ▶ Instalación de la infraestructura necesaria para el sistema de apantallamiento del viaducto
- ▶ Fundida utilizando bombas de concreto, mangueras, mixer y vibrador para garantizar un asentamiento homogéneo de la mezcla entre la armadura de acero. El concreto debe cumplir las recomendaciones de fluidez y resistencia especificados en el diseño estructural, una vez fundido se debe implementar lo consignado en el plan de inspección y ensayos aprobado previamente en le adjudicación del contrato.



Fotografía 17 Inicio metodología de construcción de Dados  
Alternativa 2

Fuente: Metro Línea 1, 2023





Fotografía 18 Construcción de Dados. Alternativa 2

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Fotografía 19 Armado de hierro para la construcción de Dados  
Alternativa 2

Fuente: Metro Línea 1, 2023

En la Figura 175 se presenta el proceso de construcción de los dados de cimentación:



Figura 175 Proceso de construcción dados de cimentación

Fuente: Metro Línea 1, 2022

### 3.2.9.4 Pila

Las actividades de cimentación se darán a lo largo de los 6 tramos, sin embargo, en los tramos 1,2 y 3 se plantea la construcción en su mayoría de pilotes hincados y dados de cimentación, mientras que en los tramos 4, 5 y 6 se construirán pilotes pre excavados, teniendo una alta intervención en los 3 primeros tramos y mucho menor en los últimos 3 tramos.

En la Figura 176 se presenta el proceso de construcción de los pilotes:

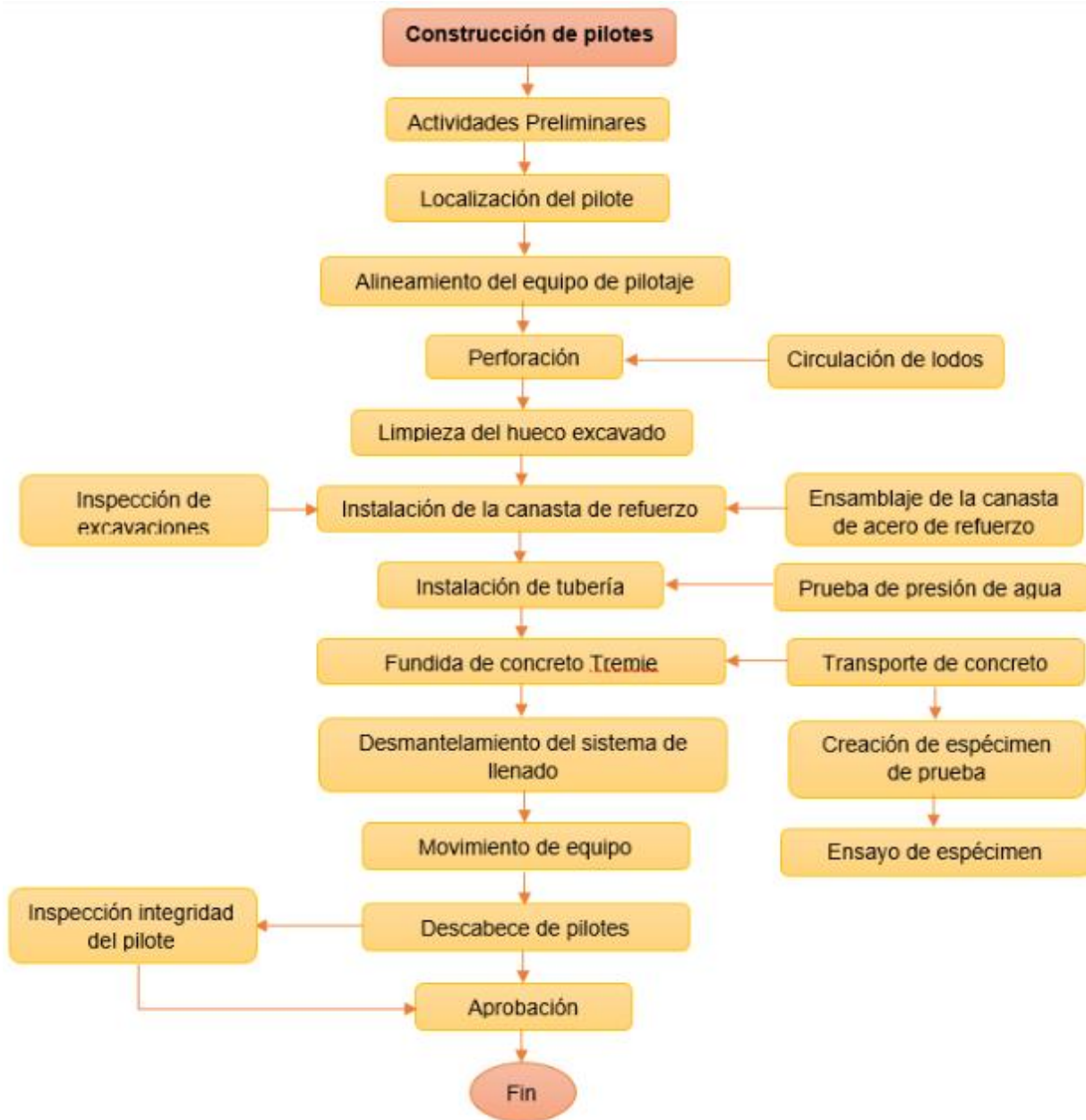


Figura 176 Proceso de construcción pilotes

Fuente: Metro Línea 1, 2022

La infraestructura se compone de la construcción de las pilas y vigas capitel de la estructura del viaducto. De manera general, después de que se completa la construcción de la cimentación, se procede con la construcción de las pilas.

A lo largo del viaducto se presentan pilas macizas cuyo diámetro oscila entre los 3.0 – 2.5 metros de

diámetro, y longitudes con un promedio de 15 metros de altura.

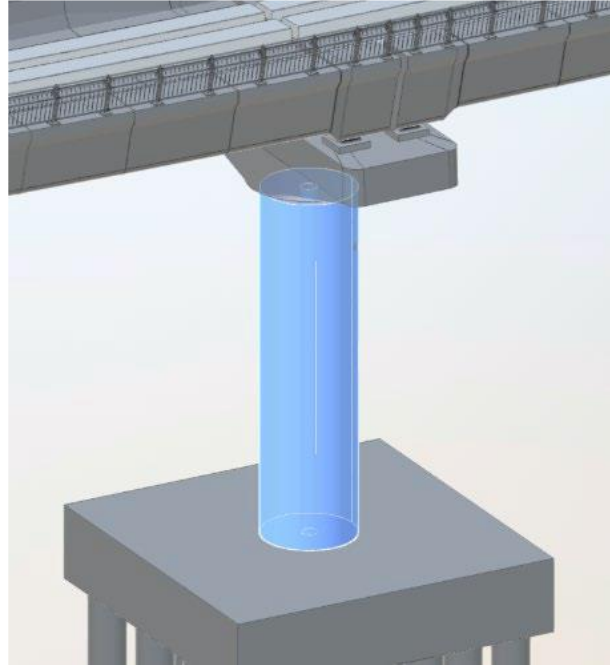


Figura 177 Subestructura Pila

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Fotografía 20 Armado de hierro construcción de pila (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Respecto al proceso constructivo para la construcción de la pila tenemos:

- ▶ Una vez fundido el dado, se hace el replanteo del eje de la pila, y se verifica el posicionamiento del acero de refuerzo proveniente del dado de cimentación.
- ▶ Una vez verificado el posicionamiento, la parrilla de refuerzo prefigurado se armará en sitio, usando andamios que provean la altura suficiente y segura para esta labor.
- ▶ Se conectarán de manera manual todos los empalmes requeridos para asegurar la continuidad del acero a lo largo de la pila, proveniente del dado.
- ▶ Adicionalmente se instalarán los accesorios necesarios para los sistemas: a) Drenaje del viaducto, b) Sistema de apantallamiento, c) embebidos para asegurar la formaleta de la viga capitel. d) embebidos para asegurar la estructura de la viga lanzadora.
- ▶ Una vez se haya revisado el posicionamiento final de todos estos elementos al interior de la pila, se procede con el armado del encofrado, el cual deberá garantizar la rigidez de la estructura, teniendo en cuenta la esbeltez de las pilas.
- ▶ Se instalarán parales laterales que garanticen la verticalidad de la formaleta de las pilas. Dicha verticalidad se estará revisando permanentemente con topografía, de tal manera que se cumplan con las tolerancias del proyecto.
- ▶ Se procede con el vaciado del concreto, asegurando la homogeneidad de la mezcla en todo el volumen, utilizando un concreto que lo garantice, y evitando cualquier tipo de fuga que permita el escape del concreto a lo largo de la pila.

Para pilas con una altura superior a 20 metros, la fundida se hará en dos etapas, de lo contrario serán fundidas monolíticas.



Fotografía 21 Fundida de concreto construcción de pila (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

La pila se construirá por secciones mediante una formaleta autotrepante. Debido a que la altura máxima del vertido del concreto es de 6 metros. El inicio del acero de la pila al quedar embebido dentro del dado se amarrará a la canasta de refuerzo (la cual ha sido preensamblada). Dicha canasta será izada mediante grúas. Luego, una vez instalada la canasta de refuerzo, se procederá con la instalación de la formaleta y apuntalamiento, la cual estará debidamente reforzada en la parte inferior, sitio donde ejercerá mayor presión el concreto. Una vez el encofrado esté listo, se procederá con el vaciado del concreto, el cual será debidamente vibrado. Finalmente se retirará la formaleta, para proceder con el curado de la pila.



Fotografía 22 Formaleta para construcción de pila (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

En la Figura 178 se presenta el proceso de construcción de las pilas:

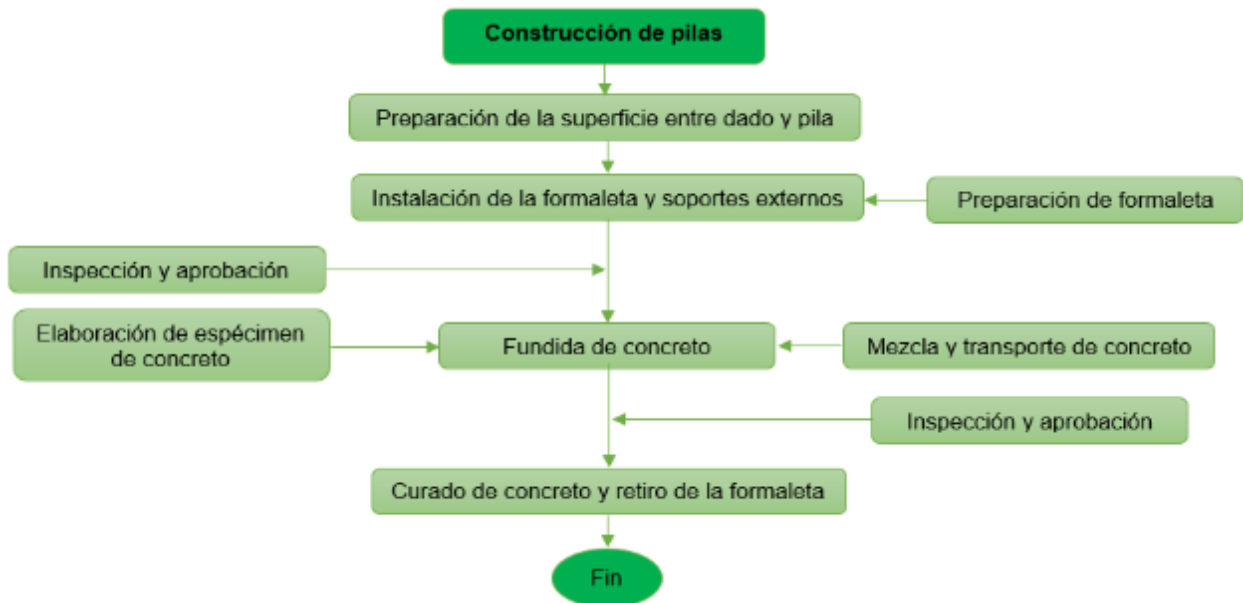


Figura 178 Proceso de construcción pilas

Fuente: Metro Línea 1, 2022

### 3.2.9.5 Viga capitel

Una vez construidas las pilas se procede con la construcción de los capiteles, que soportarán las vigas U del viaducto.

Respecto al proceso constructivo para la construcción de las vigas capitel tenemos:

- ▶ Una vez fundida la pila, se hace el replanteo de la viga, y se verifica el posicionamiento del acero de refuerzo proveniente de la pila.
- ▶ Una vez verificado el posicionamiento de la pila, y teniendo en cuenta el fraguado del concreto, se instalará la formaleta tipo consola / encofrado autoportante, la cual estará adosada a la pila
- ▶ Ya con la formaleta instalada en sitio, cumpliendo con todas las normas de seguridad y técnicas requeridas, se izará la canasta de la viga capitel, la cual ha sido pre-armada, y se harán los empalmes necesarios con el acero proveniente de pila.
- ▶ Se conectarán de manera manual todos los empalmes requeridos para asegurar la continuidad del acero desde la pila.
- ▶ Adicionalmente se instalarán los accesorios necesarios para los sistemas: a) Drenaje del viaducto, b) Sistema de apantallamiento, c) embebidos para asegurar la estructura de la viga

lanzadora.

- ▶ Una vez se haya revisado el posicionamiento final de todos estos elementos al interior de la viga, se procede con el armado del encofrado, el cual deberá garantizar la rigidez de la estructura, teniendo en cuenta la esbeltez del capitel.
- ▶ Se instalarán los embebidos necesarios en la parte superior de la viga capitel, los cuales se requieren para conectar y soportar las vigas U.
- ▶ Se procede con el vaciado del concreto, asegurando la homogeneidad de la mezcla en todo el volumen, utilizando un concreto que lo garantice, y evitando cualquier tipo de fuga que permita el escape del concreto a lo largo de la pila. El vaciado se hará mediante camiones Mixer, bomba estacionaria mangueras o tubería
- ▶ Durante el vaciado se verificará permanentemente el posicionamiento de los embebidos y refuerzo de las vigas U.
- ▶ Teniendo en cuenta el volumen solicitado, se deberá garantizar la provisión de concreto continua, evitando cualquier posibilidad de una junta fría.
- ▶ Una vez fundida la viga capitel se instalan los denominados aparatos de apoyo según la característica indicada en el Diseño estructural.



Figura 179 Encofrado viga capitel (fotos de referencia)

\* Consolas de gran carga / sistemas de encofrado autoportante Formaleta diseñada para la ejecución de partes de estructura de hormigón en voladizo y considerable altura. También para construir dinteles y cabezas de pila (dovela 0).

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Esta actividad será ejecutada en los 6 tramos, sin embargo, se realizará en mayor medida en los tramos 1, 2 y 3 y en zonas puntuales en los tramos 4, 5 y 6, teniendo en cuenta que se debe tener la cimentación, para la posterior construcción de estos elementos En la Fotografía 23 se presenta un ejemplo de la construcción de pilas y vigas capitel:



Fotografía 23 Construcción de pilas y vigas capitel

Fuente: (Alsina, 2022)

En la Figura 180 se presenta el proceso de construcción de las vigas capitel:

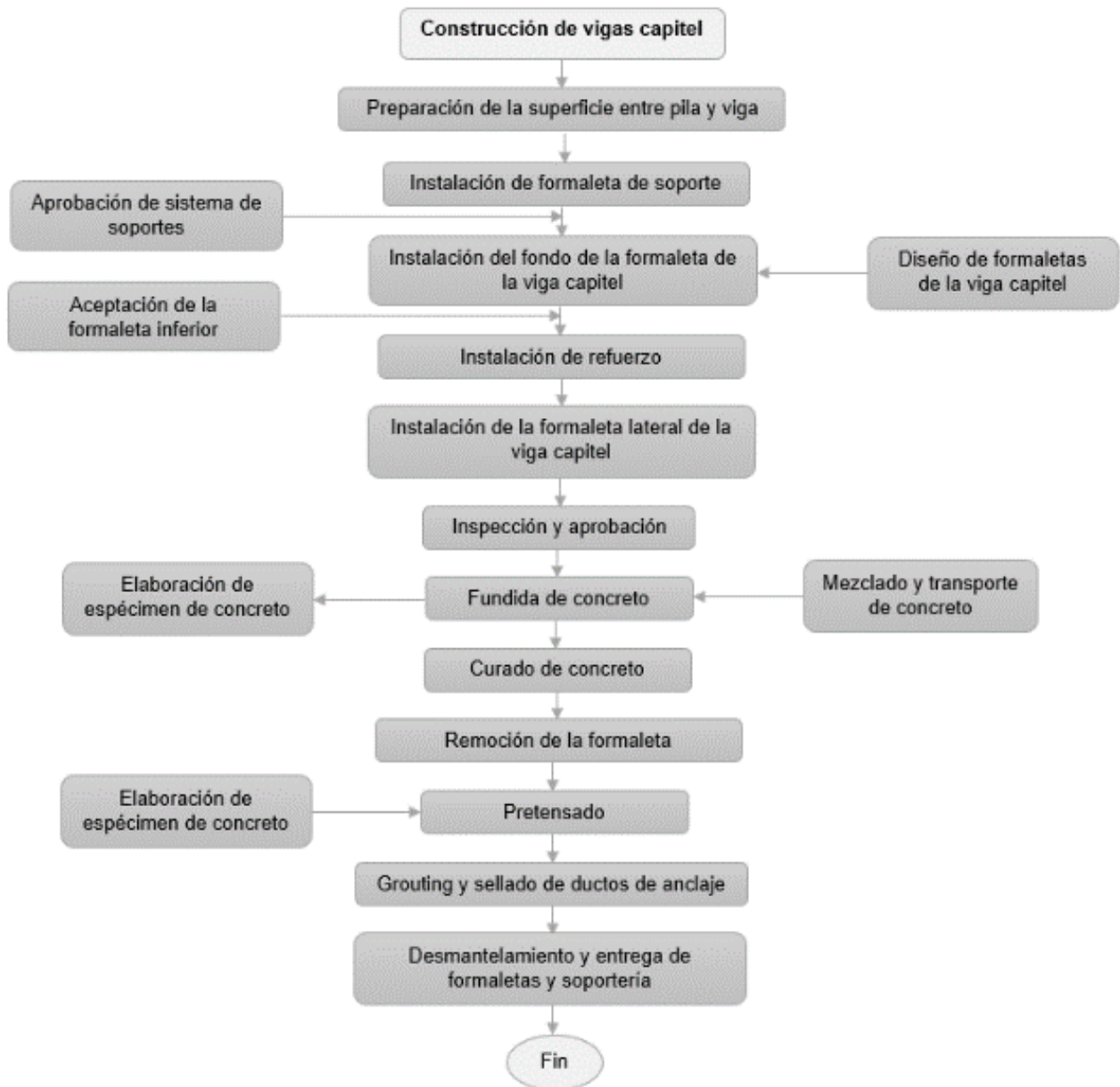


Figura 180 Proceso de construcción vigas capitel

Fuente: Metro Línea 1. 2022

### 3.2.10 Construcción superestructura del Viaducto

La super estructura del viaducto es la parte en donde actúa la carga móvil de sistema férreo por donde transitará el metro.

La construcción de esta sección del viaducto está constituida por: izaje e instalación de vigas U, izaje e instalación de vigas cajón, losas del viaducto.

#### 3.2.10.1 Vigas U

Las vigas y son elementos prefabricados contruidos en el Patio Taller. El montaje de las Vigas U y vigas cajón requerirán del uso de vigas lanzadoras. Esta maquinaria deberá instalarse en el sitio previo a la llegada de los segmentos de Vigas a los frentes de trabajo. Además, cada uno de los pórticos instalados en la obra deberá contar con un estabilizador delantero, dos estabilizadores intermedios, un estabilizador trasero, un carro de elevación principal, el sistema de suspensión de la viga, un crucero, un sistema eléctrico y un sistema hidráulico. Una vez instalado el sistema, es importante ejecutar procesos de verificación y aseguramiento de la calidad para evitar futuros problemas durante la construcción.

Una vez que se instala la viga lanzadora y se transportan las vigas al sitio, se puede iniciar el proceso de lanzamiento. Inicialmente, los segmentos de vigas deben colocarse debajo del tramo a construir o en el tramo anterior si hay interferencias bloqueando el camino (como estaciones BRT). Luego, la grúa se usa para izar cada Viga, que a su vez se mantiene en su lugar mientras se lanzan el resto de las vigas para el tramo. Después de lanzar todos los segmentos, puede llevarse a cabo el proceso de ensamblaje.

En la situación descrita anteriormente, donde el lanzamiento se debe realizar desde el vano anterior, es necesario colocar las vigas una a una en la zona junto a los vanos ya contruidos. Una vez hecho esto, comienza el proceso de lanzamiento y las dovelas se colocan en un camión que luego transporta la dovela al vano a construir. Una vez que los segmentos se llevan a la posición adecuada, el proceso continúa como se describió anteriormente.

Una vez que los segmentos del tramo se han lanzado y posicionado correctamente, los segmentos deben ensamblarse juntos. Esto se ejecutará de acuerdo con las especificaciones establecidas en los diseños, implicando el uso de un epóxico (esto puede cambiar en los diseños finales) que se aplicará en la totalidad de las caras de ensamblaje de la viga. Una vez aplicado el epóxico, se ensamblan los segmentos y se aplica un tensado temporal para asegurar la correcta adhesión de todos los segmentos.

Finalmente, tras ensamblar correctamente el tramo con las vigas, debe llevarse a cabo el proceso de postensado o pretensado. Este proceso de tensado debe seguir las especificaciones de diseño, también debe tenerse en cuenta el correcto llenado de los orificios de tensado con cantidades adecuadas de grouting. Una vez finalizado este proceso, garantizando la resistencia de diseño del elemento, se deberá rebajar el vano en los puntos de contacto con la pila del viaducto y asegurarlo según los requisitos de diseño.

En la Fotografía 24 se muestra un ejemplo de cómo se realizará la instalación de las vigas lanzadoras:



Fotografía 24 Instalación de vigas por medio de lanzador de vigas

Fuente: Zoke-crane, Concrete Beam Launcher. 2022

A continuación, se realiza una descripción del paso a paso para la instalación de las Vigas U

► Transporte de las vigas U

Según el orden de montaje de los segmentos de viga en forma de U, se utiliza una grúa pórtico para transportar los segmentos y levantarlos sobre un camión de transporte. Se aseguran firmemente en el carro y se transportan a la obra principal siguiendo la vía principal, donde esperarán a ser izados e instalados por la grúa de montaje.



Fotografía 25 Formaleta para construcción de pila (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023



► Elevación y suspensión de la Viga U.

Alimentación de vigas desde abajo: El camión de transporte de los segmentos de viga se estaciona directamente debajo de la grúa de montaje, y la grúa de montaje levanta los segmentos de viga. Comenzando desde la instalación del soporte de cruce, los segmentos de viga se izan secuencialmente y se cuelgan de la viga principal de la grúa de montaje (viga lanzadora). Durante el izado, los segmentos de viga se colocan de forma escalonada para facilitar el posicionamiento y el encolado de los segmentos.



Fotografía 26 Elevación y suspensión vigas U (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Alimentación desde la parte trasera: El vehículo de transporte lleva los segmentos de viga desde el área de prefabricación hasta el sitio de instalación debajo del puente. Se utilizan grúas móviles para izar los segmentos de viga hasta el carro de transporte sobre el puente. El carro de transporte lleva los segmentos de viga hasta la parte trasera de la grúa de montaje, y la grúa de montaje levanta los segmentos de viga. La grúa de montaje mueve los segmentos de viga longitudinalmente hacia la posición de instalación y los cuelga en el almacén de la grúa de montaje. Los demás procedimientos son similares a la alimentación desde abajo.

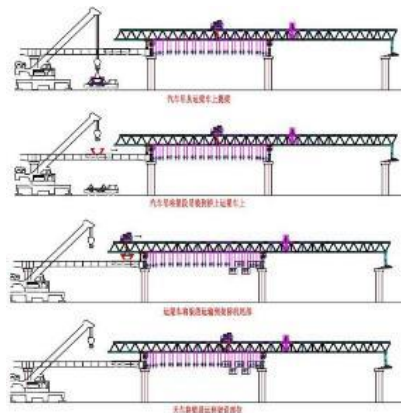


Figura 181 Proceso de elevación y suspensión de las vigas U

Fuente: Metro Línea 1. 2022

► Ensamblaje de prueba de la Viga U segmentada

Para asegurar la altura y la inclinación consistentes de las superficies de empalme de los dos segmentos de viga en forma de U, y reducir el tiempo de ajuste de posición después del encolado, se realiza un ensayo de ajuste previo antes del encolado. Durante el ensayo de ajuste previo, se ajusta la altura del segmento de viga que se va a ensamblar para que las superficies de empalme de los segmentos de viga se alineen. Se asegura que las superficies de empalme de los segmentos de viga estén completamente coincidentes, se verifica la altura de los bloques de los segmentos de viga, la línea central y la coincidencia de las superficies de empalme, la alineación de las juntas de los conductos de pretensados temporales y la disponibilidad de barras de pretensado temporales y equipos de tensado.



Fotografía 27 Ensamble Vigas U (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Mezclado y aplicación de adhesivo

Se selecciona el tipo de adhesivo epoxi según los requisitos de diseño. Antes de usar el adhesivo epoxi, se mezclan las diferentes componentes en proporciones adecuadas y se mezclan uniformemente con una pistola de mezclado especial. Luego, se aplica el adhesivo epoxi con el espesor requerido de acuerdo con el diseño. Después de completar la aplicación del adhesivo, se utiliza una espátula especial para verificar el grosor y eliminar el exceso o rellenar las áreas insuficientes del adhesivo epoxi.



Fotografía 28 Viga U (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Posicionamiento preciso de Viga U

Una vez completado el encolado, se utiliza el equipo de izado de la grúa de montaje para acercar lentamente el segmento de viga que se va a instalar al segmento ya instalado, y se realiza un ajuste preciso utilizando el sistema de posicionamiento montado en el equipo de izado.

► Aplicación de pretensado temporal

Después de que los segmentos de viga estén posicionados con precisión, se aplica la pretensión temporal en el fondo de las vigas en forma de U. Tomando el ejemplo de un segmento de viga tipo C, se utilizan barras de acero corrugado laminado en caliente con un diámetro de 32 mm para la pretensión temporal. Se instalan 4 apoyos de pretensión en el fondo de la viga, y 2 en los bordes.

► Tensado y grouting de los tendones de pretensado dentro de Viga U segmentada

Las barras de pretensión se tensan de forma sincrónica en ambos extremos y se siguen el orden de tensado diseñado. El tensado de pretensión temporal se realiza mediante un control simultáneo de la tensión y la elongación. Después de que se haya completado el tensado de todas las vigas de pretensión en un tramo, se realiza el relleno de lechada en los conductos de pretensión para asegurar que la lechada de cemento esté completamente llena y compacta en los conductos.



Fotografía 29 Tensado Viga U (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Colocación de la viga completa, construcción de juntas húmedas y pretensado continuo en la parte superior del pilote

Una vez que se haya completado la construcción de pretensado de las vigas en forma de U, se eleva el gato en la viga principal del armazón de la grúa de montaje y se levanta todo el tramo de vigas U levantando dos segmentos adyacentes en el borde del pilar. Luego, se sueltan las barras de izado en los segmentos restantes y se baja lentamente el tramo de vigas U utilizando el gato, colocándolo sobre los apoyos. Después de completar el proceso de colocación, se instalan encofrados de acero moldeado y se vierte el concreto en los enlaces húmedos entre los pilares intermedios y los segmentos de vigas. Una vez que se alcanza la resistencia de diseño, se realiza el tensado continuo de pretensión en la

parte superior del pilar intermedio, seguido de lechada de cemento y sellado. Se retiran los soportes temporales en los lados de los pilares intermedios.



Fotografía 30 Proceso instalación Viga U (fotos de referencia)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.10.2 Vigas cajón

Para la superestructura se utilizará en toda la línea un sistema de vigas cajón simplemente apoyadas, Las vigas cajón prefabricadas serán transferidas desde el Patio de Prefabricados utilizando dos grúas pórtico de 80 toneladas hasta el transportador de vigas, y luego serán trasladadas al sitio de instalación. Dependiendo del peso de las vigas cajón y las condiciones en el lugar, se utilizarán dos grúas móviles o una grúa móvil. La secuencia general de instalación se realizará viga por viga.

Los principales métodos de construcción para la instalación de vigas cajón se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 23 - Proceso Instalación Vigas Cajon

Proceso	Método de construcción	Esquema
Cargue de las vigas al transportador	Las vigas cajón ubicadas en los pedestales de almacenamiento serán elevadas por dos grúas pórtico de 80 toneladas que se comparten con las vigas en U en el patio de prefabricación y se colocarán en los transportadores de vigas. La viga cajón y el vehículo de transporte de vigas se fijarán firmemente con una cadena y un cable de acero, y se trasladarán hasta el muelle de instalación.	



Proceso	Método de construcción	Esquema
<p>Transporte</p>	<p>Las vigas cajón serán trasladadas por el transportador de vigas. Todas las medidas establecidas en los PMT (Planes de manejo de tráfico) deben ser adoptadas. Las vías de transporte deben cumplir con la capacidad de carga y radios de giro del transportador. Se deben verificar las condiciones existentes, y si es el caso realizar los debidos mejoramientos.</p>	
<p>Izaje</p>	<p>Para levantar vigas cajón de diferentes pesos y longitudes, se requieren grúas de camión de diferentes especificaciones y métodos de elevación. Para las vigas de 7,5 metros de longitud, se puede utilizar una sola grúa. Para una viga de 30 metros de longitud, se pueden utilizar dos grúas para las operaciones.</p> <p>Antes de cada izaje, la grúa debe ser trasladada a una posición adecuada de elevación, y se deben realizar todas las preparaciones, incluido el asentamiento del soporte. Durante el proceso de levantamiento, la velocidad de elevación y descenso de la viga de caja debe ser estable y uniforme, y no se permiten frenadas repentinas.</p> <p>La secuencia de elevación de un solo vano comienza desde la viga del lado interior y se eleva hacia la viga del lado exterior.</p>	

Fuente: Metro Línea 1, 2023

En la Figura 182 se presenta el proceso de construcción y ensamblaje de las vigas prefabricadas para el viaducto:



Figura 182 Proceso de ensamblaje Vigas

Fuente: Metro Línea 1. 2022

### 3.2.10.3 Construcción de vigas in situ para el viaducto

Una vez ensamblados y colocadas las vigas prefabricadas, se procederá a la construcción de las vigas de cierre o remate entre los tramos. Iniciando con el armado de la cimbra y la formaleta, se continua con el armado del acero de refuerzo para la parte inferior y se funde el concreto para la losa inferior, se realiza el armado del acero de refuerzo y de la formaleta para el resto del elemento cuando el concreto de la losa inferior ha fraguado.

Posteriormente se realiza el vertido del concreto para la losa en la parte superior del elemento, garantizando que se realice el debido vibrado del concreto para evitar futuras afectaciones, se deben dejar instalados ductos y acero para las actividades de tensado respectivas y posterior aplicación de grouting. Se finaliza la actividad con el desmontaje de la formaleta y cimbra instalada. Todas las actividades de construcción deben cumplir con los requisitos de diseño. Igual que con las vigas U, esta actividad será realizada como complemento de la instalación de las vigas U y vigas cajón, es decir que es posible que se ejecute en las mismas zonas donde se instalarán los elementos anteriormente nombrados.

En la Fotografía 31 se presenta la instalación de la cimbra para la construcción de las vigas in situ:



Fotografía 31 Esquema instalación de cimbra para viga in situ

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

En la Figura 183 se presenta el proceso constructivo para la viga in situ en concreto:

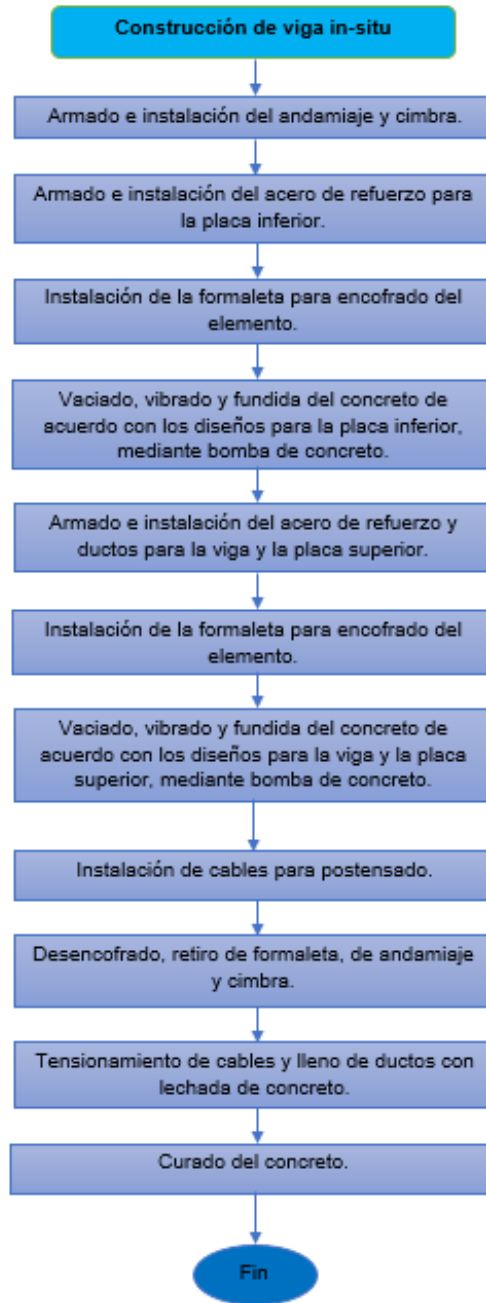


Figura 183 Proceso constructivo viga cajón

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.



#### 3.2.10.4 Adecuación Vía de acceso Temporal

La vía de servicio temporal es una obra necesaria para el transporte de los pilotes PHC y vigas U prefabricadas desde el Patio Taller hasta las pilas del frente de trabajo 1, así como para el posicionamiento de las máquinas piloteadoras encargadas de la ejecución del pilotaje (hincados PHC y pre-excavados). Esta vía tiene un ancho total de 10 metros, donde 6 metros permiten el transporte de los elementos prefabricados desde el Patio Taller y 4 metros corresponden a la plataforma de trabajo necesaria para las máquinas encargadas de la construcción de la cimentación de las pilas.

Para la adecuación de la plataforma se solicitó el permiso de ocupación de cauce desde el apoyo S1-13 al S1-18 zona con jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente el cual fue expedido por medio de la Resolución 02701 de 2023, con respecto a los apoyos del S1-18 hasta el S1-33 estos se ubica en jurisdicción de la Corporación Autónoma de Cundinamarca CAR, para este caso la autoridad se manifestó mediante el oficio No. 20232088945 del 29 de septiembre de 2023, donde manifiestan: “...En el marco de lo anterior, los cauces artificiales, entendidos como conductos descubiertos, construidos por el ser humano para diversos fines en los cuales discurre agua de forma permanente o intermitente, no son objeto de acotamiento de la ronda hídrica y tampoco de permiso de ocupación de Cauce...”. Con base en el conocimiento de los aspectos geotécnicos, capacidad de la subrasante y de solicitud (magnitud del tránsito), se analizó el diseño de espesores de pavimento para la vía de servicio temporal en el Exterior del Patio Taller con una longitud de 2,7 kilómetros de los cuales solo 900 m aproximadamente están dentro de la ronda hídrica del Canal Cundinamarca.

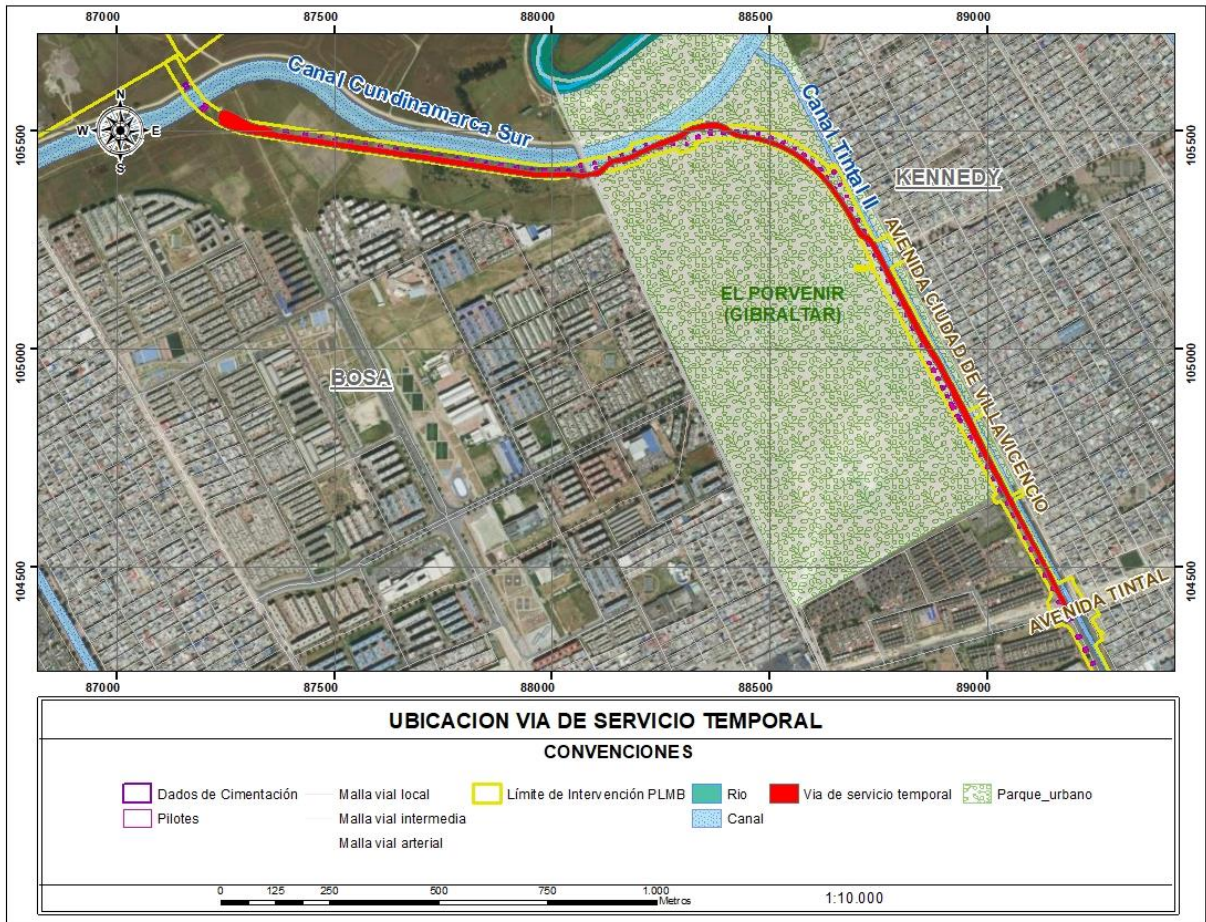


Figura 184 Ubicación vía de acceso Temporal

Fuente: Metro Línea 1, 2023

A lo largo del alineamiento se proyecta la construcción de un (1) retorno en la parte más occidental del trazado y cerca al Patio Taller (ver Figura 185), el cual servirá para el manejo y movilización de los remolques de transporte de piezas de pilotes y garantiza la circulación en ambos sentidos de los mismos manera que se tenga un corredor completamente integrado (Figura 185). Adicionalmente, se proyecta la construcción de una conexión en la Calle 49 sur (Figura 186). Esta conexión conectará la vía de servicio y el carretable existente para el acceso al patio taller y permitirá la movilización de piezas de pilotes desde el punto de fábrica en el Patio Taller, a las pilas donde se requiera.

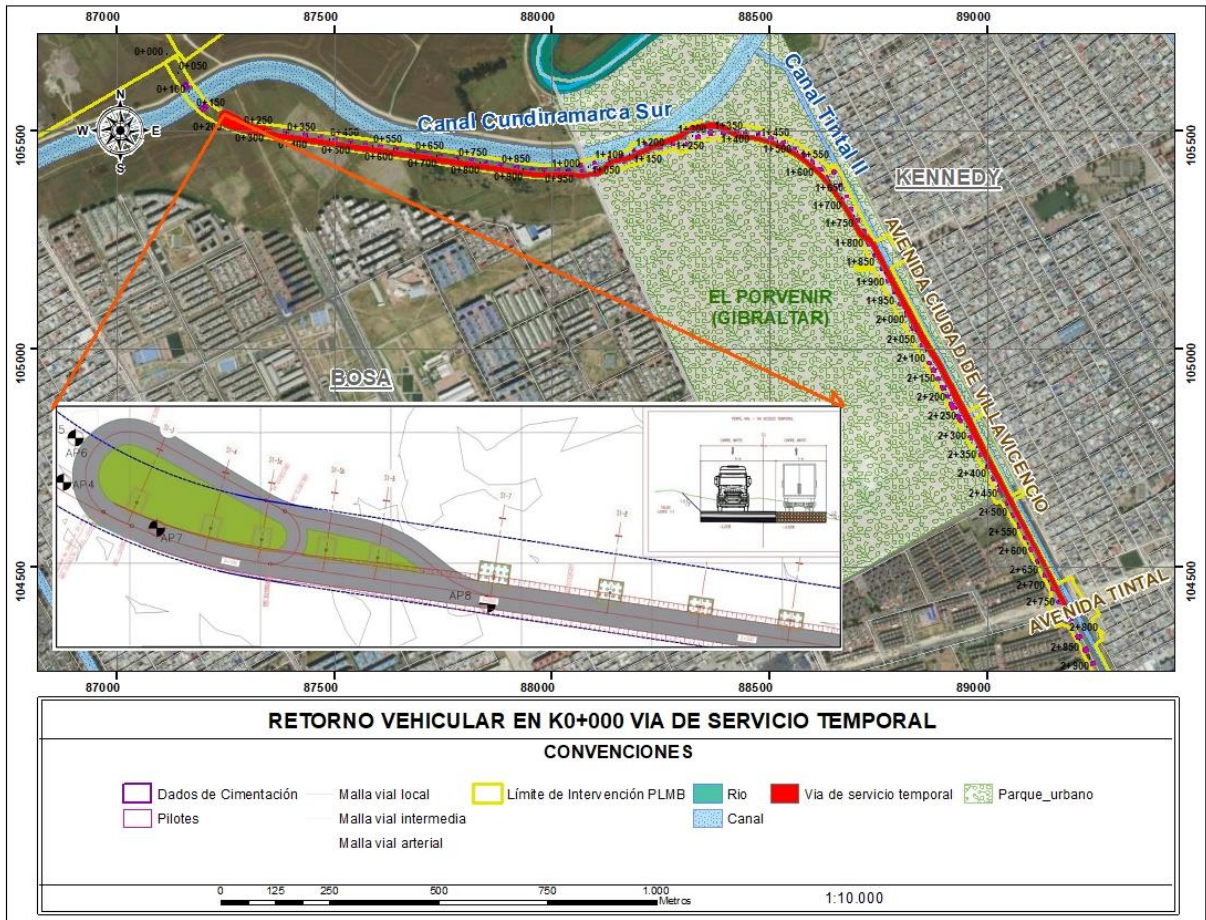


Figura 185 Retorno vehicular en K0+000 vía de servicio temporal

Fuente: Metro Línea 1, 2023



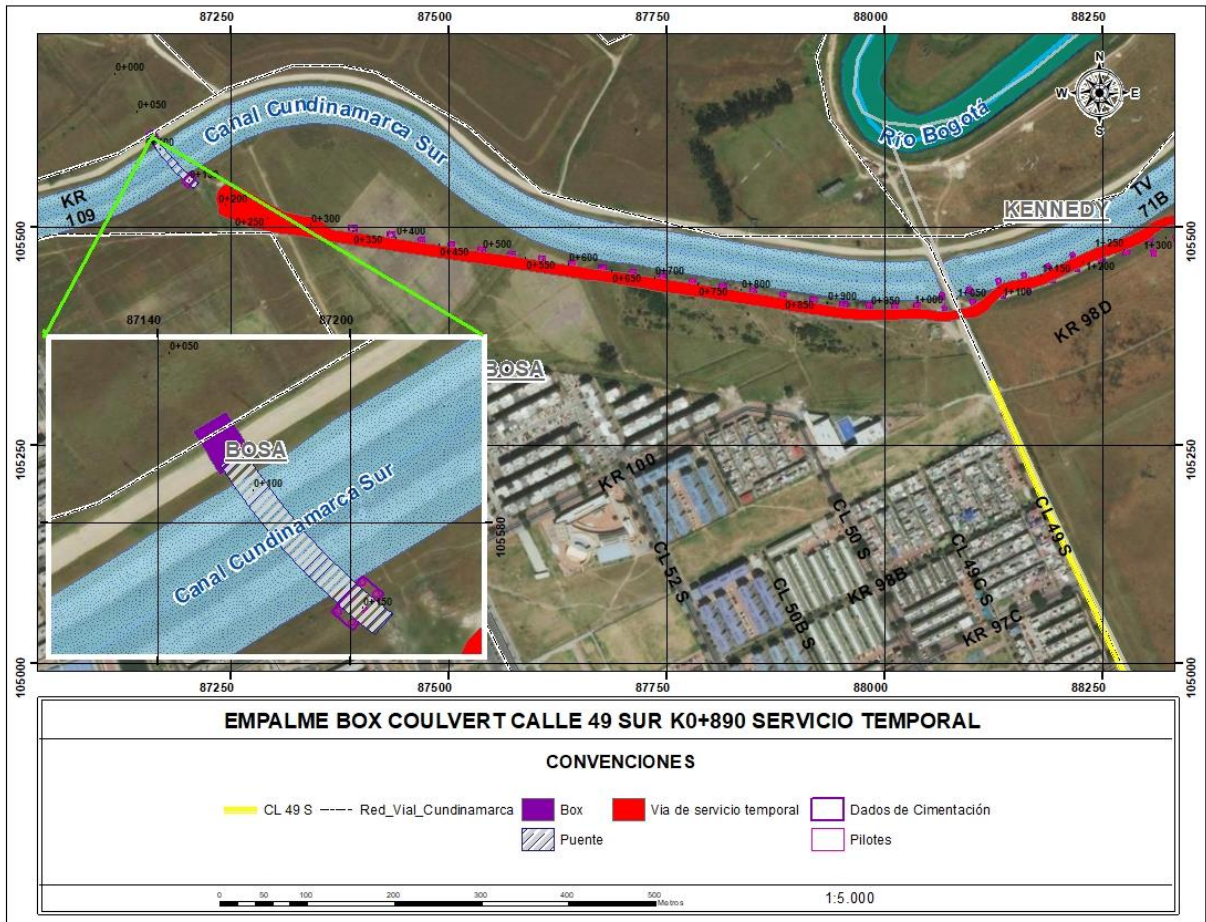


Figura 186 Empalme con box coulvert sobre la calle 49 sur K0+890 - vía de servicio temporal

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Teniendo en cuenta los requisitos de capacidad de la vía, los factores climáticos y las actividades de construcción contiguas a la vía, se tiene contemplado usar las siguientes alternativas de estructura de pavimento ilustradas a continuación (la alternativa 3 para la sección de la vía de 6 m de ancho y la alternativa 4 para la plataforma de trabajo de 4 m de ancho) la cuales aseguran una estructura capaz de soportar el peso requerido y aseguran que la construcción de las pilas sea la más segura y no haya derrumbamientos del terreno que puedan afectar el Canal Cundinamarca en los sectores donde las pilas están dentro de la ronda hídrica:



Tabla 24 - Espesores estructura de pavimento vía de servicio temporal

Material	Espesores sector 1 (cm)
Base estabilizada con cemento hidráulico Alternativa 3	22
Base granular Clase B Alternativa 4	24
Subbase granular clase B o con RCD Alternativa 3	34
Subbase granular clase B o con RCdD Alternativa 4	47
Mejoramiento con rajón	22

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023

En la figura a continuación se puede observar una sección típica de la vía de servicio temporal en la que se evidencia que se tendrán bombeos de  $-2\%$  a cada lado para así mismo permitir escurrimiento natural del agua hacia las zonas verdes circundantes.

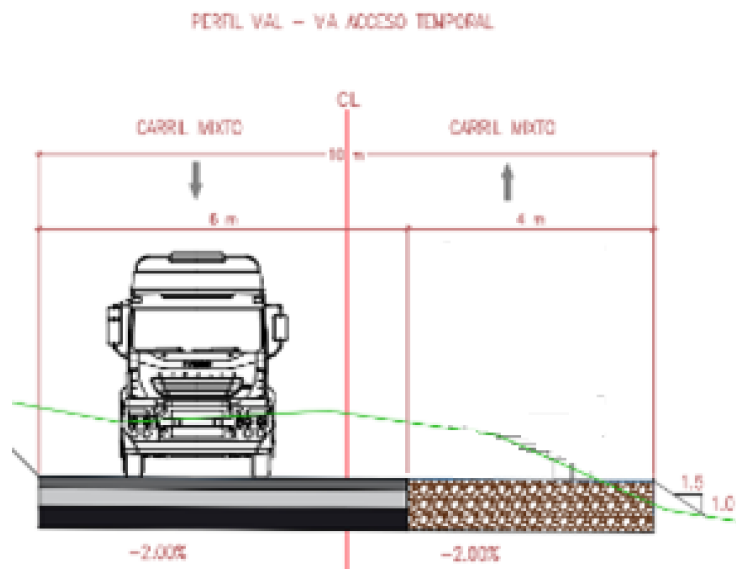


Figura 187 Sección perfil típica vía de servicio temporal

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Para la adecuación de esta vía de servicio se tendrán en cuenta las actividades preliminares tales como:

- ▶ Instalación y operación de campamento
- ▶ Cerramiento de obra
- ▶ Señalización de áreas

▶ Localización y replanteo

Las cueles fueron descritas en los numerales anteriores.

Ahora, teniendo en cuenta que la cota de la vía de servicio diseñada es inferior a la cota del terreno, se hace necesario realizar una excavación y la conformación de taludes. Para esto el procedimiento es el siguiente:

▶ **Descapote, Limpieza y excavación**

- ▶ Limpiar el sitio de cualquier vegetación, escombros y otras obstrucciones.
- ▶ Remoción de la capa vegetal. Descapote de 30 cm.
- ▶ Excavar y nivelar el sitio para crear el ángulo y perfil de pendiente requeridos para los taludes. Se debe tener en cuenta que siempre que se esté ejecutando cualquier excavación, la tierra que se saca aumenta de volumen entre un 20% a un 40% de acuerdo con la naturaleza del terreno. La excavación se hará con una retroexcavadora.
- ▶ Excavación hasta el nivel de la especificación dado por Metro Línea 1.
- ▶ Construir cualquier sistema de drenaje necesario para manejar el agua de escorrentía superficial durante la construcción y prevenir la infiltración.
- ▶ Nivelación y compactación (en caso de ser necesario).
- ▶ Colocar una capa de tela geotextil en la superficie de la pendiente preparada para prevenir la erosión del suelo.
- ▶ Instalar geogrids u otros refuerzos de geotextil para aumentar la estabilidad de la pendiente.

▶ **Instalación de material pétreo**

- ▶ Colocar una capa de piedra graduada o grava encima de la tela geotextil para formar una base estable para la pendiente.
- ▶ Compactar la capa de piedra o grava para lograr la densidad y estabilidad requeridas.

▶ **Instalación y compactación de suelo**

- ▶ Colocar una capa de suelo encima del material pétreo.
- ▶ Compactar la capa de suelo para lograr la densidad y estabilidad requeridas.
- ▶ Repetir el proceso de colocar y compactar capas de suelo hasta que se alcance la altura de pendiente requerida.

De manera más específica, para la estructura de pavimento de la vía de servicio el proceso se describe a continuación:

▶ **Mejoramiento con rajón**

- ▶ Difusión de material de cantera clasificado o rajón según los planos de diseño.
- ▶ Compactación hasta alcanzar un nivel de compactación definido por los planos de diseño.
- ▶ Revisión de calidad para verificar las propiedades de mejora.

▶ **Conformación de la Subrasante**

- ▶ Limpieza del sitio de cualquier escombros, vegetación u obstáculos, los cuales serán transportados a los sitios de disposición final autorizados por las entidades ambientales.
- ▶ Nivelación la subrasante del suelo a la elevación y pendiente indicadas en el diseño utilizando una motoniveladora.
- ▶ Compactación del suelo de la subrasante para lograr la capacidad de carga deseada y eliminar cualquier punto blando o huecos. Compactación de la subrasante utilizando un compactador de "Pata de Cabra".
- ▶ Colocación de la tela geotextil.

▶ **Estabilización con Suelo Cemento**

- ▶ Diseño del material del sitio definido por los planos de diseño. Base estabilizada con suelo-cemento al 5%.
- ▶ Humedecimiento mediante un camión cisterna del material dispuesto.
- ▶ Mezclado y extendido utilizando una motoniveladora de la mezcla de suelo-cemento del 5%. Pendiente de agua de lluvia garantizando el bombeo definido por los planos de diseño.

▶ **Instalación del Sistema de Drenaje**

- ▶ Excavación al lado contrario del canal de una cuneta triangular con las especificaciones presentadas en los planos de drenaje de la vía de diseño.

▶ **Hidrosiembra**

- ▶ Colocar una capa de suelo vegetal encima de la capa de suelo compactado de los taludes.
- ▶ Sembrar la capa superior del suelo con vegetación para proporcionar estabilización del suelo y control de la erosión.

Es clave mencionar que, para la conformación de taludes generados por la vía, en el tramo entre las pilas S1-28 a S1-32 la pendiente recomendada por el especialista geotécnico es de 1:1/2. Para ver los valores con los que se determinó está pendiente.

Es importante tener en cuenta que parte de la adecuación de esta vía de acceso temporal se encuentra ubicada dentro de la ronda hídrica del canal Cundinamarca. Sin embargo, teniendo en cuenta que la CAR con comunicación 20232088945 del 26 de septiembre de 2023, conceptuó: “(...) *los cauces artificiales, entendidos como conductos descubiertos, contruidos por el ser humano para diversos fines en los cuales discurre agua de forma permanente o intermitente, no son objeto de acotamiento de la ronda hídrica y tampoco de permiso de ocupación de cauce (...)*”, se concluye que no se requiere solicitar permiso de ocupación de cauce debido a que el Canal Cundinamarca es un cauce artificial.

El ancho de la vía contemplado es suficiente para la construcción de sí misma, por tanto, en caso de que se requiera utilizar un ancho adicional, se hará uso de solo 1 metro adicional del lado de la vía que está más lejos del Canal Cundinamarca.

A continuación, se presenta la ubicación del tramo de vía que está dentro de la ronda del canal Cundinamarca

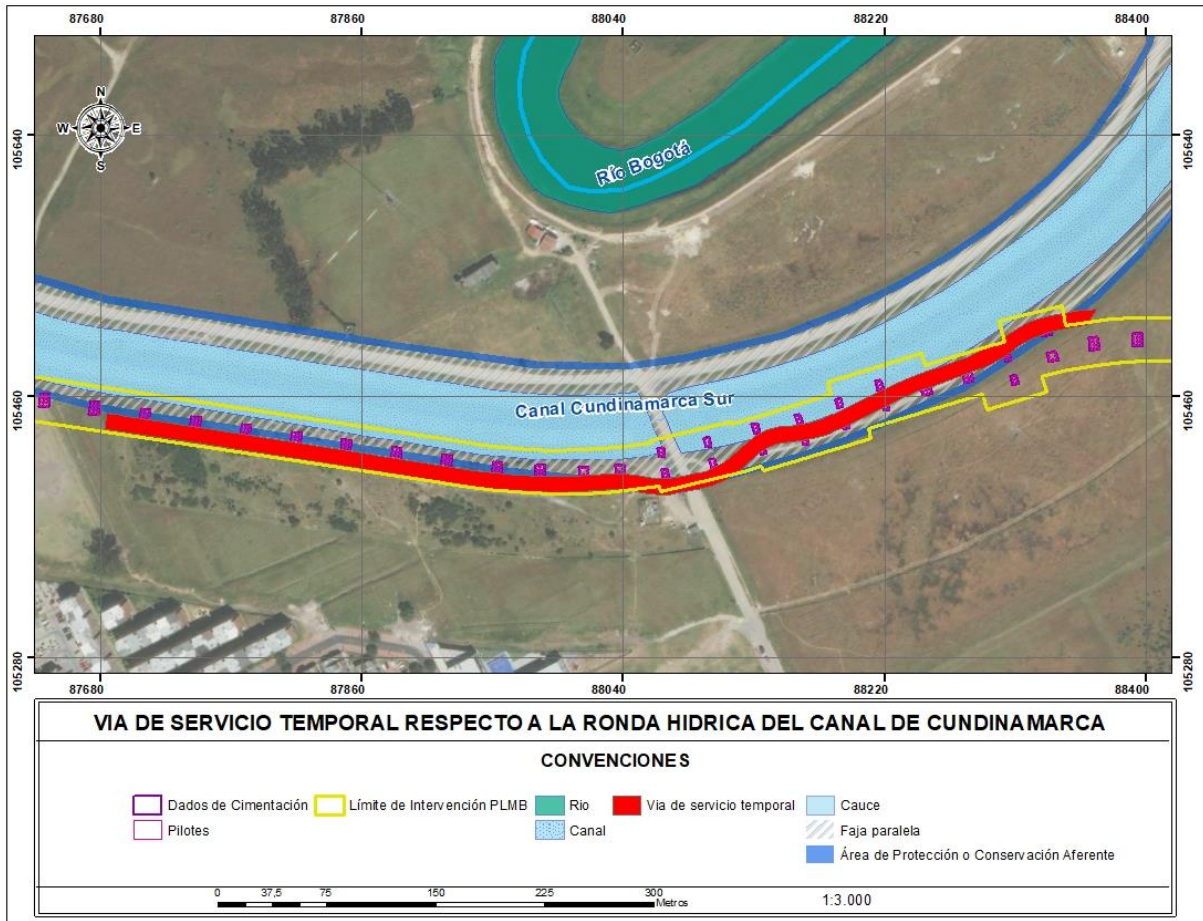


Figura 188 Vía de servicio temporal respecto a ronda hídrica del Canal Cundinamarca

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Una vez construida la vía temporal de servicio y de las actividades de medición y replanteo de las pilas, se debe asegurar que las plataformas de trabajo sean estables y tengan el espacio suficiente para que las máquinas piloteadoras puedan ejecutar las labores de cimentación de manera segura. En este sentido, es importante tener en cuenta las dimensiones de las dos máquinas que se tendrán: para los pilotes hincados PHC que representan la cimentación de las pilas S1-13 a la S1-27 se tendrá la Sunward ZJY 1060B la cual tiene 16 m de largo y 10 de ancho; por su parte, desde la S1-28 a la S1-32 se usará una SR-70 la cual tiene un diámetro de referencia de giro de 11 m.

Así es que, en primer lugar, considerando el peso, las dimensiones y las limitaciones de movimiento de la piloteadora estática Sunward, se realizó una verificación en campo y se determinó que es recomendable el uso de una línea de gaviones desde S1-15 a S1-27 que permita tener unos 10 metros de plataforma de trabajo desde la cara externa de la zapata. Si bien estos 10 metros no representan un área que vaya a ocupar en su totalidad la Sunward y su maniobra al realizar las labores de hincado (según las dimensiones de la máquina se prevé que se ocupe un aproximado conservador de 6 metros desde el borde externo de la zapata), esta dimensión de plataforma adicional brinda una distancia de seguridad y una estabilidad del talud del canal que previene eventos no deseados durante el proceso constructivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proceso constructivo de esta plataforma desde las pilas S1-15 a S1-27 es el siguiente:

- ▶ El primer paso consiste en realizar el descapote. El alcance de esta actividad es eliminar el césped en toda el área previamente marcada. Se estima se tenga un rendimiento de 900m<sup>2</sup> por día con un espesor variable entre 20 y 30 cm.
- ▶ El segundo paso es construir las líneas de gaviones como se muestra en la Figura 189 Plataformas. Estos gaviones son de 1m x 1m de sección transversal por 2 m de largo y se estima se instalen 22 unidades por día. La agrupación e instalación de estos gaviones dependerá de la topografía en cada sitio de plataforma, donde se requerirían entre una (1) fila, dos (2) como la más común y/o tres (3) líneas de gaviones dispuestos en escalera para aportar estabilidad a las plataformas. Este grupo de gaviones como sistemas de retención y estabilización se han calculado con software geotécnico Slide2 licenciado, en donde se determinó el equilibrio límite en cada caso y los factores de equilibrio requeridos normativamente para estructuras de construcción temporal.



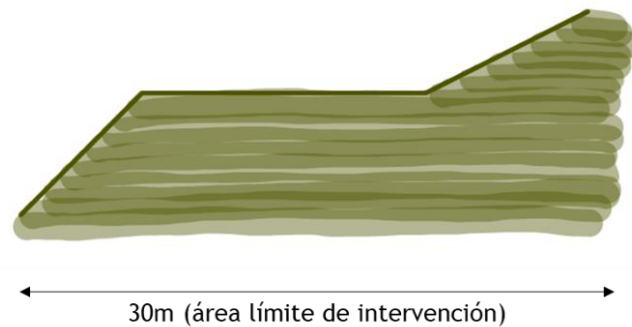


Figura 190 Estado inicial actual

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023.

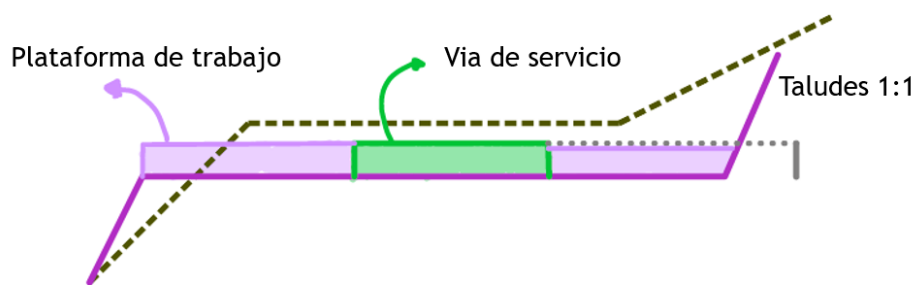


Figura 191 Esquema estado esperado para actividades constructivas de cimentación de las pilas S1-28 a S1-32

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023.

Como se puede de manera esquemática observar en la Figura 191, para alcanzar a posicionar la máquina de manera adecuada para el pilotaje de la pila izquierda posicionada en el talud del canal, hay que extender la plataforma de trabajo más allá del ancho de la vía. Para esto, se revisaron distintas alternativas y de acuerdo con el análisis de expertos en geotecnia, para realizar las tareas de pilotaje asegurando la estabilidad de la máquina piloteadora y la función hidráulica del canal Cundinamarca, las alternativas que fueron contempladas por su funcionalidad y estabilidad se describen a continuación. De estas, la alternativa 2 se usará para la pila S1-28 y la alternativa 3 para las pilas de la S1-29 a la S1-32.

► Alternativa 2 (Viable ≈ estable - costo) Elegida para S1-28

Consiste en construir un terraplén de suelo sostenido con un muro de retención con gaviones en el sentido longitudinal y confinado lateralmente con sacos de bolsa-suelo solo para la estabilidad lateral

del relleno, y no con la finalidad de soporte de carga. El gavión será el normalizado INVIAS ARTÍCULO 681 – ASTM-A975, de alambre galvanizado en caliente con recubrimiento en zinc de noventa y nueve por ciento (99 %) de pureza o doscientos sesenta gramos por metro cuadrado (260 gr/m<sup>2</sup>), diámetro mínimo de la malla de dos milímetros y siete décimas (2.7 mm), diámetro mínimo de alambre para las aristas y bordes deberá ser de tres milímetros con cuatro décimas (3.4 mm), y la resistencia a la tracción deberá estar entre treinta y ocho y cincuenta kilogramos por milímetro cuadrado (38 a 50 Kg/mm<sup>2</sup>).

La malla tendrá abertura de malla de ocho (8) por diez (10) centímetros, el alambre de los amarres y templetes deberá tener un diámetro mínimo de dos milímetros con dos décimas (2.2 mm), con dimensiones comerciales como 2x1x1 (LxAXH).

El Material de relleno del gavión consiste en rocas de canto rodado o de cantera, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro con excesiva alcalinidad, o, con compuestos salinos cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta. La masa unitaria del material deberá ser, cuando menos, de mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m<sup>3</sup>), para un total de gavión no menor de 1.5 T/m<sup>3</sup>.

El relleno posterior o en el trasdós del gavión se hará por capas de 30 cm de SBG-38, tolerante o B-200 compactados a no menos del 92% del Proctor modificado del material, este lleno se hará por cada fila de gaviones instalada.

En la imagen a continuación se puede observar un esquema de referencia del modelo geotécnico de la alternativa 2 (ver anexo Plataforma en Gaviones S1-29 a S1-32 (Alternativa 2)).

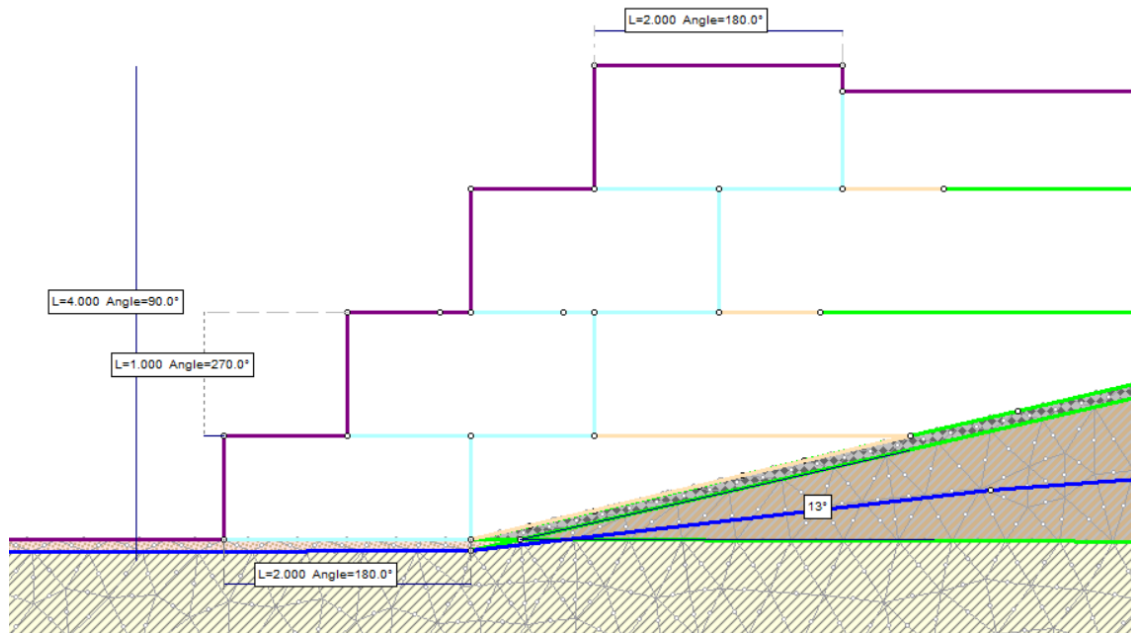


Figura 192 Esquema modelo geotécnico detalle gaviones alt 3

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023.



Esta alternativa de gaviones se usará en S1-28. Para esta pila, el primer paso corresponde al descapote y a la demolición de la estructura de Box Culvert que actualmente está en desuso por medio de una excavadora con martillo.

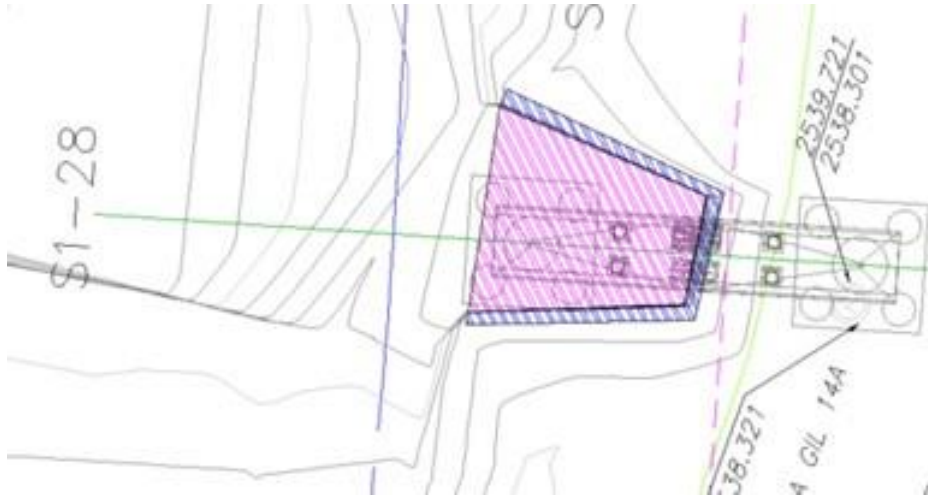


Figura 193 Box Culvert actual con interferencia en apoyo S1-28

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023

Posteriormente, se excava aproximadamente 3.5 m como se muestra en la figura a continuación (también mostrado en el plano anexo *Plataformas S1-28 a S1-32*) y se compacta la subrasante. Luego, se hace un relleno con material granular en capas de 20 cm y se instalan tres líneas de gaviones.

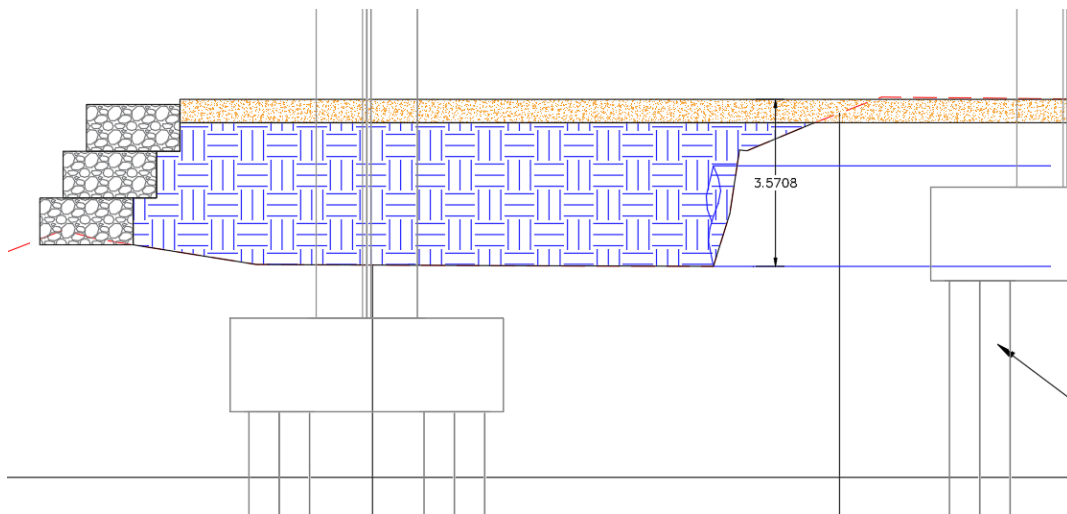


Figura 194 Esquema relleno y gaviones en pila S1-28

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023

► Alternativa 3 (Viable ≈ mejor rendimiento, estable y costos similares) Elegida para S1-29 a S1-32

Esta solución consiste en una excavación que tiene como fin crear una plataforma de trabajo que colinde con el revestimiento de concreto del canal, para las pilas **S1-29 a S1-32**. Desde el punto de vista geotécnico, el análisis de esta alternativa se realizó con el caso más crítico el cual es la pila S1-32 y es una alternativa consistente en NO realizar intervención directa dentro del área hidráulica del canal, planteando una influencia indirecta (Ver Anexo *Plataforma excavación S1-29 a S1-32 (Alternativa 3)*)

Si bien la plataforma se realiza de manera lineal o continua, la intervención directa sobre losas solo puede ocurrir a lo largo de 30 metros entre los apoyos S1-31 y S1-32, o incluso en parte del tramo que acerca al S1-33.

Posterior a la excavación de replanteo a la cota mostrada plano anexo *Plataformas S1-28 a S1-32*, se conforma la plataforma con material granular compactado tipo afirmado o B200 o granular abierto, con gradaciones apropiadas a los estándares del instituto Nacional de Vías y compactaciones no menores al 92% del ensayo de Próctor Modificado. De igual forma, debe tenerse en cuenta una rampa para acceder al nivel que se deja por excavación. Esta rampa tiene una pendiente del 7% que permite el paso seguro de la SR70, la grúa y demás al sitio de los pilotes y puede verse en el plano anexo.

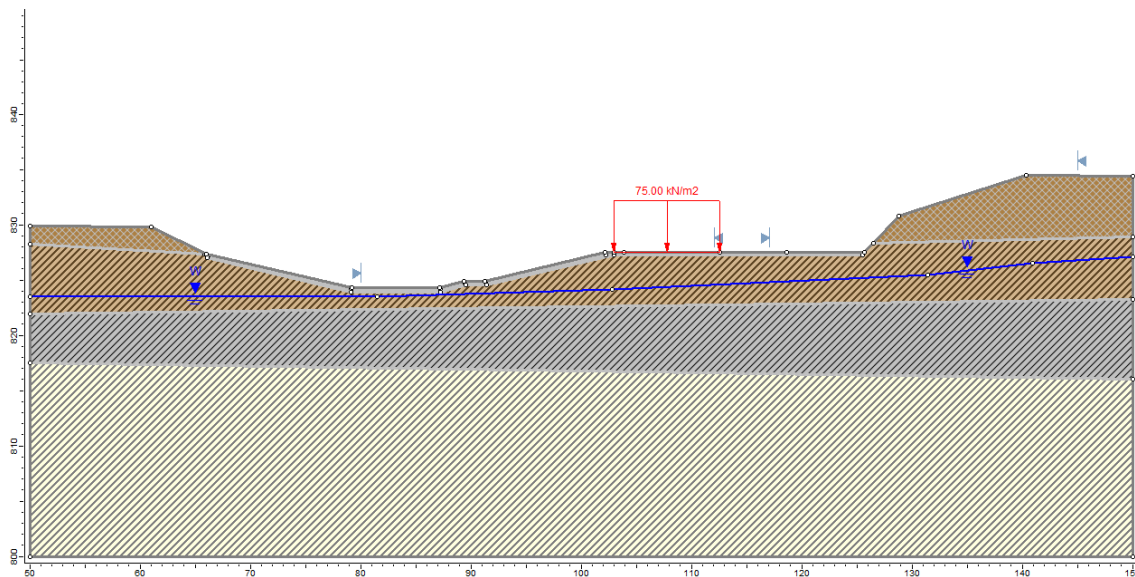


Figura 195 Alternativa 3 Esquema de Excavación de Plataforma a nivel de Cota de Vía de Servicio

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023

Esta alternativa implica un aproximado de más de 7600 metros cúbicos de excavación de material común. Se estima que se excaven 800m<sup>3</sup> por día y se instalen 300 m<sup>3</sup> de material granular por día incluyendo las dos capas (20 cm de subbase y 30 cm de material clase B-200).

Esta alternativa reduce el impacto en la sección hidráulica, erosión, y daño en las losas de revestimiento. Posteriormente, y de acuerdo con los diálogos con ALO, la EAAB y la empresa metro de Bogotá EMB,

se conectará este proceso con la posterior ejecución de las zapatas de cada grupo de pilotes de fundación del viaducto, más el urbanismo previsto en el área.

Es claro que, una vez finalizadas las intervenciones, el concesionario Metro Línea 1 se asegurará de dejar el canal en sus condiciones iniciales. Para esto, se hará la debida limpieza y retiro de los materiales utilizados para la construcción de las plataformas de trabajo de la máquina piloteadora y en caso de identificar grietas, fisuras u otros daños en el revestimiento se procederá a concertar con la EAAB las acciones que desde el Concesionario se realizarán para la reparación ya sea por parcheo, relleno con concreto o reemplazo de las secciones afectadas con materiales similares a los del canal que no permitan el funcionamiento normal de este. De igual forma, en este tramo excavado, se propenderá por realizar un relleno que deje el talud con las mismas características de los planos de diseño de la EAAB para este canal.

De igual forma, para el paso en el sector que va entre las pilas S1-29 a S1-32 donde se plantea realizar una excavación, la vía de servicio diseñada por ML1 en este tramo va a bajar su nivel y va a ser parcialmente ocupada por la maquinaria durante los 60 días que se planea que dure la construcción de los pilotes en los apoyos mencionados. Teniendo en cuenta lo anterior, previo al inicio de las obras el concesionario se comunicará con la EAAB para coordinar actividades que requieran el uso de este tramo de vía para priorizar pasos.

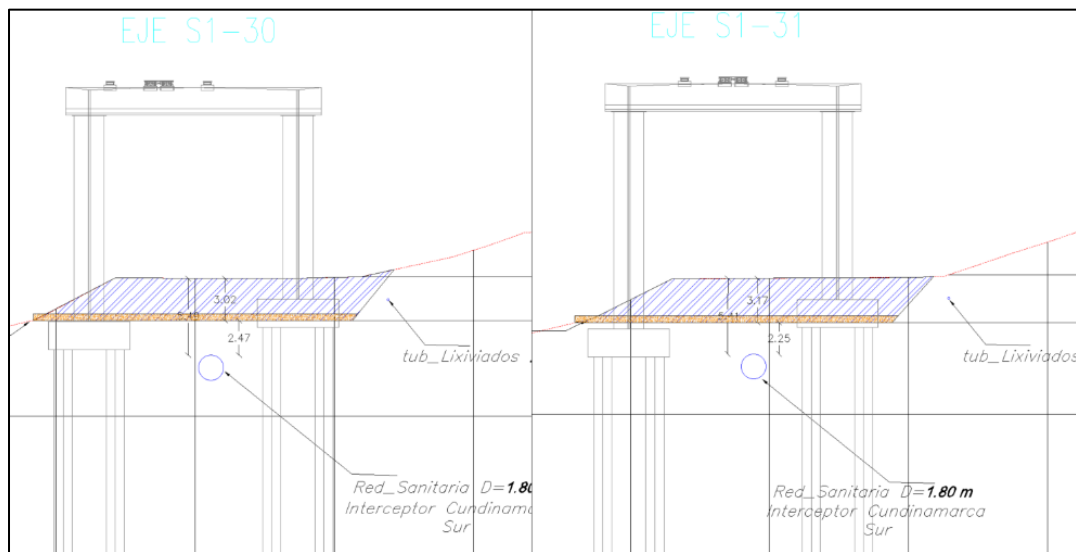


Figura 196 Esquema plataforma posterior a excavación

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2023

A continuación, se presenta un diagrama de flujo del proceso general de construcción de la vía:

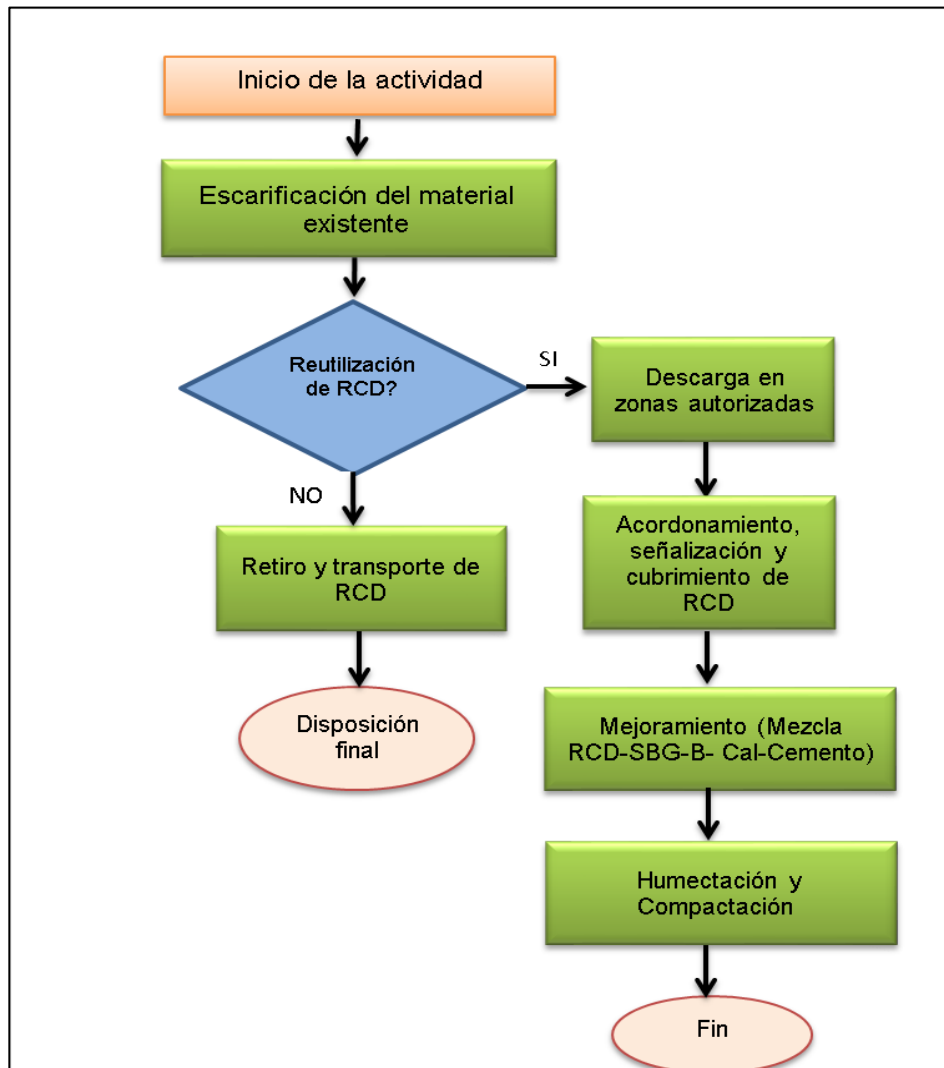


Figura 197 Diagrama de flujo del proceso de construcción de la vía de servicio temporal

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 202

### 3.2.11 Actividades constructivas de Patio Taller

En el presente numeral se incluyen las actividades que estaban relacionadas en el en el PMAS “Plan de Manejo Ambiental para Patio Taller” y que no han finalizado, lo anterior con el fin de integrar los instrumentos ambientales de la construcción PLMB en el presente PMAS.

Dichas actividades son:



### 3.2.11.1 Instalación de campamentos Fase 3 (Zona habitacional)

Con el fin de optimizar las actividades de construcción de los prefabricados de Vigas-U, Se tiene destinada la Construcción y adecuación de zona de campamento y alojamiento para el personal del proyecto que se usara para la construcción de estos prefabricados, esta área se ubicara zona sur del Patio Taller, como se muestra en la Figura 198

Acorde al artículo 48 de resolución 2400 de 1979 el Campamento será permanente y contará con todas las especificaciones técnicas requeridas en esa norma.

El área total cuenta con 1,1 Ha Aproximadamente e incluye la siguiente distribución:

- ▶ Oficinas para el personal y sala de reuniones
- ▶ Dormitorios
- ▶ Centro de acopio de residuos sólidos
- ▶ Parqueaderos
- ▶ Baños
- ▶ Cocina
- ▶ Zonas de aseo
- ▶ lavandería
- ▶ Manejo de aguas domesticas (ARD)
- ▶ Cuarto de atención de primeros auxilios / enfermería
- ▶ Cancha múltiple

Para todo lo relacionado a manipulación de alimentos (cocina y comedor) se tendrá en cuenta lo estipulado en la Resolución 2674 de 2013, las medidas se encuentran establecidas en el OHS-OE-IN-07 instructivo prácticas para manipulación de alimentos, incluido en el anexo 8 del Plan SST.

Este espacio tendrá la capacidad de acoger en su máxima capacidad a 565 personas, de las cuales 150 aproximadamente se alojarán o vivirán en el campamento, este campamento se compone en su totalidad de estructuras temporales que corresponden en su mayoría a contenedores. Este espacio se dividirá en tres en tres áreas: acomodación, oficina y funcional.

Los dormitorios cumplirán con las dimensiones y distribución por persona establecidas en la resolución 2400 de 1979:

- ▶ Dormitorios para una persona: Seis (6) metros cuadrados y dos (2) metros de ancho.
- ▶ Dormitorios para dos o más personas: Cuatro con cincuenta (4.50) metros cuadrados por cada persona.
- ▶ En los dormitorios colectivos, las camas serán individuales de preferencia metálica, con una distancia no menor de 1 metro entre ellas. No se permitirá el empleo de catres superpuestos.
- ▶ Cualquier orificio en dormitorios se protegerá en forma tal que impida el acceso de zancudos o insectos.

Para las zonas habitacionales y demás locaciones y acorde al marco normativo colombiano Metro Línea Desarrollara campañas y espacios de promoción de entornos libres de humo y de desestimulo del consumo de productos de tabaco.

En la Figura 198, se presenta la ubicación del campamento de obra fase 3 (unidades habitacionales)

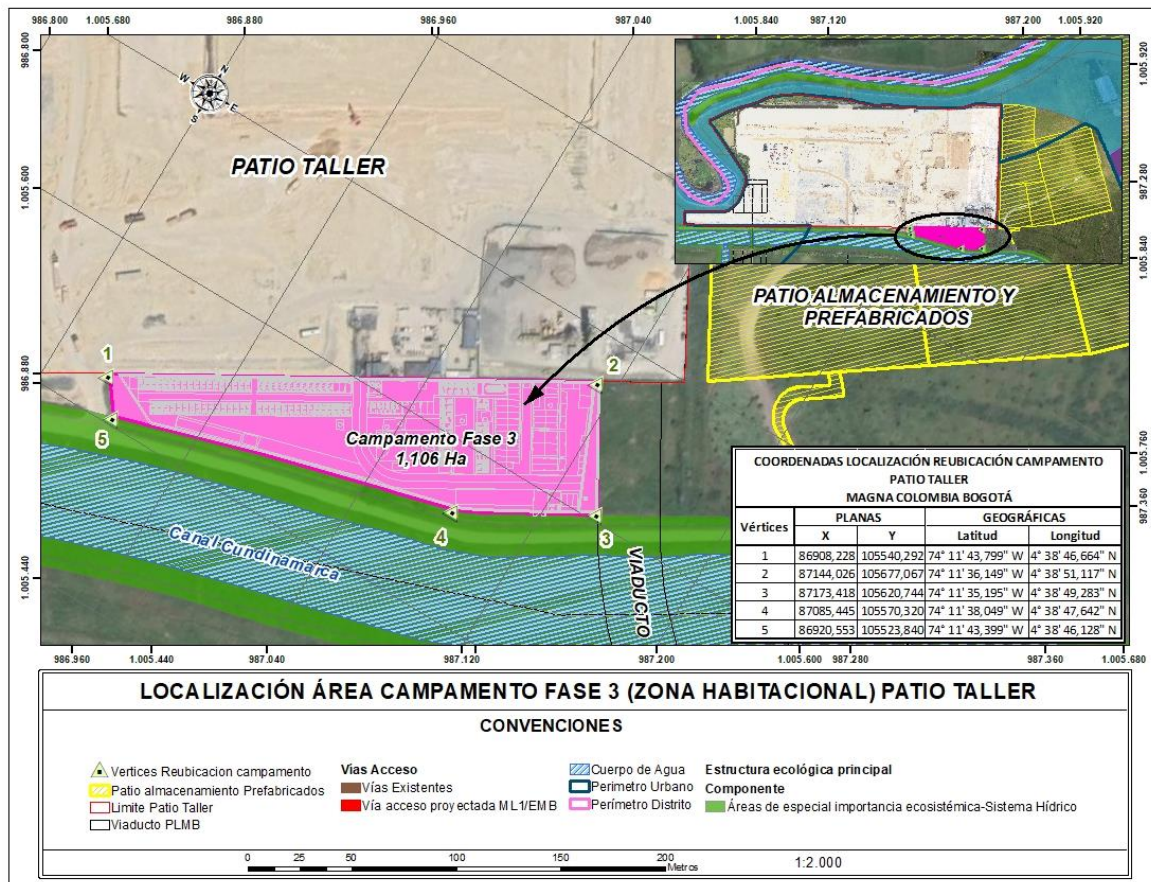


Figura 198 Ubicación campamento ML1 fase 3 (Zona Habitacional)

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se relacionan se relacionan las actividades a realizar:

- ▶ Instalación de contenedores

El área total del campamento, incluyendo las zonas antes mencionadas, se compone de 81 contenedores destinados para dormitorios y 99 para oficinas y zonas comunes (cocina, comedor, salas, recreación, baños, etc.). Estos contenedores serán ubicados según lo indicado en la Figura 199, los cuales tendrán las siguientes medidas; de 20 y 40 pies: 5,90 m de largo, 2,35 m de ancho y 2,39 m de alto en sus dimensiones internas; y 12,19 m de largo x 2,44 m de ancho x 2,59 m de alto en dimensiones externas. Cabe resaltar que, se tienen adecuados dos contenedores para que sirvan como cuarto para atención de primeros auxilios. En el campamento no se tiene proyectado servicios médicos (dispensario)

o de hospitalización, solo se brindará atención de primeros auxilios a través de brigadistas y de acuerdo con la valorización realizada se tomarán la decisión de traslados a centros médicos.

Ahora bien, para la adecuada instalación de los contenedores, se tiene contemplada la ubicación en obra de pequeños soportes en ladrillos de concreto para cada uno de los contenedores con el fin de que estos estén debidamente nivelados y para que las respectivas tuberías de agua vayan a nivel de rasante.

Para el aislamiento de esta zona habitacional se implementará un cerramiento perimetral el cual constará de malla eslabonada de 2 m de altura, postes de acero galvanizado cimentados en bases de concreto y accesorios. Para el ingreso al campamento se contará con un (1) portón vehicular exterior, además de una (1) puerta peatonal exterior. Para el control del portón vehicular y la puerta peatonal exteriores se instalará una caseta metálica de vigilancia.

A continuación, se presenta la distribución de áreas del campamento ML1 en su fase 3

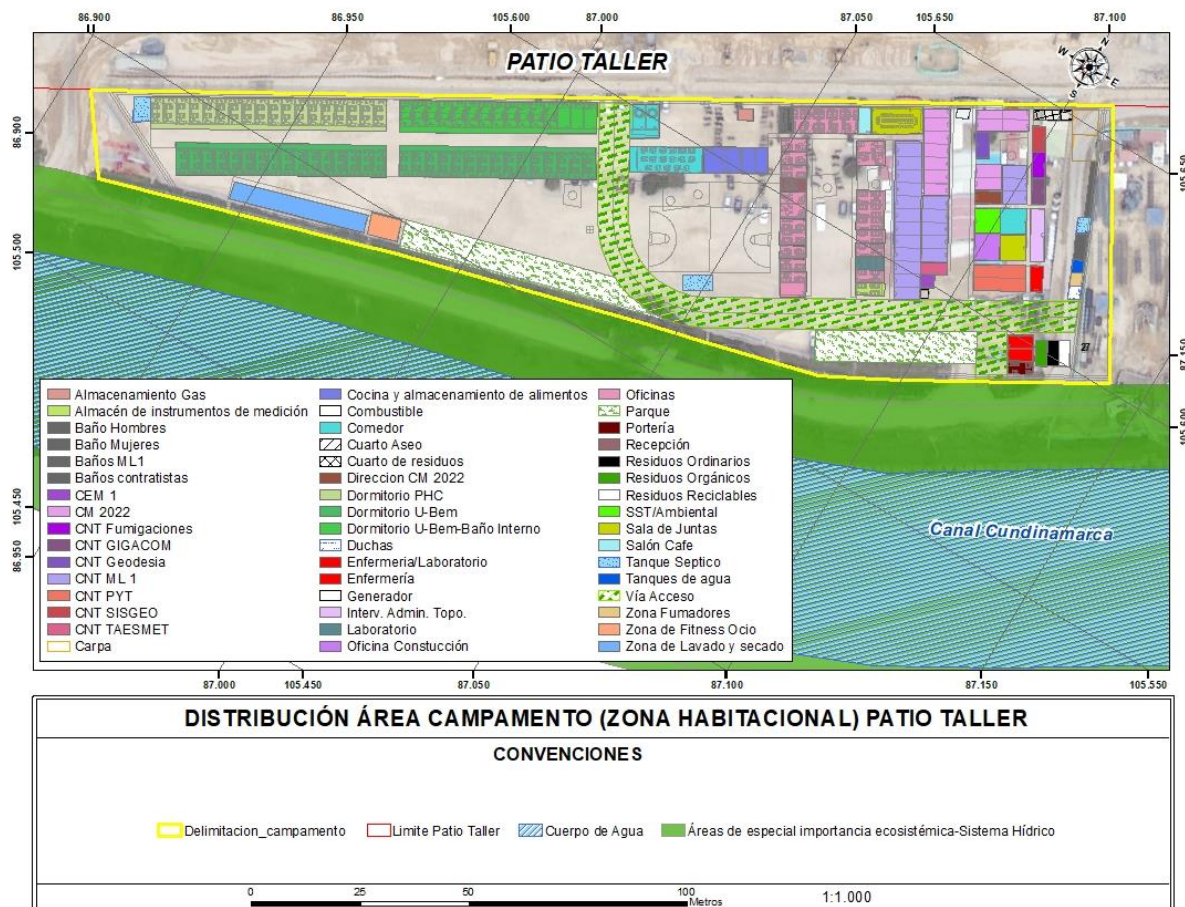


Figura 199. Distribución de zonas del campamento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



En las siguientes fotografías se presentan los prototipos de contenedores a utilizar.

Tabla 25 – Registro fotográfico contenedores (campamento fase 3 Zona habitacional)







Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Zonas húmedas (baños y lavandería)

Estas zonas se componen de duchas, inodoros y lavamanos. Se proyecta la instalación de una batería que sirve al área de dormitorios y otra que sirve al área de oficinas. Únicamente se contemplan duchas en el área de dormitorios. A su vez, hay contenedores que en su interior contemplan la existencia de un espacio de baño. Para el funcionamiento de este servicio se contemplan tres conexiones fundamentales: agua potable y manejo de aguas residuales, tanto grises como negras.



Figura 200 Vista de referencia de diseño de baños

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Suministro de agua

Para el suministro de agua potable se solicitará permiso de la obra ubicada en la primera sección del Canal Cundinamarca (Calle 54 Sur) y corresponde a una tubería de 6" que permitirá el paso y suministro de agua potable para las actividades que se desarrollaran en el Patio Taller. Tramite que se realizará ante la SDA y EAAB.

Bajo los lineamientos del ODS número 6 se consideran el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua, dentro de este lineamiento se contemplan la instalación de micromedidores y reguladores de caudal para gestionar medidas de control en caso de incrementos en el consumo, así como todas las medidas establecidas en el PM\_AB\_15 Gestión para el uso eficiente del agua.



Figura 201 Referencia de micromedidores de agua

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Para el consumo diario de agua para los trabajadores se contempla el suministro periódico de botellones de agua.



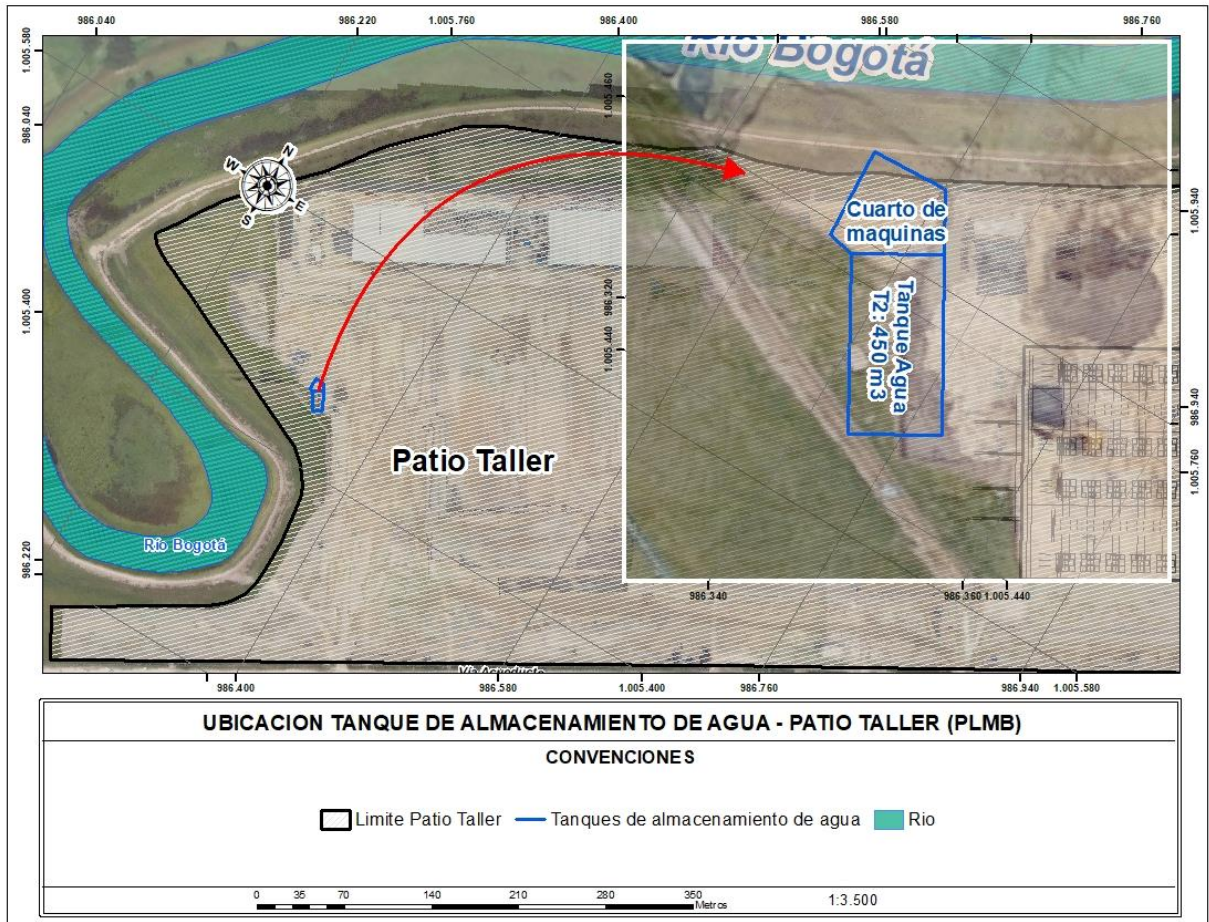


Figura 203 Ubicación tanques de almacenamiento de agua

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Una vez en servicio el tanque deberá tener labores de mantenimiento (lavado y desinfección), el personal certificado encargado de esta actividad, debe inspeccionar al interior del tanque, el estado físico del mismo en aspectos como: fisuras, estanqueidad, deterioro del concreto, estado de los desagües, posibles infiltraciones, fugas, etc., y que puedan potencialmente alterar la calidad del agua o colocar en riesgo el depósito en el evento de un sismo, programándose las acciones preventivas y correctivas necesarias, dejando las evidencias del caso presentado.

Debe tenerse en cuenta que, tanto en las labores de lavado y desinfección, como de reparación al interior de los tanques de almacenamiento de agua, los materiales o sustancias químicas a utilizar no deben ser nocivos para la salud.

Es de vital importancia realizar un mantenimiento, lavado y desinfección adecuado a esta estructura con una periodicidad de (2) veces al año, según lo establecido en la resolución 2115 de 2007 y apoyándose en las actividades enunciadas en el presente documento “Protocolo de mantenimiento de



tanques de almacenamiento de agua potable en sistemas de suministro interno en Multifamiliares y Establecimientos Comerciales e Industriales”.

La hidratación del personal se realizará por medio de botellones de agua potable.

► Baños

El sistema de baños del Campamento de obra funcionara bajo dos modalidades. Para el personal contratista se contará con unidades sanitarias portátiles y para el personal de ML1 se instalará una batería de baños totalmente adecuada, para la cual se extraerá el tanque sistema séptico integrado para el manejo de los residuos líquidos utilizado en la fase uno del campamento de obra.

Es importante precisar que los pozos sépticos y baños portátiles son estructuras temporales para la fase de construcción.

► Manejo de aguas residuales negras

En principio, el diseño se plantea de la siguiente manera:

El tanque séptico adopta un diseño de compartimientos para sedimentación de tres etapas.

El volumen efectivo del tanque séptico se calcula de la siguiente manera:

$$W = W1 + W2$$

W —Volumen efectivo de fosa séptica, m<sup>3</sup>

W1—Volumen parcial de aguas residuales en fosa séptica, m<sup>3</sup>

W2—Volumen parcial de lodo en fosa séptica, m<sup>3</sup>

El volumen de aguas residuales se calcula de la siguiente manera :

$$W1 = Nz * \alpha * q * \frac{t}{1000}$$

Nz—Número total de personas previstas de fosa séptica, persona

q —Cuota de alcantarillado por persona por día, L/persona\*d, generalmente **40L**

t —El tiempo de conservación de las aguas residuales en el tanque séptico se calcula como 96h (Estas 96 horas representan 4 días, lo cual sería la frecuencia estimada de limpieza/drenaje de cada uno de los tanques.

α—El porcentaje del número de personas que realmente usan aparatos sanitarios sobre el número total de personas previstas: el valor del dormitorio común es del 70%

El método de cálculo del volumen de lodos es el siguiente:

$$W2 = 1.2 * [a * Nz * \alpha * T * (1 - b) * K / (1 - c) / 1000]$$

a —sistema de confluencia : a=0.7L/persona\*d ; Sistema de derivación : a=0.4L/persona\*d

b —Contenido de humedad del lodo, b=95%

c —Contenido de humedad del lodo después de condenación, b=90%

K —Factor de reducción de lodos durante la descomposición,  $K=0.8$

T —El ciclo de limpieza del tanque séptico, limpiar los lodos sólidos una vez cada 3 meses.

1.2 —Considere el coeficiente de volumen del 20% de lodo maduro después de la limpieza.

Después de ser sustituido en la fórmula anterior, se convierte en la siguiente fórmula:

sistema de confluencia : cuando  $a = 0.7L/persona * d$ ,  $W2 = 1.2 * (0.00028 * Nz * \alpha * T)$

El número total de personas viviendo en el campamento es: 150 personas, y el cálculo se basa en 500 personas considerando visitantes y coeficiente de excedente. Al sustituirlo en la fórmula anterior, podemos saber:

$$W1 = 500 \times 0.7 \times 40 \times 96/24/1000 = 56m^3 ; W2 = 1.2 \times 0.00028 \times 300 \times 0.7 \times 90 = 6.35m^3$$

$$W = 56 + 6.35 = 62,35m^3.$$

Es decir, el volumen total de las fosas sépticas en el campamento no será inferior a 62,35 m3, y la profundidad de las dos fosas sépticas en el campamento es de 1,5 m. Los volúmenes destinados de manera preliminar para estas fosas sépticas son  $6,8m \times 15,5m \times 1,5m = 158,1m^3$  y  $9,14m \times 7.25m \times 1.5m = 99.4m^3$ , por tanto, está cumpliendo con el requisito de volumen de las fosas sépticas requerido.

Teniendo en cuenta el cálculo anterior, se plantea la instalación de dos tanques plásticos prefabricados de 50 m3 cada uno (para cada pozo séptico) similar al mostrado a continuación, el cual solo requiere ser instalado:



Figura 204 Tanque de referencia para pozo séptico

La descarga del tanque se realizaría periódicamente mediante servicio de Vector estas serán manejadas a través del proveedor Septiclean autorizado por la AAC, quien cumple con todos los requerimientos establecidos en materia ambiental, la frecuencia del drenaje estimada es cada 4 días, pero la operación diaria determinará la periodicidad final de drenaje. Ahora si se quiere reducir las frecuencias de succión, se puede proponer implementar otras unidades de tanque séptico adicionales.

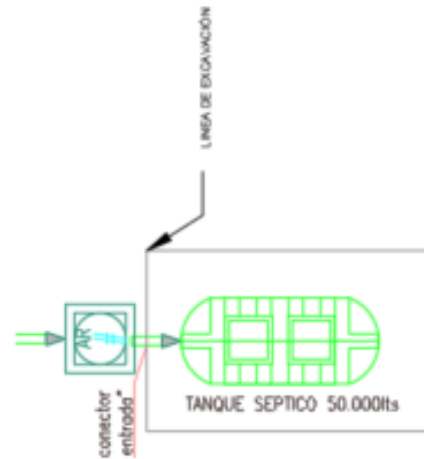


Figura 205 Esquema en planta del pozo séptico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

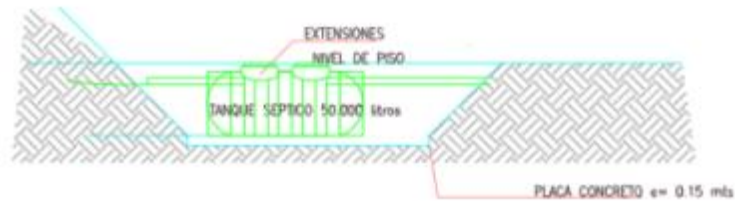


Figura 206 Esquema en perfil

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Cocina

El área de cocina funcionará con el suministro por bombonas de gas propano el cual es un gas con mayor poder calorífico. Se contemplan tres puntos en la cocina que necesitan este suministro, el cual debe llegar periódicamente por medio de la distribución que defina e instale la red entidad pública correspondiente. Para lo anterior, se solicitará una visita para la instalación del sistema. Vanti o la firma instaladora realiza la construcción de la instalación interna y la instalación de los gasodomésticos y una vez haya finalizado la construcción, la firma instaladora reporta la obra a Vanti para programar el montaje del medidor.

La cocina será un espacio utilizado por aproximadamente 10 personas que se encargarán de la preparación de alimentos para los aproximadamente 150 trabajadores fijos que residirán en este espacio más 100 aproximadamente que trabajen dentro de las instalaciones. Los cilindros de gas a utilizar tienen una capacidad de 35 kg (18,6 m<sup>3</sup>) y serán almacenados en una bodega dedicada para ese fin que está ubicada a más de 15 m de cualquier punto de fuego en la cocina y con suficiente ventilación.

Una bombona de 35kg de gas propano alcanzaría a abastecer casi dos (2) días la cocina del campamento. Con la empresa autorizada para el suministro de gas se coordinará para que se haga el debido abastecimiento semanal o diariamente según lo que la empresa recomiende al momento de la operación del campamento.

En cuanto el manejo de los vertimientos generados en la cocina, estos serán conducidos al sistema de pozo séptico cerrado (es decir que no se realizaran vertimientos estos residuos serán extraídos por medio de un vector), antes de si descarga al poso séptico las aguas pasaran por una trampa de grasas la cual retiene por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación, el material graso.

Para separar los residuos sólidos y las grasas que bajan por las pocetas de lavado y de porcionamiento de alimentos en el casino del campamento, se utilizará un dispositivo especial fabricado en acero inoxidable.

Es importante resaltar que las grasas y los residuos sólidos deben desalojarse del tanque mínimo cada 2 días por medio de un proceso simple en el que se designa un operario encargado de la tarea para que limpie y evacue dichos residuos. A continuación, se presenta una imagen referencia de la trampa de grasas a emplear.

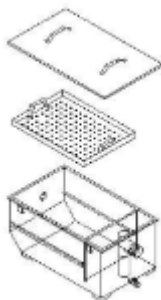


Figura 207 Esquema trampa de grasas a utilizar

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El suministro de agua Potable para las labores de la cocina procederá de la acometida de agua potable de la Empresa de acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la cual se almacenará en el tanque de almacenamiento de concreto de 450 m<sup>3</sup> descrito anteriormente

En caso de requerirse, se realizará la compra de agua potable en botellones para abastecer las necesidades de la cocina e hidratación.



► Red de energía

Se realizará la excavación e instalación de líneas de distribución aéreas y/o subterráneas que suministran energía a las instalaciones desde un Cuarto Eléctrico. Este se interconectará a la red de ENEL-CODENSA. Adicionalmente se instalará un sistema de generación eléctrica de respaldo, la cual podrá suministrar permanentemente la electricidad requerida en las instalaciones temporales al inicio de las obras. Este sistema incluye: generador de energía insonorizado y tanque de almacenamiento de combustible con contención de derrames y otros dispositivos de seguridad necesarios.

Para el campamento se tiene proyectado un transformador de potencia con una capacidad de 800kw, con base en esto se cuenta con un tablero general de distribución interna que alimentará de igual manera 8 tableros parciales que tendrá distribuida las cargas eléctricas como son:

- Tomas eléctricas que estarán dentro de los contenedores.
- Lámparas ubicadas dentro de cada uno de los contenedores.
- Se plantearán tomas eléctricas bifásicas para las duchas que se tendrán en los baños.
- En la cancha de recreación o cancha múltiple se planteará iluminación según norma técnica
- Se considerará un alumbrado perimetral, para tal fin se proyectará un tablero eléctrico exclusivo para tal fin.
- Para zona de lavado se proyectarán tomas eléctricas para el uso de equipos como lavadoras.

Para zona de lavado se proyectarán tomas eléctricas para el uso de equipos como lavadoras Se plantea una planta de emergencia en caso de falla de la energía principal en el mismo cuarto donde se encuentra el tablero.

Igualmente se empleará una planta eléctrica regulada de 35 KW para el suministro de energía a al campamento. Se contará con una distribución de postes de iluminación de 12 m de altura para las conexiones eléctricas a los puntos necesarios (oficinas, sala de juntas, comedor, baños, etc.).

Para instalar los postes se realizará una excavación de profundidad según la línea de empotramiento del poste (alrededor de 1.80m) y un diámetro de un 1.5 metros. Los postes serán transportados en un tractocamión y descargados con una grúa para su correcta ubicación. Con el material proveniente de la excavación se realizará un relleno por el contorno el cual se compactará con equipos manuales en capas de 20 cm.

Para realizar las conexiones eléctricas entre la planta y los diferentes puntos de iluminación y energía, se utilizará cableado eléctrico tanto subterráneo como elevado. Para el cableado subterráneo se realizará una excavación mecánica de 60 cm de profundidad, 40 cm de espesor y una longitud de 60 metros lineales para introducir tubería PVC eléctrica. Para este proceso se generarán RCD de la actividad de excavación y se realizará la reutilización del material para el correspondiente relleno y cubrir

la tubería instalada. El cableado elevado (el cual comunicará la iluminación de los postes) será instalado utilizando un elevador.

Para la instalación de la planta se construirá una placa de concreto de 0.15 metros de espesor y aristas de 3.50 metros con el fin de dar estabilidad para la planta y que no esté ubicada sobre terreno natural. En el contorno, dejando 20 cm del perímetro de la placa, se instalará una canal en perfil U de 2 pulgadas como contención antiderrame, el cual irá embebido entre el concreto de la placa al momento de fundirla. Se elevarán cuatro muros perimetrales con materiales prefabricados y se utilizará mortero para la unión de estos elementos. En la parte superior se utilizará teja plástica para control de lluvias. Dentro de este cuarto se ubicará la planta, tanques de combustible para almacenamiento de reserva y un kit de derrames. El suministro de combustible a la planta podrá realizarse de dos formas, directamente del carrotanque de combustible o por medio de los tanques de reserva. Para la segunda alternativa se contará con una bomba manual de combustible y una manguera encauchetada de una pulgada.

Así mismo se contará con un sistema de iluminación exterior el cual se compone de luminarias de poste alimentadas por paneles solares, las cuales se instalarán en cada puerta de entrada o salida al área de obra, y cerca del área de comedor para trabajadores.

Estas actividades serán ejecutadas bajo los lineamientos establecidos en la norma RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) expedido por el Ministerio de Minas y Energías.

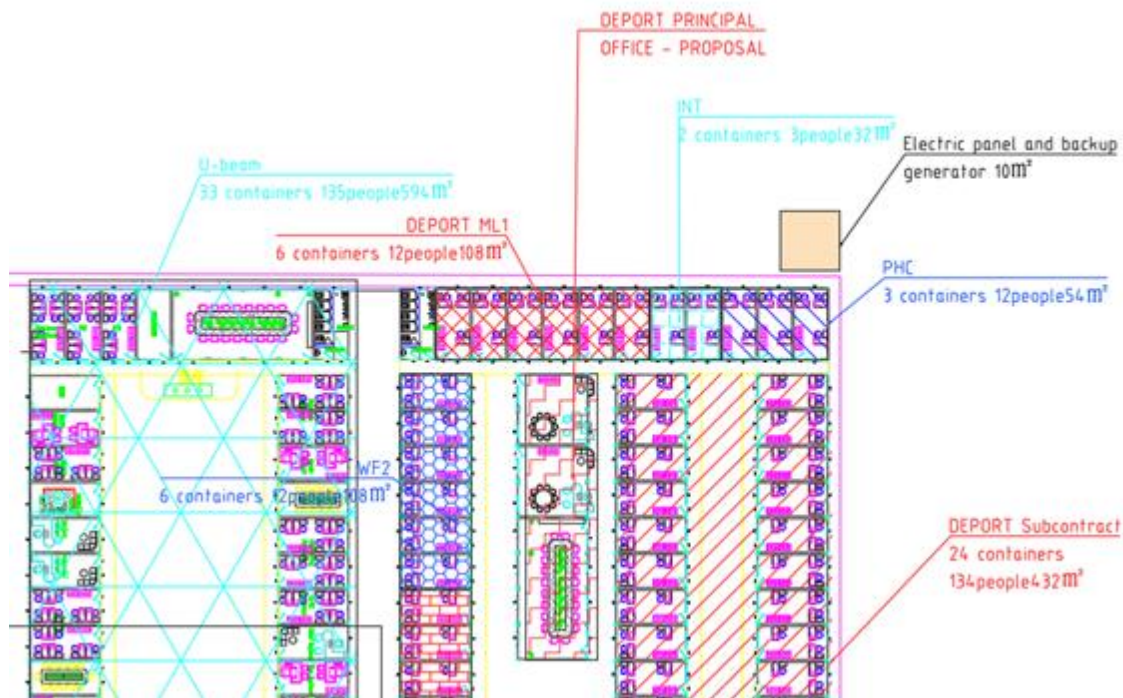


Figura 208 Ubicación de tablero eléctrico y generador de respaldo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Manejo de aguas lluvias

Para el manejo de aguas lluvias se tendrá para el manejo dos alternativas de uso.

La primera contempla una pendiente del 0.5%, la instalación de un cárcamo perimetral para una posterior descarga por escorrentía superficial la cual conduce las aguas hacia el sistema de pondaje construido para el manejo y reutilización de aguas lluvias en actividades de humectación de vías.

La segunda medida es implementar el uso de acua celdas, en caso de implementar esta alternativa se tramitarán los permisos ambientales que dieran a lugar, teniendo en cuenta la Normatividad Ambiental vigente.

Las aqua celdas son un sistema de almacenamiento que contiene el agua lluvia proveniente de cubiertas o pisos dentro de la estructura formada por las celdas (AquaCell). Las aguas lluvias se almacenan en este tanque de retención conformado por AquaCell, para posteriormente distribuirse a través de una tubería de color púrpura (estándar de la industria para sistemas de agua reciclada), para conducir el agua recuperada no potable y reusarla en sanitarios, orinales y lavanderías

Son dos redes distintas esta de agua recuperada a la de la potable. Es decir, los baños tienen dos red es de alimentación: potable para duchas y lavamanos y recuperada para orinales y sanitarios.

Las conexiones al sistema se realizan por medio de tubos NOVAFORT PAVCO WAVN de 160 mm.

Estas aqua celdas tendrán unas dimensiones de  $11m \times 11m$  por  $1,5m$  de profundidad lo cual permitiría almacenar un estimado de hasta  $176 m^3$  de aguas lluvias que luego podrá ser bombeada para uso en sanitarios.

El proceso constructivo consiste en realizar la excavación para tener las aquaceldas justo debajo de la cota de terreno. Es decir, una excavación de no más de 1.8 m aproximadamente

Para la distribución desde este tanque de almacenamiento conformado por Aquaceldas se hace uso de una bomba.

Las ventajas se tienen para utilizar este sistema son las siguientes:

- Permite controlar los excesos de agua superficial generados durante lluvias prolongadas, que van al sistema de alcantarillado o drenajes naturales, contribuyendo así a un mejor uso de recursos.
- Representa un ahorro considerable del recurso en el largo plazo, ya que el agua recolectada puede ser usada en sanitarios y riego de zonas verdes.
- Las AquaCell son fáciles de instalar, ya que se adapta a diferentes formas y espacios y no representan mayores inversiones en tiempo, maquinaria y mano de obra.



Figura 209 Esquema manejo de aguas lluvias con acuaceldas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Los encargados del mantenimiento de los sistemas de drenaje y del manejo de residuos sólidos será una cuadrilla o brigada de aseo.

► Manejo de residuos sólidos

Con el fin de reducir el monto de residuos generados y administrarlos de una manera sostenible minimizando la carga ambiental asociada con un sistema de gestión, se priorizará realizar una adecuada separación en la fuente y la debida disposición de todos los residuos generados. Para este último fin, se contempla la contratación de gestores para aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición final con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

Se ubicarán puntos ecológicos con forme a la resolución 2184 de 2019, para el manejo de los residuos aprovechables, orgánicos y no aprovechables, tanto en la construcción como en la operación del campamento en su fase tres (unidades habitacionales) donde se establece:

- Color blanco: residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, multicapa, papel y cartón.
- Color negro: residuos no aprovechables.
- Color verde: residuos orgánicos aprovechables

Ahora bien, para el proceso de gestión que se prevé realizar al momento de la operación del campamento, se separarán los residuos principalmente en tres categorías: aprovechables, orgánicos y no aprovechables. Adicionalmente y aunque no se contempla que se generen residuos peligrosos dado que es un campamento de dormitorios y oficinas en mayor parte, en caso de que se genere, se tendrá



dispuesto un lugar de almacenamiento en donde se garantiza que el envasado o empacado, se realice conforme a la normatividad vigente.

Respecto al punto de acopio de residuos, este se ubicará como se muestra en la Figura 199. En este punto se ubicarán los tres contenedores principales (bajo una carpa) en los que se encontrarán separados los residuos orgánicos, aprovechables y no aprovechables. Estos contenedores deben ser especiales para contener desechos lo que significa que no permiten la dispersión de material ni la creación de vectores.

Durante el proceso de construcción del campamento, los principales residuos sólidos de construcción y demolición (RCD) que se generarán corresponden en su mayoría al material de excavación. Estos residuos se almacenarán debidamente en un solo punto y serán dispuestos con una empresa que se encargue del transporte hasta el sitio de disposición final debidamente licenciado para recibir este tipo de residuos.

Ahora bien, para el proceso de gestión que se prevé realizar al momento de la operación del campamento, se separarán los residuos principalmente en tres categorías: orgánicos, no aprovechables y aprovechables. Adicionalmente y aunque no se contempla que se generen residuos peligrosos dado que es un campamento de dormitorios y oficinas en mayor parte, en caso de que se genere, se tendrá dispuesto un lugar de almacenamiento en donde se garantiza que el envasado o empacado, se realice conforme a la normatividad vigente. El tiempo de almacenamiento máximo de los residuos peligrosos es de 12 meses. De igual forma, en términos generales se asegurará que todos los desperdicios y residuos se recolectan en recipientes que permanezcan tapados.

A continuación, se presenta el sistema de clasificación de los residuos en obra:

Tabla 26 - Sistema de clasificación de residuos en obra

Residuos Aprovechables	Plásticos
	PVC
	Madera
	Cartón
	Icopor
	Acero
	Chatarra
	Vidrio
Residuos peligrosos	Pinturas
	Aceites
	Disolventes
	Desenconfantes
	Tejas de asbestos
	Resinas
	Betunes
Residuos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES)	

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Respecto al punto de acopio de residuos, este se ubicará como se muestra en la figura a continuación. En este punto se ubicarán los tres contenedores principales (bajo una carpa) en los que se encontrarán separados los residuos aprovechables, orgánicos y no aprovechables. Estos contenedores deben ser especiales para contener desechos lo que significa que no permiten la dispersión de material ni la creación de vectores.

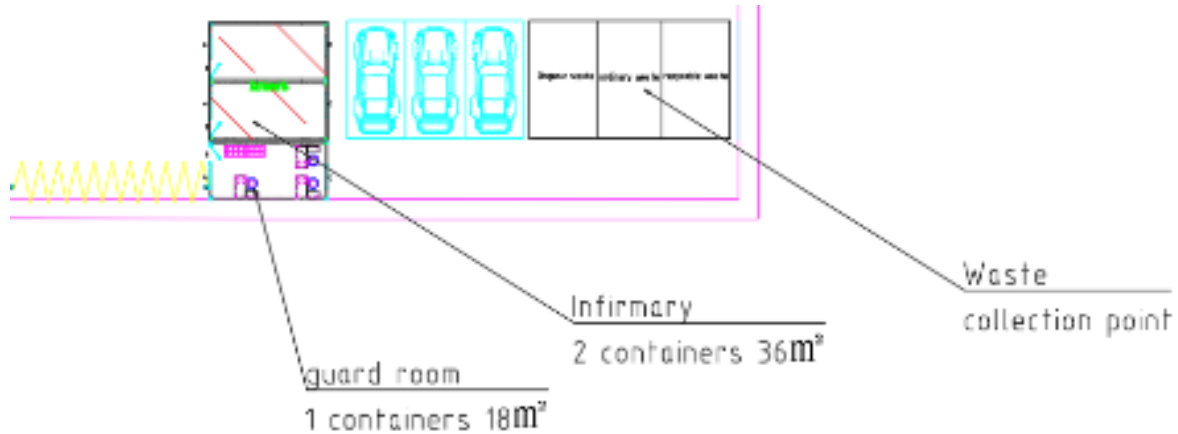


Figura 210. Ubicación Punto de acopio de residuos

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Manejo de emergencias

En el diseño del campamento se contempla la ruta de evacuación para llegar al punto de encuentro mostrado en la Figura . Los senderos son descubiertos y dirigen al área abierta que se muestra a continuación:

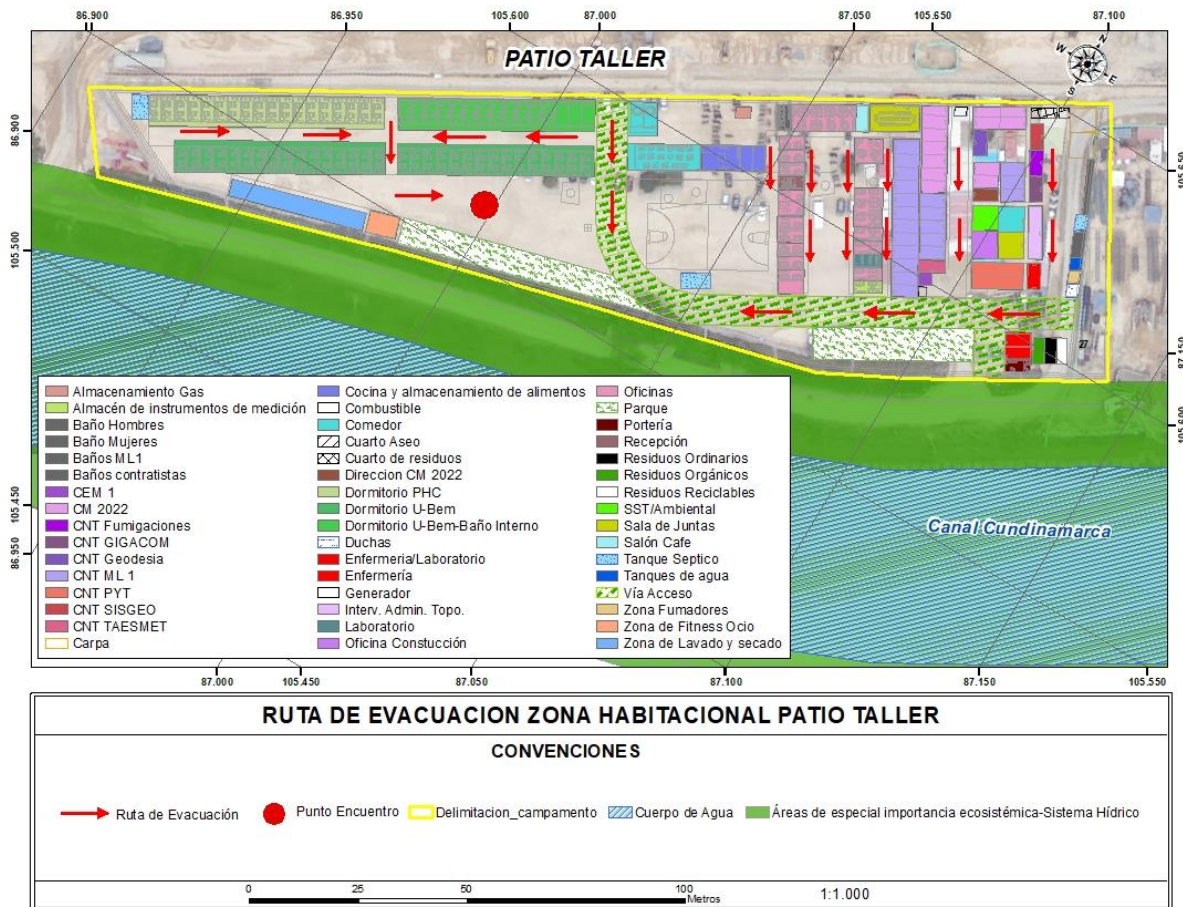


Figura 211. Rutas de evacuación y punto de encuentro

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Obras complementarias

Adecuación de senderos peatonales y vehiculares para entrada y salida del campamento.

Adecuación de zona de parqueaderos: se contemplan 18 parqueaderos de 3 m de ancho por 6 m de largo.

Adecuación de cancha múltiple, la cual cuenta con un ancho de 15 m de ancho por 28 m de largo.

Adecuación de la zona de lavandería, que comprende un largo de 8,7 m por un ancho de aproximadamente 29 m. Esta zona incluye una estructura para protección contra lluvias la cual está compuesta de una estructura metálica y tejas plásticas traslucidas para secado de la ropa. En esta zona se debe incluir un punto de suministro de agua.

Las aguas grises producto de esta actividad serán llevadas hacia los pozos sépticos descritos anteriormente.

Aquí se propone la instalación de al menos dos lavadoras.

La operación de este campamento está destinada para un tiempo aproximado de dos a tres años cuando se finalice la construcción de los prefabricados. Una vez se culmine con esta actividad, se iniciará con el desmantelamiento del campamento, retiro de la totalidad de las instalaciones y equipamiento.

#### 3.2.11.2 Adecuación del terreno

##### ► Construcción de drenajes

La construcción del Patio Taller modifica las condiciones iniciales del terreno actual, afectando de manera importante su capacidad de infiltración y generando por ende un aumento en el volumen de escorrentía; debido al endurecimiento de la superficie por la construcción de la plataforma. De acuerdo con lo establecido en la norma NS-085 de la EAAB, que, para este tipo de desarrollos urbanos, se deben generar estructuras que garanticen que el caudal de salida se disminuya en por lo menos el 25% del caudal pico para el evento de diseño.

Para poder realizar la amortiguación de los caudales de escorrentía, se implementan sistemas de almacenamiento de agua pluvial, de acuerdo con la disposición de espacio disponible de la plataforma para el Patio Taller y el área predial. Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo hidrológico conceptual prevé la utilización de sistema de amortiguación de capacidad apropiada conectados entre sí, mediante las cunetas perimetrales de la plataforma para posteriormente realizar la descarga a gravedad de manera controlada en el Canal Cundinamarca a través de las conexiones existentes, como se ilustró previamente en el Esquema de drenaje general propuesto es el que se muestra en la Figura 212.

Para la evacuación del caudal de nivel freático se proyecta realizar el abatimiento mediante estructuras tipo dren francés, para generar estabilidad a la plataforma de trabajo y controlar el ascenso del nivel freático.

El concepto hidrológico general del sistema de drenaje pluvial de la plataforma para la etapa de construcción se describe en la Figura 213.





Figura 212 Planta general de drenaje de la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

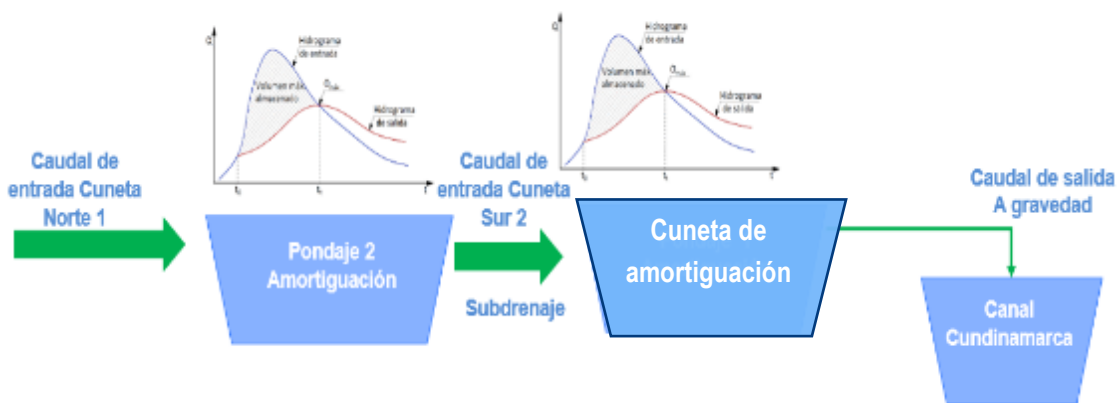


Figura 213 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma

Fuente: WSP, 2021

Para realizar el drenaje de las zonas próximas y de la plataforma de trabajo, se proyecta efectuar la conformación cunetas perimetrales ubicadas en el límite perimetral de la plataforma, en especial sobre el costado noroccidental y sur del predio, así como la realización de la excavación para un pondaje al costado suroccidental y uno segundo mediante la reconfiguración de la cuneta existente para el drenaje de la vía de acceso al predio al costado nororiental, la cual se habilita como elemento de amortiguamiento del caudal pico generado para una lluvia con período de retorno de 3 años para esta etapa inicial de construcción y de igual manera evaluados para eventos mayores, con el objeto de verificar las condiciones de operación, durante eventos de precipitación extrema.

La función de estos sistemas de retención será la de almacenar el volumen óptimo para el correcto funcionamiento del sistema amortiguando el caudal pico; así como también, el de generar procesos de sedimentación de los sólidos suspendidos acarreados desde las zonas de trabajo, previo a la descarga al Canal Cundinamarca. De igual manera se prevé la implementación de un plan de mantenimiento para retiro de los lodos retenidos, así como de un sistema de bombeo, con el objeto de lograr la evacuación del agua en caso de situaciones contingentes, tanto por los niveles en el canal Cundinamarca o por eventos extraordinarios de precipitación que puedan generar escorrentías superiores a las esperadas.

Los parámetros morfométricos utilizados para el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas para el drenaje en la etapa de construcción del Patio taller, son los que se indican en la Tabla . Las características morfométricas fueron tomadas a partir de la información de topografía y las fotografías aéreas tomadas para el Lidar del Proyecto.

Tabla 27 – Morfometría de la cuenca de drenaje

Cuenca	Área	Área acum.	Longitud de canal	Longitud acum.	cota superior	cota inferior	Dh	so
	ha	ha	(m)	(m)	msnm	msnm	(m)	(%)
CUNETA NORTE 01	10.42	10.422	614.58	614.58	2539.50	2538.87	0.63	0.1
CUNETA SUR 01	2.67	13.087	165.64	780.22	2538.87	2538.70	0.17	0.1
CUNETA SUR 01A	0.74	13.823	179.87	960.09	2538.70	2538.52	0.18	0.1
ÁREA 1 CUNETA ORIENTAL	1.24	1.2356	212.58	212.58	2539.79	2539.58	0.21	0.1
ÁREA 2 CUNETA ORIENTAL	6.42	21.475	311.03	1271.12	2538.52	2538.21	0.31	0.1

Fuente: WSP, 2021

De esta manera se puede definir que las áreas aferentes al pondaje de la zona sur del Patio taller es de 21,47 ha, conformada por los aportes de la escorrentía de las cunetas Norte 01 (10.42 ha), cuneta sur 01 (2.67 ha), cuneta sur 01A (0.74 ha), cuneta oriental 1 (1.24 ha) y cuneta oriental 2 (6.472 ha).

En la Figura 214 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma se presenta la delimitación de la cuenca de aporte a las cunetas proyectadas, así como también se indica el tipo de cobertura de suelo, la cual corresponde a zonas de pastos.



Figura 214 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma

Fuente: WSP, 2021

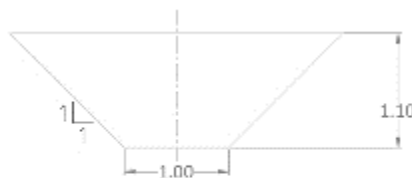
► **Cunetas perimetrales**

La escorrentía generada desde las zonas anexas al Patio Taller como de las áreas de la plataforma se recogerán mediante cunetas perimetrales a esta estructura y las conducirá hacia el Pondaje localizado en el extremo sur y la cuneta de amortiguación de la vía de acceso en borde oriental (Ver Figura ).

Para los canales se tienen previstas las siguientes geometrías y consideraciones que de igual manera se indican en los planos de detalles:

► Cuneta Norte 01

- Canal en tierra



SECCIÓN TRANSVERSAL  
CUNETA NORTE 01

Figura 215 Sección transversal Cuneta Norte 01

Fuente: WSP, 2021

- ▶ Cuneta Sur 01 y Cuneta Sur 01 A
  - Canal en tierra

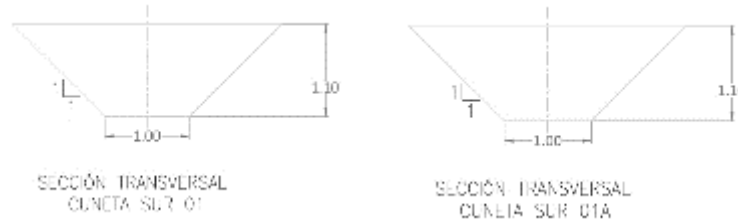


Figura 216 Sección transversal Cuneta Sur 01

Fuente: WSP, 2021

- ▶ Cuneta Oriental
  - Canal en tierra

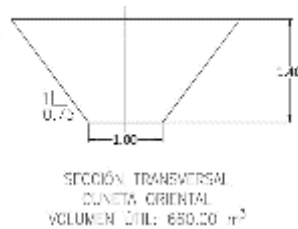


Figura 217 Sección transversal Cuneta Oriental

Fuente: WSP, 2021

- ▶ **Pondaje**
  - ▶ Revestimiento con geomembrana de HDPE de 1.5 mm

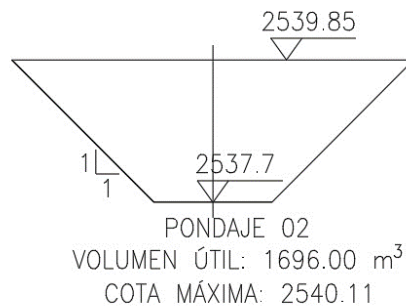


Figura 218 Sección transversal Pondaje

Fuente: WSP, 2021



En general, el diseño previsto para las cunetas perimetrales se constituye en una sección de tipo trapezoidal de 0.5 a 1 m de ancho en la base, taludes 1:1 y de altura variable; para la cuneta norte (01) el canal tiene 1m de ancho, excavado en tierra, al igual que en la cuneta sur (02). Esta conducción por el borde sur recoge y conduce las aguas que drenan las zonas aledañas al jarillón existente al borde del Río Bogotá y gran parte de la plataforma. El otro canal sur (03) tendrá 0.5m de ancho y excavada en tierra.

La cuneta oriental también recogerá las descargas de los subdrenes ubicados en el fondo de la plataforma.

En cuanto al mantenimiento y operación del pondaje resulta necesario prever un equipo sumergible de presión para evacuar las aguas del pondaje que quedarán almacenadas bajo el nivel de la cota batea de entrada y no es posible su descarga por gravedad, estas aguas serán descargadas de manera controlada a través de la tubería de salida, para ello se contará con dos bombas eectoras para alternar el bombeo y estimando un tiempo de vaciado de 18 horas. Así mismo se deben realizar de manera regular inspección y limpieza de los canales para garantizar su adecuado funcionamiento, evitando la sedimentación en los mismos

#### ▶ Tuberías

En algunos tramos de la plataforma se presentan conflictos con el espacio disponible, se hace necesario plantear pasos en tubería que permitan la continuidad a las cunetas perimetrales, los cuales se denominan Tubería Sur 01 y Tubería Sur 02, tal y como se muestra en la Figura . Estos conductos se han definido en material de HDPE con el objeto de permitir la rápida y fácil instalación, así como el adecuado soporte a cargas de relleno.

Finalmente, la configuración general de las obras de drenaje y subdrenaje previstas para la primera etapa de construcción de la plataforma del Patio Taller, son las que se presentan a continuación.

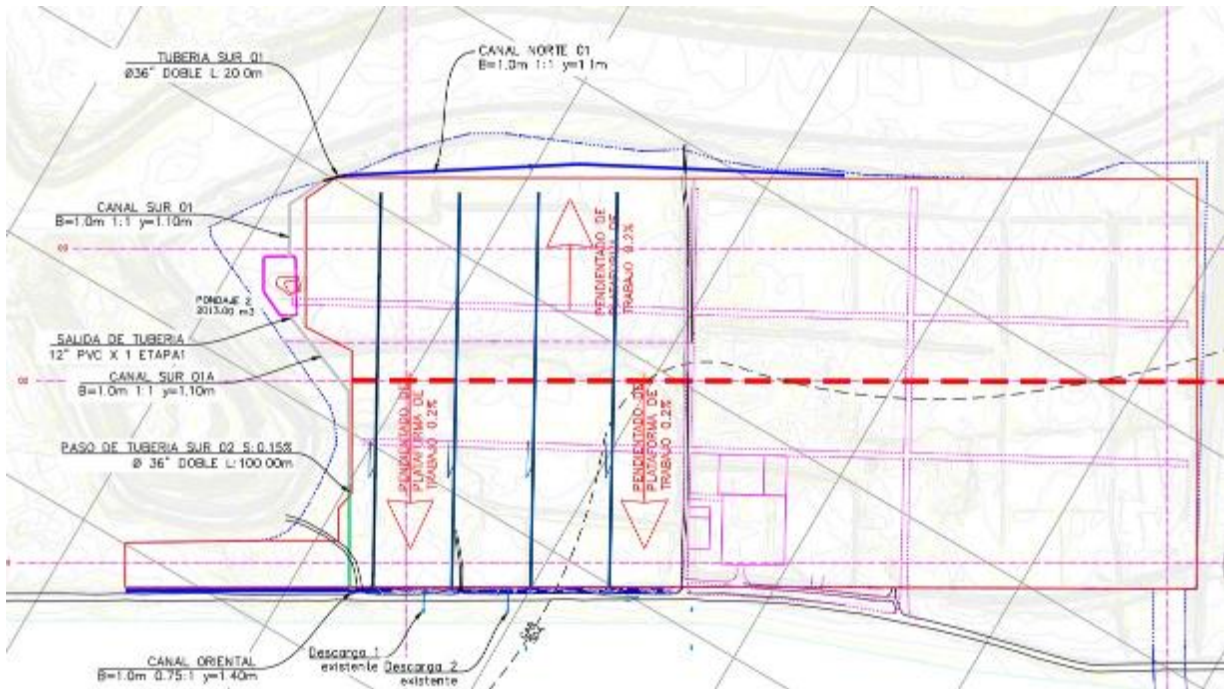


Figura 219 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

Con el fin de dar un tratamiento adecuado al caudal de infiltración bajo la plataforma a construir, se establece la implementación de un sistema de subdrenaje mediante la implementación de un grupo de canales preferenciales conformados por drenes tipo francés.

Estos subdrenes se localizarán bajo la plataforma y se incorporan con tuberías perforadas de 6" de PVC, las cuales tendrán descarga sobre las obras de drenaje transversal.

Se proyectan once subdrenes franceses para facilitar el drenaje en la superficie. La cuneta reconformada del costado oriental recogerá el agua de los cinco (5) drenes franceses que se implementarán en esta etapa de la construcción. En la Figura se muestra la disposición en planta de los 5 subdrenes franceses y la ubicación del canal en la parte inferior de la imagen. Para la otra sección, se encuentran en diseños para el manejo de las aguas de escorrentía.

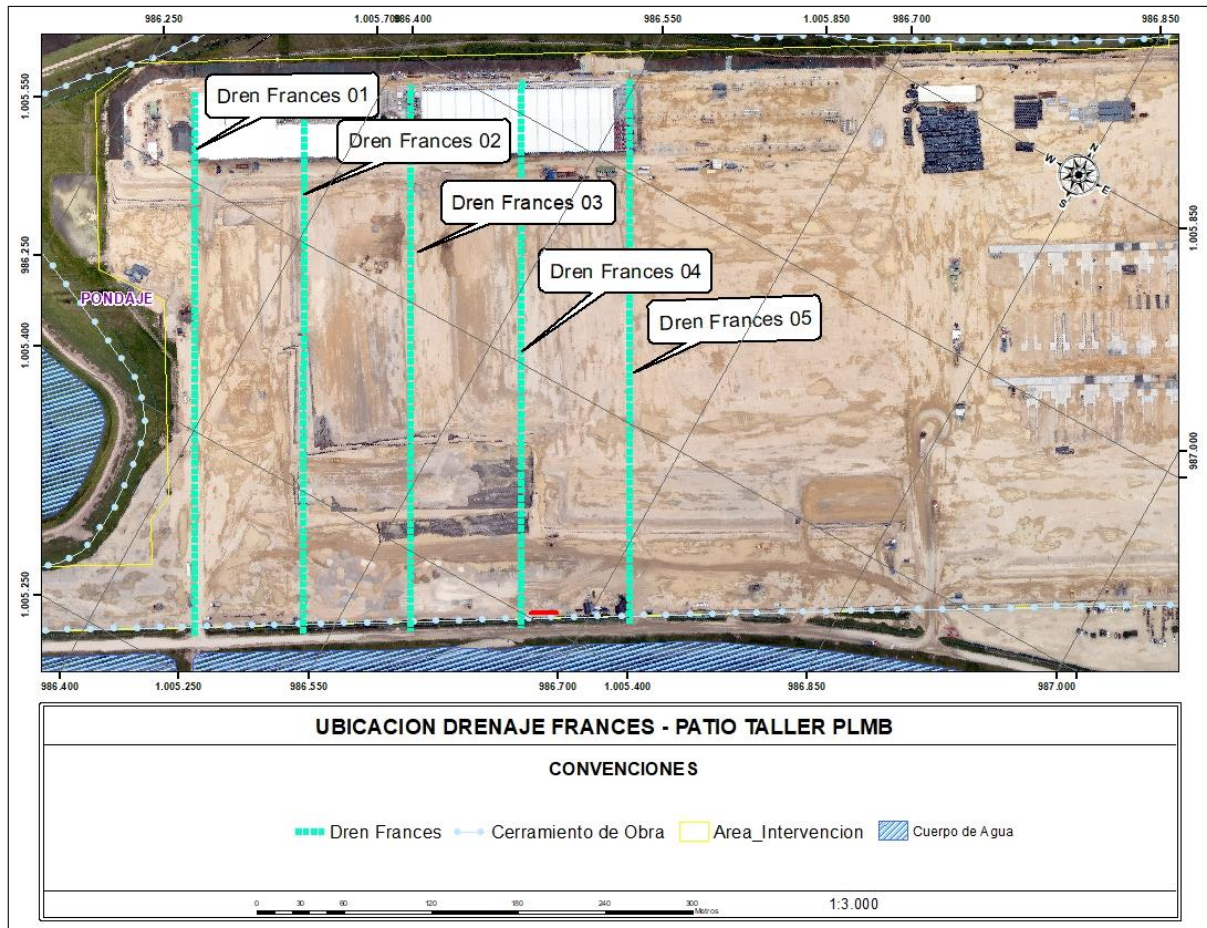


Figura 220 Ubicación de drenes franceses

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la siguiente figura se muestran detalles los subdrenes franceses proyectados:

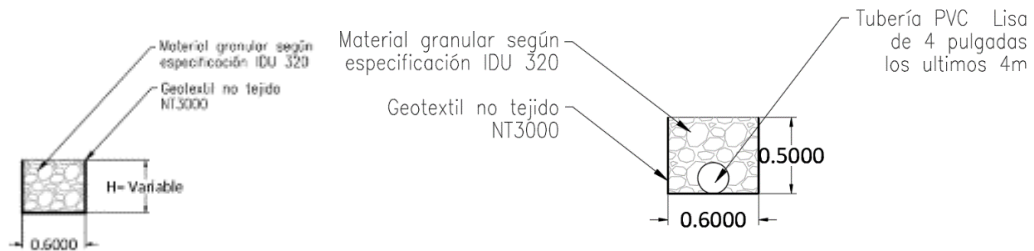


Figura 221 Detalles de los subdrenes franceses

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Para la construcción de los drenajes franceses, se ha planificado una secuencia de construcción referenciando la misma secuencia de conformación de la plataforma de trabajo por franjas. Por lo

anterior, cada vez que una franja de trabajo contenga en su planificación un dren francés, se realizará su construcción considerando el rendimiento diario de conformación por franja.

El sistema de subdrenes franceses pretende mejorar las condiciones de trabajo de la plataforma, no corresponde por tanto a una solución de drenaje definitiva y su implementación está sujeta a las condiciones de obra.

La construcción del Patio Taller modifica las condiciones iniciales del terreno actual, afectando de manera importante su capacidad de infiltración y generando por ende un aumento en el volumen de escorrentía debido al endurecimiento de la superficie por la construcción de la plataforma. De acuerdo con lo establecido en la norma NS-085 de la EAAB para este tipo de desarrollos urbanos se deben generar estructuras que garanticen que el caudal de salida se disminuya en por lo menos el 25% del caudal pico para el evento de diseño.

Es importante resaltar que el proceso constructivo se realizará cronológicamente de la siguiente manera:

1 fase: Construcción de drenaje perimetral, estructuras de pondaje y filtros franceses (Sentido oriente – occidente)

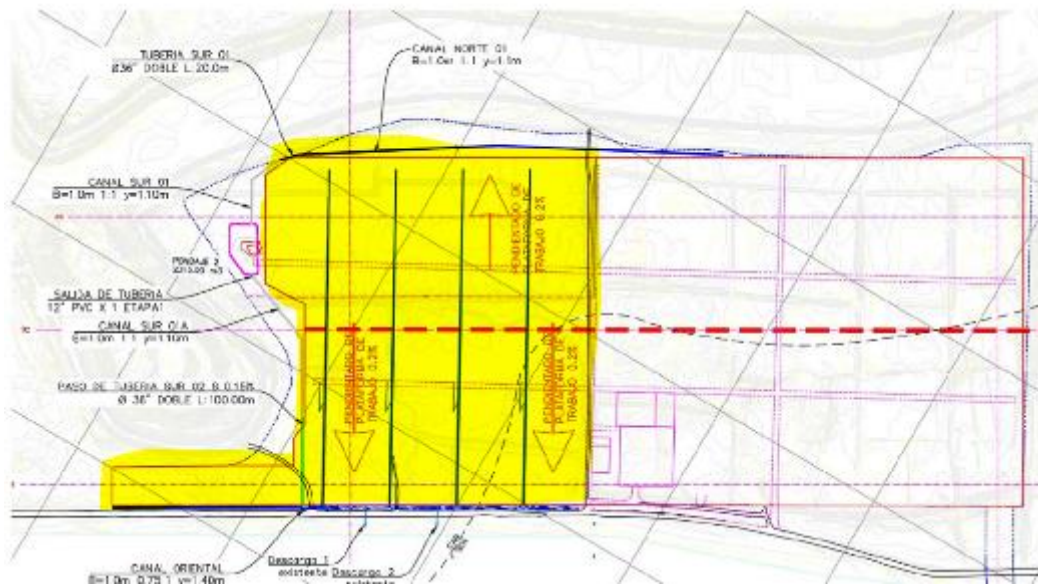


Figura 222 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

2 fase: Construcción de drenaje perimetral, estructuras de pondaje y filtros franceses (Sentido oriente – occidente)



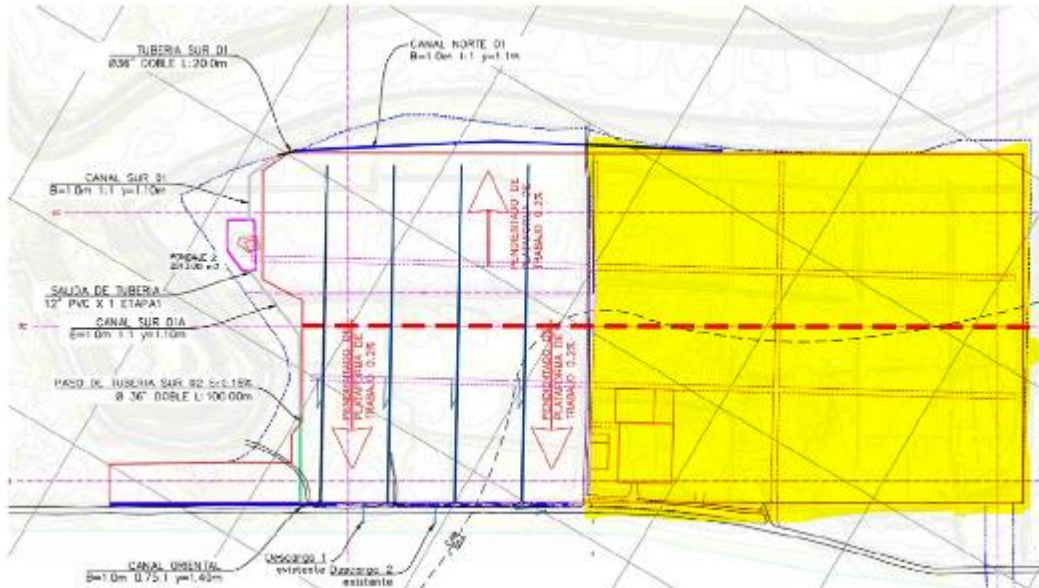


Figura 223 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

“De acuerdo con lo establecido en el Diseño Temporal del Drenaje Fase 1, los drenes tipo francés están diseñados para el abatimiento del nivel freático que pueda presentarse bajo la Plataforma de trabajo. El manejo de las aguas lluvias de la plataforma de trabajo, se realizará con desniveles en la plataforma de tal manera que por escorrentía llegue a los canales perimetrales. La secuencia de trabajo inicial de las obras estaba planteada en sentido transversal de norte a sur, por franjas hasta completar el área del Patio Taller. Por temas constructivos, se decidió cambiar la secuencia constructiva y construir la Plataforma de Trabajo en sentido longitudinal de oriente a occidente.” Es importante precisar que el suelo no se va a saturar en la plataforma de trabajo de Patio taller debido a que el sistema constructivo se realiza a través de pendientes en el terreno que se manejan de acuerdo a la ubicación de cada una de las zonas de trabajo. La finalidad de estas pendientes en la superficie es poder entregar a las cunetas perimetrales existentes de Patio taller y de esta forma ser entregadas al Canal Cundinamarca.

### 3.2.11.3 Adecuación de Vía de acceso al Patio Taller

Se requiere adecuar vías de acceso al Patio Taller con el fin de que los prefabricados sean transportados de manera eficiente hacia los diversos frentes del viaducto, a continuación, se describen las alternativas de acceso al patio taller.

La primera será construida en el costado nororiental y se encuentra a lo largo del patio taller conectando con los dos patios de prefabricados y la zona de almacenamiento del patio de vigas U, será utilizada para el transporte de materiales, equipos hacia el interior de los patios y del mismo modo para la salida de los elementos fabricados en los mismos. Estará ubicada en el área donde se realizará la adecuación

de la zona de almacenamiento de prefabricados descrita en la etapa 6 del PMAS de patio taller, documento L1T1-CON-AMB-PN-0010 y conectando con la vía existente que ha usado la EAAB en esta zona. Se estima en este lugar se hará el manejo de 1773 individuos arbóreos, en su mayoría serán trasladados, por otra parte, se deberá dar un manejo especial al material de excavación que será removido por las características propias del mismo, sin embargo, estas actividades de manejo se encuentran bajo el marco y de acuerdo con lo que se estipula en la etapa 6 del PMAS de Patio Taller.

La estructura de la vía será en concreto reforzado, contará con un ancho de 7m, una profundidad de aproximadamente 1m y estará apoyado sobre el suelo mejorado del patio taller que fue previamente conformado. La localización del patio taller se muestra en la Figura se puede observar la vía de acceso planteada:

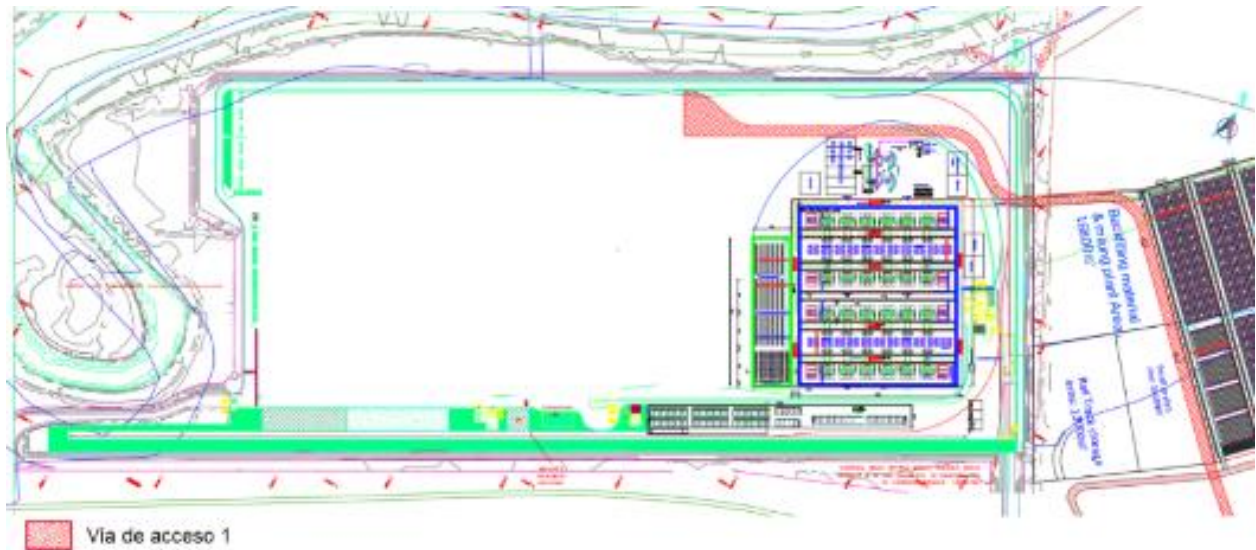


Figura 224 Localización vía de acceso 1

Fuente: Metro línea 1, 2022.

Por otro lado, se plantea la construcción de una segunda vía de acceso en caso de que se presente alguna interferencia y la cual tendrá un tránsito más directo hacia el patio de prefabricados de pilotes, la vía estará localizada sobre el costado suroccidental y pasará por el borde del patio taller hacia la parte central superior del patio taller como se muestra en la Figura . La vía será en concreto reforzado con un ancho aproximado de 11 m y un espesor de 1m aproximadamente. Está estará apoyada sobre el terreno del patio taller mejorado previamente.



Figura 225 Localización vía de acceso 2

Fuente: Metro línea 1, 2023

Como tercera alternativa se plantea el mejoramiento y mantenimiento de la vía desde la calle 63 hasta el río Bogotá (ALO SUR). El mantenimiento consistiría en arreglar las grietas de la carretera y hacer algunas pequeñas actividades de pavimentación, el tramo a mantener es de 1.35 km.

A continuación, se presenta la localización de la vía:

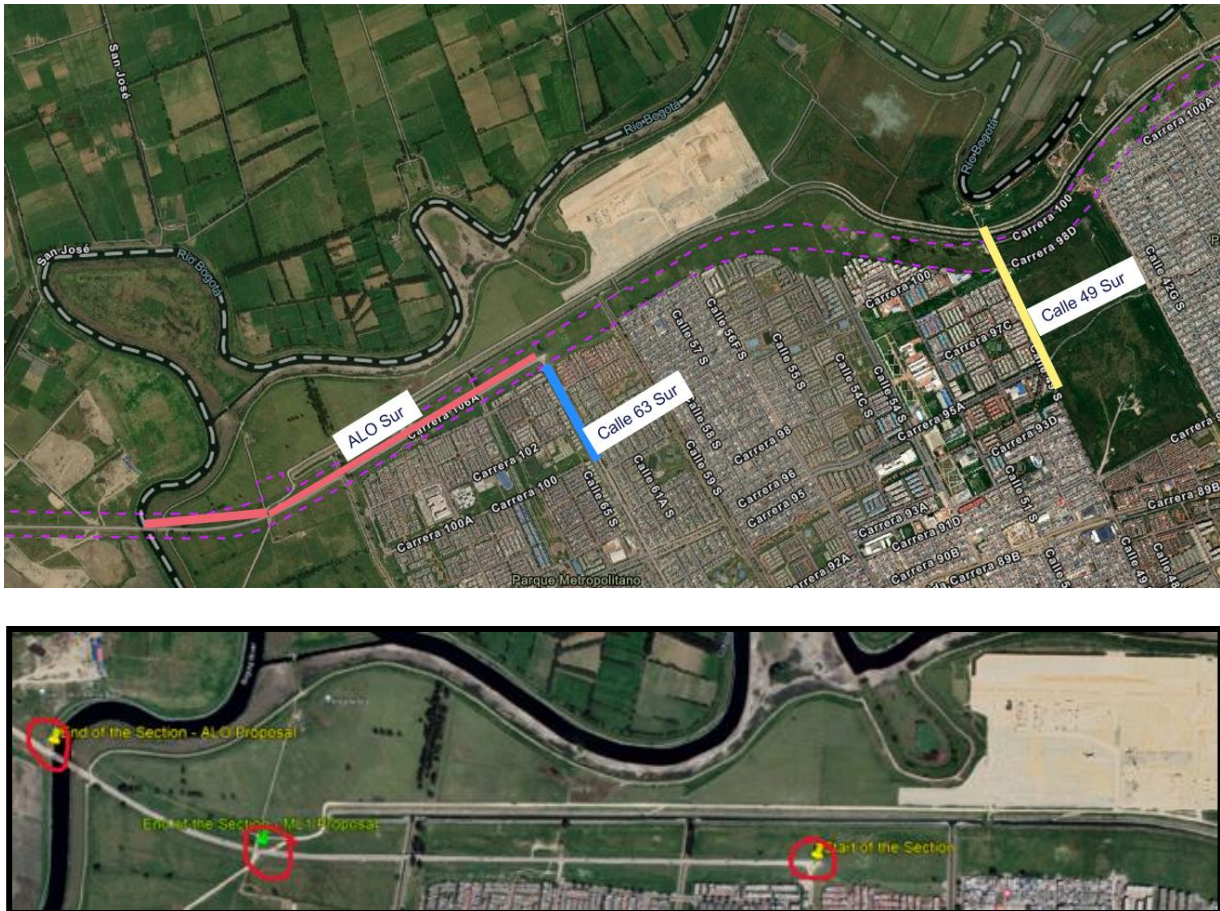


Figura 226 Localización vía de acceso 3 (ALO sur)

Fuente: Metro línea 1, 2023

Como una cuarta alternativa, ML1 realizará una intervención para el mejoramiento de la vía señalada en la figura siguiente, se establecerán convenios previos a la intervención con la concesión de la vía denominada ALO sur, en una longitud de 5,7 km.



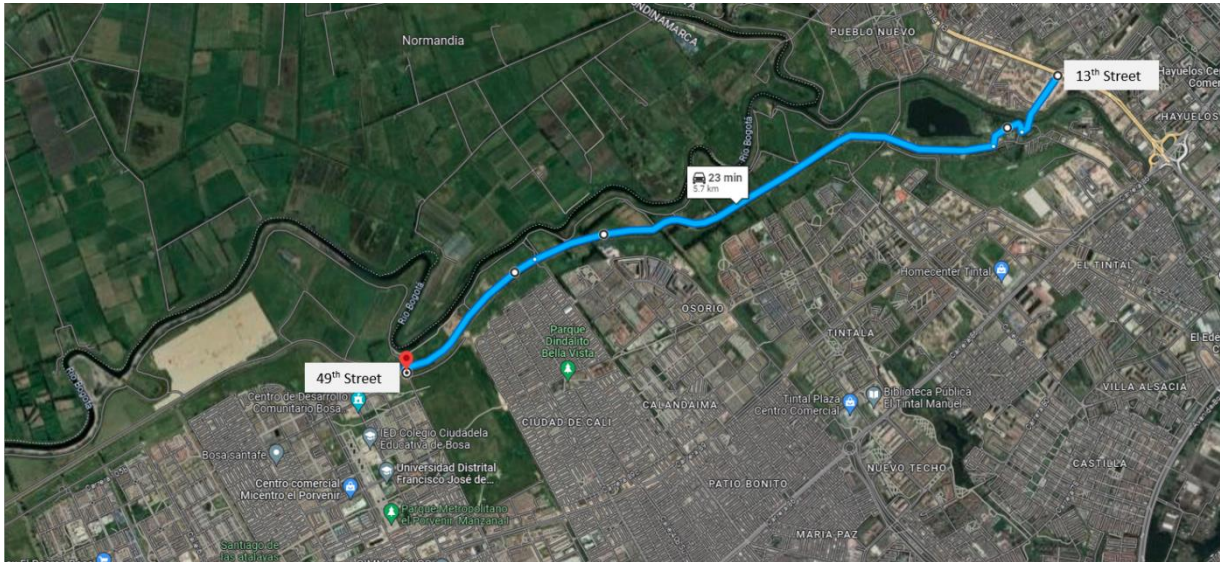


Figura 227 Localización vía de acceso 3 (ALO sur)

Fuente: Metro línea 1, 2023

Estas actividades de mejoramiento consisten en:

- ▶ Reparación de baches, fallos y otros daños existentes. Conformación de cunetas laterales
- ▶ Escarificación que consiste en la disgregación de la superficie de/ terreno actual a efecto de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características necesarias para la ejecución de la obra. Maquinaria necesaria mínima: motoniveladora.
- ▶ Revisión de la homogenización de/ material escarificado.
- ▶ Suministro y transporte de/ material de relleno subbase según especificaciones IDU con espesor aproximado entre 12 cm a 18 cm.
- ▶ Suministro de cemento al 5% de/ peso total de relleno para el mejoramiento (incluye subbase y material escarificado).
- ▶ Mezclado de/ material escarificado, la subbase y el cemento.
- ▶ Nivelación para lograr la pendiente transversal requerida.
- ▶ Compactación final.

El mantenimiento de la vía será frecuente, durante el tiempo que sea necesario para evitar el deterioro.

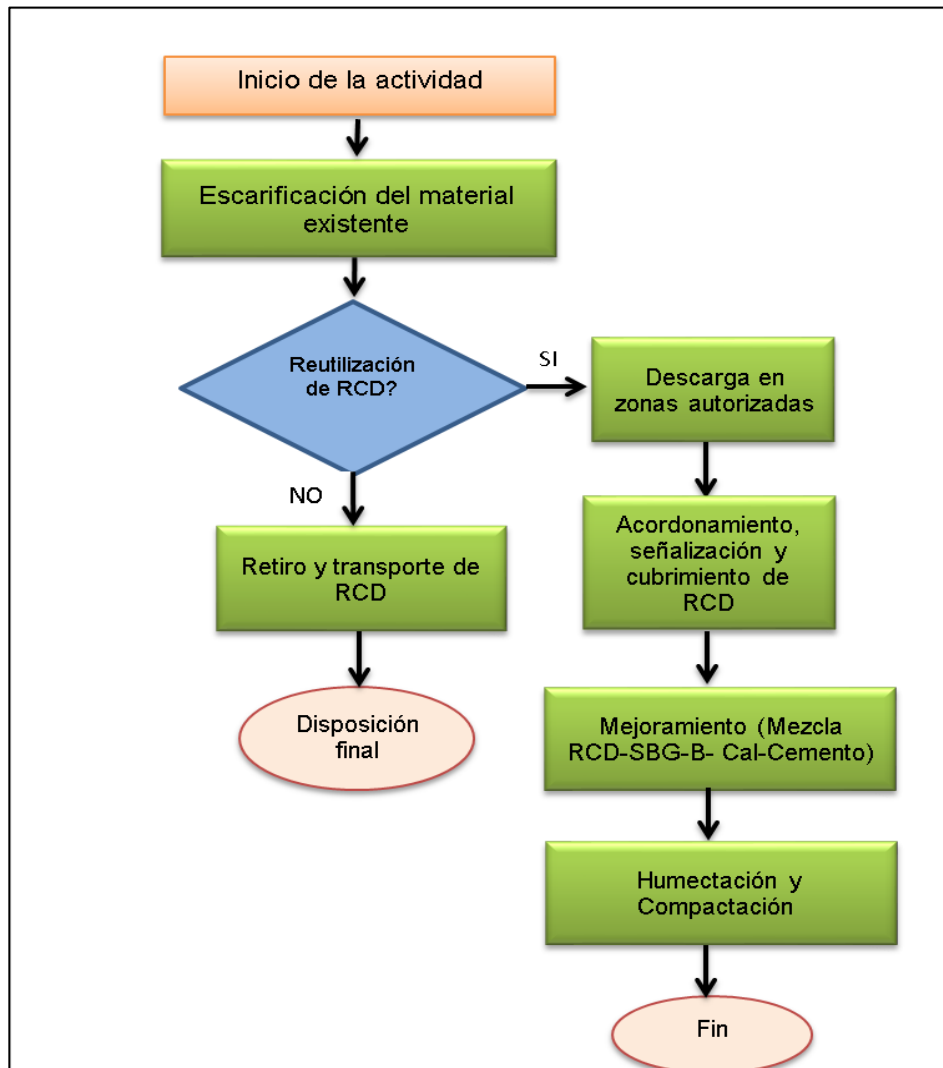


Figura 228 Diagrama de descripción de adecuación vía de acceso

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### 3.2.11.4 Adecuación y operación Patio de prefabricados de pilotes PHC

El Proyecto de la Primera Línea de Metro de Bogotá es un proyecto de alta complejidad que abarca aproximadamente 23,86 kilómetros de estructura en viaducto. Esto requiere de un alto trabajo de obra civil que en el caso de hacerse mediante métodos de construcción convencionales en sitio tendría rendimientos que prolongarían la construcción de estas estructuras. Por esta razón, el Concesionario tiene contemplada la construcción y operación de (i) Patio de Prefabricados de pilotes PHC, (ii) Patio de Prefabricado de Vigas U y (iii) Patio de Almacenamiento; estos con el fin de producir piezas del viaducto de forma industrial lo que permite desarrollarlas en un entorno controlado garantizando altos estándares de calidad y reduciendo el impacto durante la construcción en la ciudad.

Estas estructuras se contemplan como temporales y con la única función de producción de piezas para el proyecto PLMB.

Teniendo en cuenta que la construcción del patio de prefabricados se encuentra dentro del Plan de Manejo Ambiental para las actividades tempranas del Patio Taller el cual se encuentra aprobado por la Banca Multilateral, en esta sección se presenta el montaje y operación del patio de prefabricados como parte de la fase de construcción de la PLMB.

Es importante resaltar que el patio de prefabricados se encuentra en funcionamiento a la fecha de la presente actualización.

Para la producción de los pilotes se deberá transportar e instalar distintos equipos al patio de pilotes, del mismo modo se deberá adecuar algunas zonas para el manejo de las materias primas y el almacenamiento de pilotes.

A continuación, se muestra la ubicación dentro del Patio Taller del patio de prefabricados de pilotes PHC y su distribución:

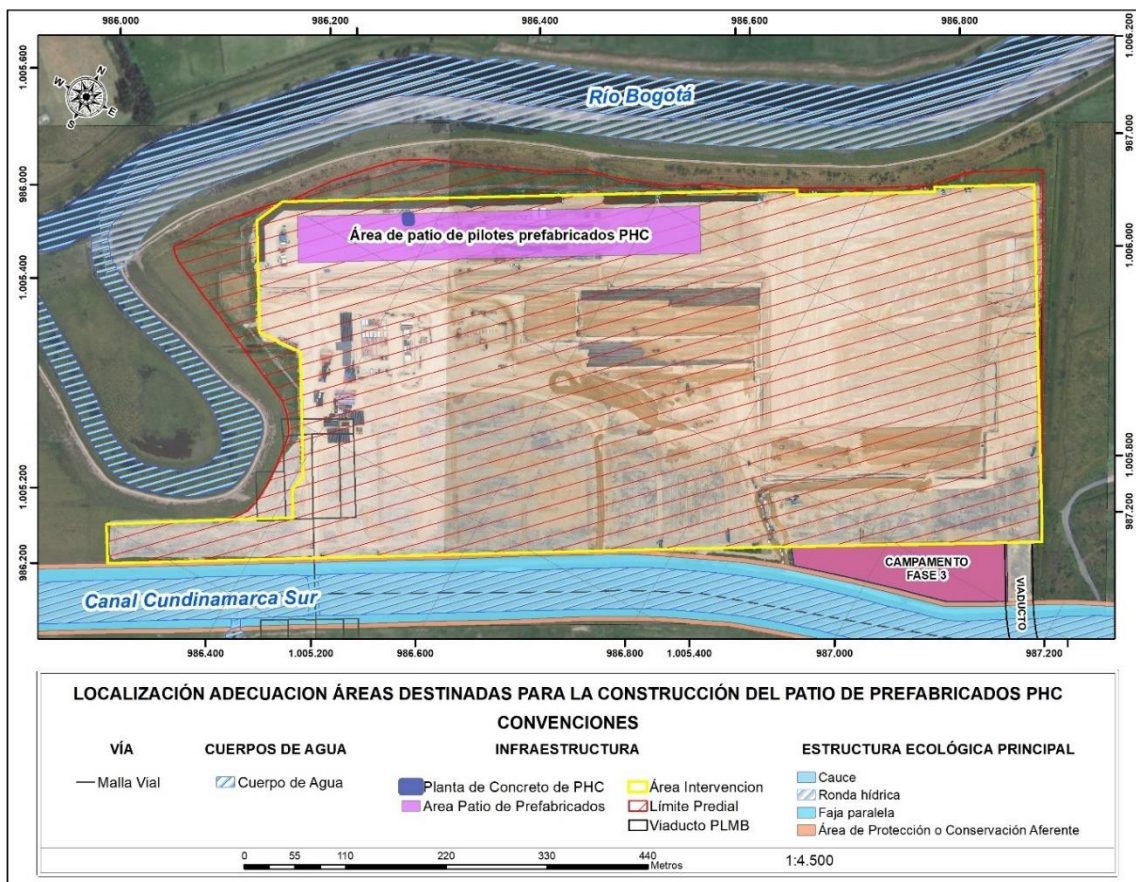


Figura 229 Zonificación patio de pilotes prefabricados PHC

Fuente: Metro línea 1, 2023.





Figura 230 Plano Distribución de espacios dentro de la planta de prefabricados PHC

Fuente: Metro línea 1, 2023.

Tabla 28 – Áreas de Prefabricados

PATIO DE PREFABRICADOS	DIMENSIONES	ÁREA (m <sup>2</sup> )	COMENTARIOS
Área de prefabricación PHC	178x44 m	7.832	Incluye: cuarto de calderas, cuarto de generadores, cuarto de distribución de energía, cuarto de reparación de máquinas, laboratorio, sala de compresores de aire, canal de materia prima.
Área de acopio de materia prima	142x44m	6.248	Canal de Carga
Área de acopio de PHC	129x44m	5.676	Bodega, puesto de vigilancia.
TOTAL		19.756	

Fuente: Metro línea 1, 2023.



Fotografía 32. Estado actual del patio de prefabricados

Fuente: Metro línea 1, 2023.





Fotografía 33. Interior del patio de prefabricados

Fuente: Metro línea 1, 2023.



Fotografía 34. Interior del patio de prefabricados

Fuente: Metro línea 1, 2023.

En la siguiente tabla se presentan los equipos Instalados para la producción de los pilotes:

Tabla 29 - Maquinaria y equipos del Patio de pilotes prefabricados PHC

ITEM		EQUIPO	ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS	UN.	CANTIDAD
1	Sistema Planta de concreto	Planta de concreto	Capacidad de la mezcladora (3.5m <sup>3</sup> )	Set	1
2		Cinta transportadora de insumos	Longitud total 60 m	Set	1
3	Sistema de alimentación de concreto	Carros de transporte de concreto	Movimiento automático, capacidad tolva 3.5m <sup>3</sup>	Set	1
4		Tolva de alimentación	Fijas, Capacidad de diseño de la tolva 3.5m <sup>3</sup>	Set	5
5	Sistema de centrifuga	Máquina centrifuga tipo 145	Aplicable a $\phi$ 1000*15m pipe, 8 sets, 145 ejes	Set	4
6	Sistema de pre-tensado	Máquina de tensado automática	Fuerza de tensado: 800T	Set	2
7	Transferencia de moldes	Carros de transporte de concreto	15m x 1.5m (base de llanta 840mm)	Set	7
8		Malacate	5 Ton, levantamiento peso, con concretol de conversión de frecuencia	Set	7
9	Pipe pile conveying line	Carro Transbordador	Distancia de llanta 1440mm	Set	2
10	Línea de transporte de pilotes	Malacate	12 ton	Set	1
11	Transferencia de canastas de acero	Cinta transportadora	B=800, L=15m	Set	1
12	Equipo principal de canasta de refuerzo	Máquina de soldadura de rollos	Aplicable a $\phi$ 1000x15,000mm	Set	2
13		Dispositivos automáticos de corte, torneado y encabezado de longitud fija para barra de acero	Aplicable a PC tamaño de barra $\phi$ 10.7- $\phi$ 14mm, longitud 15m	Set	2
14		Máquina de trefilado	LW3, diámetro de los productos $\phi$ 6mm~ $\phi$ 8mm	Set	2
15	Procesamiento de las tiras de acero	Máquina de corte y figuración en espiral de acero	Aplicable a diámetro de canasta de $\phi$ 1000mm, W250-300mm. diámetro de barra de 1.6-2.3mm.	Set	1
16		Steel strip pressing machine		Set	1
17		Soldadora	315 DC máquina soldadora (440V, 60 Hz)	Set	2
18	Grúa portico de celosía	Puente grúa de doble viga con dos carros	QE20+20T-19.5m	Set	3
19		Puente grúa de doble viga con dos carros	QE20+20T-21.5m	Set	4
20	Maquina de izaje	Abrazadera de molde doble propósito	Aplicable a $\phi$ 1000*15m, para molde superior e inferior	Set	1
21		Abrazadera de molde triple propósito	Aplicable a $\phi$ 1000*15m, para molde superior e inferior y canasta de refuerzo	Set	1
22		Abrazadera de molde de un solo propósito	Aplicable to $\phi$ 1000*15m, para molde superior	Set	2

ITEM		EQUIPO	ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS	UN.	CANTIDAD
23	Maquina de izaje	Grúa	Longitud de brazo 2 m, con contrapesos	Set	4
24	Encofrado	Formaletas de pilotes	φ1000×15400mm	Pcs.	65
25		Pieza de tensado	Aplicable a φ1000	Set	70
26		Conector de pila		Set	5
27	Curado	Sistema de control de temperatura para la cámara de curado a vapor		Set	1
28	Sistema de calderas	Caldera (Combustible o gas natural)	1.Capacidad de evaporación: 4t/h 2. Temperatura de alimentación de agua 3. Temperatura de vapor saturado: 194°C 4. Presión nominal de vapor: 1.25MPa	Set	2
29		Tubería de vapor	La tubería principal DN100 tiene una longitud total de aprox 120m tubería de bifurcación : DN50	Set	1
30	Instalaciones auxiliares	Tapa de la cámara de curado	16900*4300	piece	8
31		Balde de recuperación de pulpa residual (con componentes de mezcla)		set	1
32		Cargador de grava	5T	piece	2
33		Carretilla elevadora hidráulica manual	2T	piece	6
34		Pistola de impacto	TT818G	piece	26
35		Báscula de pesaje	120T L=18M	set	1
36		Aspersor desmoldante		piece	3
37	Equipo de compression de aire	Compresor de aire	Volumen de escape: 10m³/min Presión de escape: 0.8 MPa	Set	2
38		Secadora en frío	Debe coincidir con el compresor de aire e incluir filtro	Set	1
39		Tanque de almacenamiento de aire	1m³	Set	3
40		Tanque de almacenamiento de aire	2m³	Set	1
41		Tanque de almacenamiento de aire	60L	Set	10
42		Tubería de gas	Longitud total 400m of DN50	Set	1
43	Distribución de energía	Equipo de Distribución de energía	Potencia principal 1500KW, Generación de voltaje : 110/440V, 60Hz	Set	1
44		Cabina de control eléctrico	110/440V	Set	1

Fuente: Metro línea 1, 2022.

Para el transporte de los equipos y demás maquinaria que se requiere para el funcionamiento del patio taller se usarán vehículos tipo cama baja con una longitud de planchón de 13.5m a 17.5m, un ancho de 3m, de 3 ejes y una altura de 1.2m. Un esquema del vehículo que se usará se puede ver en la Figura .



Figura 231 Vehículo para transporte de equipos patio de pilotes

Fuente: Metro línea 1, 2022.

#### 3.2.11.4.1 Instalación de equipos

La instalación de cada uno de los equipos dependerá del funcionamiento y las características necesarias para cada uno de los equipos requeridos para la producción de pilotes:

##### ► Cámara de curado

El piso o base de la cámara de curado será la placa de contrapiso de la zona donde se tiene destinado la instalación de las cámaras, sin embargo, al momento de construir la placa se debe localizar las zonas en donde se construirán los muros de las cámaras y se instalará el acero de refuerzo de arranque para los muros dejándolos anclados a la placa. Posteriormente se realiza el armado del acero de refuerzo mientras se arma el encofrado para los muros con su respectivo soporte y se instala la tubería por la que se transportará el vapor para el curado de los pilotes, los muros tendrán un espesor de 40cm. Estas cámaras tendrán un ancho de 4m, una altura de 3.9m y una longitud de 15.5m.

A continuación, habiendo sujetado apropiadamente las tuberías, garantizando que no se generen desplazamientos o movimientos de estas, se realiza el vaciado del concreto por capas para los muros, el cual deberá estar debidamente vibrado. Al terminar el proceso de fraguado se retira la formaleta y se procede a curar los muros de las cámaras, al finalizar el proceso de curado se continúa con la instalación de las tapas prefabricadas para cada cámara. En la Fotografía 35 se presenta el proceso constructivo para las cámaras de curado:



Fotografía 35 Construcción Cámaras de curado

Fuente: Metro línea 1, 2022.



► Sistema de calderas y sistema de control de temperatura

El sistema de caldera será instalado en un costado del patio y contará con la ventilación requerida y se aplicarán las medidas que se requieran para el funcionamiento del equipó, teniendo en cuenta el funcionamiento de la caldera y adicionalmente que funcionará mediante el uso de un generador de combustible, produciendo así la energía suficiente para generar el vapor que se transportará por medio de tuberías hacia las cámaras de curado. Por otra parte, se realizará la conexión eléctrica y electrónica con el sistema de control de temperatura el cual será instalado cerca de las cámaras de curado, para poder realizar el seguimiento a la temperatura del vapor utilizado para el curado de los pilotes. En la Fotografía 36 se presenta un ejemplo de un sistema de control de temperatura similar al que será utilizado:



Fotografía 36 Sistema de control de temperatura

Fuente: (Steam Logic, 2022)

► Cortadora de acero

La instalación de este equipo se hace anclando la máquina sobre el módulo de anclaje mediante una perforación en la que se aplicará un epóxico y se instalará unos pernos que irán anclados a la maquinaria. Garantizando que se instalarán todos los componentes mecánicos hidráulicos y eléctricos necesarios para su funcionamiento. En la Fotografía 37 se presenta un ejemplo de la máquina que sería instalada:



Fotografía 37 Máquina cortadora de acero

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Equipo principal de canasta de refuerzo

Esta máquina tiene como función principal la fabricación de las canastas de refuerzo para los pilotes. La maquinaria está compuesta de un motor que permite girar los elementos para la instalación del refuerzo espiral mediante un equipo de soldadura automática y un elemento que permite que la canasta se desplace de manera horizontal para que, al momento de ir soldando, el refuerzo sea instalado a lo largo de toda la canasta.

Este tipo de maquinaria deberá instalarse sobre el módulo de anclaje destinado para esta actividad, realizando una perforación en la que se aplicará un epóxico y usando pernos que irán anclados sobre la maquina evitando que se produzcan desplazamientos durante la operación o cualquier desconfiguración del equipo. Para la instalación del equipo se deben tener en cuenta los requerimientos e indicaciones SST bajo procesos seguros para la instalación de este tipo de maquinaria y garantizar que la máquina cuente con todos los componentes mecánicos y eléctricos para su funcionamiento.

En la Fotografía 38 se muestra un ejemplo de la máquina que sería instalada:



Fotografía 38 Equipo principal de canasta de refuerzo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Línea transportadora de moldes

Para el transporte de formaletas a lo largo de la planta de prefabricados se realizará la instalación de equipos de transporte de 16 m de largo y 1,4 m de ancho, los cuales tendrán instalados unos rodachines que permiten que las formaletas sean transportadas mediante el manejo sistematizado de estas plataformas sobre rieles, serán instalados sobre la placa existente, anclados a la placa de cimentación mediante una pequeña estructura de acero, por lo tanto, es necesario que estos rieles sean construidos e instalados durante la etapa de construcción de la placa, de modo que queden debidamente anclados para el funcionamiento del equipo. En la Fotografía 39 se presenta un ejemplo de cómo sería el equipo anteriormente nombrado:



Fotografía 39 Línea transportadora de moldes

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Sistema de alimentación de concreto

El sistema de alimentación de concreto es necesario para la fabricación de los pilotes, para la instalación de este equipo es requerido una tolva dosificadora la cual se instalará para que el concreto pueda ser vertido sobre los moldes de los pilotes. Dicha instalación se hace mediante unas perforaciones que se hacen al módulo de anclaje fabricado en concreto reforzado sobre la placa de cimentación, en las que se aplican un material epóxico y se realiza la instalación de unos pernos que anclan la máquina al módulo, evitando que se generen desplazamientos o afectaciones durante el proceso. En la Fotografía 40 se presenta un ejemplo de maquinaria similar a las que serán instaladas:



Fotografía 40 Sistema de alimentación de concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Sistema de pretensado

Para el sistema de tensionamiento se instalará una máquina de instalación de tensores, la cual es utilizada para instalar los tensores a los costados del pilote. Los equipos requieren desplazarse sobre rieles, los cuales deberán instalarse previamente a la placa de cimentación, anclándose mediante una pequeña estructura en acero soldada y permitiendo que los rieles sean instalados al nivel de la placa.

Posteriormente para tensionar el acero de los pilotes se instalarán máquinas a los costados de la zona donde serán ubicados los pilotes; se sitúan sobre rieles anclados a la placa de cimentación mediante una estructura en acero soldado y en el que se localizarán los equipos que por medio de rodachines se desplazan hacia los pilotes para aplicar el tensionamiento requerido. La capacidad de tensión de los equipos es de 500 Toneladas Fuerza, que permitan generar los esfuerzos requeridos.

En medio del lugar donde son instalados estos equipos se marcarán los puntos exactos donde serán instalados unos apoyos en perfiles metálicos anclados a la placa de cimentación en donde se soportarán los pilotes durante el proceso de tensionamiento, instalando entre cinco (5) y seis (6) apoyos. En la Fotografía 41 se muestra un ejemplo del equipo que será instalado y de los apoyos nombrados:





Fotografía 41 Sistema de pretensado

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Sistema de centrifugado

Se hará la instalación de máquinas de centrifugado. Están constituidas por un motor de 220kW que permite la rotación de la formaleta mediante ruedas transversales instaladas en las estructuras metálicas de apoyo ancladas al piso para evitar que se produzcan movimientos de la máquina de centrifugado.

Previamente se requiere la construcción de muros en concreto alrededor del área de instalación de los equipos de centrifugado, los cuales serán construidos con un proceso similar al de las cámaras de curado, con el fin de proteger la maquinaria y generar seguridad durante el desarrollo del proceso. Para este equipo se deben instalar todos los elementos eléctricos y los sistemas de control de la maquinaria para poder operarla automáticamente. Durante el desarrollo de la actividad se deben emplear procesos seguros, cumpliendo con todos los parámetros de seguridad y salud en el trabajo por parte de los trabajadores que instalen la maquinaria. En la Fotografía 42 se muestra un ejemplo del equipo que sería instalado para el procedimiento de centrifugado:



Fotografía 42 Sistema de centrifugado

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Grúas de pórtico y máquinas de izaje

Después de ensamblar las piezas de la viga grúa o puente grúa de acuerdo con los diseños y especificaciones, se debe izar con la ayuda de una grúa para instalarla en los rieles dispuestos en las vigas de la estructura metálica acorde al diseño. Una vez completada la instalación, el equipo debe ponerse en servicio y verificar su funcionamiento antes de ponerse en uso. En la Fotografía 43 se presenta el proceso de instalación de la grúa:



Fotografía 43 Grúa pórtico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

#### 3.2.11.4.2 Conexión a servicios públicos

La conexión a los servicios públicos para el patio de pilotes prefabricados se realizará mediante acometidas a los servicios prestados por las empresas de servicios públicos de Bogotá.

##### ▶ Agua Potable

Se empleará agua para las actividades de construcción de pilotes (PHC) la cual será proveída mediante la conexión de una acometida de agua definitiva con la capacidad de proveer suficiente recurso para la ejecución de los trabajos. Esta agua se almacenará en dos tanques de concreto reforzado de 450 m3 de capacidad cada uno tal como se describió en el numeral de actividades constructivas de Patio Taller.

Para el consumo de los trabajadores se utilizarán botellones de agua suministrada por proveedores autorizados

##### ▶ Energía eléctrica

La energía eléctrica será suministrada a partir de la línea de media tensión que se encuentra en el patio taller, mediante la conexión a dos transformadores: uno de 3.0 MVA que distribuye a la planta de fabricación de vigas, la planta de concreto de Cemex y el patio de almacenamiento de vigas U y otro transformador de 0.8 MVA que distribuye exclusivamente al Campamento habitacional. De esta forma, se provee la energía necesaria para la línea de producción y la iluminación.

En caso de algún alto en el suministro de energía, se tendrá un generador de reserva en el patio de vigas u prefabricadas.

En total se instalarán tres Transformadores, uno para patio de prefabricados (PHC), Patio de prefabricados Vigas U y Campamento. A continuación, se presenta la ubicación de los transformadores a instalar.

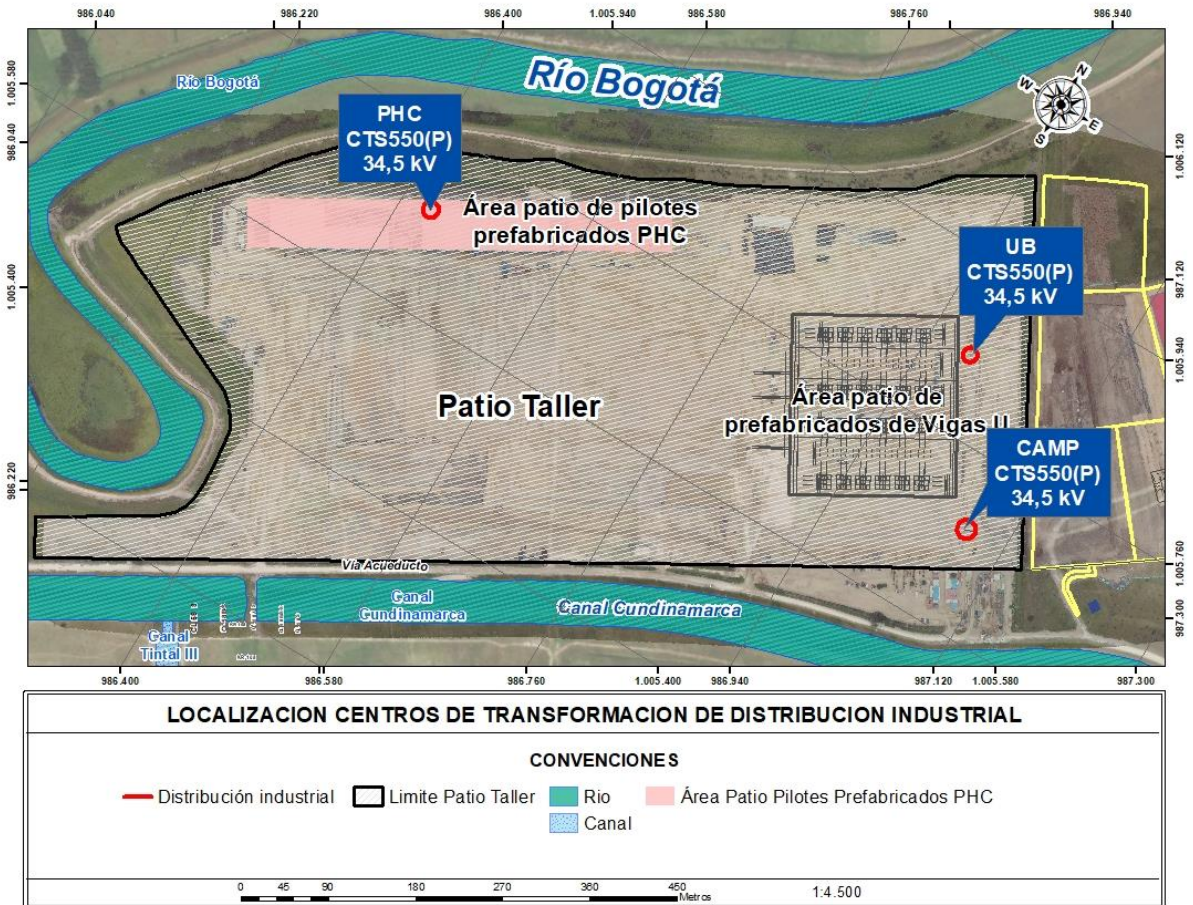


Figura 232 Localización Transformadores para Patio Taller

Fuente: Metro línea 1, 2023.

► Sistema de drenaje de aguas lluvias y sanitario

El sistema de drenaje de aguas lluvias serán transportadas a los sistemas temporales de almacenamiento (Pondaje) y/o disposición final (red acueducto de la de la ciudad) , aprovechando las obras civiles ya construidas para el patio taller. Para el agua sanitaria se deberá realizar una conexión con la acometida agua sanitaria que se tiene planteada para descargar al interceptor Fucha – Tunjuelo, con el fin de que las aguas sanitarias sean dirigidas a este. En caso de que algún agua sanitaria tenga condiciones de mayor contaminación, estas deberán almacenarse para ser recogidas y tratadas de manera especial.

► Sistema de drenaje de aguas industriales



Para el manejo de aguas residuales industriales de la del Patio de PHC se construirá un sistema de tanque sépticos. Para la construcción de estos tanques se realiza una excavación con una retroexcavadora, 80 cm por debajo del nivel del suelo, en seguida se ponen 10 cm de grava distribuidos uniformemente por el personal de obra, en seguida se nivela y se pone la parrilla de acero y se delimita el espacio con maderas guía y en seguida se funde la placa de concreto y se le da un tiempo de fraguado suficiente para empezar a realizar la mampostería de los lados y de las separaciones, que se realiza manualmente. Una vez se tiene la mampostería se hacen las perforaciones que permiten el paso de las tuberías PVC y luego se instalan. En seguida se arma la parrilla y se formaleta la tapa superior para luego fundir el concreto. Finalmente, se realizan las tapas de concreto en campo, de igual forma armando el refuerzo y fundiendo el concreto en las dimensiones diseñadas. Se instalan las tapas y se dejan movibles para permitir la limpieza y evacuación de lodos.

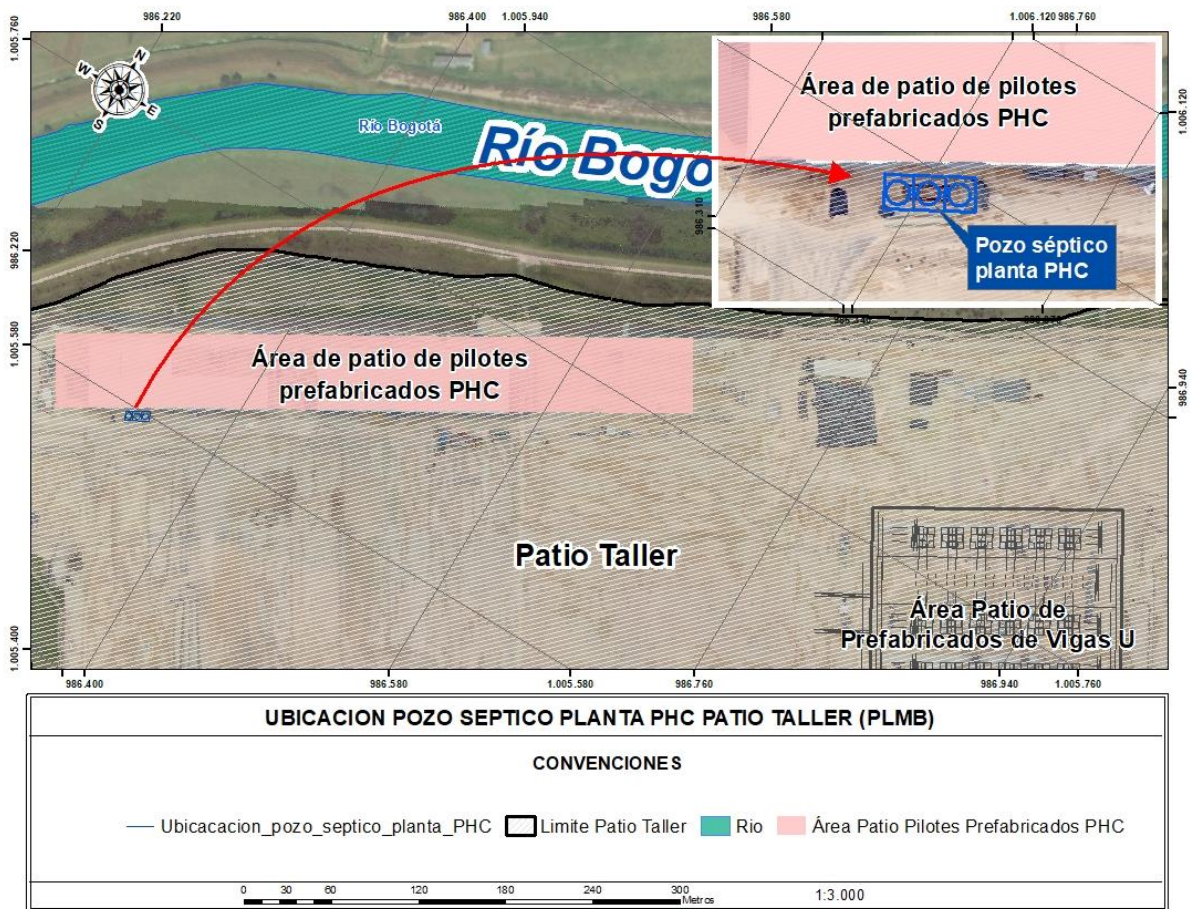


Figura 233 ubicación Pozo séptico planta PHC

Fuente: Metro línea 1, 2023

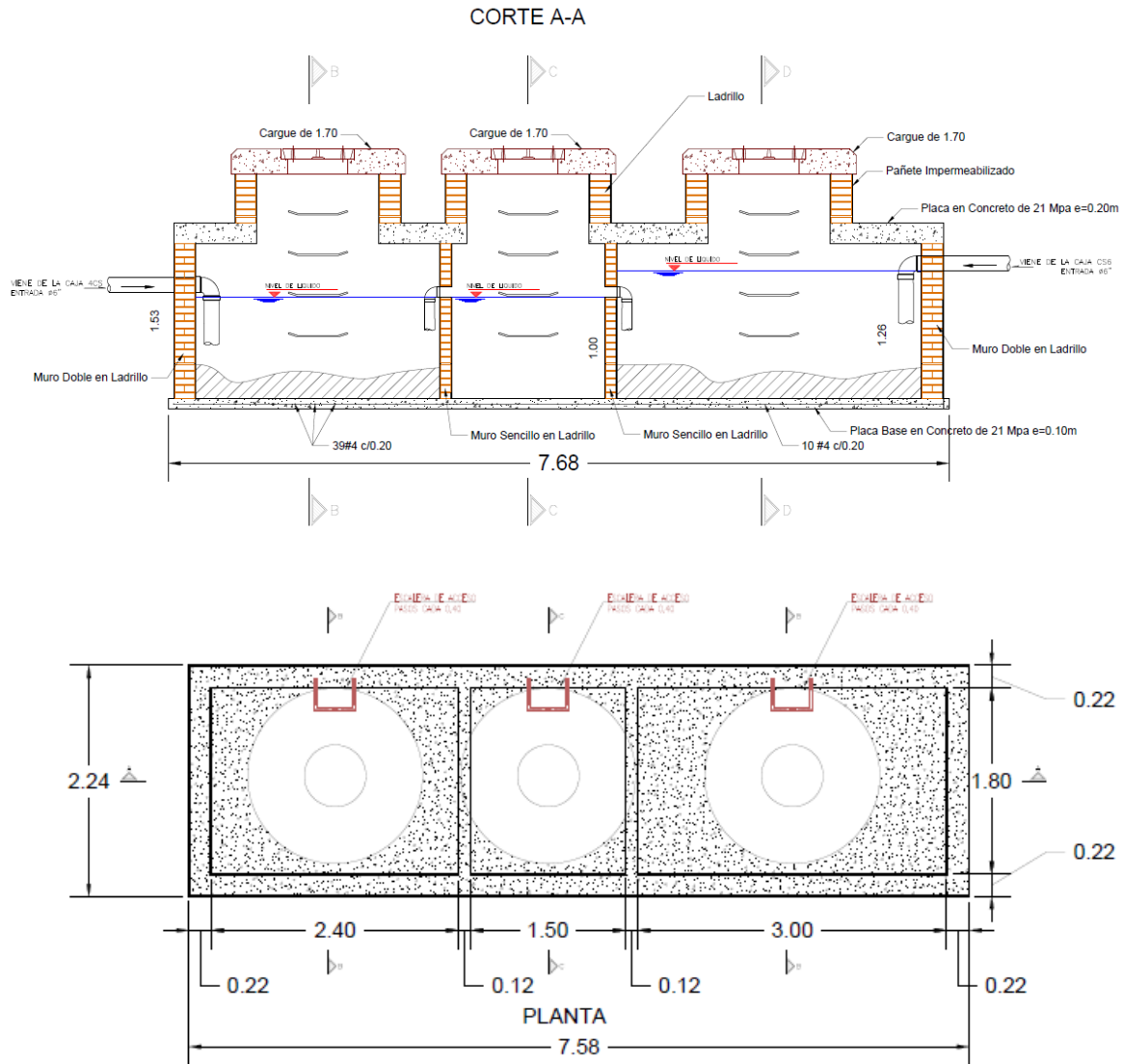


Figura 234 Diseño tanques sépticos

Fuente: Metro línea 1, 2023

Consideraciones generales del Tanque séptico:

- ▶ Las dimensiones se encuentran en mt
- ▶ El Pozo Séptico se diseñó para un mantenimiento de cada 2 días.
- ▶ Se toma como base el cálculo del caudal de la caldera de 1.50 m3.
- ▶ El Pozo Séptico se construirá en mampostería de pared doble.

- ▶ Los Baffles o muros pantalla se construirán en Mampostería Muro sencillo.
  - ▶ Al Construirse en Mampostería (ladrillo), debe cumplir con la normativa vigente de la EAAB ESP, con mortero impermeabilizado.
  - ▶ La construcción de la parte de los pozos de inspección, se deben construir bajo la norma NS-029 de la EAAB.
  - ▶ Los pasos de la escalera se deben suministrar e instalar plásticos bajo la norma NS-029 de la EAAB, en Polipropileno con refuerzo interno en acero.
  - ▶ Este tipo de escalera está compuesto por pasos plásticos con superficie antideslizante mediante puntos esféricos, están constituidos de varilla de acero recubierto con polipropileno copolímero virgen de alta resistencia al impacto con una capa mínima de 6 mm por todos lados. Debe ser resistente a todos los ácidos, a la corrosión, al desgaste, a la tracción.
  - ▶ El pañete tanto interno como externo debe ser impermeabilizado.
- ▶ Sistema de almacenamiento de combustible para la operación del Patio de prefabricados PHC

Se requiere instalar un tanque de almacenamiento de combustible Diesel el cual se utilizará para el generador y la caldera. Se contempla un consumo de combustible inferior a 20,000 gal/mes en cada punto, garantizando ser un consumidor final. El transporte de este combustible se realiza mediante camiones cisterna desde el sitio del proveedor hasta la ubicación del tanque en el Patio Taller. Teniendo en cuenta que el tanque es de 10,000 gal y entre los dos puntos de entrega se tiene el mismo tanque, este tanque se rellenará máximo 4 veces en el mes.

Por lo anterior y en cuanto a la normatividad se remite al Decreto 1073 del 2015, ML1 será atendidos en calidad de **consumidor final** ya que tienen un consumo interno inferior a 20.000 gls mensuales por cada instalación:

**ARTÍCULO 2.2.1.1.2.2.3.92. Obligaciones del distribuidor minorista cuando actúe como comercializador industrial.** El distribuidor minorista que ejerza su actividad como comercializador industrial, tiene las siguientes obligaciones:

"8. Atender únicamente al consumidor final que consuma combustibles en volúmenes inferiores a los veinte mil (20.000) galones al mes, y que cumplan con los términos y condiciones señalados en el parágrafo del presente artículo, excepto cuando se distribuya al gran consumidor sin instalación"

**PARÁGRAFO.** El consumidor final que consuma combustibles en volúmenes inferiores a los veinte mil (20.000) galones al mes, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

1. Destinar el combustible únicamente para cumplir con los procesos inherentes a su actividad.

2. Abstenerse de subdistribuir, redistribuir o revender el combustible líquido derivado del petróleo adquirido.
3. Abstenerse de recibir los combustibles líquidos derivados del petróleo de carro tanques que no porten la guía única de transporte.
4. Cumplir con las normas sobre protección y preservación del medio ambiente.
5. Abstenerse de adquirir combustibles simultáneamente de dos o más distribuidores mayoristas o distribuidores minoristas como comercializador industrial.

Llegado el caso en que el consumo mensual supere los 20.000 gl/mes se dará cumplimiento al Decreto 1073 de 2015 en cuanto a los grandes consumidores.

**Nota:** "ARTÍCULO 2.2.1.1.2.2.3.94. Obligaciones del Gran Consumidor" en este caso es un agente con volumen superior a los 20.000 gls mes por instalación, donde en las obligaciones si exige una serie de certificaciones.

En cuanto a las especificaciones técnicas que va a cumplir la instalación, corresponde al reglamento técnico Resolución 40198 de 2022, el tanque que del proveedor cumple con lo requerido por esta norma. Siendo un tanque de Lamina metálica ASTM A36 de 4mm a 6 mm y las tuberías son en acero al carbón SCH 40 diámetro entre 2" a 4", Al ser tanques aéreos, temporales no se requiere tanque de doble pared.

En seguida, dimensiones del tanque de 10.000 gal.

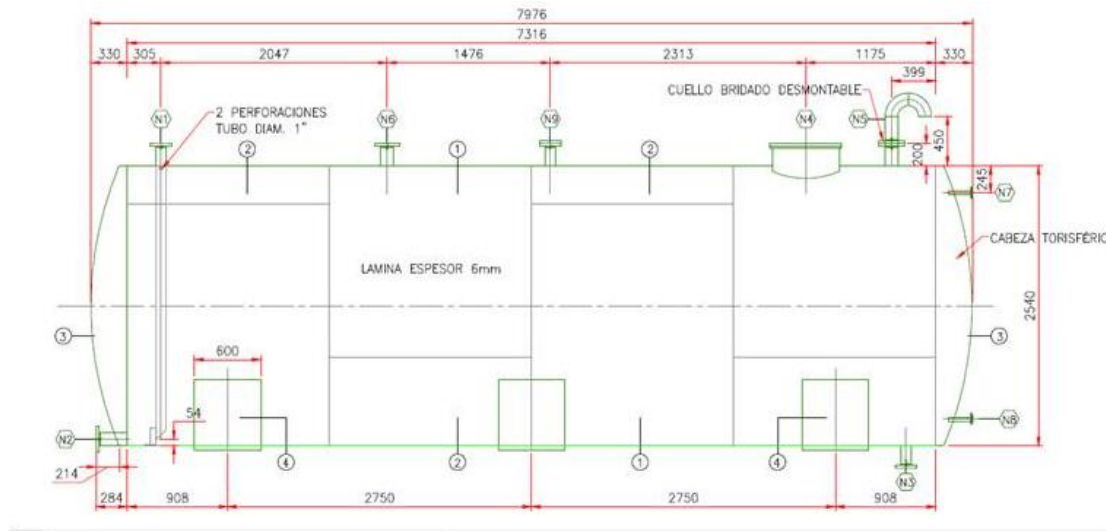


Figura 235 Diseño Tanque de abastecimiento de Diesel

Fuente: Metro línea 1, 2023



Las medidas de control de estas instalaciones son las que estipula el reglamento técnico (Resolución 40198 de 2022) que es cumplir con unas especificaciones que garantizan la seguridad de la instalación, Ejemplo: Dique, este va a contener los derrames para evitar vertimientos.

Los principales riesgos se pueden presentar son en el procedimiento de descargue pueden ser que no acoplen bien una manguera y se derrame producto o fuentes de ignición cercanas al momento de transferir el producto ya que se generan vapores (cabe resaltar que el Diesel es un producto con menos volatilidad que la gasolina por lo cual el riesgo de combustión es menor).

Como medidas para mitigar, la instalación debe contar con

- Un kit antiderrame,
- Un extintor de 22 libras agente limpio y un satelital de 150 libras agente limpio.

A continuación, se presenta la ubicación del tanque dentro del Patio Taller.

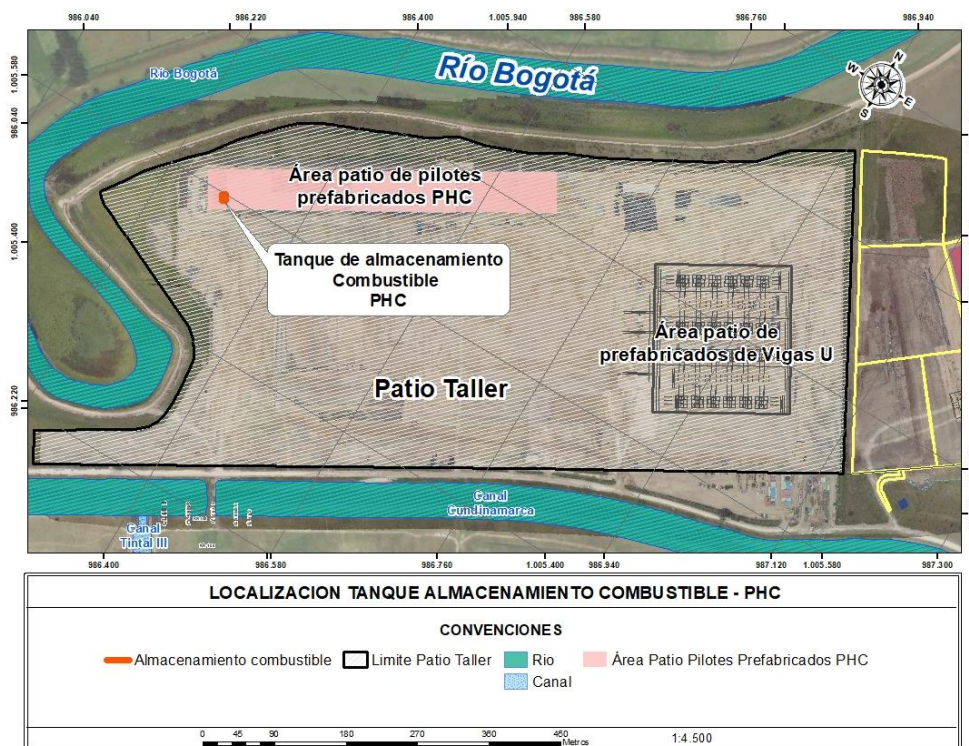


Figura 236 Ubicación tanque de almacenamiento Patio Taller

Fuente: Metro línea 1, 2023

### 3.2.11.4.3 Operación del patio de prefabricados de pilotes PHC

La operación del patio de prefabricados se dará en distintas etapas para completar la elaboración de cada pilote.

El primer paso consiste en cortar las barras de acero de manera longitudinal, continuando con la adecuación del borde de la barra longitudinal sellando la barra de acero, para que pueda ser llevado a la siguiente etapa.

El segundo paso consiste en situar las barras de acero en el equipo de canastas de acero, como se indique e instalar el refuerzo en espiral, para que la maquina soldé el refuerzo alrededor de las barras, para posteriormente retirar la canasta de refuerzo y almacenarla en la zona indicada, en donde se instalará el disco de acero en los extremos de la canasta de refuerzo En la Fotografía 44 se puede observar el proceso de soldadura del refuerzo en espiral.



Fotografía 44 Soldadura del refuerzo espiral para la canasta

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



Fotografía 45 Cuellos del pilote (disco de acero)

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Posteriormente se aplica el desmoldante a la formaleta o molde de pilote y se pone la canasta de refuerzo sobre esta.

El siguiente paso consiste en la producción de concreto el cual debe producirse con unas materias primas que cuenten con unas características específicas. La calidad del agua para la mezcla de concreto debe seguir especificaciones de diseño establecidas según la norma INV 630-13, el cemento portland común que cumpla la NTC 220, la arena natural y grava debe cumplir con los requisitos de la INV 630 – 13. En general, el concreto de los pilotes utilizará principalmente cenizas volantes y micro sílice. La ceniza volante se obtendrá calcinando antracita o carbón bituminoso (es decir, cenizas volantes tipo F). Además, deberá cumplir con los requisitos ASTM C618 y/o NTC 3493. Los estándares relacionados a la micro sílice son los especificados en la NTC 4637 y/o ASTM C1240.

La cantidad unitaria total de materiales cementantes utilizados para los pilotes PC no debe ser inferior a 480 kg/m<sup>3</sup> por el proceso de autoclave secundario, no menos de 500 kg/m<sup>3</sup> por el proceso de autoclave, y los aditivos en los materiales cementantes no debe ser superior a 30% de la cantidad total de materiales.

Antes de cada turno, se va a revisar el contenido de humedad de la arena y los agregados, y se ajustará la cantidad de agua de la mezcla. Por otro lado, el asentamiento del concreto debe ser de 3 cm a 7 cm y el asentamiento debe probarse al menos tres veces por turno.

La mezcladora de concreto es una mezcladora forzada. Primero se precalienta y verifica la báscula electrónica (verificar el estado operativo de la báscula electrónica, la posición del sensor y la sensibilidad de la báscula) 20 minutos antes de cada comienzo de jornada. Después de confirmar el funcionamiento normal del equipo de medición, se verifica la precisión del pesaje de arena, piedra, agua, cemento y aditivos, respectivamente. Después se limpia la planta dosificadora, se debe agregar una cantidad apropiada de cemento y arena al primer lote. Durante la dosificación, el tiempo neto de dosificación del concreto no debe ser inferior a 120 s. Una vez que se mezcla el concreto, se debe descargar en un tiempo no superior 30 minutos, de lo contrario no se puede utilizar para la producción de los pilotes.

El concreto se vacía sobre la formaleta por medio del sistema de distribución de concreto desplazando la formaleta para que este pueda ser distribuido uniformemente a lo largo de toda la formaleta y a una velocidad constante para garantizar que el espesor sea el mismo en todo el elemento. En el extremo del lado de tensado se debe incrementar la distribución del concreto. Se debe garantizar que previo al vaciado sobre la formaleta no se presente agua, en caso tal está deberá ser drenada completamente, durante el vaciado la temperatura ambiente no debe ser superior a 45°C y no debe exceder los 30 minutos. En la Fotografía 46 se puede observar cómo se realiza el vaciado del concreto:



Fotografía 46 Vaciado de concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El cuarto paso es ensamblar la parte superior de la formaleta o molde teniendo en cuenta que se debe asegurar que las juntas de la formaleta de acero superior e inferior estén limpias. El encofrado superior debe alinearse y manejarse con cuidado y no debe chocar con la junta de conexión mecánica, al apretar los pernos, deben ajustarse sincrónicamente en ambos lados con una llave de impacto neumática, realizando la maniobra desde el medio hacia ambos extremos del pilote o de un extremo al otro extremo. En la Fotografía 47 se presenta la unión de las dos piezas de la formaleta para pilotes:



Fotografía 47 Armado del molde o formaleta

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El quinto paso es realizar el pretensado del acero, iniciando con la instalación de los tensores, antes de realizar el tensionamiento se verifica y confirma que la varilla de tensión del gato esta ensamblada correctamente con el encofrado de acero, garantizando que estén en el mismo eje para posteriormente realizar el pretensado en uno solo de los lados del pilote, la tensión de cada pilote se determina a partir de especificaciones y se calcula a partir de las lecturas del manómetro de aceite. Durante el tensado, la



tasa de presión del aceite deberá ser estable y uniforme. Después de tensar, se estabiliza la presión y se ajusta la contratuerca, la presión se puede eliminar solo después de que la tuerca esté apretada en su lugar.



Fotografía 48 Proceso de tensionamiento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El siguiente paso es el centrifugado del pilote, antes de iniciar el proceso, se verifican los pernos por última vez y el funcionamiento de cada parte de la centrífuga. El proceso de centrifugado se divide en 4 etapas: i) baja velocidad, ii) velocidad baja-media, iii) velocidad media-alta, iv) velocidad alta. La velocidad baja dura 5 minutos; la velocidad media-baja tiene una duración de 2min; la velocidad media-alta tiene una duración de 2min; y la velocidad alta tiene una duración de 12min. El tiempo total de centrifugación se establece en aproximadamente 21 min, luego del proceso el concreto residual debe limpiarse y el izado del pilote debe realizarse con cuidado para evitar afectaciones. En la Tabla se establecen los rangos de las velocidades para cada una:

Tabla 30 - Velocidad y tiempo de centrifugado

Diámetro Externo Pilote (mm)	Velocidad del molde de acero (r/min)				Tiempo total de centrifugado (min)
	Baja	Baja-media	Media-alta	Alta	
800	30~50	80~110	140~185	235~300	20~28
1000	25~45	70~100	130~165	210~280	

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Fotografía 49 se presenta el proceso de centrifugado de pilotes:



Fotografía 49 Proceso de centrifugado

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se lleva el pilote a las cámaras de curado y se usa el vapor saturado para el proceso de curado, este se divide en tres etapas: i) aumento de temperatura, ii) temperatura constante y iii) caída de temperatura, el sistema de curado a vapor se configurará de acuerdo con los cambios de temperatura. La pared de la cámara de curado y la tapa deben sellarse contando con un total de 8 pilotes por cámara, para posteriormente adoptarse el proceso de curado de "ciclo direccional de medio caliente". El ciclo de temperatura para el curado se muestra en la Figura .

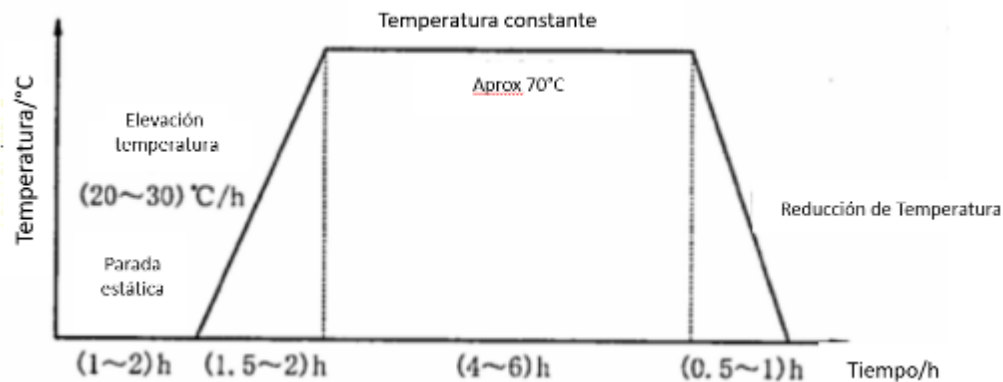


Figura 237 Ciclo de temperatura para el curado a vapor

Fuente: Metro línea 1, 2022.

La temperatura debe descender lentamente y la tasa de caída de temperatura debe ser inferior a 30°C/h. Después del curado con vapor deben llevarse los pilotes directamente a la zona de desencofrado. En la Fotografía 50 se presenta el apilamiento de pilotes dentro de la cámara de curado:



Fotografía 50 Proceso de curado

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Por último, se realiza la liberación del pretensado y el retiro de la formaleta, los pernos de conexión en la formaleta de acero superior e inferior se retiran después de quitar los pernos de la placa de anclaje y las tuercas de la barra de tensión, después se suelta el encofrado y se iza la parte superior, se debe comprobar si se han quitado todos los pernos de unión del encofrado de acero y se desencofra la parte inferior, liberando el pilote. Posteriormente se debe realizar el curado de 28 días de los pilotes para que alcancen la resistencia necesaria. En la Fotografía 51 se presenta el proceso de desencofrado de los pilotes:



Fotografía 51 Proceso de liberación del pretensado y retiro de la formaleta

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la siguiente figura se presenta el diagrama del proceso de producción de los pilotes:

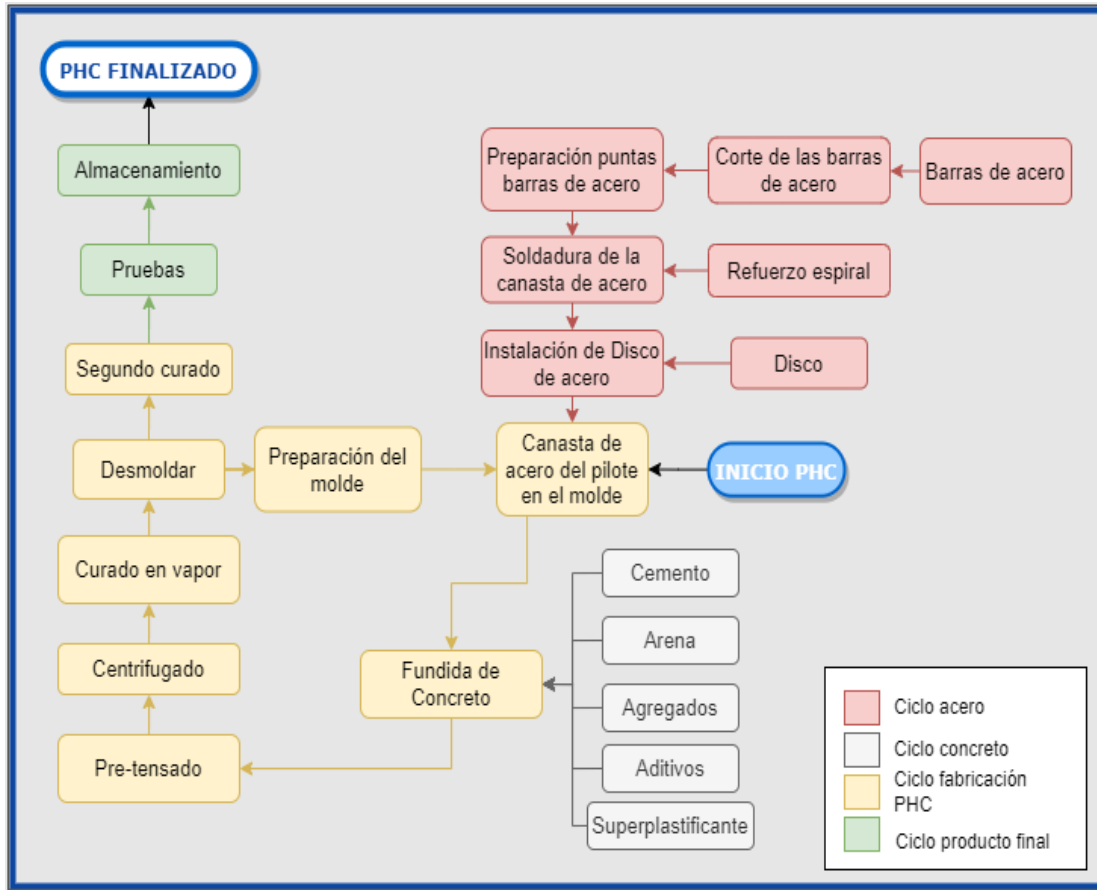


Figura 238 Proceso de producción de pilotes PHC

Fuente: Metro línea 1, 2022.

### 3.2.11.5 Adecuación y operación de patio de prefabricados de Vigas U

En este numeral se describe a detalle lo relacionado al **Patio de prefabricados de Vigas U** que incluyen instalaciones de planta de concreto, zona de almacenamiento de vigas cajón, zona de acopio de rieles. De esta forma, se contempla i) adecuación del terreno ii) construcción del patio, iii) operación, iv) movilización de prefabricados.

Estos elementos prefabricados servirán como elementos de la superestructura acorde a los diseños para el viaducto y las estaciones de la PLMB, y van a ser transportados a su sitio de instalación en partes facilitando su movilización por la ciudad. A continuación, se muestra una imagen ilustrativa de lo que se plantea como el Patio de prefabricados de Vigas U dentro del Patio Taller de la PLMB.





Figura 239 Patio de Vigas U prefabricadas

Fuente: Metro línea 1, 2022

A continuación, se muestra la ubicación dentro del Patio Taller del patio de prefabricados Vigas U y su distribución.

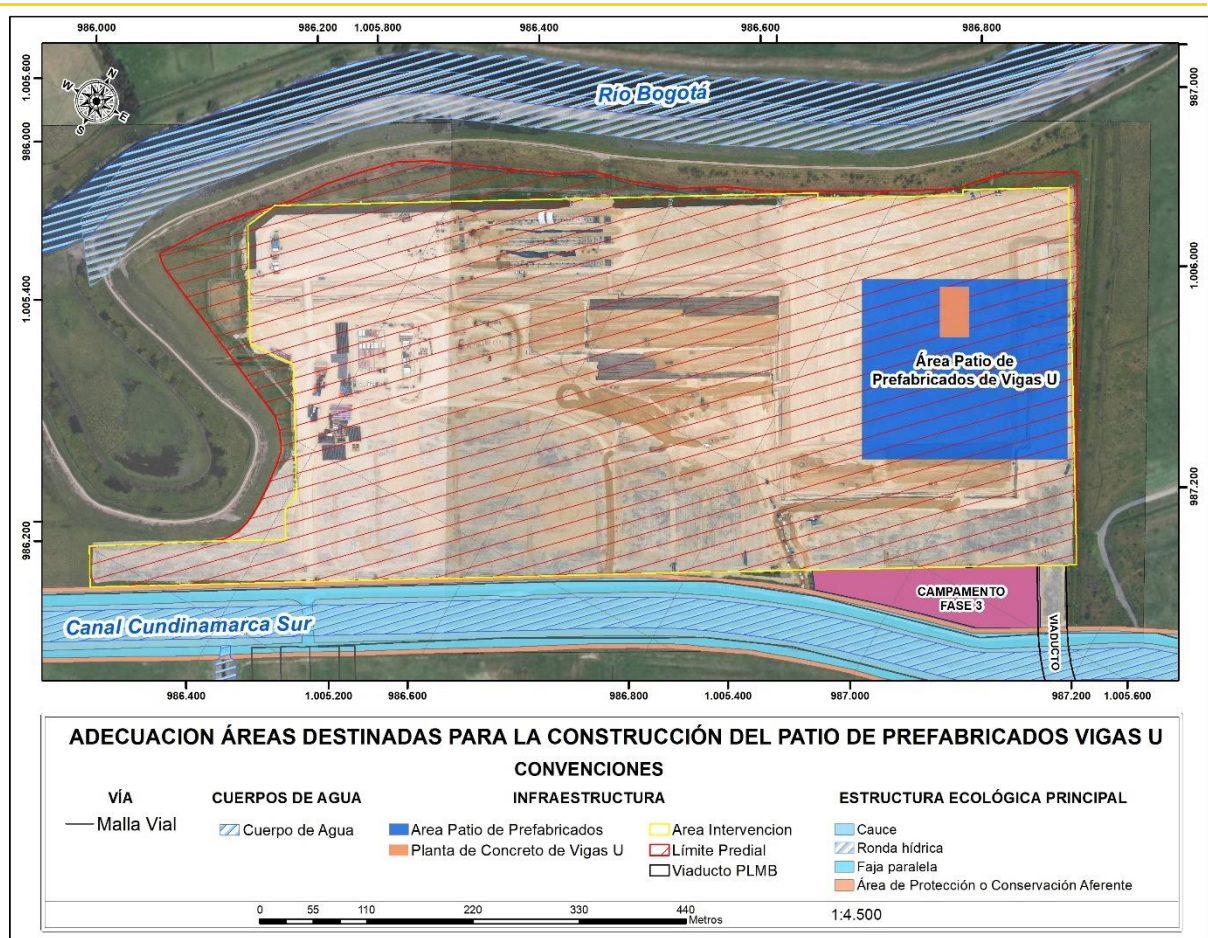


Figura 240 Área destinada para la adecuación para la construcción del patio de prefabricados de vigas U

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



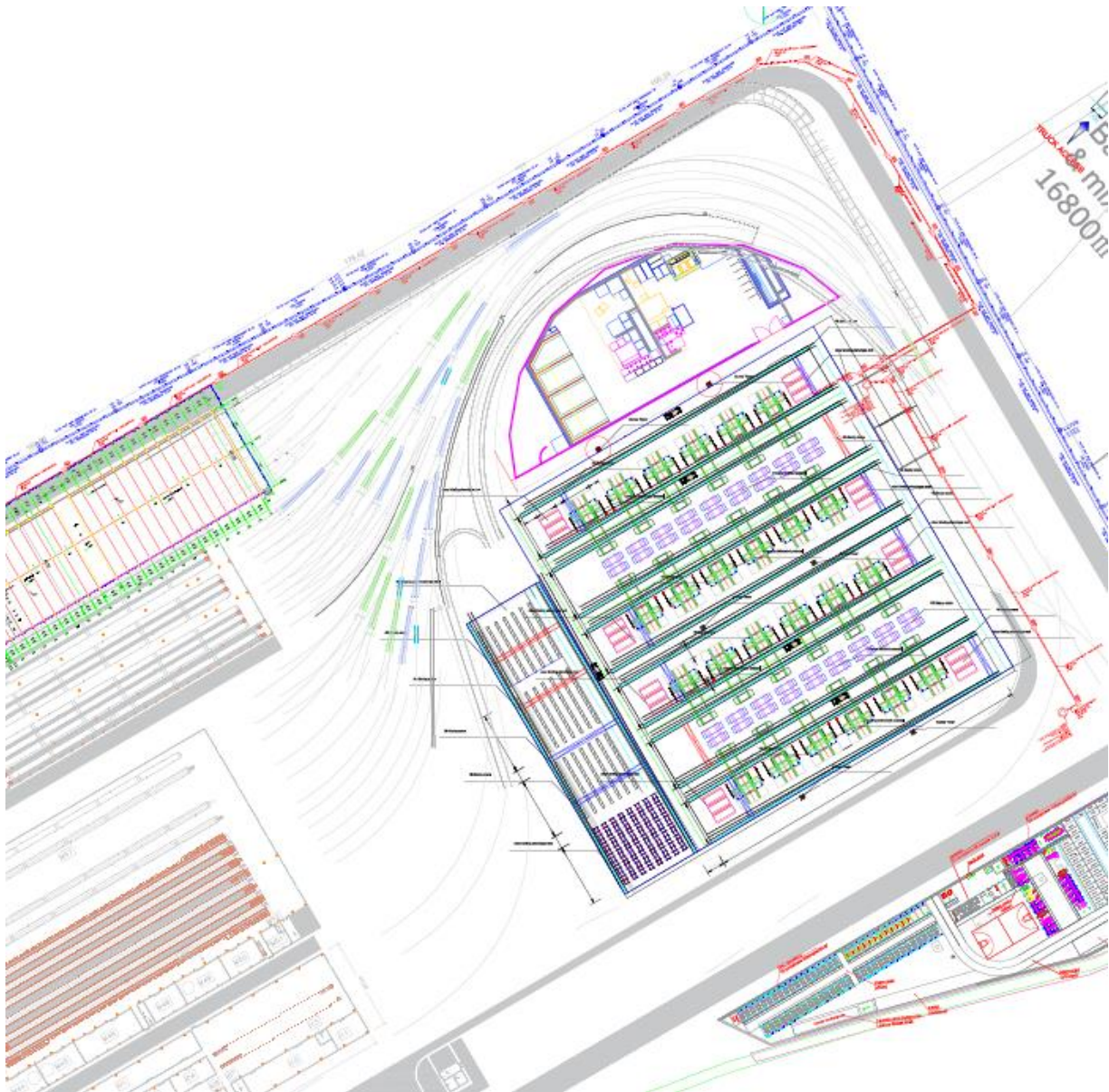


Figura 241 Patio de prefabricados Vigas U

Fuente: Metro línea 1, 2022.

La planta de prefabricación de vigas U se construye de manera concentrada y refinada, y es responsable de la producción de los componentes prefabricados superiores de toda la línea de PLMB, incluyendo un total de 7603 vigas U para 726 tramos en toda la línea y 588 vigas cajón para 16 estaciones. Las vigas U se prefabrican con alta precisión y eficiencia utilizando plantillas hidráulicas y el método de coincidencia de línea corta.

Esta área de prefabricación se divide en el área de prefabricación de vigas U y el área de prefabricación de vigas cajón. El área de prefabricación de vigas U mide 186.4 metros por 164.8 metros, y es el punto de producción de las 7,603 vigas U. El área de prefabricación está dispuesta paralelamente con cuatro líneas de producción de vigas U y dos áreas de acabado y transporte de vigas U. El área de prefabricación de vigas cajón tiene una dimensión plana de 147.8 metros por 39.6 metros, y es responsable de la producción de 588 pequeñas vigas cajón de esta sección. Esta sección está equipada con 14 plataformas de producción.

Según el diseño, las Vigas U se pueden clasificar en los siguientes tipos: Segmentos de extremo de viga (tipo A, tipo D, tipo G), Segmentos de transición gradual (tipo B, tipo E, tipo F), Segmentos estándar de tramo medio (tipo C) y segmentos de ajuste en el tramo medio. Cada tipo de segmento se divide en los modelos W1 y W2 según el ancho de la plataforma del puente. La estructura estándar de la viga segmentada se muestra a continuación, y los parámetros de los segmentos se presentan en la Tabla 31 parámetros de viga U segmentada. La cantidad de unidades para la totalidad del proyecto se indican en la Tabla 32.



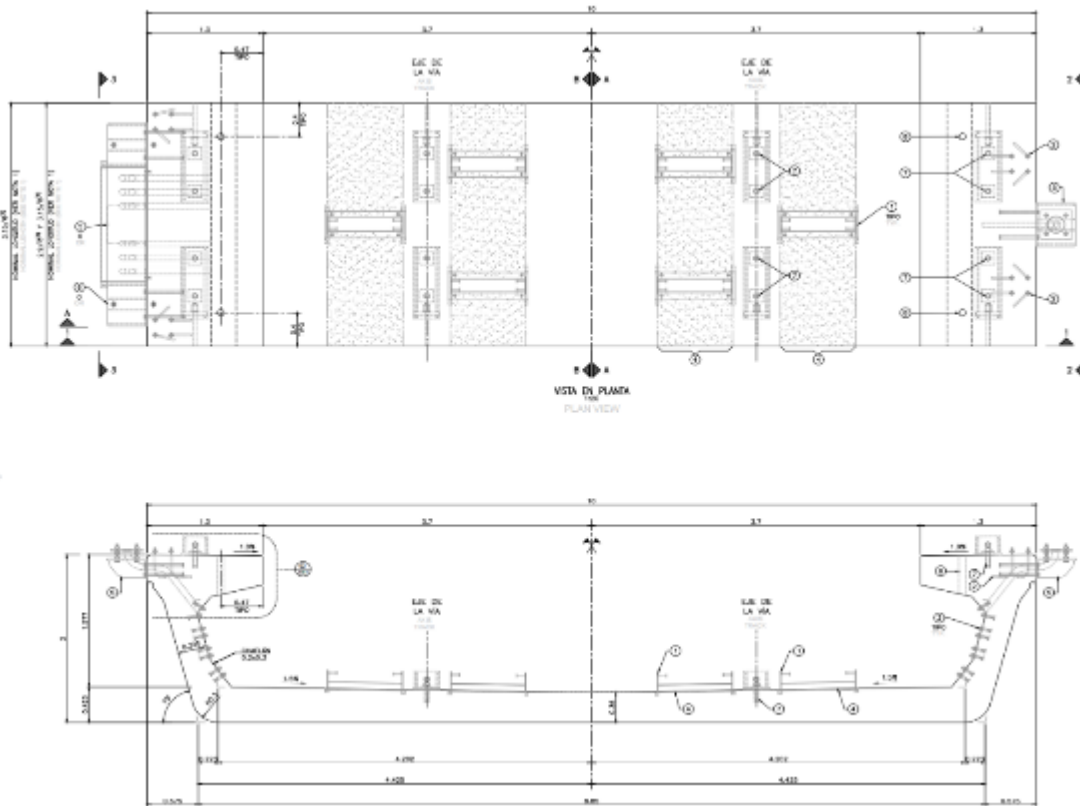


Figura 242 Dibujo estructural de sección de viga estándar (type W2 y type C) (UNIDAD:M)

Fuente: Metro línea 1, 2022.

Tabla 31 parámetros de viga U segmentada

TIPO	PARTES APLICABLES	ANCHO DE VIGA	MEDIDA DE SEGMENTO (m)			HORMIGÓN (m³)	PESO (t)	TRAMO
			LONGITUD	ALTURA	ANCHO			
Type A	Extremo de viga simplemente apoyada	W1	1.7	2.3	9.6	13.96	34.9	2
		W2	1.7	2.3	10	14.7	36.75	2
Type B	Sección de transición de viga de apoyo simple	W1	2.9	2	9.6	16.17	40.43	2
		W2	2.9	2	10	16.92	42.3	2
Type C	Tramo intermedio de viga simplemente apoyada	W1	1.1~3.35	2	9.6	15.68	39.2	4~10
		W2	1.1~3.35	2	10	16.43	41.08	4~10

TIPO	PARTES APLICABLES	ANCHO DE VIGA	MEDIDA DE SEGMENTO (m)			HORMIGÓN (m³)	PESO (t)	TRAMO
			LONGITUD	ALTURA	ANCHO			
	Tramo intermedio de viga continua	W1	1.1~3.35	2	9.6	17.03	42.58	8、 11
		W2	1.1~3.35	2	10	17.85	44.61	8、 11
Type D	Extremo simplemente apoyado de viga continua	W1	1.7	2.3	9.6	14.35	35.88	1
		W2	1.7	2.3	10	15.11	37.78	1
Type E	Sección de transición en el extremo simplemente apoyado de viga continua	W1	3.125	2~2.3	9.6	21.42	53.55	1
		W2	3.125	2~2.3	10	22.51	56.27	1
Type F	Sección de transición en el extremo continuo de viga continua	W1	3.125	2~2.5	9.6	24.04	60.1	1
		W2	3.125	2~2.5	10	25.31	63.28	1、 2
Type G	Extremo continuo de una viga continua	W1	1.7	2.5	9.6	17.2	42.99	1
		W2	1.7	2.5	10	18.16	45.4	1、 2

Fuente: Metro línea 1, 2022.

Tabla 32 - Cantidad Vigas U

ORDEN	TIPO	CANTIDAD	NOTA
1	TIPO W1 TYPE A	304	Ajuste del segmento R considerado con el mismo ancho de tipo C
2	TIPO W1 TYPE B	304	
3	TIPO W1 TYPE C	1428	
4	TIPO W2 TYPE A	856	
5	TIPO W2 TYPE B	856	
6	TIPO W2 TYPE C	3650	
7	TIPO W1 TYPE D	16	
8	TIPO W1 TYPE E	16	

ORDEN	TIPO	CANTIDAD	NOTA
9	TIPO W1 TYPE F	16	
10	TIPO W1 TYPE G	16	
11	TIPO W2 TYPE D	34	
12	TIPO W2 TYPE E	34	
13	TIPO W1 TYPE F	36	
14	TIPO W2 TYPE G	36	
15	TOTAL	7602	

Fuente: Metro línea 1, 2022.

El patio de prefabricación se encuentra en la dirección noroeste del patio taller de la PLMB, con una forma rectangular básica y un tamaño total en planta de 268m x 212m, cubriendo un área de 57,000 metros cuadrados. Dentro del área del Patio Taller, el Patio de Prefabricados de Vigas U se dispuso en una zona en la que se interfiriera lo menos posible con el desarrollo de las obras correspondientes a las edificaciones del Patio Taller, planteadas para su ejecución durante el tiempo de operación de los patios de prefabricados. En la Tabla y Figura se pueden observar las coordenadas de la planta de fabricación figura a continuación se puede ver la ubicación de la planta de fabricación de vigas U prefabricadas

Tabla 33 - Coordenadas Patio de Vigas U y Vigas Cajón Prefabricadas

Punto	Norte	Este	Cota
1	105592,723	86858,026	2544,1
2	105706,820	87048,167	2544,1
3	105867,758	86954,111	2544,1
4	105780,987	86805,701	2544,1
5	105747,719	86825,151	2544,1
6	105727,306	86790,237	2544,1

Fuente: Metro línea 1, 2022.

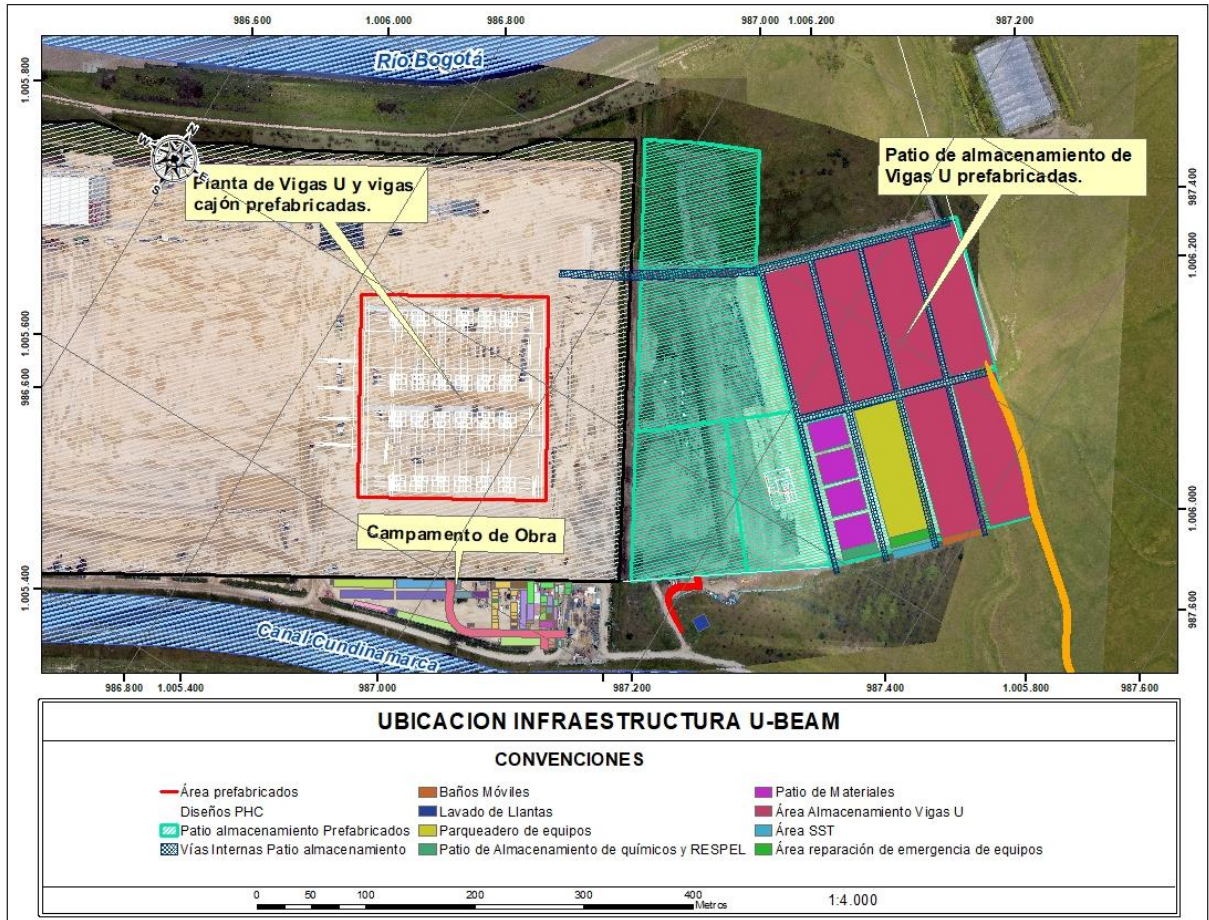


Figura 243. Esquema la ubicación de la planta de producción de vigas U

Fuente: Metro línea 1, 2022.

### 3.2.11.5.1 Construcción del patio de prefabricados vigas U

A continuación, se presenta la fase de construcción de cada uno de los componentes del Patio de prefabricados Vigas y cajón.

- ▶ Preliminares de obra
- ▶ Topografía

Se verifican las coordenadas de diseño de acuerdo con los planos patio de prefabricados, se complementa las coordenadas requeridas durante la construcción y establece una red de control topográfica durante construcción que cumpla con los requisitos de construcción en términos de planta y elevación.

- ▶ Preparación de materiales y equipos



Se realiza el pedido de materiales para construcción de elementos de concreto reforzado. La información del equipo de construcción, incluidos los certificados de los operadores, debe ser inspeccionada y aceptada por el departamento SST. De acuerdo con el diseño de la organización de la construcción y el progreso de esta, se establece un plan detallado de suministro de materiales a nivel mensual, trimestral y anual. Se realiza una previsión anticipada de materiales con alta demanda, nuevos materiales y materiales escasos, como acero, concreto, cemento, arena y piedra. Se establecen áreas de reserva de materiales y almacenes en el lugar de almacenamiento de materiales, y el diseño de los almacenes cumple con los requisitos correspondientes. La capacidad de almacenamiento y rotación de materiales como el acero es de al menos tres meses, para garantizar el suministro de materiales durante períodos de alta demanda y situaciones especiales de construcción.

► Mejoramiento del suelo

De acuerdo con los requisitos de capacidad de carga y asentamiento de la cimentación de diferentes estructuras, se utilizan el método de cimentación compuesta de pilotes CFG (Continuous Flight Auger) y el método de reemplazo para la mejora del suelo. Los métodos de mejora para diferentes áreas son los siguientes:

Tabla 34 - Medidas de mejoramiento del suelo

No.	Cimentación	Medidas de mejoramiento
1	Cimentación de la pista del puente grúa de 80ton	➤ Pilotes CFG con un diámetro de 350 mm y una longitud de pilote de 10,0 m, dispuestos en un triángulo equilátero con un espaciamiento de pilotes de 1,5 m. La parte superior del pilote CFG está equipada con una cabeza de concreto de 20 MPa con un tamaño de 0,5×0,5×0,3 m, y se coloca un cojín de 25 cm entre la cabeza del pilote y la cimentación. El cojín se cubre con grava graduada y geotextil.
2	Cimentación del pedestal Vigas U	➤ Pilotes CFG con un diámetro de pilote de 350 mm y una longitud de 9,0 m, dispuestos en un triángulo equilátero con un espaciamiento de 1,5 m. La parte superior del pilote CFG está equipada con una cabeza de concreto de 20 MPa con un tamaño de 0,5×0,5×0,3 m, y se coloca un cojín de 25 cm entre la cabeza del pilote y la cimentación. El cojín se cubre con grava graduada y geotextil.
3	Cimentación del pedestal de vigas cajón	➤ Pilotes CFG con un diámetro de 350 mm y una longitud de 7.0 m, dispuestos en un triángulo equilátero con un espaciado entre pilotes de 1.5 m. En la parte superior del pilote CFG se coloca una cabeza de concreto de 20 MPa con un tamaño de 0.5×0.5×0.3 m, y se coloca un colchón de 25 cm entre la cabeza del pilote y la cimentación. El colchón está cubierto con grava graduada y geogrilla.
4	Cimentación viga de acopio	➤ Pilotes CFG con un diámetro de 350 mm y una longitud de 6.0 m, dispuestos en un triángulo equilátero con un espaciado entre pilotes de 1.5 m. En la parte superior del pilote CFG se coloca una cabeza de concreto de 20 MPa con un tamaño de 0.5×0.5×0.3 m, y se coloca un colchón de 25 cm entre la cabeza del pilote y la cimentación. El colchón está

No.	Cimentación	Medidas de mejoramiento
		cubierto con grava graduada y geogrilla.
5	Cimentación pista puente grúa 16ton	➤ Utilice grava graduada + suelo de cobertura de montaña para el relleno, la profundidad del relleno es de 1.2 m, el ancho inferior es de 2.6 m y el ancho superior es de 3.8 m.
6	Vías	➤ Utilice grava graduada + suelo de cobertura de montaña para el relleno, la profundidad del relleno es de 0.6 m, el ancho inferior es de 7m y el ancho superior es de 8 m.
7	Demás áreas	➤ Utilice grava graduada + suelo de cobertura de montaña para el relleno.

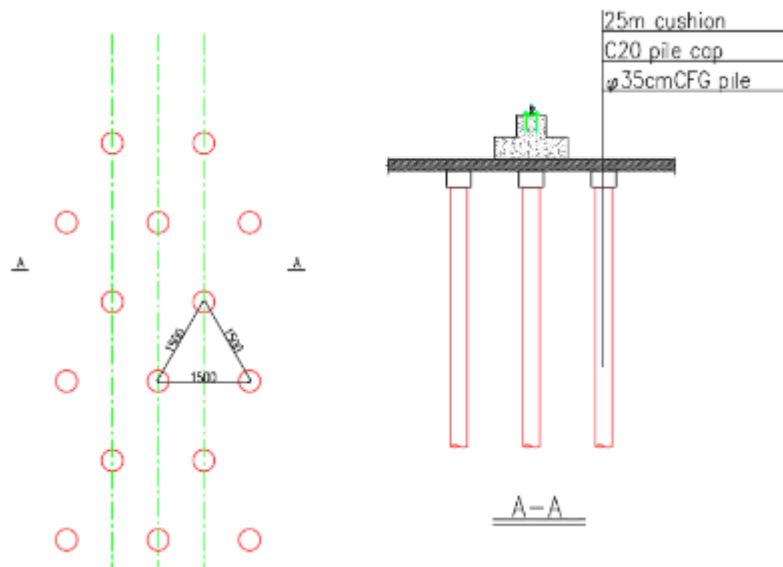


Figura 244 Disposición de la cimentación de pilas CFG en el patio de prefabricados

Fuente: Metro línea 1, 2022

► Excavación del cimient

Previo a la construcción, el personal de topografía replantea los ejes y las líneas de límite de la cimentación. Se mide la elevación del suelo para determinar la profundidad de la excavación. Posteriormente se traza la línea de borde de la excavación por medio de polvo de cal blanco, ceniza o un material de remplazo que cumpla con las mismas características.

Mediante excavación mecánica se excavan aproximadamente 20-30cm por encima de la elevación inferior diseñada del pedestal, y luego se realiza la excavación manual para llegar a la elevación de diseño. El suelo excavado debe ser transportado de manera oportuna y no debe acopiarse en la zona de obra. Se deben colgar cintas de advertencia de seguridad y señales de advertencia de seguridad en ambos lados de la excavación del cimient.

► Construcción de la capa de amortiguación

Después de la aceptación del tamaño de la zanja de cimentación y la capacidad de carga, se lleva a cabo la construcción del solado de concreto. El concreto se vierte utilizando una mezcladora, y se utiliza una viga de acero de 10 ranuras como encofrado alrededor del vertido, se usan barras de acero cortas para fijar el encofrado. Un cable de nivelación se utiliza para controlar la elevación durante el vertido, y después de que se completa el vertido, la superficie se alisa y nivela manualmente.

Después de que se completa la construcción de la capa de amortiguación, se marcan la línea de borde de la cimentación y la línea de referencia de la posición de la barra de acero en el solado por medio de una plomada como líneas de control para la posterior instalación del refuerzo de la cimentación y encofrado.

► Construcción del pedestal de Vigas U

La dimensión estructural del pedestal de producción de Vigas U es de 17m×14.5m×0.9m. El pedestal está conectado a dos pistas de movimiento horizontal, y el tamaño estructural de las pistas es de 16.1m×1.6m×0.9m. La profundidad de excavación de la ranura de la cimentación para el pedestal de producción es de 1m y cuenta con un cojín de espesor 0.1m. La estructura del pedestal se ilustra en las siguientes figuras.



Figura 245. Referencia de pedestal de Vigas U

Fuente: Metro línea 1, 2022.

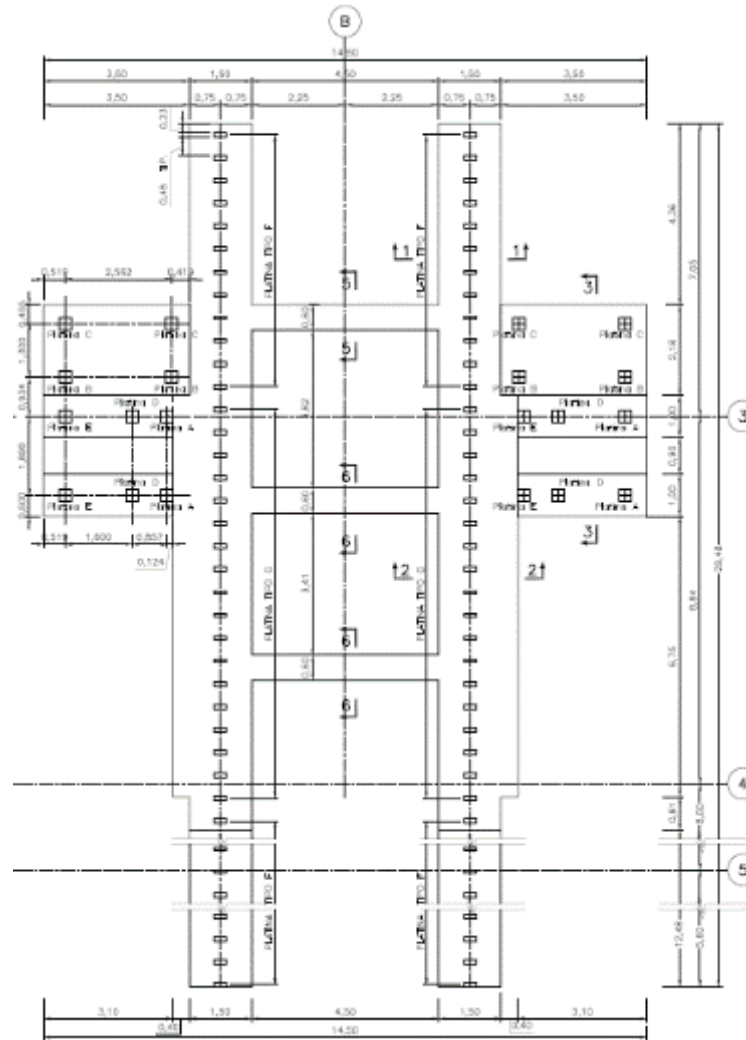


Figura 246. Vista en planta de pedestal de viga fabricado con viga 1 U  
(unidad: m)

Fuente: Metro línea 1, 2022.

► Construcción de pedestal de viga cajón

La estructura del soporte de la cimentación de la viga cajón tiene un tamaño de 31,5 m x 31 m x 0,4 m, compuesta por secciones en forma de T según lo detallado en los planos estructurales. Se dispone una capa de grava triturada de 0.2 m de espesor y una capa de concreto de 0.1 m de espesor debajo de la estructura. Ver la figura adjunta para más detalles.



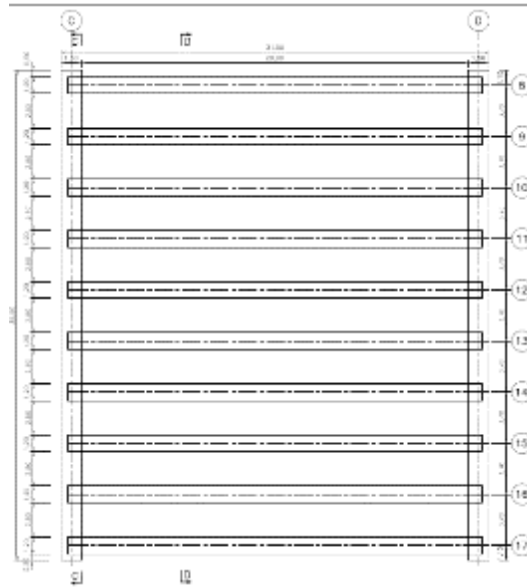


Figura 247. Vista en planta del pedestal de viga hecho de viga cajón pequeña (unidad: metros)

Fuente: Metro línea 1, 2022.



Figura 248. Vista en alzado del pedestal de una viga cajón pequeña (unidad: metros)

Fuente: Metro línea 1, 2022.

► Construcción de cimientos de grúa pórtico

Hay dos tipos de grúas pórtico en el patio de prefabricados; la grúa pórtico de 80 toneladas y la grúa pórtico de 16 toneladas. Ambas en una cimentación de líneas invertidas en forma de "T". los cimientos de la grúa pórtico de 80 toneladas tiene un ancho superior de 0.4m, un ancho inferior de 1m, un espesor de cojín de 0.1m y una altura total de 0.8m. La cimentación para la grúa pórtico de 16 toneladas tiene un ancho superior de 0.3m, un ancho inferior de 0.6m, un espesor de cojín de 0.1m y una altura total de 0.8m. Las estructuras de cimentación de las grúas se muestran en el siguiente diagrama.

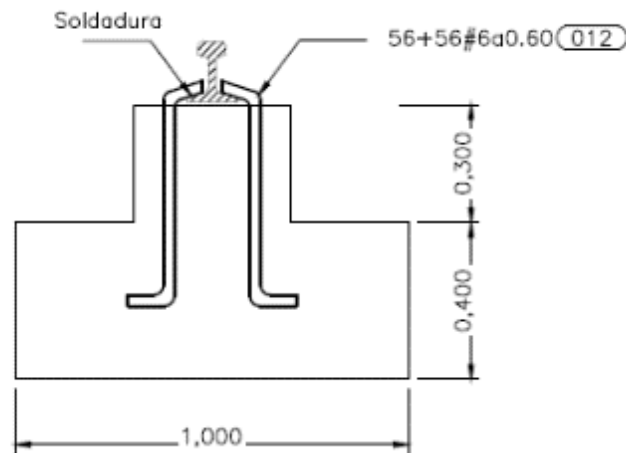


Figura 249. Vista en alzado de la estructura de cimentación de una grúa pórtico de 80 t (unidad: m)

Fuente: Metro línea 1, 2022.

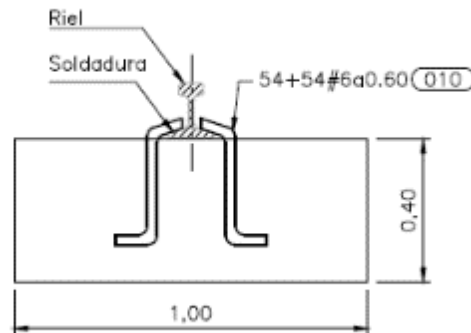


Figura 250. Vista en alzado de la estructura de cimentación de una grúa pórtico de 16 t (unidad: m)

Fuente: Metro línea 1, 2022.

► Construcción de torres de control topográfico

En la planta de prefabricados se instalarán un total de 6 torres de medición, cuya forma estructural se muestra en la Figura 251. La construcción de la cimentación de la torre de medición sigue el método de construcción de la cimentación de pedestal de viga U, y la estructura de acero se ensambla y suelda con una grúa.

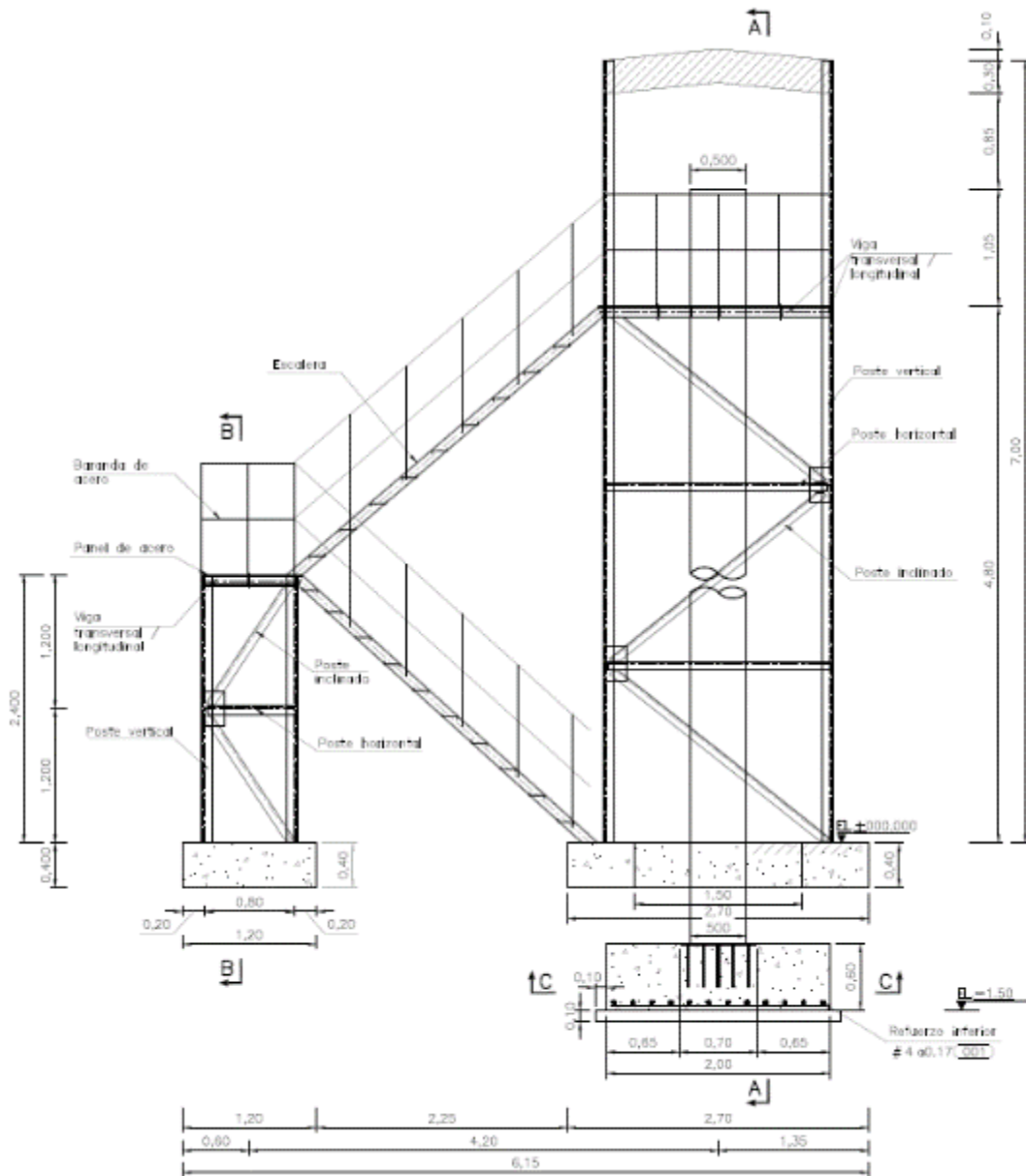


Figura 251. Disposición de la torre de medición

Fuente: Metro línea 1, 2022.



Figura 252 Esquema del pedestal de la torre de control topográfico

Fuente: Metro línea 1, 2022.

► Construcción del sistema de drenaje

Alrededor del patio prefabricado, se instalan zanjas de drenaje principales que tienen una estructura de ladrillo y una sección transversal de 50 cm (profundidad) x 50 cm (ancho). Estas zanjas se encuentran fuera de la vía de la grúa, y todas las aguas superficiales del patio se recogen en la zanja de drenaje principal. Se coloca un tanque de recolección de agua con un ancho y una profundidad de 50 cm alrededor de cada pedestal y en la intersección de cada área funcional. El tanque de recolección de agua se reserva durante el vertido del suelo y se conecta a un tubo PVC reservado A200mm en la intersección con la carretera del patio. El tanque de recolección de agua está conectado a la zanja de drenaje principal.

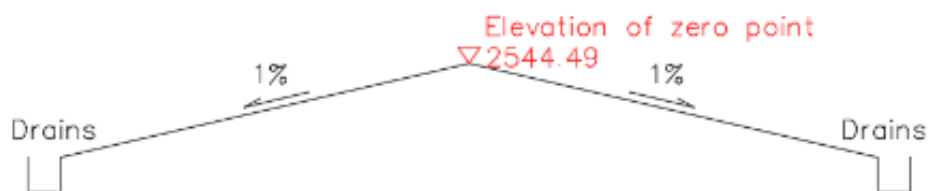


Figura 253 Esquema drenaje de aguas lluvias por línea

Fuente: Metro línea 1, 2022.



► Instalación de vigas y columnas

Al finalizar la construcción de la placa de cimentación, se procede a instalar la estructura metálica, que consta de columnas, vigas y cerchas prefabricadas, que serán instaladas progresivamente. Inicialmente se hace la instalación de las columnas, soldándolas a las platinas instaladas previamente en la placa y que serán niveladas posterior a la instalación, mediante el uso de las tuercas que se encuentran instaladas en las platinas. Continuando con la instalación de las vigas, anclándolas a las columnas mediante el uso de pernos.

Para el desarrollo de esta actividad se realizarán todas las actividades bajo los procedimientos de seguridad y salud en el trabajo, teniendo en cuenta todos los elementos de seguridad.

En la Fotografía 52 se presenta un ejemplo de la instalación de vigas y columnas:



Fotografía 52 Instalación de vigas y columnas

Fuente: (Ingercivil, 2022)

► Instalación de cerchas

Finalmente se hace la instalación de las cerchas sobre las columnas en la parte superior de estas, mediante unión en soldaduras. Estas cerchas servirán como estructura de la cubierta que será instalada posteriormente.

Las cerchas serán instaladas con la ayuda de una grúa telescópica que permita que la instalación de los elementos sea más sencilla. Las actividades constructivas se realizarán bajo procesos seguros que cumplan con los requerimientos de seguridad y salud en el trabajo. (ver Matriz IPERC).

En la Fotografía 53 se presenta un ejemplo de la instalación de cerchas:



Fotografía 53 Instalación de cerchas

Fuente: (Estructuras metálicas de Colombia, 2022)

► Instalación de muros

Se procede a instalar la estructura para los muros, conformada de elementos cuadrados que serán soldados a la estructura metálica preinstalada, posteriormente se anclan los paneles a la estructura mediante tornillos auto perforantes.

La instalación de estos elementos será realizada con la ayuda de una grúa, teniendo en cuenta que las actividades se realizan a una altura significativa, requiriendo que los trabajadores que ejecuten estas labores tengan los elementos de seguridad y se cumpla con los procesos seguros establecidos para realizar este tipo de actividades. (ver Matriz IPERC).

A continuación, en la Fotografía 54 se presenta la en la que se muestra un ejemplo del desarrollo de la actividad:



Fotografía 54 Instalación de muros

Fuente: (MAHR, 2022)

► Instalación de cubierta

La cubierta metálica será anclada a la estructura conformada por cerchas que fueron soldadas a las columnas previamente. El anclaje de las tejas se realizará mediante tornillos autoperforantes y mediante el sistema de acople entre los elementos. Al finalizar el proceso de anclaje de las tejas, se procede a instalar el caballete en la parte alta de la cubierta y divisoria de aguas, la cual se realiza con tornillos auto perforantes sobre las tejas, acoplando el caballete de acuerdo con la forma de este.

Todas las actividades de instalación de cubierta deberán realizarse cumpliendo con todos los procedimientos y elementos del sistema de seguridad y salud en el trabajo.

► Instalaciones eléctricas e hidráulicas

Las instalaciones eléctricas empleadas para la adecuación de las áreas destinadas para la construcción del patio de prefabricados de vigas U serán a la vista, es decir que no irán embebidas en placa o muros, con el fin de que al producirse una falla o daño de la red eléctrica esta pueda ser arreglada o intervenida de forma rápida, sin afectar la producción.

Las redes hidráulicas serán instaladas a la vista, con el fin de simplificar la instalación y tener un manejo sencillo del agua que será utilizada para el desarrollo de las actividades en el patio de prefabricados de vigas U.

Todas las instalaciones eléctricas e hidráulicas que se realicen para el funcionamiento del patio de prefabricados de vigas U serán instaladas bajo las normas y procedimientos SST para este tipo de actividades.

En la Figura 254 se ilustra el proceso para la construcción del patio de prefabricados vigas U:

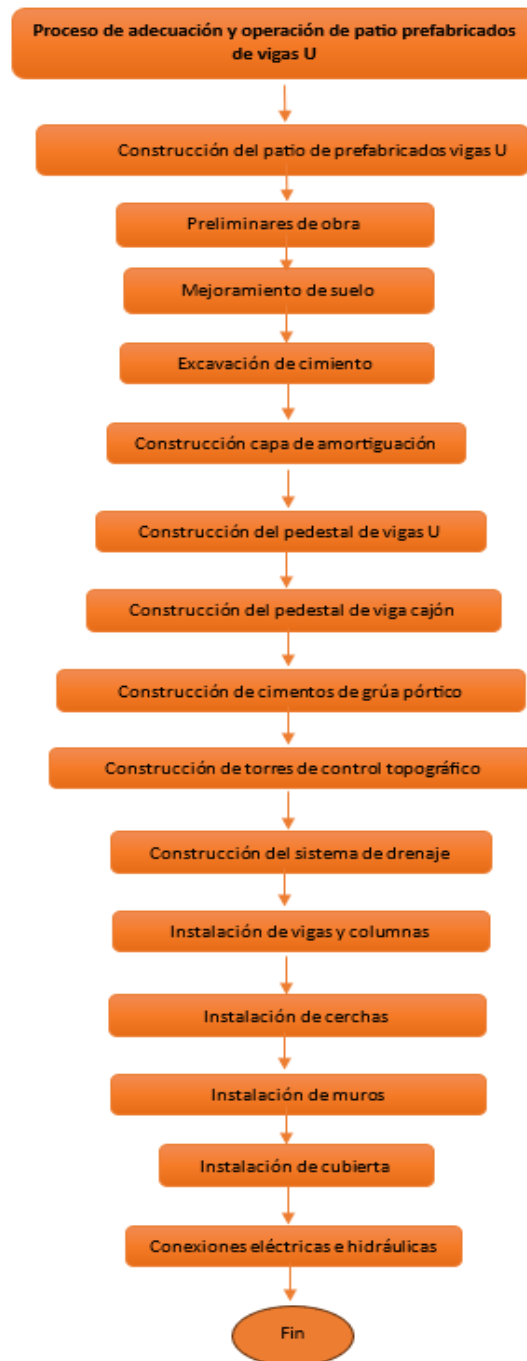


Figura 254 Proceso construcción del patio de prefabricados vigas U

Fuente: Metro Línea 1, 2023



### 3.2.11.5.2 Instalación Planta de Concreto para prefabricados vigas U

Es importante mencionar que en Patio Taller funcionarían tres plantas de concreto, como se muestra en la Figura 255. Para la planta de concreto de prefabricados de Pilotes PHC se manejará una producción promedio de 6785 m<sup>3</sup> de concreto mensual. Por otro lado, en el área del Patio de prefabricados Vigas U se instalará una planta de concreto con dos líneas de producción, la primera proveerá el concreto para la construcción de las vigas en U con una producción mensual de 3215 m<sup>3</sup> y la segunda proveerá de concreto para las cimentaciones y obras requeridas para los frentes WF1 y WF2, con una producción de concreto de 9998 m<sup>3</sup> de concreto.

En la siguiente gráfica, se presenta la ubicación de las plantas de concreto.

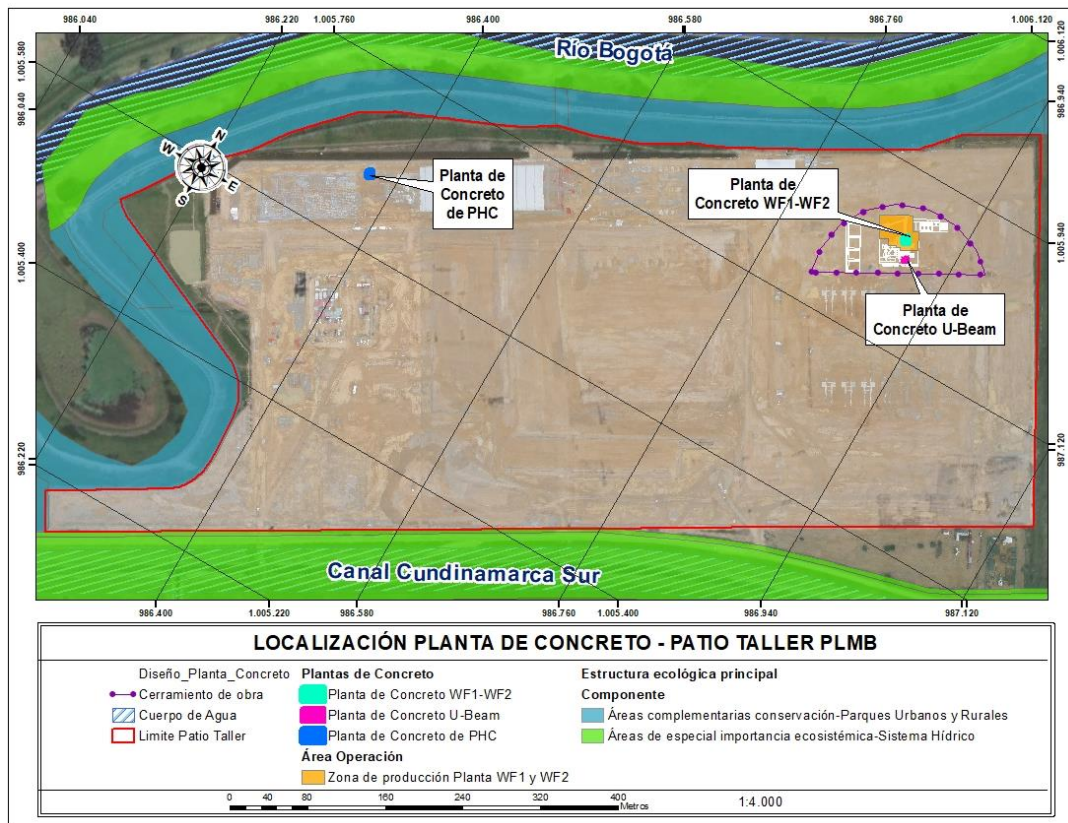


Figura 255 Ubicación planta de concreto

Fuente: Metro Línea 1, 2023

► Cimentación para las estructuras de la planta de concreto

Para la instalación de las estructuras principales de la planta de concreto se realizará la construcción de la cimentación para la torre mezcladora, los silos, la tolva y cinta transportadora para la dosificación y transporte del material granular. Se debe tener presente que la cimentación de todos los elementos está diseñada con cargas sísmicas en los sentidos X y Y, bajo los parámetros establecidos en la NSR-10.

► Torre de mezcla

Para la torre de mezcla se construirá una placa en concreto con un espesor de 0,70m, la cual estará enterrada en el suelo. Teniendo en cuenta que la instalación se realizará sobre la plataforma conformada, no es necesario realizar una adecuación adicional al suelo portante. Se empezará con la excavación del área definida para la placa que será de 12m x 9m y de 0,70m de profundidad aproximadamente. La excavación tendrá una profundidad de 0,8m para el vaciado de un concreto de baja resistencia y poder conformar así, una base de 10 cm de espesor, que permitirá nivelar y proteger la placa. La placa en concreto para la cimentación contará con el armado de dos parrillas de acero reforzado y en las zonas sobre las que se construirán los pedestales, se instalará un refuerzo intermedio adicional.

Igualmente, se instalará el refuerzo vertical y horizontal para el anclaje entre la placa y los pedestales sobre los que se apoyará la estructura. Al finalizar el armado del acero de acuerdo con los diseños, se instalará la formaleta, en caso de ser necesario. Posteriormente, se realizará el vaciado del concreto con la resistencia que se requiere en las especificaciones, se vibrará para evitar vacíos y burbujas de aire que puedan afectar la resistencia de la placa.

Al finalizar la placa de cimentación y cuando esta haya adquirido la resistencia mínima, se construirán 4 pedestales sobre la placa, iniciando con la instalación del acero de refuerzo para cada pedestal y se amarrará al acero de refuerzo y nivelará la platina y tornillos sobre los que se soldará la estructura de la torre. A continuación, se hace el armado e instalación de la formaleta dando forma a los pedestales y finalmente, se realizará la fundida de los elementos que deberán estar debidamente vibrados, por último, se garantizará que la platina instalada se encuentre debidamente nivelada para evitar posteriores inconvenientes. Cuando el elemento ha fraguado se retirará la formaleta y se procederá a mantener el proceso de curado del elemento. Se construirán pedestales con unas medidas de 0,6m x 0,6m y 1m de altura, de este tipo serán 4 y se construirán a un extremo de la placa sirviendo como apoyo para la torre de mezcla.

En la siguiente figura se puede observar los detalles de la construcción de la cimentación:

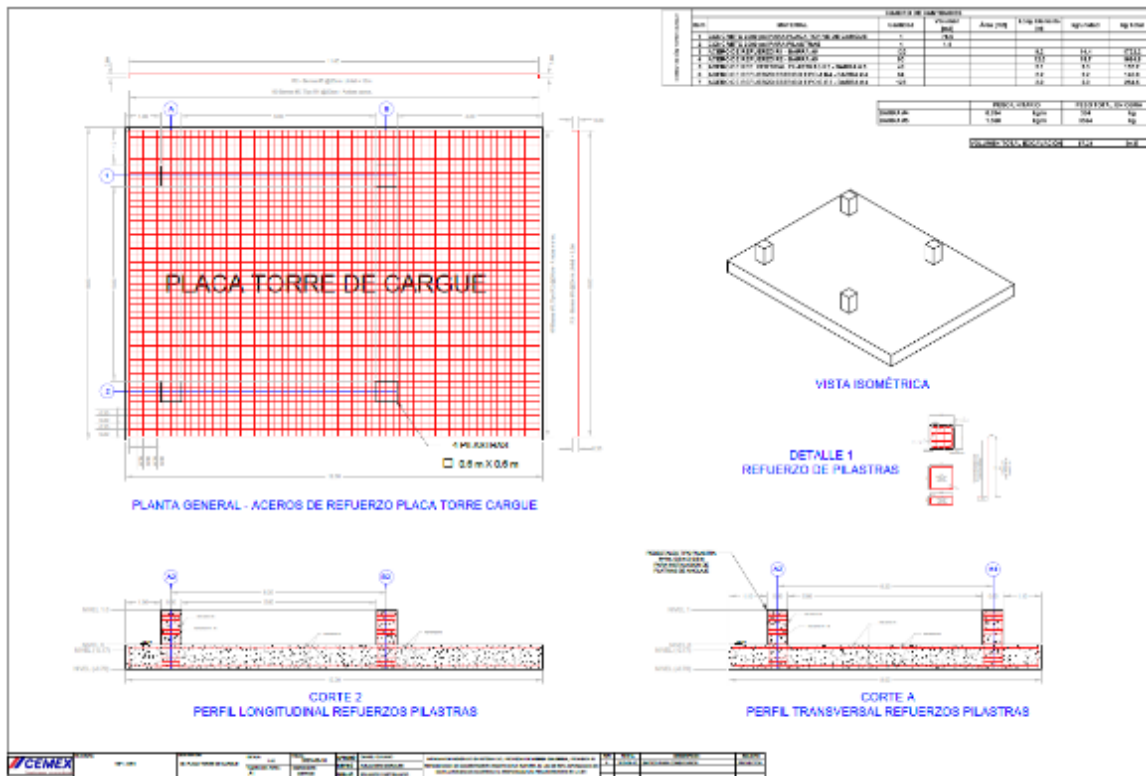
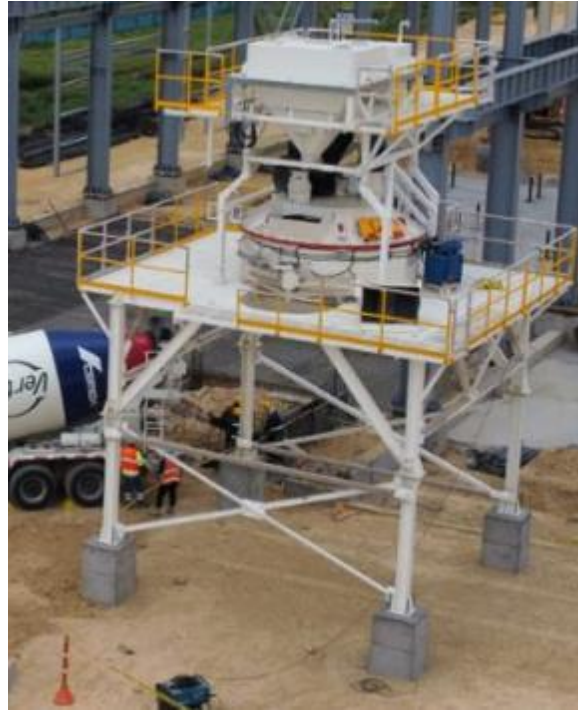


Figura 256 Plano obra civil torre de mezcla

Fuente: CEMEX, 2023



Fotografía 55 Obra civil Torre de mezcla

► Contenedor de Operaciones

Para la instalación de una placa para el contenedor de las operaciones se construirá de 12m x 4,5m y un espesor de placa de 0,5m, la cual estará enterrada, para su construcción deberá realizarse una excavación con las medidas anteriormente especificadas y una profundidad de 0,3m para poder vaciar el concreto pobre con un espesor de 10cm que servirá como base de la placa, posteriormente, se realizará el armado del acero, formando una con los diámetros especificados en los diseños, adicionalmente, se instalará un refuerzo intermedio. Continuando con la fundición de la placa que deberá ser debidamente vibrada para evitar vacíos y burbujas de aire en la placa.



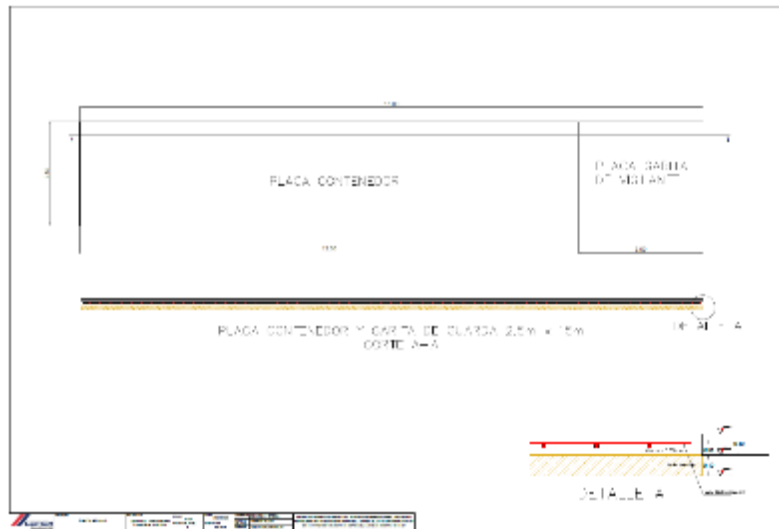


Figura 257 Plano placa de contenedor

Fuente: CEMEX 2023

► Silos

Para la cimentación de los silos se plantea la construcción de 3 placas de iguales condiciones que las que se construirán para la torre mezcladora, estas placas tendrán un espesor de 0,5m y unas dimensiones de 4,2m x 4,2m, se construirán mediante el mismo procedimiento y con las mismas características que para la torre de mezcla. De la misma forma, se construirán 4 pedestales en concreto para cada placa con unas dimensiones de 0,6m x 0,6m x 1m a las que se anclará la platina y tornillos correspondientes, debidamente nivelados.

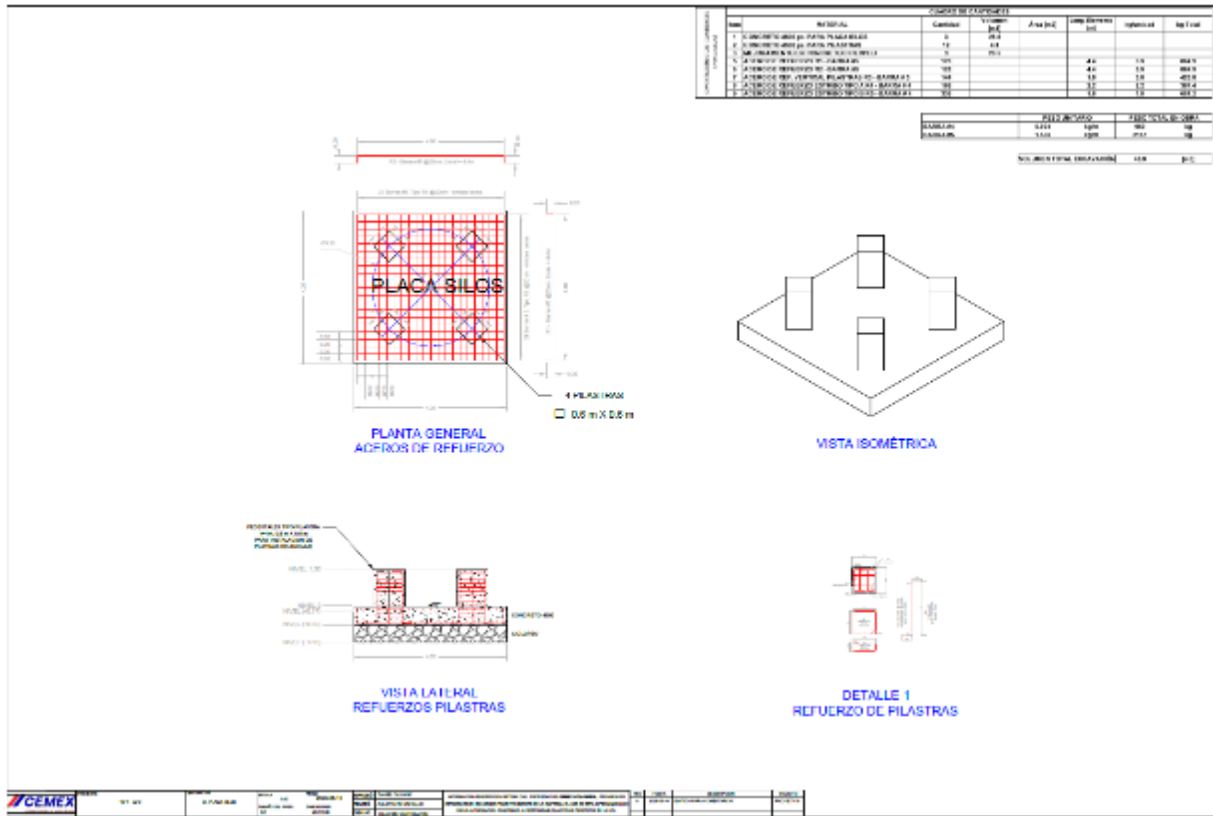


Figura 258 Plano de construcción placa y pedestales de silos

Fuente: CEMEX 2023



Fotografía 56 Construcción placas y pedestales de silos

Fuente: CEMEX 2023

► Tolva y cinta transportadora

Para la instalación de la tolva se construirá de 4,5m x 4,5m y un espesor de placa de 0,3m, la cual estará enterrada, para su construcción deberá realizarse una excavación con las medidas anteriormente especificadas y una profundidad de 0,3m para poder vaciar el concreto pobre con un espesor de 10cm que servirá como base de la placa, posteriormente, se realizará el armado del acero, formando una parrilla superior y una inferior con los diámetros especificados en los diseños. Continuando con la fundición de la placa que deberá ser debidamente vibrada para evitar vacíos y burbujas de aire en la placa.

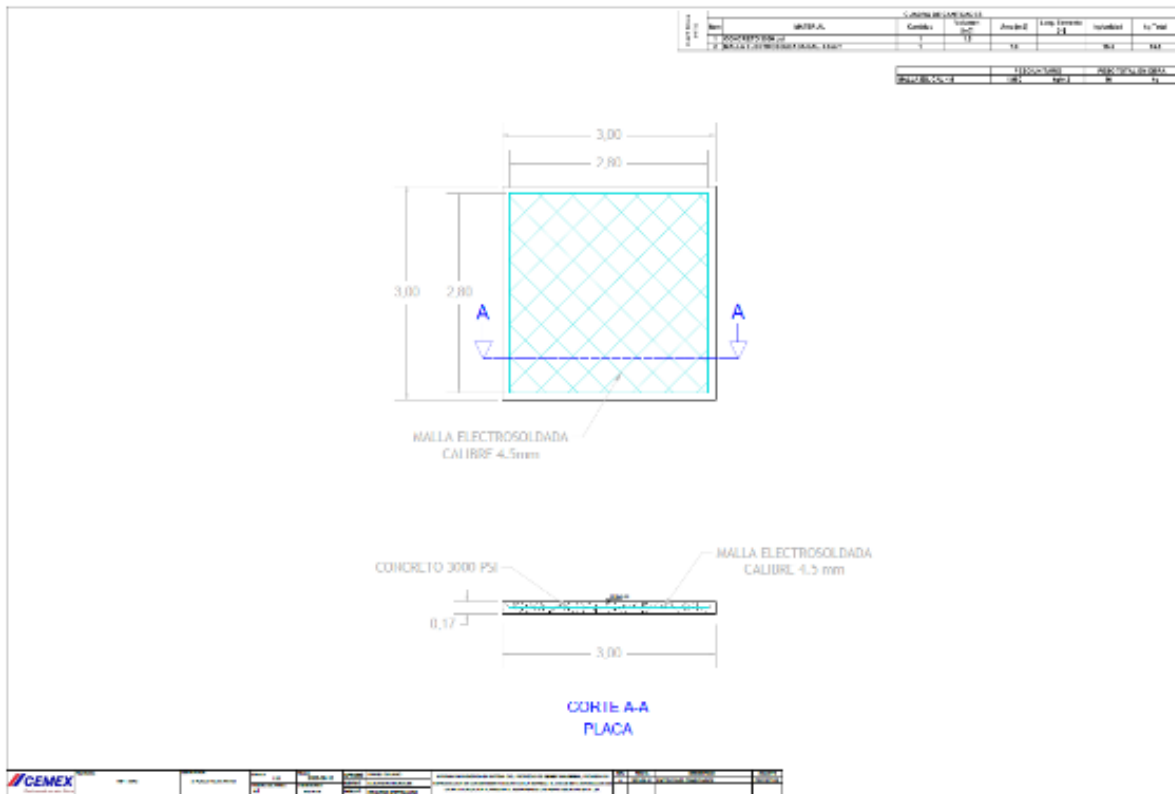


Figura 259 Plano de construcción tolva de patio

Fuente: CEMEX, 2023

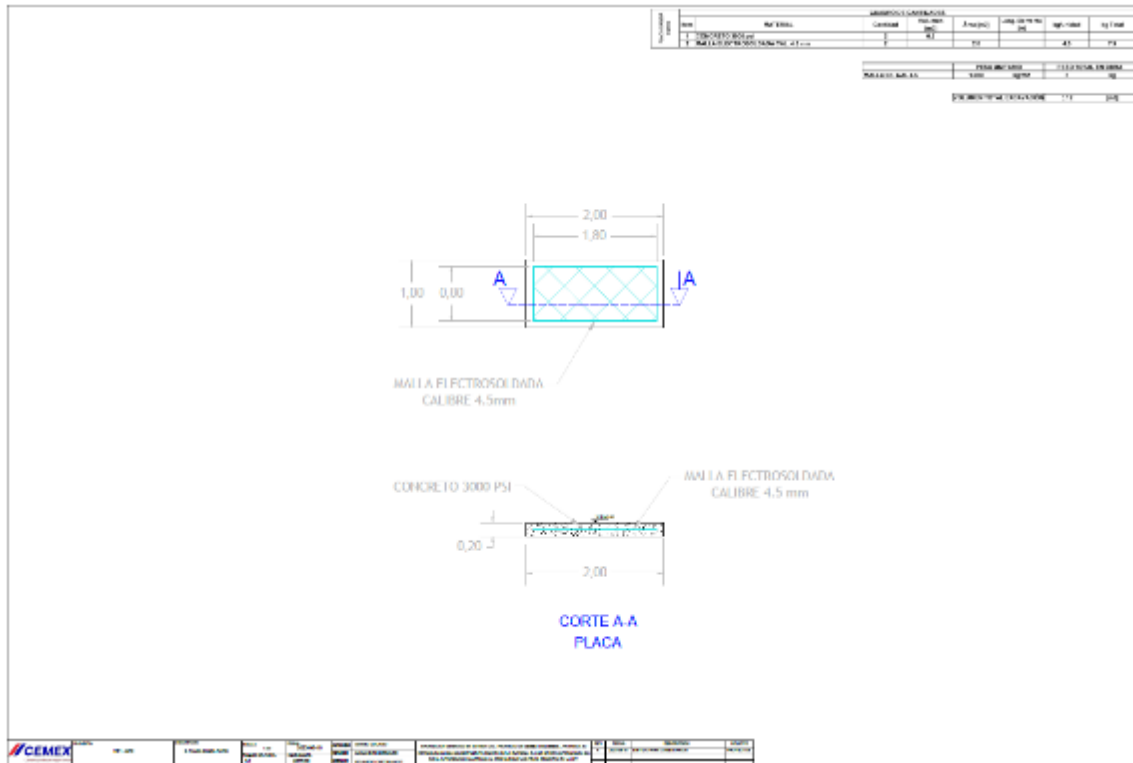


Figura 260 Plano construcción placa banda de patio

Fuente: CEMEX, 2023



Figura 261 Placa de cimentación para banda y tolva de patio

Fuente: CEMEX, 2023



► Cimentación para la instalación de tanques para agua potable y aditivos

Para la instalación de los tanques de agua potable y aditivos se realizará la construcción de placas enterradas en concreto impermeabilizado, con un espesor de 10cm, las cuales contarán con un refuerzo en malla electrosoldada. La placa deberá contar con una pendiente en dirección a un dique que será construido para evitar derramamientos o afectaciones. De la misma forma, se realizará la construcción de un poyo en bloques de concreto alrededor de la placa, con una altura de 60 cm, con acero de refuerzo anclado a la placa mediante epóxico y grouting cada metro para dar mayor estabilidad. Las dimensiones de las placas y longitud de los muros dependerán del tamaño y capacidad de los tanques que serán instalados.

En la siguiente figura y fotografía se presenta un ejemplo de la cimentación que se construiría para la instalación de los tanques:

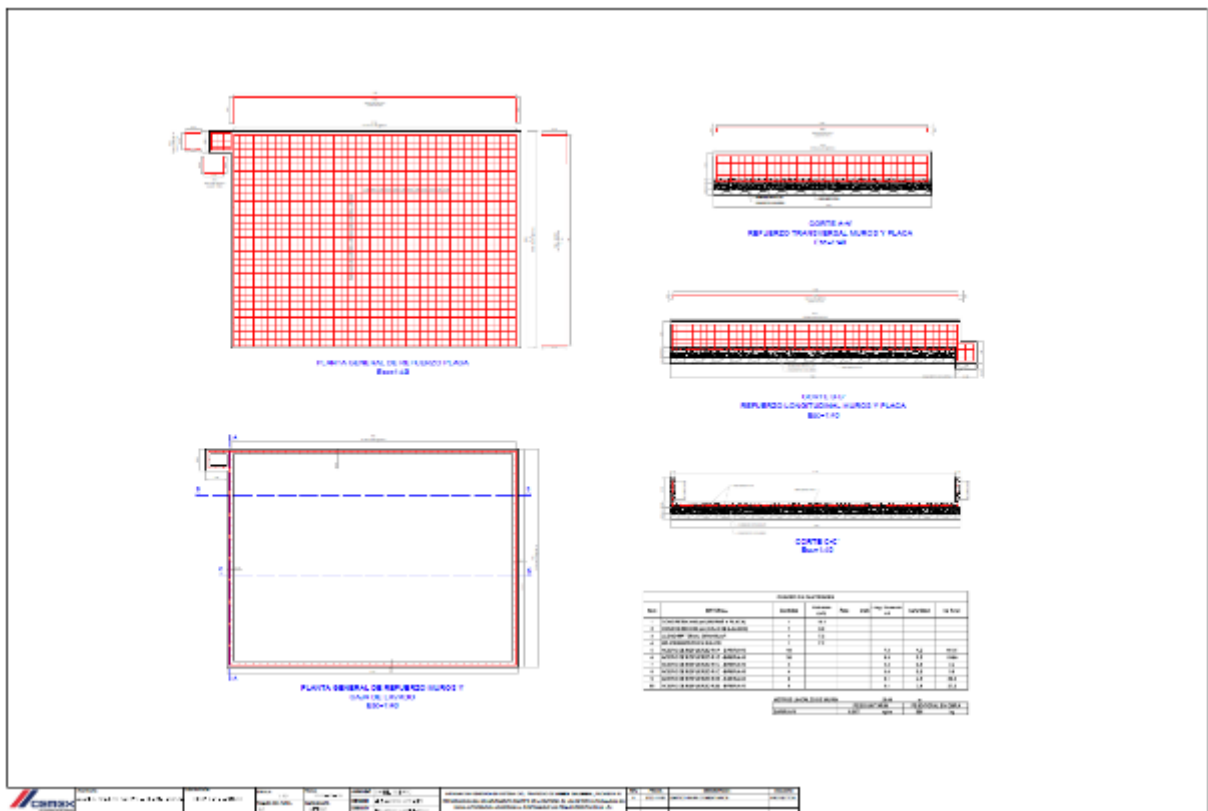


Figura 262 Plano para cimentación de placa y diques de contención de líquidos.

Fuente: CEMEX, 2023



Fotografía 57 Cimentación para tanques con diques

Fuente: CEMEX, 2023

► Construcción de sedimentadores

Para el funcionamiento de la planta de concreto se realizará la construcción de una planta de tratamiento de agua industrial que permitirá la recirculación del agua que se use para el lavado de las canaletas de los mixeres, la producción del concreto y del resultado del secado de los lodos. Se debe tener en cuenta que el agua será reutilizada en el proceso de producción y en el lavado de las canaletas por lo que no se usará un volumen de agua superior al que puede ser tratado por la planta. Por otra parte, en caso de que se llenen los tanques de la planta de tratamiento de agua industrial a causa del agua lluvia y no pueda manejarse en el proceso de recirculación, esta será retirada mediante un carro tanque o vactor para ser manejada por el proveedor correspondiente, evitando de esta forma que se generen vertimientos sobre el suelo o al sistema de alcantarillado.

El agua tratada tendrá las condiciones para ser usada en la producción de concreto, teniendo en cuenta que previo al inicio de tratamiento se utiliza agua potable para la limpieza de las canaletas de concreto de los mixeres y posteriormente esta agua es recirculada, es decir solo se usa para limpieza y manejo de concreto, de la misma forma el agua no se mantiene estancada al recircular constantemente.

La planta de tratamiento de agua industrial consiste en la construcción de dos tanques sedimentadores enterrados, que estarán interconectados mediante un vertedero por donde circulará el agua mientras los sedimentos se decantan hasta el fondo del tanque. Los lodos producto del sobrante de las canaletas de los mixeres serán llevados a la zona destinada para su secado la cual tendrá una zona de manejo que contará con una placa de concreto y muros, para posteriormente ser manejados como Residuos especiales, se debe registrar las cantidades de lodos generados y las cantidades dispuestas mediante terceros autorizados.

Los tanques no necesitarán un mejoramiento de suelo, teniendo en cuenta que se apoyan sobre la plataforma ya conformada que se describe en la etapa 3. Serán construidos mediante muros de concreto de 0,25m de espesor, una base de 0,20m y unas medidas de aproximadamente 4,0m x 6,75m y una altura de 1,65m que podrá ser variable de acuerdo con la forma trapezoidal del fondo del tanque. Igualmente, se construirán dos tanques adyacentes de menor tamaño a donde circulará el agua, el primero recibirá el agua de los tanques de sedimentación y posteriormente pasará al segundo tanque el agua potable. Estos dos tanques de menor tamaño tendrán unas medidas de 2,50m x 3,25m y una altura de 2,85m. Finalmente, el agua tratada será llevada a un tanque de almacenamiento, de donde se podrá disponer para su utilización en el proceso de producción del concreto. El tanque será instalado sobre una placa de concreto enterrada de 10cm de espesor en concreto reforzado.

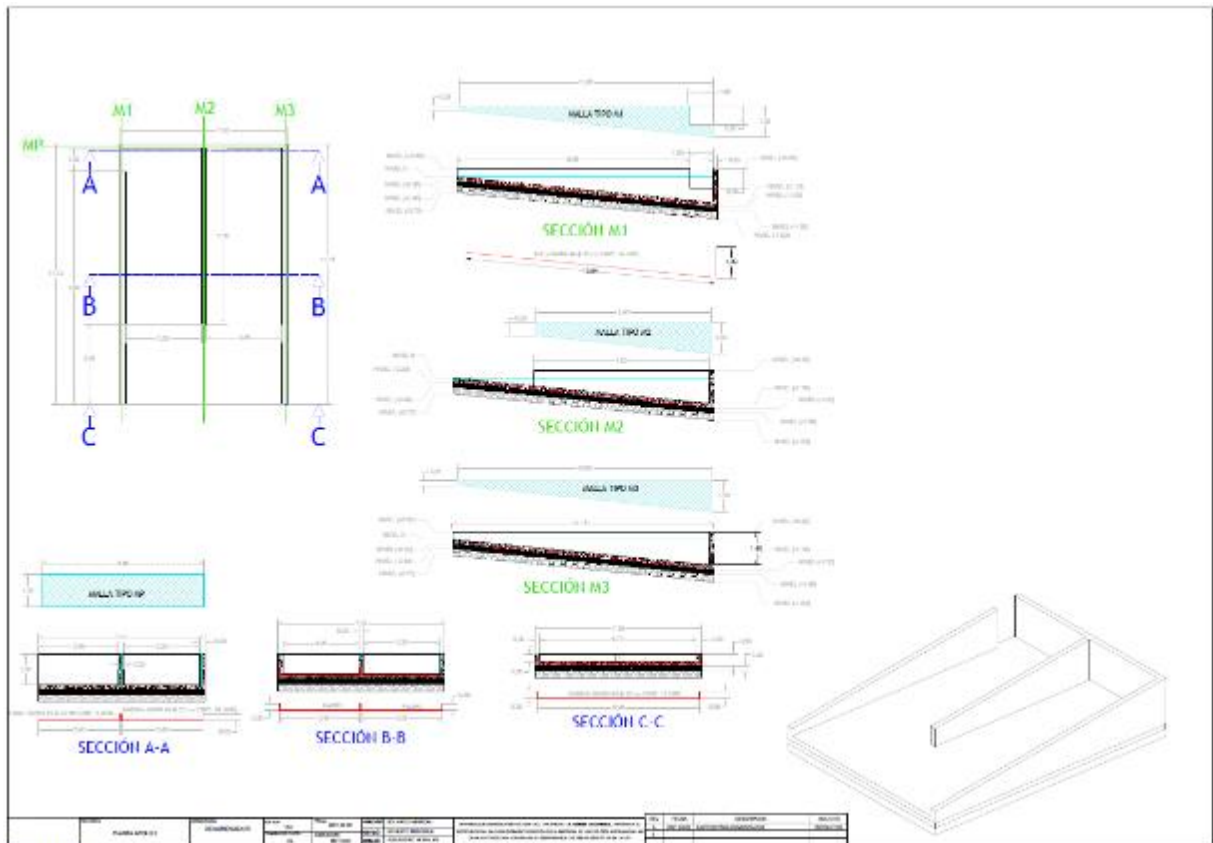


Figura 263 Plano de construcción de sedimentadores para la planta de concreto

Fuente: CEMEX, 2023



Fotografía 58 Zona de lavado y sedimentadores de planta de concreto

Fuente: CEMEX, 2023

A continuación, se presenta un esquema de la configuración de la PTAR:

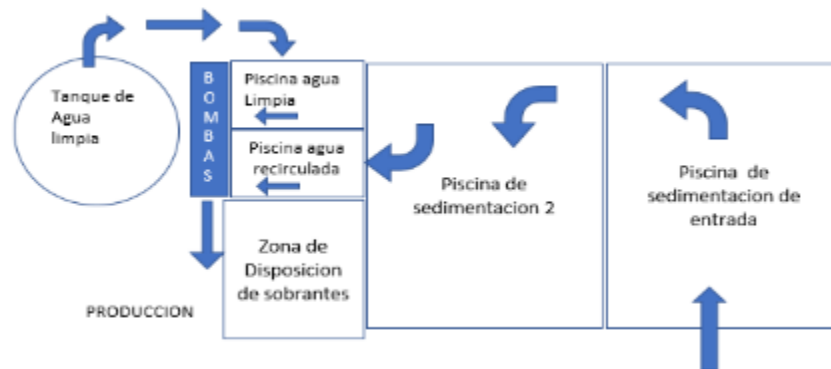


Figura 264 Esquema PTAR

Fuente: Metro Línea 1

Como se puede observar en el esquema, la planta tiene una entrada, en donde se vierte el agua proveniente del lavado de los camiones mezcladores. Esta ingresa por la primera piscina sedimentadora, la cual se encuentra conectada a la segunda piscina por un vertedero en donde, por gravedad, los residuos sólidos se decantan y depositan en el fondo de las piscinas. El agua continua el recorrido indicado en el grafico hacia una piscina de almacenamiento, en donde por medio de un sistema de bombeo es utilizada nuevamente en la producción de concreto.



Los sedimentos producidos por el tratamiento son desalojados empleando el cargador de planta y depositados en la zona de residuos temporal para su secado y posterior desalojo hacia las zonas de disposición final autorizadas.

Como se puede observar la única salida del circuito de tratamiento se encuentra en la zona de bombas en donde se termina el tratamiento con el empleo del agua tratada en la producción de concreto, y no realiza descargas o vertimientos a cuerpos de agua naturales o artificiales y/o al suelo, tampoco se realiza tratamientos químicos o secundarios.

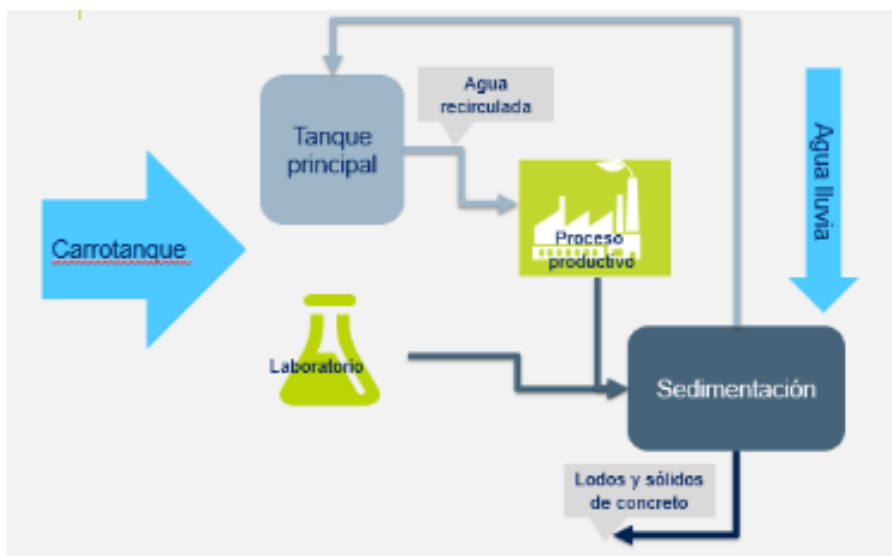


Figura 265 Esquema de circulación de agua PTAR


Fuente: Metro Línea 1, 2023

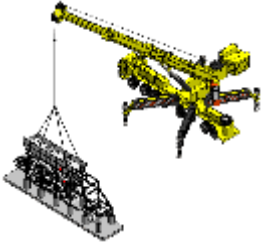
Es importante resaltar que esta planta no requerirá permiso de vertimientos industriales: Este permiso es aplicable cuando se generan descargas de aguas residuales industriales a cuerpos de agua, al suelo o al alcantarillado. La planta de concreto cuenta con un ciclo cerrado para el manejo del agua residual industrial, el cual consta de una (1) planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI), un (1) tanque de almacenamiento de las aguas tratadas, un (1) sistema de bombeo para recircular y usar nuevamente esta agua en el proceso productivo, previniendo la generación de vertimientos de aguas industriales y por ende la no necesidad de permiso.

- ▶ Instalación equipos planta de concreto

En la siguiente tabla se describe el montaje de los equipos que componen la planta de concreto:

Tabla 35 - Proceso de montaje de equipos

PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Armado de estructura de torre de cargue con mezclador, básculas de cementantes y agua</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación de posición, centros de línea y elevación de las piezas y las bases.</li> <li>2. Izaje y posicionamiento de columnas de apoyo de torre de cargue</li> <li>3. Ensamble de plataformas de primer nivel en piso</li> <li>4. Izaje y posicionamiento de plataforma sobre columnas de concreto</li> <li>5. Izaje y posicionamiento de mezclador sobre estructura de torre de cargue</li> <li>6. Fijación del mezclador a la estructura de la torre</li> <li>7. Ensamble de estructura de segundo nivel con pasarelas, bascula de cementantes y agua a nivel de piso</li> <li>8. Izaje y posicionamiento de estructura de segundo nivel sobre torre del mezclador.</li> <li>9. Aseguramiento de estructura segundo nivel.</li> <li>10. Conexión de descargas de báscula de cemento y agua a mezclador</li> </ol>	

PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Instalación de silos cementantes</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ensamblar bases con el silo acostado y pernado de las mismas</li> <li>2. Instalación de tubería de descargue de material</li> <li>3. Izaje y posicionamiento de silo. Se levantará completamente ensamblado.</li> <li>4. Revisión de verticalidad y pernado de silo a la placa con tornillo de 1" a 25 cm de profundidad y Sikadur para refuerzo del orificio.</li> <li>5. Instalación de colector de polvo, válvula de seguridad, sensor de nivel y barandas. El acceso se realizará usando un manlift</li> <li>6. Instalación de andamios para acceso a silos. Esta actividad la realiza un andamiero certificado.</li> <li>7. Instalación de plataformas de conexión superior entre silos.</li> </ol>	
<p>Instalación de básculas y tolvas de agregado sobre pedestales</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación de posición, centros de línea y elevación de las piezas y las bases.</li> <li>2. Izaje posicionamiento de básculas de agregados sobre las bases</li> <li>3. Anclaje de estructura a bases</li> <li>4. Izaje e instalación de tolvas de agregados sobre estructura de básculas</li> </ol>	

PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Instalación de tornillos transportadores</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar dos puntos de izaje del tornillo para levantar de manera que se obtenga un ángulo aproximado a 45 grados. Se debe colocar un aparejo para apoyar la guía</li> <li>2. Izaje y posicionamiento de tornillo. Se ajusta primero a la boca del silo y se sujeta con diferencial en el extremo del motor para mantener el centro con el silo. Se ajusta inclinación y posición hacia báscula de cemento.</li> <li>3. Pernado de boca del tornillo a boca de descargue del silo.</li> <li>4. Instalación de guayas con grilletes para asegurar el tornillo en su posición</li> <li>5. Instalación de mangas para conexión de descarga a la báscula</li> </ol>	 



PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Instalación de sistema eléctrico y cuarto de control</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posicionamiento de tableros eléctricos en cuarto eléctrico o chasis de planta según corresponda</li> <li>2. Instalación de acometida eléctrica de tablero de distribución a tablero de control de motores (CCM), tableros de bombas y compresores.</li> <li>3. Instalación de tablero de control (PLC) y conexión de señales a tablero CCM de acuerdo con planos de control</li> <li>4. Instalación de acometidas desde tableros eléctricos a motores de los equipos.</li> <li>5. Instalación de sistema de puesta a tierra, conexión de estructuras y equipos y equipotenciación. Se realiza medición del sistema para validar cumplimiento de acuerdo con normatividad RETIE</li> </ol>	

PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Instalación de sistema neumático de planta</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posicionamiento de compresor de aire y tanque pulmon</li> <li>2. Conexión de compresor a tanque pulmón a través de manguera flexible de alta presión, y conexión de tanque pulmón a tablero de electroválvulas. Se realiza instalación de manómetro, válvula de alivio y presostato para control automático de encendido y pruebas de sistema.</li> <li>3. Acometida neumática desde tablero de electroválvulas hacia actuadores neumáticos (cilindros de compuertas de agregados, válvulas de cementantes y válvula de agua)</li> <li>4. Acometida neumática para accesorios (Fluidización silos, colectores de polvo de silos y de básculas)</li> </ol>	 <p>The top photograph shows a large blue and yellow air compressor tank with a yellow safety cover and a warning label. The bottom photograph shows a control panel with numerous blue pneumatic hoses connected to various components, including a pressure gauge and a relief valve.</p>

PROCESO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIA
<p>Instalación de sistema hidráulico de planta</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posicionamiento de tanques de almacenamiento de agua.</li> <li>2. Posicionamiento de motobombas de agua. Se instala sobre soporte para que no queden sobre nivel de piso.</li> <li>3. Conexión de tubería desde succión de motobomba a tanque de almacenamiento de agua</li> <li>4. Instalación de tubería desde motobomba hasta alimentación de báscula de agua</li> <li>5. Pruebas de sistema, se verifica que no se presenten fugas y que esté bien ajustada la tubería para evitar desconexión de piezas</li> </ol>	

Fuente: CEMEX, 2023

En la Figura 266 se ilustra el proceso para la instalación de la planta de concreto para prefabricados vigas U:

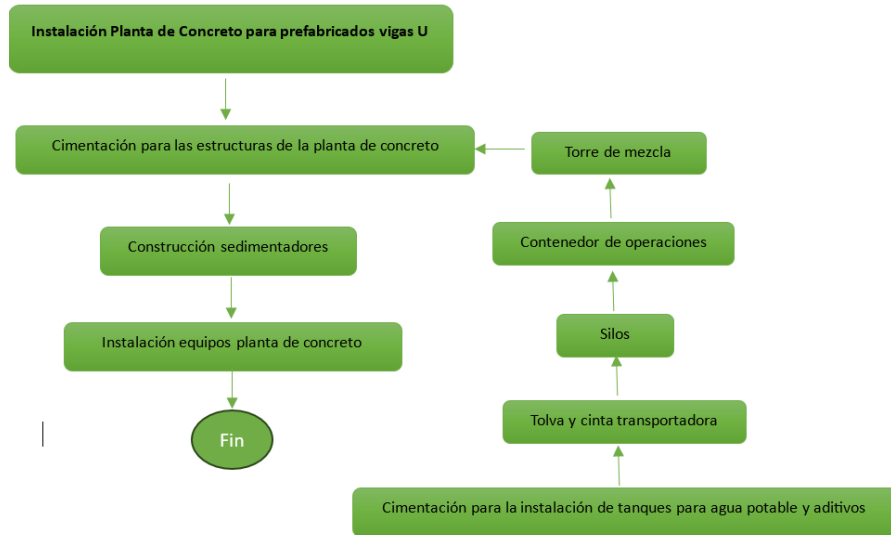


Figura 266 Proceso instalación planta de concreto para prefabricados vigas U

Fuente: Metro línea 1, 2023

### 3.2.11.5.3 Instalación de equipos Planta de Prefabricados Vigas U

Para el funcionamiento del patio de prefabricados de vigas U deberá realizarse la instalación de varios equipos y maquinaria en las áreas destinadas para cada tipo, con los que se hará la producción tanto de vigas U, como de vigas tipo cajón. En total se estima que se realizará la fabricación de aproximadamente 7553 vigas U para todo el viaducto.

En la Figura 267 se presenta el tipo de vigas que se van a prefabricar en el patio:

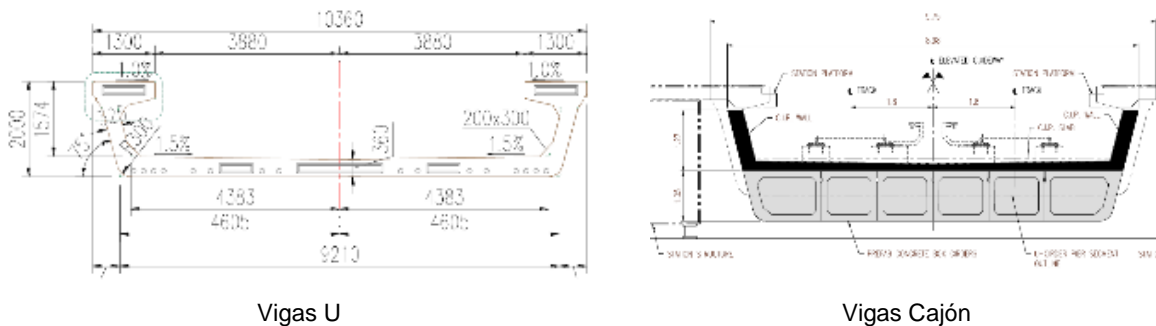


Figura 267 Tipos de vigas a fabricar

Fuente: Metro línea 1, 2022.



Para la producción de las vigas se requiere el movimiento de los moldes los cuales no son estáticos y en su mayoría son móviles, por lo que no requieren una instalación como tal, sin embargo, para el desplazamiento de los mismos moldes, del acero de refuerzo y de las vigas a la zona de almacenamiento se deberá realizar la instalación de un significativo número de grúas, así como la balanza de piso.

En la siguiente tabla se presentan los equipos que serán instalados para la producción de Vigas U:

Tabla 36 - Maquinaria y equipos del Patio de Vigas U

Item	Equipo	Especificaciones y parámetros	Un.	Cantidad	
1	Sistema de alimentación de concreto	Carros de transporte de concreto	Movimiento automático, capacidad tolva 6m <sup>3</sup>	Set	4
2		Tolva de alimentación	Fijas, Capacidad de diseño de la tolva 2m <sup>3</sup>	Set	4
3	Transporte de acero	Grúa pórtico	MGH 16T/ 22m	Set	8
4	Levantamiento de vigas U	Grúa pórtico	MGH 80T/ 25m	Set	4
5	Levantamiento de Viga cajón	Grúa pórtico	MGH 80T/ 38m	Set	2
6	Transporte de vigas U	Cama baja	60T/ 12m	Set	2
7	Transporte de Viga cajón	Transportador de vigas	80T	Set	1
8	Transporte de material	Camión grúa	3m <sup>3</sup> , 5T	Set	2
9	Curado	Generador de vapor		Set	24
10	Equipo de distribución de energía	Equipo de distribución de energía	Energía principal 1500 kW Voltaje del generador 110/440V, 60Hz	Set	1
11		Cabina y cable de control eléctrico	110/440V	Set	1
12		Dinamo	500 kW	Set	1

Fuente: Metro línea 1, 2022.

A continuación, se presenta la instalación de equipos para la producción de vigas:

► Instalación de Grúa Pórtico

Para la instalación de las grúas pórtico deberán construirse bajo la placa de cimentación unas zarpas que estarán a lo largo de la zona de desplazamiento de las grúas. Para las grúas de 80T las zarpas tendrán un ancho de 1m y un espesor de 0.7m. En la zona de fabricación de las vigas U se instalarán grúas de 16T, que contarán con una cimentación en zarpa a lo largo de toda su línea de desplazamiento, las zarpas que serán construidas para este tipo de equipos contarán con un ancho de 0.6m y un espesor de 0.7m.

Para construir las zarpas de cimentación se realiza la excavación en las zonas donde serán construidos los elementos, con la profundidad requerida, se funde un concreto de baja resistencia con un espesor de 5cm como base, posteriormente se instala el acero de refuerzo armado con las especificaciones técnicas requeridas y garantizando que no se puedan producir movimientos posteriores del refuerzo, finalizando con el vaciado y vibrado del concreto.

El muro de la zarpa será construido, iniciando con la instalación del acero de refuerzo correspondiente, el armado de la formaleta que le da forma al elemento y posteriormente se realiza el vaciado y vibrado del concreto. Los elementos son similares a los mostrados en la Figura 268:

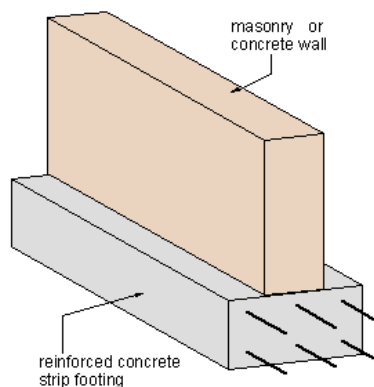


Figura 268 Zarpas de cimentación

Fuente: (WX Site, 2022)

Para la instalación de los rieles se instalará una estructura en varillas de acero soldadas que configuran rectángulos para ser anclados a la placa de cimentación durante la etapa anterior y en cuya parte superior se soldarán los rieles que serán utilizados para el desplazamiento de las grúas, nivelados a la vez con la placa de cimentación.

Posteriormente se realiza la instalación de las grúas sobre los rieles, las cuales serán armadas por cada una de sus partes mediante el uso de una grúa telescópica, posteriormente se realiza la instalación de todo el sistema hidráulico y de control que permitirán el desplazamiento de las grúas. Cabe aclarar que todos los elementos y estructuras que conforman las grúas pórtico se encuentran diseñados para su funcionamiento y para que este pueda soportar los distintos elementos para los que se encuentra destinado; así mismo, estos equipos contarán con el aval por parte de ente certificador acreditado por la ONAC. En la Fotografía 59 se presenta el proceso de instalación de las grúas pórtico:



Fotografía 59 Instalación grúas pórtico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Instalación de bascula

Para el correcto desarrollo de la planta, deberá instalarse una báscula de piso. Iniciando con la excavación del área para la construcción de la cimentación de la báscula con la profundidad requerida, posteriormente se realizará la construcción de la cimentación con las características y especificaciones de resistencia suficientes para poder resistir el peso de la báscula y de los elementos que van a ser pesados. Posteriormente se anclará la báscula que estará a nivel del piso. En la Fotografía 60 se presenta una referencia del equipo a instalar:



Fotografía 60 Instalación bascula

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Instalación de sistema de curado

Los aspersores serán instalados en distintos puntos de la zona de curado y serán utilizados para aplicar vapor a las vigas que se encuentren fundidas con el fin de que los elementos cumplan con el proceso de curado y así adquieran las resistencias necesarias.

Para la instalación de estos elementos deberá instalarse tuberías a lo largo de la zona de curado dentro de la placa de cimentación, que permitan que el vapor sea distribuido a cualquier punto del área de curado mediante el uso de un sistema de calderas que permita que se transporte el vapor a lo largo de las tuberías. Cada aspersor será instalado en un tubo vertical que permitirá que el vapor sea aplicado sobre cada uno de los elementos. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de cómo será el sistema de curado:



Figura 269 Sistema de curado

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Máquina cortadora de acero

Este equipo es utilizado para cortar el acero en las longitudes respectivas de acuerdo con el refuerzo que deba ser instalado para la fabricación de las vigas U. Este equipo será instalado mediante perforaciones sobre el módulo de anclaje construido especialmente para la instalación de este equipo y atornillados a las platinas de la máquina mediante pernos y la aplicación de un epóxico de nivelación en las perforaciones, con el fin de evitar movimientos o desplazamientos que puedan afectar el correcto funcionamiento del equipo. La máquina será instalada en la zona de armado y figurado del acero de refuerzo. En la Fotografía 61 se presenta como sería el equipo que será instalado:





Fotografía 61 Instalación cortadora de acero

Fuente: (PHC Pile Production & Pile Driving in Bismayah New City, 2022)

### 3.2.11.5.4 Laboratorio de concreto – Patio vigas U

Este laboratorio se contempla para realizar todas las pruebas de calidad del concreto y fabricación de las vigas U, en la siguiente figura se muestra la ubicación de este espacio:

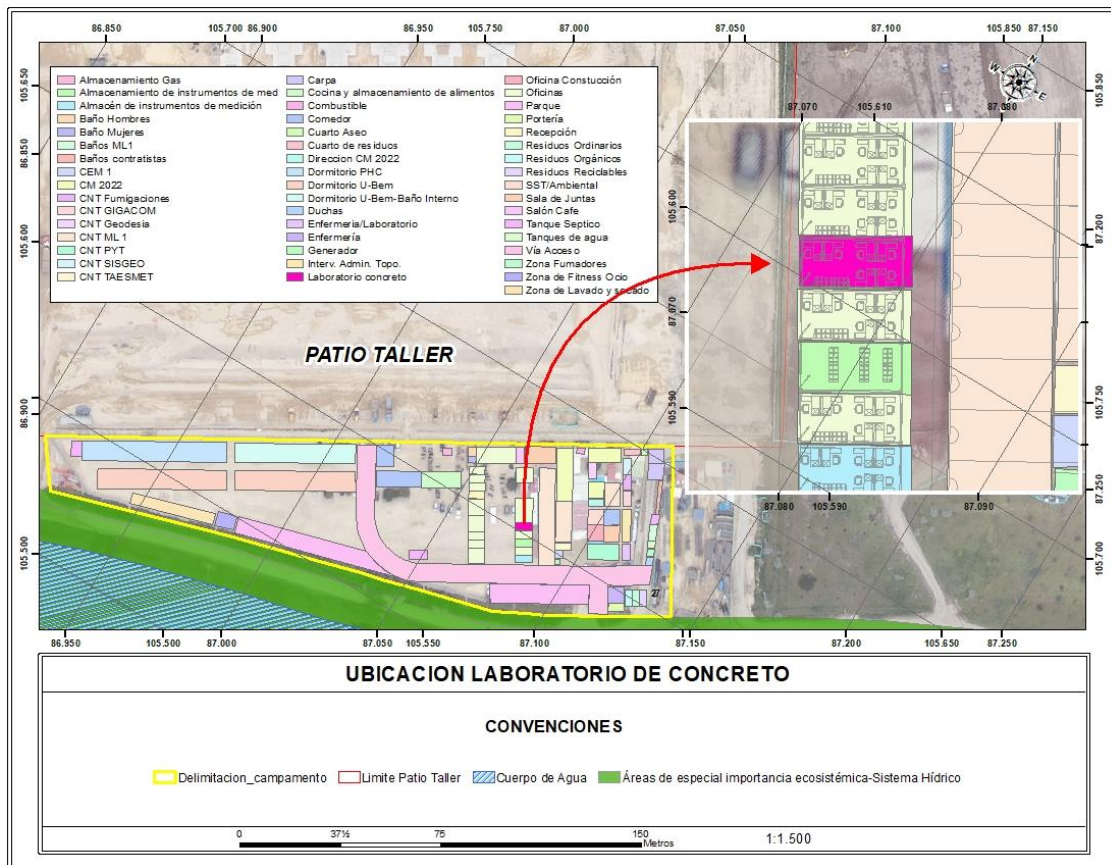


Figura 270 Esquema ubicación laboratorio de concreto

Fuente: Metro Línea 1. 2023

En cuanto a los espacios que tendrá el laborío, a continuación, se ilustra la distribución de estos.

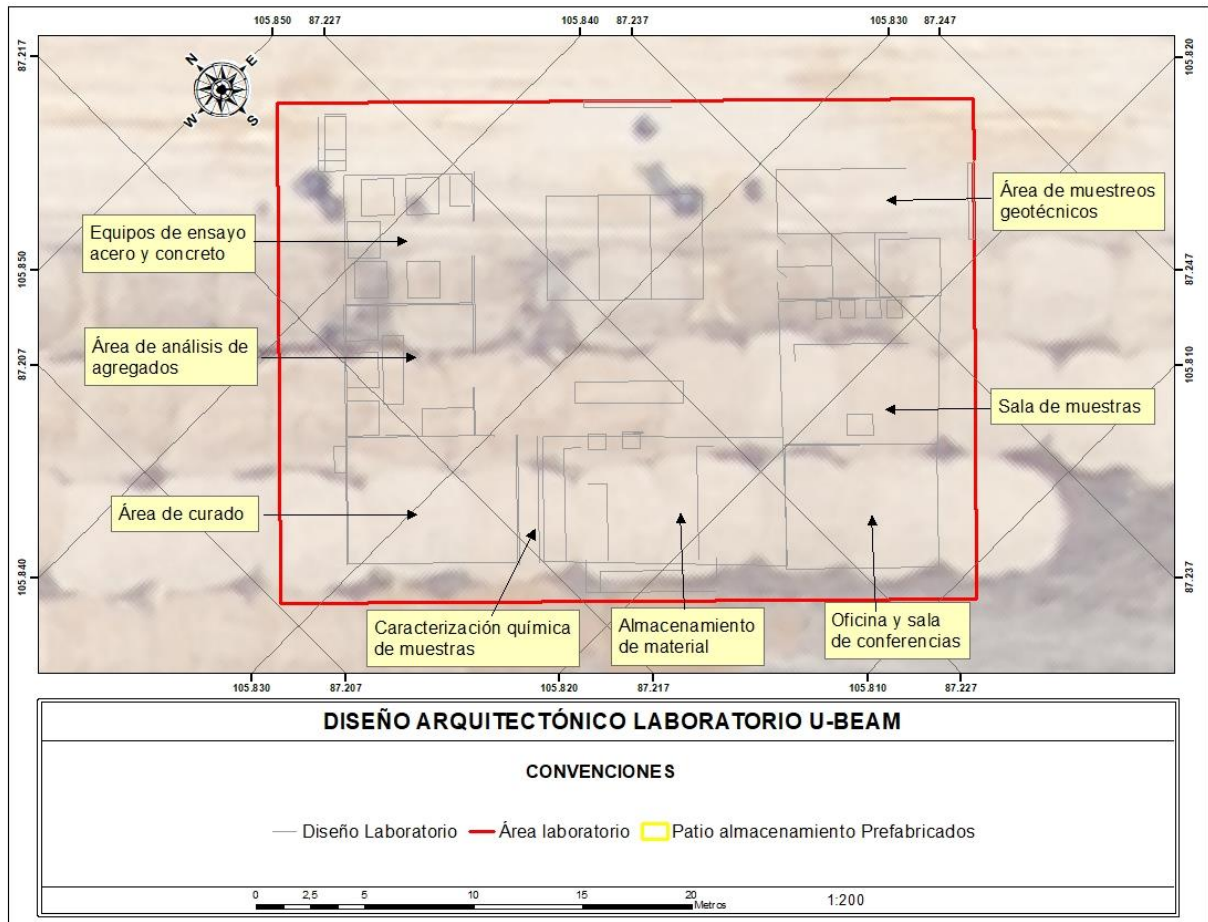


Figura 271 Esquema arquitectónico laboratorio U-Beam

Fuente: Metro Línea 1. 2023

El área de curado contará con dos piscinas de 3\*2m y 1m de altura, para el área de almacenamiento de material se dispondrá de un horno.

### 3.2.11.5.5 Conexión a servicios públicos

La conexión a los servicios públicos para el patio de pilotes prefabricados se realizará mediante acometidas a los servicios prestados por las empresas de servicios públicos de Bogotá.

#### ▶ Agua Potable

Se empleará agua para las actividades de construcción de pilotes (PHC) la cual será proveída mediante la conexión de una acometida de agua definitiva con la capacidad de proveer suficiente recurso para la ejecución de los trabajos. Esta agua se almacenará en dos tanques de concreto reforzado de 450 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno tal como se describió en el numeral de actividades constructivas de Patio Taller.

Para el consumo de los trabajadores se utilizarán botellones de agua suministrada por proveedores autorizados

#### ▶ Energía eléctrica

La energía eléctrica será suministrada a partir de la línea de media tensión que se encuentra en el patio taller, mediante la conexión a dos transformadores: uno de 3.0 MVA que distribuye a la planta de fabricación de vigas, la planta de concreto de Cemex y el patio de almacenamiento de vigas U y otro transformador de 0.8 MVA que distribuye exclusivamente al Campamento habitacional. De esta forma, se provee la energía necesaria para la línea de producción y la iluminación.

En caso de algún alto en el suministro de energía, se tendrá un generador de reserva en el patio de vigas u prefabricadas.

En total se instalarán tres Transformadores, uno para patio de prefabricados (PHC), Patio de prefabricados Vigas U y Campamento. A continuación, se presenta la ubicación de los transformadores a instalar.





Figura 272 Localización Transformadores para Patio Taller

Fuente: Metro línea 1, 2023.

► Sistema de drenaje de aguas lluvias y sanitario

El sistema de drenaje de aguas lluvias serán transportadas a los sistemas temporales de almacenamiento y/o disposición final, aprovechando las obras civiles ya construidas para el patio taller. Para el agua sanitaria se deberá realizar una conexión con la acometida agua sanitaria que se tiene planteada para descargar al interceptor Fucha – Tunjuelo, con el fin de que las aguas sanitarias sean dirigidas a este. En caso de que algún agua sanitaria tenga condiciones de mayor contaminación, estas deberán almacenarse para ser recogidas y tratadas de manera especial.

Para los baños que se ubican en el área de las plantas de concreto dentro del área de la planta de vigas U prefabricadas, se tiene previsto el uso de una planta de tratamiento de aguas residuales con tecnología “Vertical Flow Labyrinth” (Flujo Vertical Por Laberinto), el cual tiene una distribución interna que permite que una vez que lleguen aguas residuales se organicen internamente en la zona anoxia,



con lo que se obtiene agua tratada biológicamente de muy alta calidad con el fin de ponerla utilizar nuevamente en el proceso de producción.

La PTAR está conformado por un tanque plástico (reactor) polipropileno unido con divisiones que forman compartimientos tecnológicos diferentes.

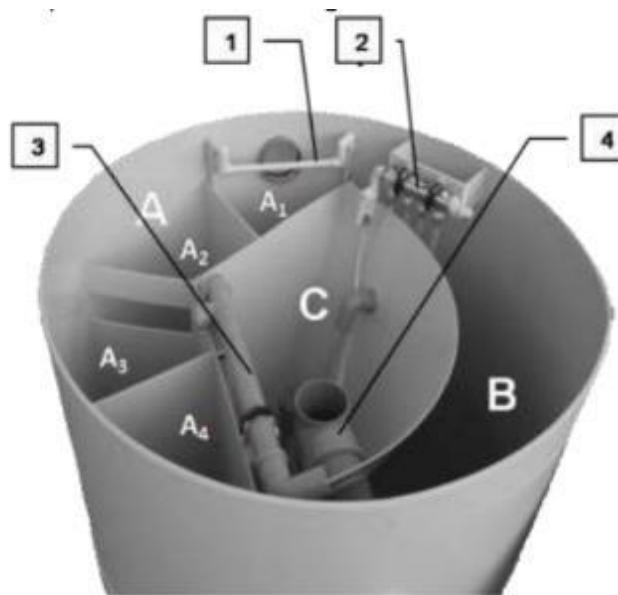


Figura 273 Estructura PTAR

Fuente: Manual de usuario PTAR's BIOTAR S.A.S

Las aguas residuales entran primero a la cámara A1 de las cuatro cámaras del compartimiento no aireado (A). Esta primera cámara tiene una rejilla de pretratamiento mecánico con agarradera (1) para la captura de desechos domésticos sólidos no biodegradables como son plásticos, metales, etc. El compartimiento no airado sirve para la degradación biológica de nitrógeno y parcialmente también de fósforo.

El Agua continua con modalidad vertical (desde cámara A1 a la cámara A2 por debajo, desde A2 a A3 por encima, desde A3 a A4 por debajo) por todo compartimiento no airado hasta compartimiento airado (B). En este compartimiento se desarrolla con la presencia de oxígeno, biodegradación de contaminación biológica y nitrificación de amoniac.

El aire es suministrado al reactor mediante un compresor ubicado afuera del reactor, la fuerza de compresor depende de tamaño de la PTAR, el aire es suministrado en el reactor mediante un distribuidor (2) con tres válvulas.

La fase siguiente de tratamiento es sedimentación o decantación. En el compartimiento de sedimentación (C) el lodo activado se decanta al piso de donde se regresa al compartimiento aireado y no aireado mediante el redistribuidor de lodo activado (3). El agua limpia de la parte superior sale por el

aparato de acumulación (4) afuera del reactor. EL aparato de acumulación sirve para mantener el nivel del agua y descarga posterior de los afluentes extremos a corto.

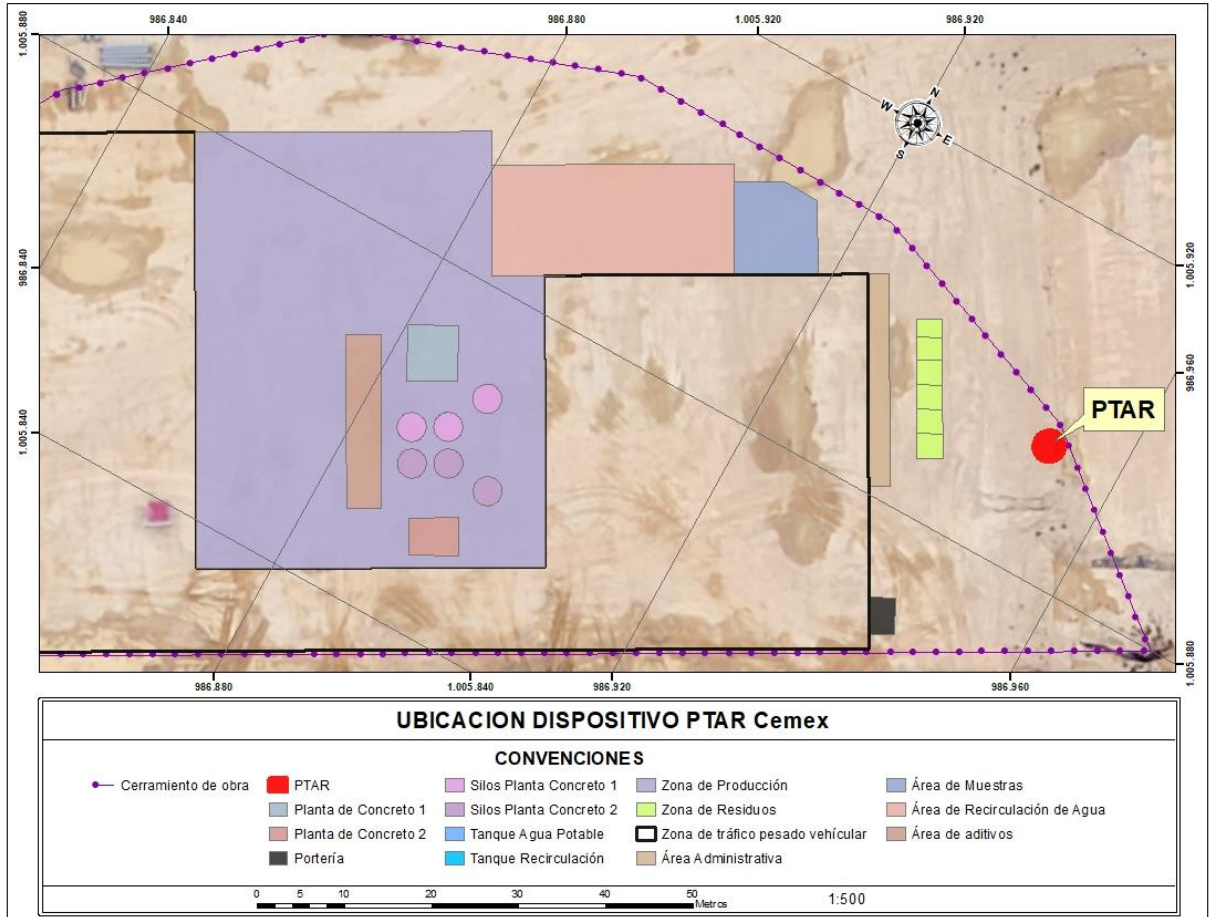


Figura 274 Esquema ubicación dispositivo PTAR Cemex

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.11.5.6 Operación del patio de prefabricados vigas U

Como ya se ha mencionado previamente, las vigas segmentadas se dividen en tipo W1 y W2 según el ancho, los cuales son de 9.6 m y 10 m respectivamente. A su vez, el peso propio máximo de una sola viga segmentada es 63,3 ton entre las cuales las vigas en forma de U con el vano desde 19.5 m hasta 35m son vigas simplemente apoyadas, y aquellas con el vano desde 40m hasta 45m son vigas simplemente apoyadas primero y luego vigas continuas. El peso propio máximo de las vigas completas de un vano es aproximadamente 698 ton.

La planta de producción de la planta incluye: área de mezcla de concreto, área de encuadernación de barras de acero, área de prefabricación, área de recorte y decoración (Ver Figura ).

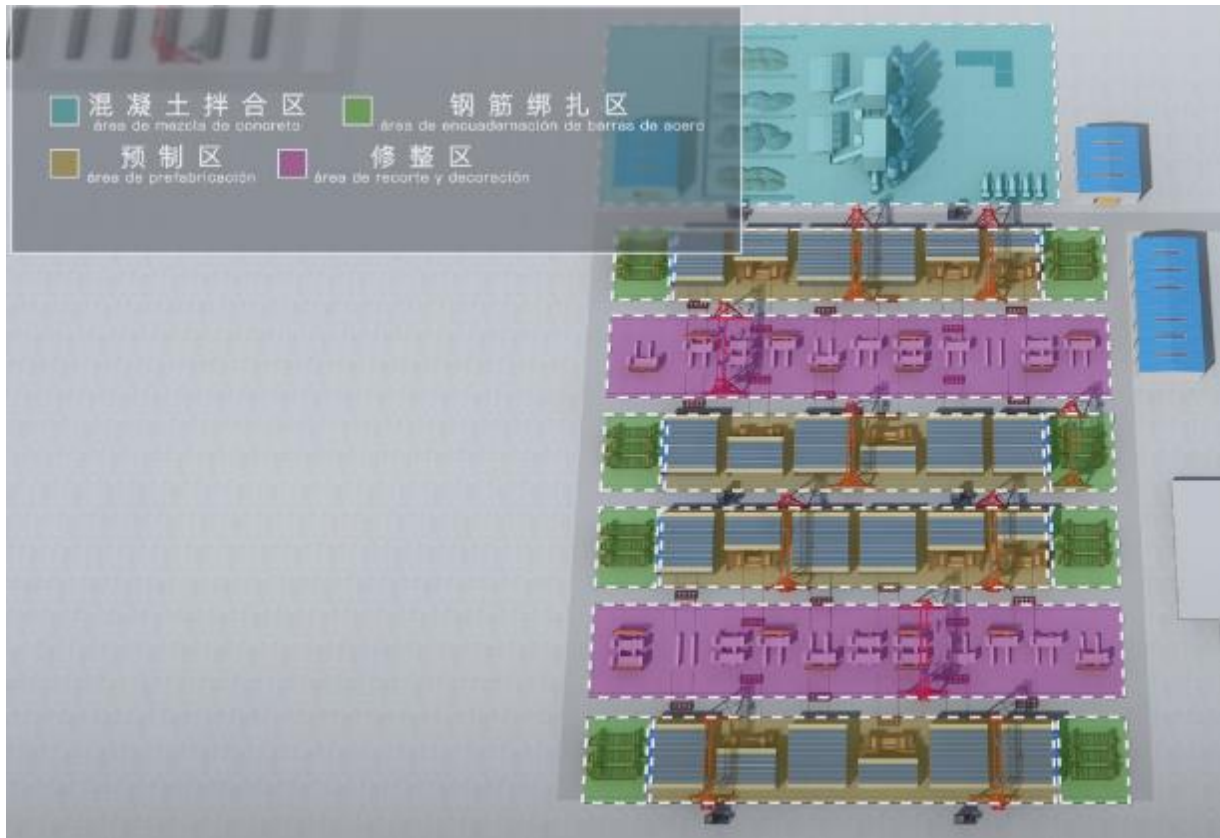


Figura 275 Distribución áreas planta de fabricación de Vigas U

Fuente: Metro Línea 1. 2023

En el proceso de prefabricación, se llevan estrictamente el control de indicadores de estabilidad como lo son: Resistencia del concreto, tasa de calificación de la cubierta de refuerzo, precisión de prefabricación estructural y apariencia exterior del concreto, y control de pérdida de pretensado para mejorar la calidad de las vigas prefabricadas.

- ▶ Preliminares de obra
- ▶ Preparación de la medición

Durante la prefabricación se lleva a cabo el monitoreo regularmente durante haciendo uso de torres de medición y pedestales de producción de vigas, por tanto, se organiza la entrega de puntos de referencia de control de medición entre el personal de medición, el supervisor y las unidades de diseño. Se realizan mediciones de línea completa y se realiza el re trazado de los puntos de referencia y las bases de nivelación en toda la línea. Después de obtener la aprobación del supervisor y las unidades de diseño sobre los resultados del re trazado, se organiza la ubicación y el trazado. Se establecen redes de medición precisa y nivelación para proyectos de puentes, y se instalan pilotes y pilotes de protección de

manera precisa para garantizar la exactitud de la ubicación de los puntos de referencia de medición. Se elabora un plan de medición y un sistema de gestión de medición para toda la sección del proyecto.

▶ Divulgación técnica:

Se realiza una capacitación técnica y de seguridad para los trabajadores involucrados en la prefabricación y la instalación de las vigas U. El trabajador forma parte de la cuadrilla de producción solamente cuando recibe la capacitación, explicación técnica, charla de seguridad y con aprobación de la evaluación definida. Al ingresar al sitio, deben usar uniformes y trabajar con la certificación. La gestión in situ se ejecuta según los requisitos “7S”.

▶ Preparación de materiales de construcción:

De acuerdo con el diseño de la organización de la construcción y el progreso de esta, se establece un plan detallado de suministro de materiales a nivel mensual, trimestral y anual. Se realiza una previsión anticipada de materiales con alta demanda, nuevos materiales y materiales escasos, como acero, concreto, cemento, arena y piedra.

La gestión de materiales se implementará estrictamente de acuerdo con los requisitos de gestión del proyecto y se equiparán suficientes materiales de producción, seguridad y emergencia en sitio. Para ello, se establecen áreas de reserva de materiales y almacenes en el lugar de almacenamiento de materiales, y el diseño de los almacenes cumple con los requisitos correspondientes. La capacidad de almacenamiento y rotación de materiales como el acero es de al menos tres meses, para garantizar el suministro de materiales durante períodos de alta demanda y situaciones especiales de construcción.

▶ Preparación de equipos:

Entre los equipos a utilizar durante el proceso de prefabricación de vigas U se encuentran:

- ▶ Planta mezcladora de concreto.
- ▶ Equipo de procesamiento de barras de acero CNC.
- ▶ Grúas pórtico.
- ▶ Sistema de encofrado hidráulico.
- ▶ Camión de transporte de vigas.
- ▶ Máquinas y herramientas menores etc.

▶ Electricidad de construcción:

Durante el período de construcción, se proporciona energía eléctrica a través de transformadores en el sitio de prefabricación.

▶ Proceso de prefabricación de viga U segmentada



La prefabricación de vigas segmentadas se realiza mediante el método de prefabricación combinación de líneas cortas, en donde para cada puente, se utiliza un molde de extremo fijo y un molde de extremo móvil para verter la sección de inicio de la viga prefabricada y el bloque superior del pilar. Además, todas las demás secciones de la viga utilizan un molde de extremo fijo en un extremo y una sección de coincidencia de viga previa que ya ha sido vertida en el otro extremo para garantizar la precisión de la unión de la junta de las secciones adyacentes de la viga. Una vez que se desmoldea el nuevo segmento de la viga, el segmento de viga coincidente se transporta y almacena en otro lugar. Luego, se traslada el nuevo segmento de viga al lugar correspondiente para usarlo como nuevo segmento de viga coincidente y completar la prefabricación del siguiente segmento de viga. Este proceso se repetirá hasta que se complete la prefabricación de toda la estructura de la viga del puente.

En la siguiente figura se puede observar el flujo de trabajo de este método de prefabricación.

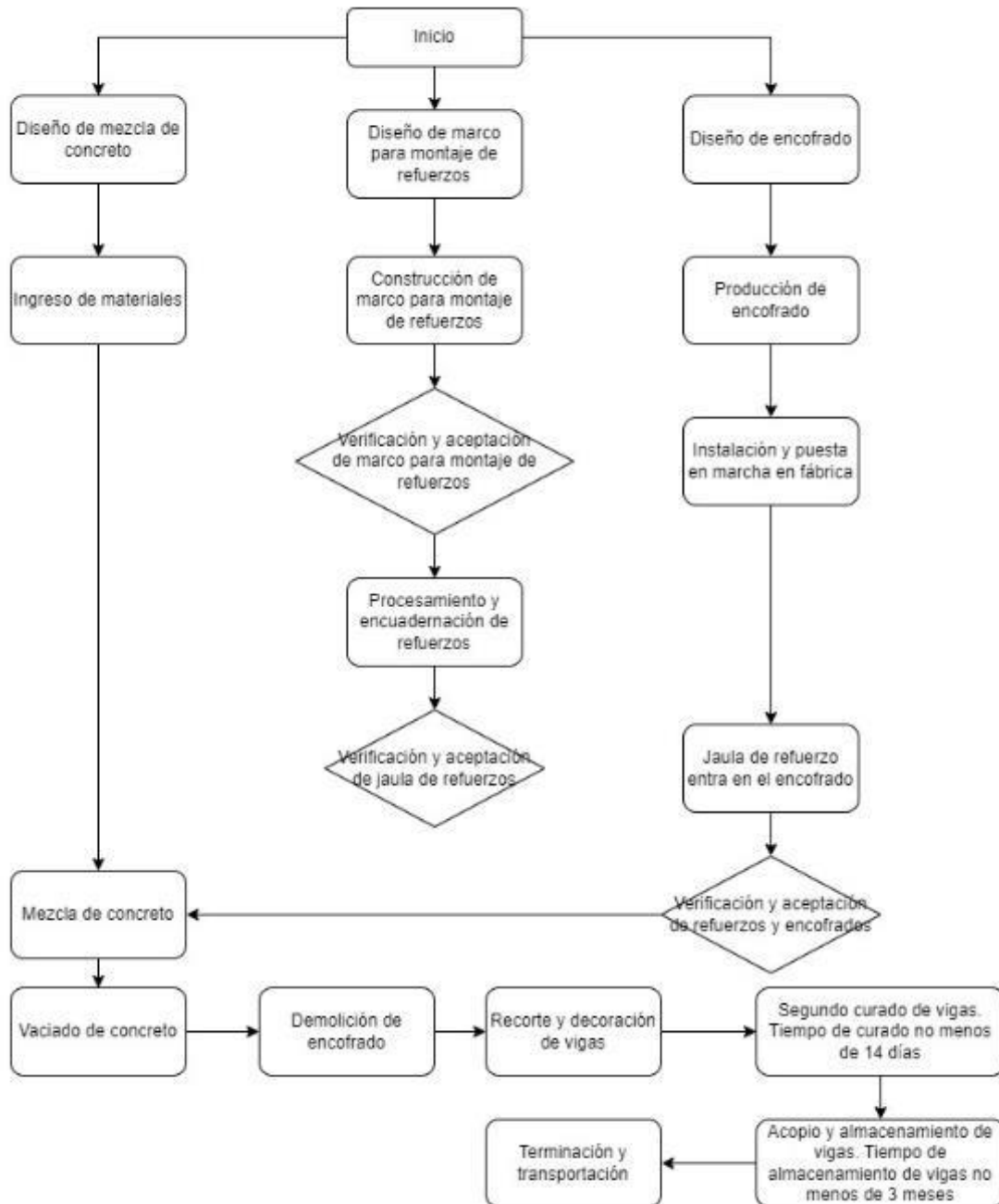


Figura 276 Flujo de proceso de prefabricación de viga u segmentada

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Ahora bien, para entrar en más detalle del proceso, a continuación, se describe con detalle las fases principales que componen este método de fabricación de vigas para el viaducto de la PLMB.

► Construcción de encofrado

El sistema de encofrado se divide en encofrado extremo fijo y soportes, encofrado extremo móvil, encofrado lateral exterior y soportes, encofrado interior y soporte móvil, encofrado inferior y carro de encofrado inferior, sistema hidráulico, entre otras partes. Ver Figura .



Figura 277 Sistema de encofrado

Fuente: Metro Línea 1. 2023

El encofrado está hecho de acero y el grosor del panel no es inferior a 8 mm ya que debe tener suficiente resistencia, rigidez y estabilidad. Además, antes de la instalación del encofrado se debe verificar el equipo de instalación, las eslingas, el sistema hidráulico del encofrado, etc.

La secuencia de instalación es la siguiente: Instalación del encofrado inferior, instalación del encofrado de posicionamiento de viga/encofrado de extremo móvil, instalación del encofrado exterior, instalación de jaula de refuerzo, instalación de la placa base y elementos incrustados, verificación y aceptación de refuerzo exterior del alma y de encofrado, instalación del encofrado interior (después de pasar la prueba), instalación de elementos incrustados, verificación y aceptación de acero y encofrado, instalación completa del encofrado (después de pasar la prueba).

Tabla 37 - Método de construcción del encofrado

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
<p>Instalación del encofrado</p>	<p><b>ENCONFRADO EXTREMO:</b></p> <p>El encofrado del extremo se instala después de reforzarlo y se sujeta al soporte de encofrado del extremo soldado y anclado al suelo. Durante la fabricación del encofrado del extremo, se dejan ranuras de retención de mortero de 1 cm de ancho a lo largo de los bordes interno y externo. Durante la instalación, se realiza un ajuste y posicionamiento preciso.</p>	
	<p><b>El encofrado inferior y el carro del encofrado inferior:</b></p> <p>El encofrado inferior está equipado con un sistema de posicionamiento inteligente que, junto con la medición inteligente, permite la recopilación automática de datos de línea de prefabricación y ajuste de posición. El sistema garantiza un margen de error dentro de 1 mm.</p>	 
	<p><b>El encofrado lateral:</b></p> <p>Durante el proceso de instalación del encofrado lateral, se debe mantener una operación simétrica en ambos lados para que se ajuste perfectamente al encofrado del extremo y al encofrado fijo del extremo, reduciendo así cualquier perturbación en el encofrado del extremo. Las juntas y desplazamientos entre el encofrado lateral, el encofrado inferior y el encofrado del extremo no deben ser mayores de 2 mm. Después de la instalación del encofrado lateral, se fija mediante bridas triangulares colocadas en el encofrado del extremo.</p>	



PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
	<p>El encofrado interior:</p> <p>Todo el sistema de encofrado interior se fija en una viga deslizante, que puede ser ajustada verticalmente y abrirse o cerrarse lateralmente mediante un sistema hidráulico. Además, se utiliza un carro especial para extenderlo o retirarlo.</p>	
<p>Aplicación del desmoldante; Aplicación del agente de separación</p>	<p>En relación a las diferentes características entre el encofrado de acero común y el encofrado de acero inoxidable, se llevarán a cabo pruebas de proceso para seleccionar el desmoldeante a base de aceite, el desmoldeante acuoso y el desmoldeante especial. Para eliminar las manchas de óxido en la superficie del encofrado de acero común, se utilizará un proceso de decapado químico.</p> <p>Antes de aplicar el desmoldeante, es necesario pulir y limpiar la superficie del molde, y verificar que no haya cambios de color evidentes al frotar con papel blanco. El desmoldeante debe aplicarse de manera uniforme.</p> <p>Cuando se haya instalado y ajustado el soporte de la viga prefabricada, es importante realizar un pulido y limpieza oportunos de los residuos de agente aislante en la superficie final de la viga.</p>	
<p>Desmantelamiento del encofrado</p>	<p>Utilizando el equipo hidráulico del sistema de moldes internos, se contrae el molde interno y se utiliza un polipasto para tirar del carro del molde interno y sacarlo del lugar.</p> <p>Utilizando el sistema hidráulico, se baja el conjunto del molde lateral en su totalidad de 3 a 5 cm. Luego, se gira y separa el molde lateral de la articulación mediante un movimiento rotatorio. Utilizando el carro del molde inferior, se separa lenta y suavemente del elemento adyacente, ya sea el elemento prefabricado o el elemento colado in situ. Posteriormente, se separa mediante la tracción del carro del molde inferior.</p>	

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

Al retirar el encofrado, la resistencia del concreto no debe ser inferior a 20 MPa. La diferencia de temperatura entre el núcleo de hormigón y la superficie del cuerpo de la viga, dentro y fuera de la caja,

y entre la caja superficial y el ambiente no deben exceder los 15°C, y los bordes y las esquinas del cuerpo de la viga deben mantenerse intactos.

Durante la instalación, remoción y transporte del encofrado, se debe prestar atención a la protección del encofrado. En este sentido, después de retirar el encofrado, debe limpiarse y repararse a tiempo para así realizar adecuadamente el almacenamiento.

► Procesamiento de acero

Antes de la construcción, el proveedor debe replantear una muestra de barra de acero de acuerdo con el dibujo de la estructura de la barra de acero y la produce en masa de acuerdo con el dibujo de muestra. Durante el proceso de inspección y aceptación in situ de los productos de barras de acero semiacabados, se realizarán los registros de aceptación y se archivan.

Las herramientas y equipos necesarios de prueba deben estar equipados para la aceptación de barras de acero. Entre estos se encuentran una regla de acero, la cinta métrica, una herramienta para medir ángulos y un calibre digital, entre otros.

La plataforma de encuadernación de barras de acero está diseñada de acuerdo con el tamaño estructural de la sección de la viga en el plano de diseño deduciendo la capa protectora neta y se coloca un dispositivo de posicionamiento en el marco para montaje de refuerzos.

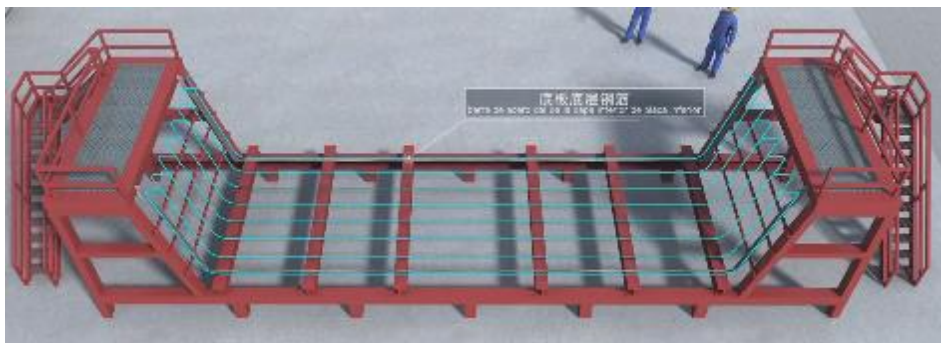


Figura 278. Plataforma de encuadernación de acero

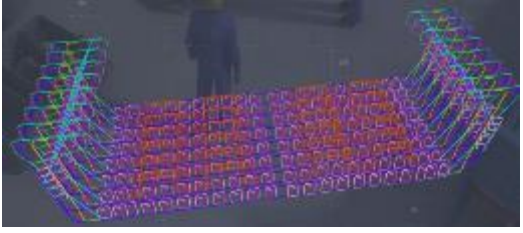


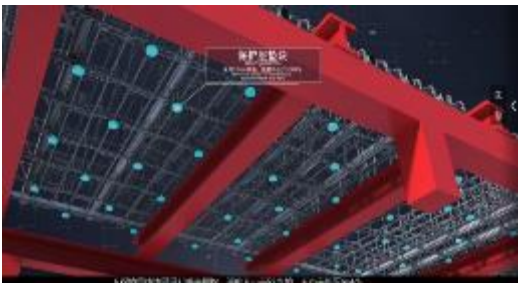
Fuente: Metro Línea 1, 2023.

La secuencia de encuadernación de las barras es la siguiente: barra de acero de la capa inferior de placa inferior, barra de acero de placa web, barra de erección, barra de acero de la capa superior de la placa inferior, barra de acero de la placa del ala, barra de acero de biselado superior e inferior, barra de acero de la pista, barra de gancho. El extremo del alambre está doblado hacia el interior de la jaula.

Los amortiguadores de la capa protectora deben tener un tamaño de 32 mm, la resistencia no debe ser inferior a 55 MPa y no debe ser inferior a 4 piezas por cada metro cuadrado. A su vez, estos deben ser más densificados en donde está la placa web, la placa inferior y los chaflanes. Se hace verificación de esto antes del vertido del concreto.

En la tabla a continuación se describe el orden y aspectos importantes del proceso:

Tabla 38 - Método de construcción del refuerzo de acero

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
Procesamiento de refuerzo	Según el diseño de refuerzo, se realiza el procesamiento de semiproductos de acero y se transportan a la plataforma de atado de refuerzo para su almacenamiento temporal en el sitio.	
Atado de la armadura de acero	La armadura de acero se ata en su totalidad sobre la estructura de amarre. Cuando los refuerzos de la viga entran en contacto con los refuerzos de pretensado, se pueden mover los refuerzos de la viga o doblarlos adecuadamente. Los refuerzos se colocan en forma de flor de ciruelo con una separación de 45 cm. Se deben instalar dispositivos de límite en los extremos de la estructura de amarre a lo largo de la longitud y el ancho de la viga para garantizar que los refuerzos de los extremos estén alineados y facilitar la colocación en el molde.	
Instalación y posicionamiento de los elementos prefabricados	Antes de la instalación de los elementos prefabricados (como barras de acero, placas de acero, tuberías de preesfuerzo, etc.) se debe verificar que las dimensiones y especificaciones de los elementos prefabricados cumplan con los requisitos de diseño, y que la calidad de las soldaduras cumpla con las normas técnicas correspondientes. Durante la instalación, se deben realizar mediciones y trazados para garantizar una posición precisa. En cuanto a la fijación de los elementos prefabricados, se debe seguir estrictamente las especificaciones de diseño para su refuerzo.	
La instalación de los bloques de hormigón	Los bloques de concreto de alta resistencia utilizados como protección para el recubrimiento de acero se adquirieron en China junto con los moldes de los bloques. Se busca minimizar al máximo el contacto entre los bloques y los moldes. Estos bloques son fabricados por un equipo profesional y se instalan con una densidad de no menos de 4 bloques por metro cuadrado. Se presta especial atención a reforzar de manera localizada las áreas de las placas inferiores, las placas superiores y las esquinas.	

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
Introducción de la estructura de refuerzo de acero en el encofrado	El armazón de refuerzo de acero se levanta con un dispositivo de elevación especial de múltiples puntos de equilibrio para garantizar una distribución uniforme de la carga en cada punto de elevación. El armazón de refuerzo de acero debe ingresar al encofrado con el sitio central, descendiendo lentamente para reducir el roce y la compresión entre los bloques de apoyo y el molde exterior.	

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

Después de colocar la jaula de acero en el encofrado, se verifica la posición de la jaula, de las piezas incrustadas, de la capa protectora, etc.

► Construcción del concreto

En primer lugar, debe determinarse el programa de vertido y explicarlo detalladamente a los operadores. De igual forma, se debe verificar estrictamente los elementos incrustados y el encofrado, la protección de seguridad, la alimentación de electricidad temporal, la maquinaria, el equipo de iluminación, etc.

Una vez que el concreto llega al sitio, se debe verificar que el asentamiento, la expansión, la temperatura, entre otros cumplan con los requisitos de vertido.

La secuencia de vertido de concreto es: placa inferior primero, chaflán inferior, placa web, placa de ala. De un extremo a otro, la izquierda y derecha deben ser simétricas y en capas horizontales de no más de 30 cm. Después de vibrar el concreto, la superficie debe cerrarse y cubrirse. Luego se entierran los puntos de medición antes del fraguado y apenas se complete el fraguado inicial, el concreto debe curarse. El curado se ejecuta de acuerdo con la temperatura ambiental, el tipo de cemento, los aditivos, los requisitos de progreso de la construcción y los requisitos de rendimiento del concreto.






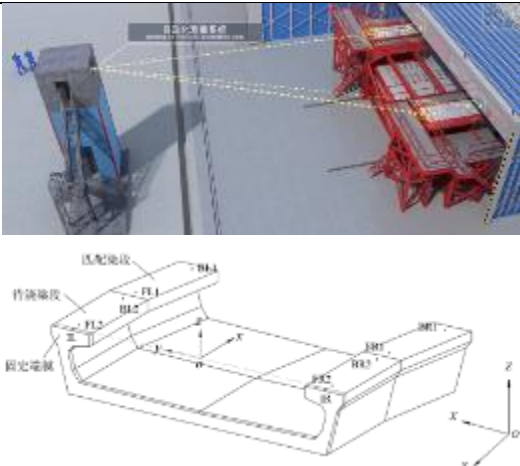

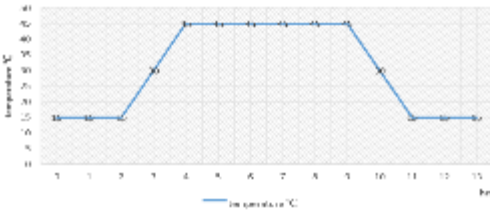
Figura 279 Capas horizontales de vertido de concreto

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

En la tabla a continuación se describe el proceso y sus principales parámetros.

Tabla 39 - Método de construcción- concreto

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
Preparación y transporte de concreto	<p>Los requisitos de resistencia del concreto para las vigas en U son de 50, 55 y 70 MPa. El concreto es suministrado por una planta de mezclado comercial y se transporta a la obra mediante camiones mezcladores de concreto. Una vez descargado en la tolva, se utiliza una grúa pórtico para colocar el concreto en el silo.</p>	

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático																																
Vertido de concreto	<p>Durante el proceso de vertido, se instala un conducto de transporte en la parte superior del molde fijo y se utiliza una canal para transportar el concreto hacia la losa inferior. El vertido comienza desde el centro y se extiende hacia ambos lados. Para la placa inferior, se utiliza un método de descarga en capas simétricas, con un espesor de colocación no superior a 30 cm en cada capa. Además, se utiliza un cubierto paragua como medida de prevención contra la lluvia.</p>																																	
Instalación de puntos de control para medición.	<p>Antes de que el hormigón alcance su fraguado final, se realizan mediciones y se instalan puntos de control en la parte superior de la viga. Se colocan un total de 4 puntos de control, incluyendo 2 puntos de control de alineación y 2 puntos de control de elevación. Se utiliza el método de casquillo prismático empotrado para estos puntos de control.</p>																																	
Curado del concreto	<p>Con el fin de reducir el tiempo de espera para desencofrar, evitar la formación de grietas debido a grandes diferencias de temperatura y lograr rápidamente la resistencia necesaria para prevenir las grietas, se utiliza el curado con vapor en la prefabricación de las secciones de las vigas en U. Cada base de prefabricación está equipada con un invernadero de vapor retráctil que contiene un generador de vapor de combustible, con tres opciones de suministro de vapor para mantener la temperatura en el invernadero por encima de los 45°C. También se utiliza un termohigrómetro para monitorear la temperatura y humedad en el interior del invernadero, garantizando las condiciones de curado que incluyen protección contra el viento, aislamiento térmico y humidificación.</p>	  <table border="1"> <caption>Temperature Profile Data</caption> <thead> <tr> <th>Time (hrs)</th> <th>Temperature (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>15</td></tr> <tr><td>2</td><td>15</td></tr> <tr><td>3</td><td>35</td></tr> <tr><td>4</td><td>45</td></tr> <tr><td>5</td><td>45</td></tr> <tr><td>6</td><td>45</td></tr> <tr><td>7</td><td>45</td></tr> <tr><td>8</td><td>45</td></tr> <tr><td>9</td><td>45</td></tr> <tr><td>10</td><td>35</td></tr> <tr><td>11</td><td>15</td></tr> <tr><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>15</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>	Time (hrs)	Temperature (°C)	1	15	2	15	3	35	4	45	5	45	6	45	7	45	8	45	9	45	10	35	11	15	12	15	13	15	14	15	15	15
Time (hrs)	Temperature (°C)																																	
1	15																																	
2	15																																	
3	35																																	
4	45																																	
5	45																																	
6	45																																	
7	45																																	
8	45																																	
9	45																																	
10	35																																	
11	15																																	
12	15																																	
13	15																																	
14	15																																	
15	15																																	

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

Ahora bien, para complementar las descripciones realizadas previamente, se mencionan los siguientes aspectos importantes del proceso que se lleva a cabo para la fabricación de nuevos segmentos de viga a partir de otros ya construidos:

1. Curado con vapor

Después de que se completa el vaciado de concreto de la sección B, se incrusta un mango prismático pre-incrustado en la superficie superior de la placa de alma de la sección B. Luego, se extiende el cobertizo de vapor, se enciende el generador de vapor y se realiza el mantenimiento de acuerdo con los requisitos de curados establecidos.



Figura 280 Mango prismático preincrustado para el proceso de curado

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

2. Recopilación de datos y eliminación del encofrado exterior

Después de completar el curado con vapor, se abre y se retrae el cobertizo de curado y se usa el sistema de medición automático para recopilar y registra las coordenadas espaciales de todos los puntos de medición. Se retiran las varillas de unión temporales de las placas de las alas y se retira el encofrado exterior del segmento B. Los pasos específicos son: Retirar las varillas de unión temporales de las placas de las alas, retirar las varillas de unión del encofrado exterior e interior, se extrae el pasador del puntal, se encoje el cilindro de aceite.

3. El segmento A se transporta al pedestal de decoración.

Se afloja el puntal delantero del marco de encofrado interior, se mueve el carro del encofrado inferior a la parte inferior del encofrado de la sección A y se levanta ligeramente la sección A hasta que el soporte de encofrado esté completamente descargado.

El carro de encofrado se retira para separar el segmento A del segmento B y este segmento A se retira al área de decoración a través de la pista. Luego la grúa eleva el segmento A a la plataforma destinada para el trabajo de recorte de decoración.

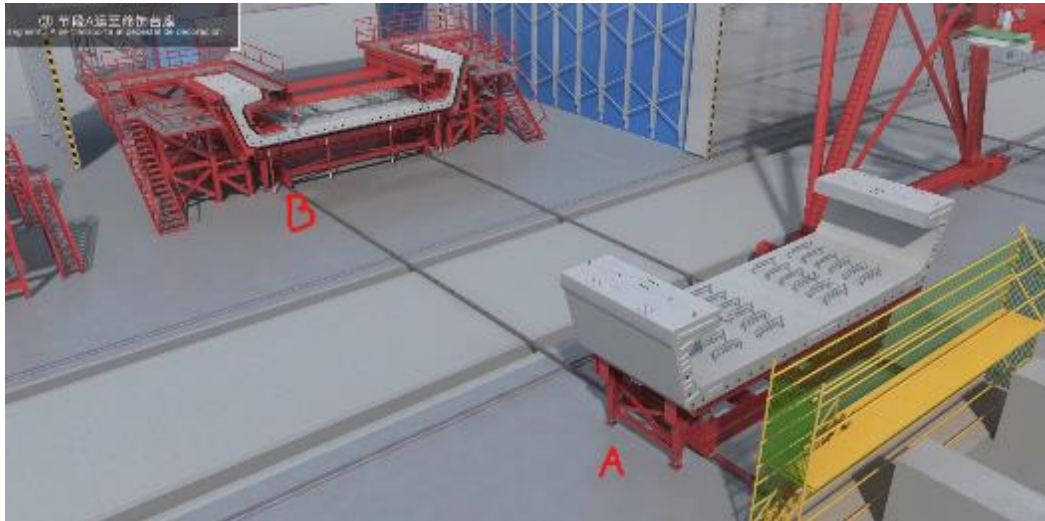


Figura 281 Separación segmento A del segmento B

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

#### 4. Retiro del encofrado interno

Se retira el tornillo de bloqueo del encofrado interno, el cilindro se contrae, el encofrado interno se retrae y el cilindro de aceite vertical se activa para bajar el encofrado interno en 50mm. Así el encofrado interno retrocede hasta que se elimine por completo del segmento B.

#### 5. Separación del segmento B del encofrado de extremo fijo

Se retiran las varillas de soporte de la placa plegada del encofrado inferior de la sección B, el carro del encofrado inferior se mueve hacia la parte inferior del encofrado inferior de la sección B. Luego se levanta ligeramente el segmento B hasta que los pies de apoyo del encofrado inferior estén completamente descargados, el carro del encofrado inferior retrocede de modo que el segmento B se separe del encofrado de extremo fijo.

#### 6. Ajuste de la posición de viga coincidente

De acuerdo con la información de las instrucciones de prefabricación, el nivel y la posición de elevación del segmento B se ajustan con precisión a través del carro del encofrado inferior y las patas de apoyo del encofrado inferior del segmento B se aprietan después de que se realiza el ajuste de posición.



#### 7. Cierre del encofrado inferior de la viga vaciado en sitio

Se abre la placa plegada del encofrado inferior, se ajusta los pies de soporte del encofrado inferior hasta que el encofrado inferior esté en contacto total con la superficie inferior del segmento B y el encofrado de extremo fijo y se bloquea la varilla de soporte de la placa plegada.

#### 8. Cierre del encofrado exterior

Contrario a la remoción del encofrado exterior, ajuste firmemente y bloquee el encofrado exterior con el encofrado del extremo fijo y el segmento B. Se limpia la superficie interior del encofrado en contacto con el hormigón y rocíe el agente de liberación. El lado del segmento B cerca del encofrado del extremo fijo está pintado con agente de liberación.

#### 9. Refuerzos entra en el encofrado

Se usa la grúa para levantar la jaula de acero ensamblada desde el marco de montaje para luego dejarlo en el encofrado de acero. Se conecta el extremo del tubo pretensado con el encofrado de extremo fijo y el segmento B. Se ubican y fijan las posiciones de las tuberías pretensadas y varias partes incrustadas y se llenan los tubos pretensados con cápsulas inflables.

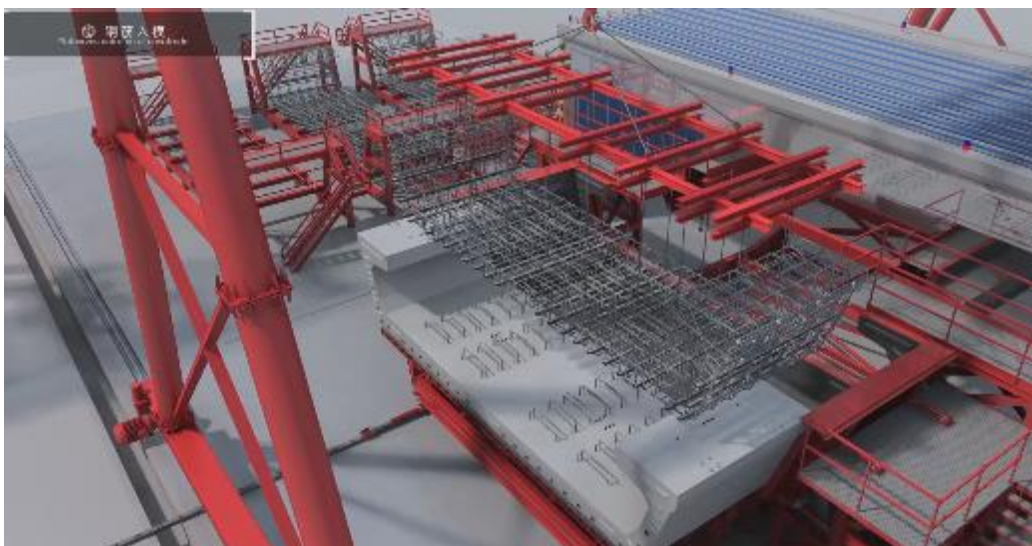


Figura 282 Izado canasta de refuerzo hasta el encofrado

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

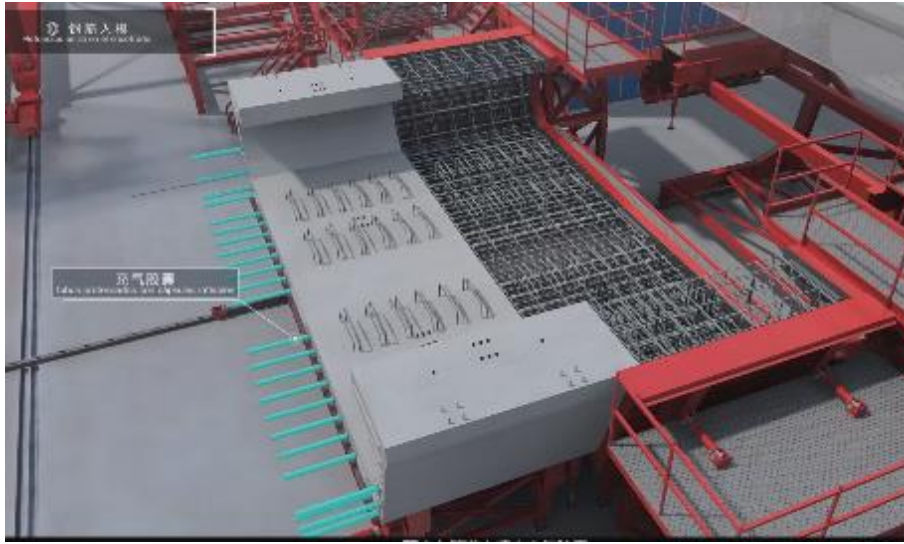


Figura 283 Ensamble viga prefabricada y refuerzo de nueva viga

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

#### 10. Cierre del encofrado interior

Contrariamente a la acción de desmontar el encofrado interior, se mueve el encofrado interior dentro de él. Se ajusta y bloquea firmemente con la superficie interior del segmento B y el encofrado de extremo fijo y se aprieta el puntal delantero del marco del encofrado interior.

#### 11. Volver a medir

Antes de verter el concreto, se recopila nuevamente las coordenadas espaciales de todos los puntos de medición. Se comparan con las instrucciones de prefabricación y se revisa si es necesario ajustar el encofrado para garantizar que la posición especial del segmento B no cambia durante el proceso de cierre del encofrado y el refuerzo que ingresa al encofrado

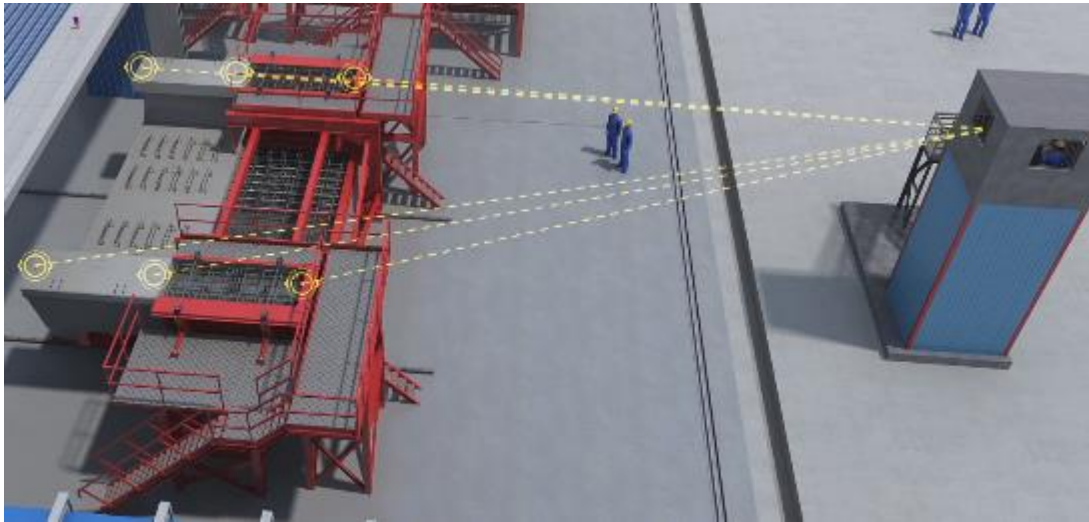


Figura 284 Esquema torre de medición

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

► Izaje de vigas

Cuando se iza la sección de la viga, la resistencia no debe ser inferior al 90% de la resistencia de diseño. Los operadores de la grúa pórtico deben estar capacitados. Está prohibido pararse o trabajar debajo de la sección de la viga durante el izaje. Al levantar la sección de viga no debe inclinarse significativamente.



Figura 285 Grúa pórtico

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

► Transporte y almacenamiento

Una vez que se completa la tarea de emparejamiento de los segmentos correspondientes, se pueden trasladar y almacenar. Durante el transporte de las vigas segmentadas, se utiliza un gato hidráulico horizontal ubicado en la parte inferior del molde para separarlos de los segmentos recién colados. Luego, se utiliza un carro de molde de base con un sistema de tracción para remolcarlos hacia el área de almacenamiento. Posteriormente, se utilizan grúas de pórtico para levantarlos y colocarlos en el área de almacenamiento. Debido a que los segmentos que se almacenan primero deben instalarse primero, se apilan los segmentos de la misma viga en un lugar concentrado para asegurar que todos los segmentos de la misma viga se apilen uno encima del otro. Además, los segmentos de diferentes vigas no comparten la misma base de almacenamiento para evitar cualquier impacto en el transporte de los segmentos.

Tabla 40 - Tabla de método de transporte y almacenamiento

PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
El transporte interno en el sitio de trabajo.	Se utiliza equipo y herramientas especializadas para el izaje y transporte interno en el sitio, con el objetivo de aumentar la eficiencia y la seguridad del trabajo.	
Reparación de la apariencia	Cuando se completa la construcción de un segmento de viga como viga de coincidencia, se eleva y se coloca temporalmente en una plataforma de reparación para su almacenamiento y reparación. Una vez que se completa la construcción del siguiente segmento de viga adyacente como viga de coincidencia, se eleva primero y se coloca en la plataforma de almacenamiento, y luego se eleva el segmento de viga de la plataforma de reparación y se coloca encima del segmento de viga en la plataforma de almacenamiento. Esto reduce la necesidad de voltear los segmentos de viga durante el transporte.	



PROYECTO	Métodos y claves de construcción	Diagrama esquemático
Transporte y almacenamiento	Una vez que la resistencia cumpla con los requisitos de diseño, los segmentos pueden ser trasladados y almacenados. Se utilizan grúas tipo puente para levantar y transportar los segmentos hasta el área de almacenamiento designada. Para el almacenamiento, se utiliza un sistema de doble capa, donde se colocan los segmentos uno encima del otro. Se utiliza una almohadilla de apoyo flexible de goma debajo del cuerpo de la viga para proporcionar soporte adicional y protección.	

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

### 3.2.11.5.7 Proceso específico del generador de vapor para construcción vigas U

#### ► Descripción general

El generador de vapor a utilizar corresponde al tipo de caldera pirotubular vertical de alta eficiencia, que consta de una cámara de combustión, una zona de transferencia de calor por convección en la cual los humos de combustión calientes pasan por los tubos en un arreglo de tres pasos para luego pasar a la caja de humos y luego a la chimenea. El agua ocupa la carcasa del generador y a medida que se calienta y pasa a fase vapor se acumula en la caja de vapor de donde sale a distribución por tubería.

Los generadores poseen quemadores de combustible líquido (aceite diesel Euro IV) los cuales fueron diseñados para optimizar la mezcla con aire y cumplir con los estándares de emisión exigidos por la normatividad ambiental vigente (HC+NOx: 0.2% máx, CO:0.4% max, MP2.5: 0.020% máx).

Los generadores de vapor están diseñados para asegurar el máximo aprovechamiento energético de la unidad (>93%) y así generar vapor saturado de 0,7 kPa (0,01 kg/cm<sup>2</sup>) y 170 °C con el mínimo posible consumo de combustible. Para la planta de fabricación de vigas u se tienen contemplados dos tipos de generadores, uno de capacidad de generación de 200 Kg/h y otro de 300 Kg/h.

El combustible (aceite diésel de bajo contenido de azufre) es transportado al patio taller por medio de carrotanques que alimentan directamente los generadores. Los carrotanques se conectan con tubería a cada bomba de aceite del respectivo quemador y de ella se establecen las conexiones internas de entrada y el retorno de aceite en el quemador.

El agua requerida para la generación de vapor proviene de la conexión de agua que se acordó con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) para alimentar al Patio Taller en la cual se le proporciona a ML1 un caudal de 7,82 L/s. Con este caudal, en el Patio Taller se contará con un tanque de almacenamiento de 450 m<sup>3</sup>, desde el cual se distribuye el agua a las distintas áreas requeridas. Para

el caso del patio de fabricación de vigas U, en la siguiente figura se puede observar el punto desde el cual llega el agua a la planta y en la Figura 286, los puntos de conexión para cada pedestal desde los cuales se conectan los generadores por medio de tubería.



Figura 286 Esquema entrada red de suministro de agua al área de la planta de fabricación de vigas U y vigas Cajón

Fuente: Metro Línea 1, 2023



Figura 287 Esquemas puntos de distribución de agua dentro de planta de fabricación de vigas u

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

► Sistema generador de vapor

Las principales especificaciones del generador son las siguientes:

- Peso: 1,2 - 1,5 toneladas
- Diámetro exterior: 900 mm
- Diámetro del cilindro interior (cámara de gases): 700 mm
- Diámetro de la chimenea: 219 mm
- Consumo de combustible: 9,8 – 20 gal/h
- Eficiencia energética: >93%
- Presión máxima de diseño: 1 KPa

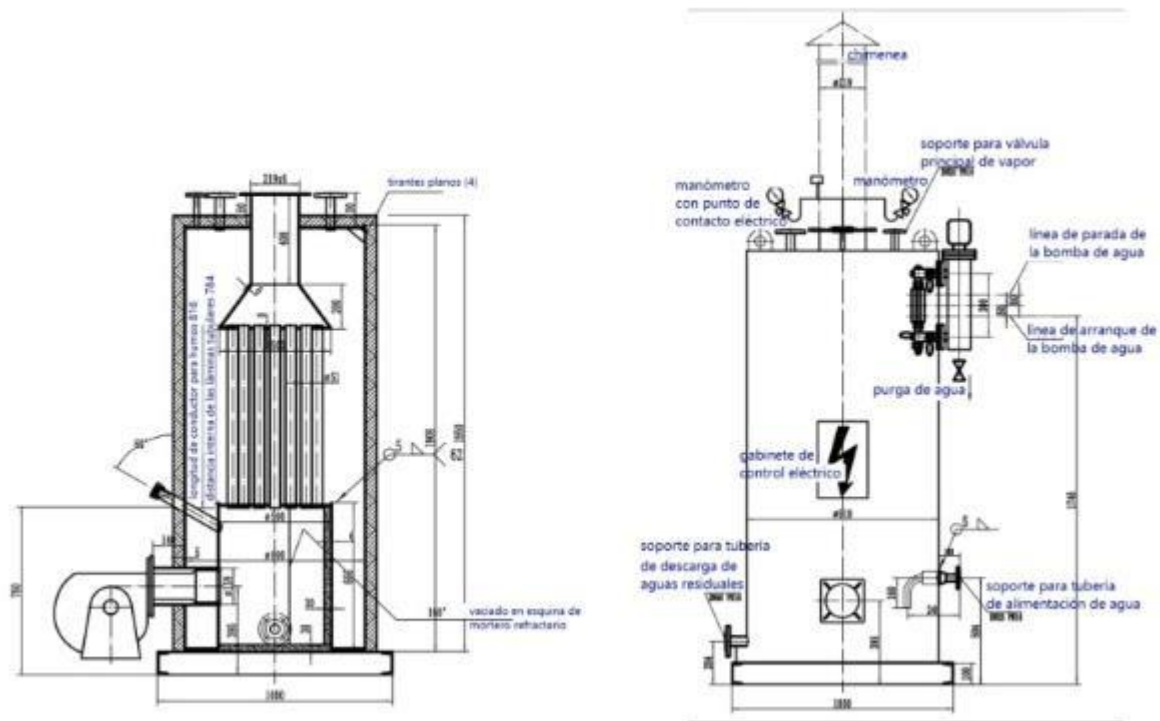


Figura 288 Partes principales de los generadores verticales a usar

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

El vapor generado es llevado a cada pedestal de prefabricado (2 generadores por pedestal) en los cuales se han dispuesto facilidades para el proceso de curado utilizando mangueras flexibles de acero aisladas térmicamente (invernadero de curado). En cada uno de los invernaderos de los pedestales (son en total 24 pedestales), se utiliza un termohigrómetro para monitorear la temperatura y la humedad en el interior del invernadero para satisfacer las condiciones de curado a prueba de viento, aislamiento térmico y humedad. Al final del proceso de curado al vapor, la resistencia del hormigón no es inferior a 20 MPa. Una vez se completa el proceso de curado en un determinado pedestal, los generadores se trasladan a otra locación para repetir el proceso. En el punto máximo de operación, se estarían operando **24** generadores simultáneamente, lo que equivale a 12 pedestales operando en simultáneo ya que se ubican dos generadores por pedestal de fabricación (ver Figura ).

Adicionalmente, es relevante mencionar que el curado de un segmento de viga dura 2 días, de los cuales durante 10 horas se utilizan los generadores de vapor.



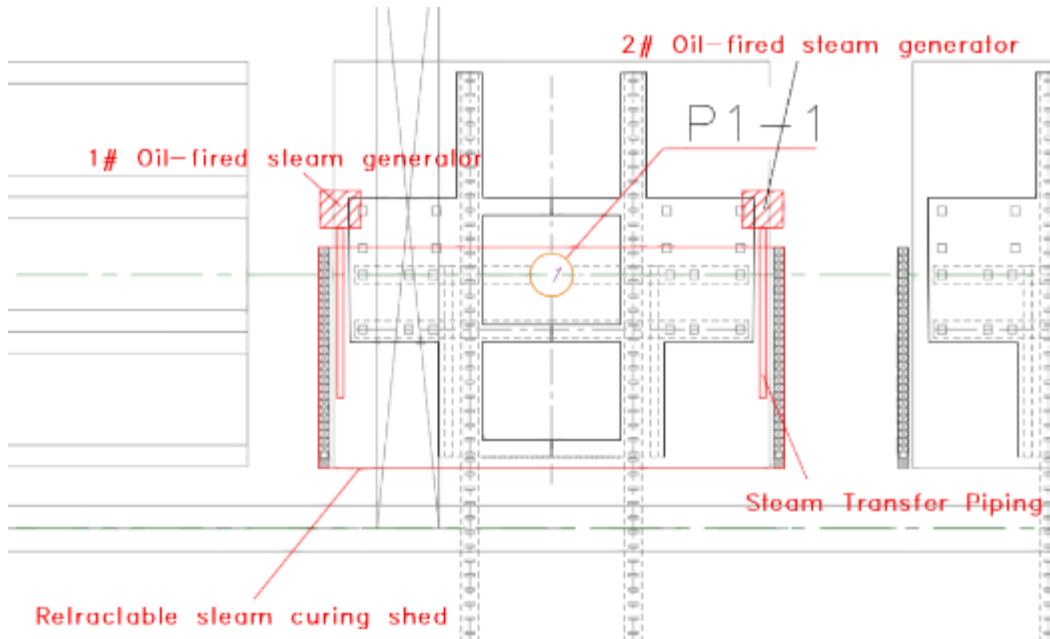


Figura 289 Vista en planta de ubicación de los dos generadores por pedestal

Fuente: Metro Línea 1, 2023.

En la siguiente figura se puede observar el cobertizo dispuesto en cada pedestal de fabricación para asegurar las temperaturas de curado requeridas:

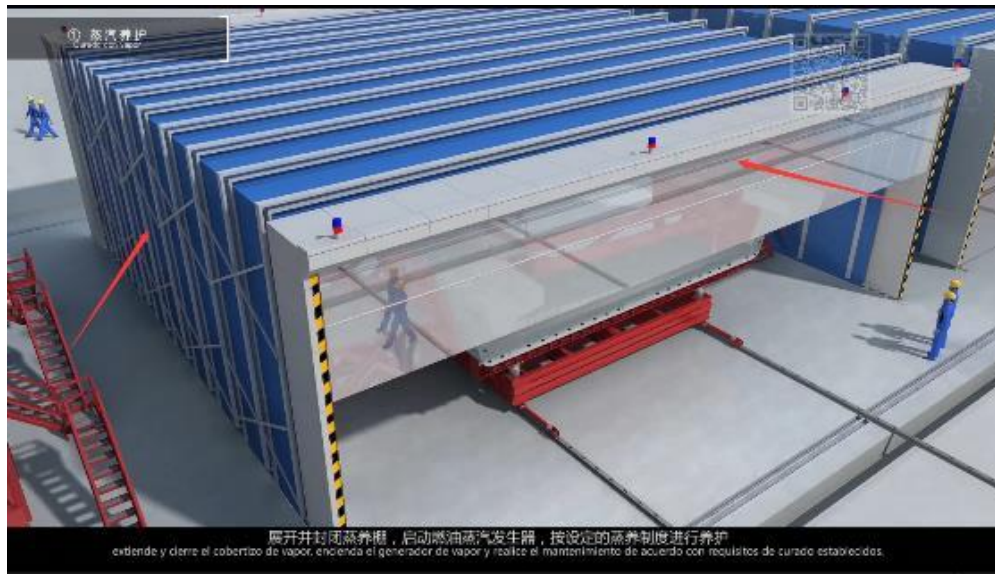


Figura 290 Esquema de cobertizo móvil para curado con vapor

Fuente: Metro línea 1, 2023

### 3.2.11.6 Adecuación de un área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros

En este aparte se describe el plan de construcción estructural del área de almacenamiento de elementos prefabricados, que incluye la zona de almacenamiento de vigas en U y la de almacenamiento de vigas cajón. Las estructuras específicamente incluyen la base de las pistas de grúas pórtico, las bases o pedestales para elementos prefabricados, la construcción de vías internas y las cunetas de drenaje.

El área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros se encuentra ubicada en el predio Nor-oriental contiguo al Patio Taller al suroeste de la ciudad de Bogotá, específicamente en la zona llamada “El Corzo 2” en la localidad de Bosa, entre el río Bogotá y el Canal Cundinamarca. El área requerida para el patio de almacenamiento es de 10.56 hectáreas (Ha).

De acuerdo con la información suministrada por la EAAB y por la CAR estos predios han servido inicialmente como patio de secado y de biosólidos enterrados resultantes de la operación de la PTAR Salitre, los cuales se han dividido en celdas numeradas del 1 al 8, tal como se muestra en la Figura , enmarcados dentro de una Licencia Ambiental expedida por la ANLA. Posteriormente se recibieron los residuos y escombros de la construcción del Canal Cundinamarca en el marco de un PMA definido por la CAR. El Concesionario utilizara los terrenos identificados como polígono 2 y 4, debido a que estos ya han sido intervenidos y terminados por la EAAB tanto para la disposición de lodos como los de escombros y posteriormente fueron sembrados individuos arbóreos. Se espera que la CAR como autoridad ambiental permita el traslado de estos individuos arbóreos dentro de la misma área del predio El Corzo 2 de propiedad del acueducto para luego proceder a hacer un descapote y nivelación del terreno para la adecuación del área de almacenamiento de elementos prefabricados que serán utilizados para la construcción de la PMLB.

A continuación, se presenta el análisis de los actos administrativos relacionados con el predio:

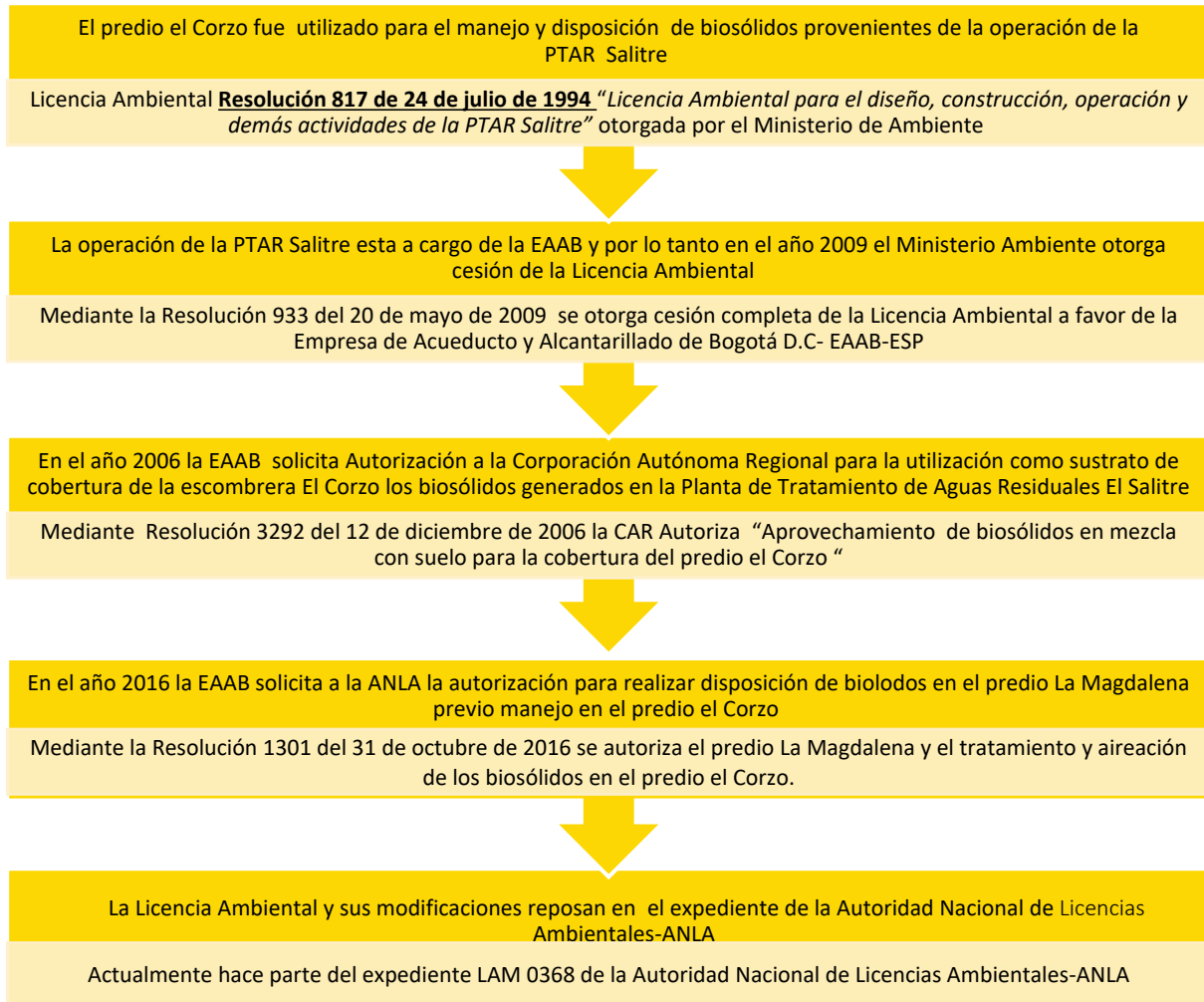


Figura 291 Análisis actos administrativos relacionados con el predio.

Fuente: Metro Línea 1, 2022.

Para el componente forestal se tiene el siguiente análisis:



Figura 292 Análisis actos administrativos relacionados con el predio para el componente forestal.

Fuente: Metro Línea 1, 2022.



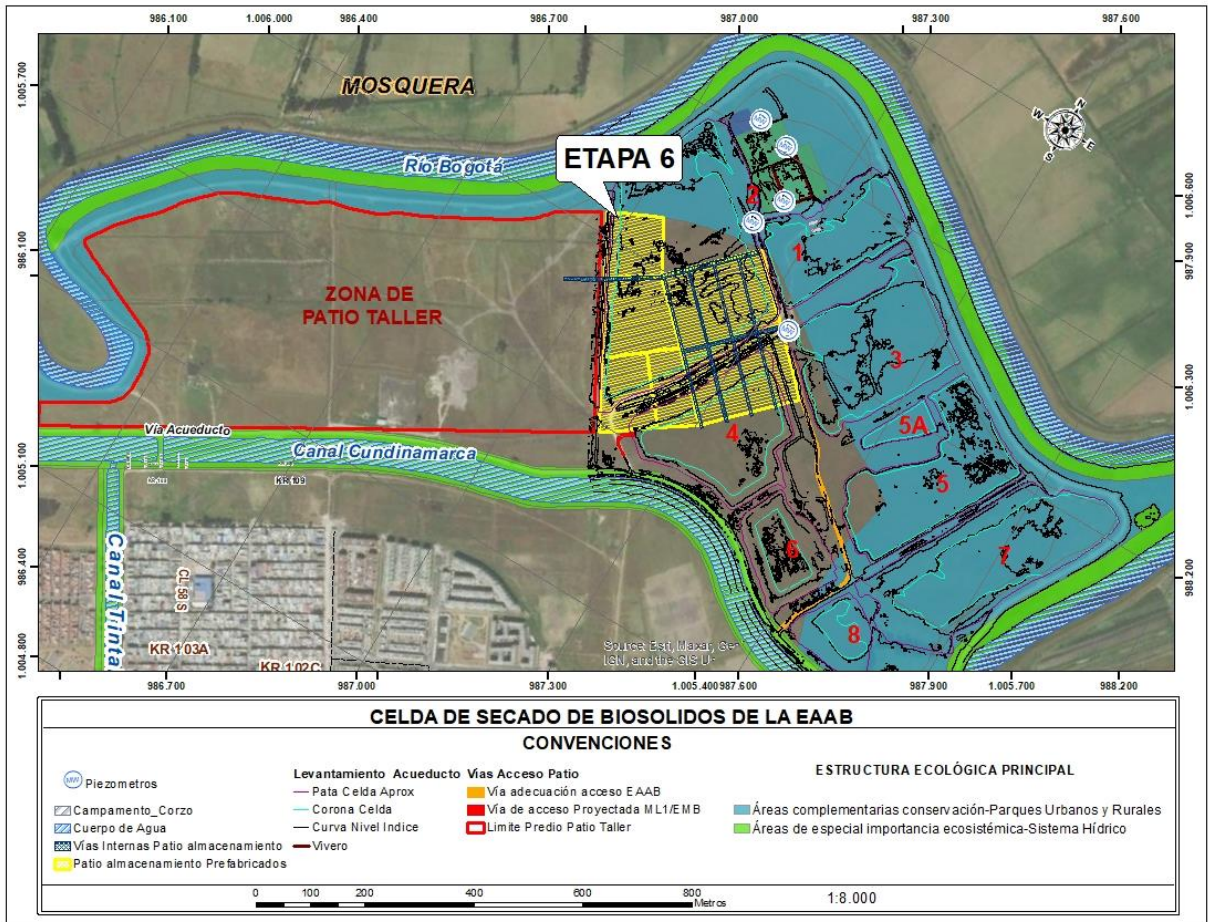
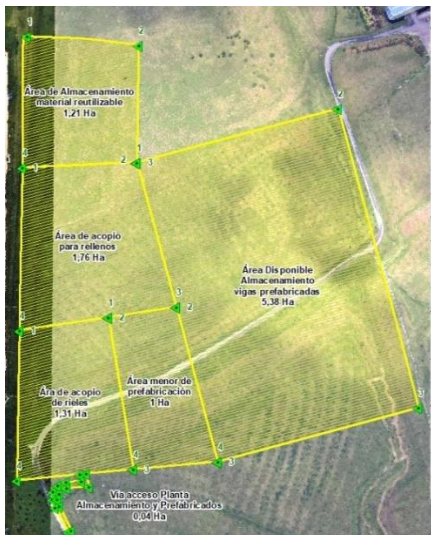


Figura 293 Ubicación área de Almacenamiento de prefabricados y celdas de secado de la EAAB

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En las siguientes fotografías se muestran el estado y las características actuales del predio donde se desarrollarán las actividades de adecuación del área destinada al Almacenamiento de Prefabricados y otros.



Vértice	Tipo	X	Y	Latitud	Longitud
1	ÁREA DISPONIBLE ALMACENAMIENTO VIGAS PREFABRICADA	87103,65411	105989,5999	4° 39' 1,291" N	4° 39' 1,291" N
2		87237,71699	106124,0891	4° 39' 5,670" N	4° 39' 5,670" N
3		87438,52214	105924,2668	4° 38' 59,165" N	4° 38' 59,165" N
4		87304,19127	105789,6984	4° 38' 54,784" N	4° 38' 54,784" N
1	ÁREA ALMACENAMIENTO MATERIAL REUTILIZABLE 22800 m <sup>2</sup>	86956,6547	106037,9698	4° 39' 2,866" N	4° 39' 2,866" N
2		87051,52653	106082,7229	4° 39' 4,323" N	4° 39' 4,323" N
3		87103,56622	105989,5436	4° 39' 1,289" N	4° 39' 1,289" N
4		87015,08591	105932,8637	4° 38' 59,444" N	4° 38' 59,444" N
1	ÁREA ACOPIO MATERIAL RELLENO Y CONCRETO 16800 m <sup>2</sup>	87015,08591	105932,8637	4° 38' 59,444" N	4° 38' 59,444" N
2		87103,65411	105989,5999	4° 39' 1,291" N	4° 39' 1,291" N
3		87200,62636	105892,935	4° 38' 58,145" N	4° 38' 58,145" N
4		87087,39532	105802,9228	4° 38' 55,214" N	4° 38' 55,214" N
1	ÁREA ADICIONAL PREFABRICADOS 10000 m <sup>2</sup>	87151,87412	105854,1798	4° 38' 56,883" N	4° 38' 56,883" N
2		87200,62636	105892,935	4° 38' 58,145" N	4° 38' 58,145" N
3		87304,19127	105789,6984	4° 38' 54,784" N	4° 38' 54,784" N
4		87241,01374	105745,0732	4° 38' 53,331" N	4° 38' 53,331" N
1	ÁREA ALMACENAMIENTO RIELES 13000 m <sup>2</sup>	87087,39532	105802,9228	4° 38' 55,214" N	4° 38' 55,214" N
2		87151,87412	105854,1798	4° 38' 56,883" N	4° 38' 56,883" N
3		87241,01374	105745,0732	4° 38' 53,331" N	4° 38' 53,331" N
4		87153,84919	105683,5049	4° 38' 51,326" N	4° 38' 51,326" N

Fotografía 62 Área destinada al almacenamiento de prefabricados y otros

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El área destinada para el Almacenamiento de Elementos Prefabricados y otros constituye un complemento de los Patios de Prefabricados de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), sobre esta área se adecuará la infraestructura de soporte para el movimiento y almacenamiento de los prefabricados que serán utilizados en la Primera Línea del Metro de Bogotá.

La distribución de los espacios donde se proyecta la instalación del área de almacenamiento de elementos Prefabricados y otros se describe a continuación:

Tabla 41 – Distribución de áreas Almacenamiento de prefabricados

Descripción	Área (Ha)
Almacenamiento de material reutilizable	1.21
Área de acopio Materiales concreto	1.76
Área almacenamiento rieles	1.31
Área adicional prefabricados	1.00
Área almacenamiento vigas U	5.38
Área Vía de acceso	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>10.70</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



El área total para utilizar en adecuación del área destinada para el Almacenamiento de elementos prefabricados es de 10.56 Ha y se utilizará exclusivamente para almacenamiento de elementos prefabricados y monitoreo de estos. Así las cosas, el Concesionario no proyecta ninguna instalación adicional, ya que las plantas de concreto y demás estructuras complementarias para la prefabricación de las vigas U y los elementos prefabricados se encuentran dentro de los Patio de Prefabricados, localizados en el Patio Taller de la PLMB.

Cabe destacar que el área de almacenamiento de material reutilizable deberá cumplir las medidas estipuladas en programa PM\_AB\_02 Programa de Manejo de Materiales, el papel de esta área es colocar el material reutilizable (orgánico) producto de descapote y retiro de material orgánico a lo largo del viaducto, para posteriormente utilizarla en un en la adecuación de zonas verdes y/o espacio público en la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

En la siguiente figura se presenta la distribución por áreas de la zona que se utilizará como almacenamiento de elementos prefabricados y otros.

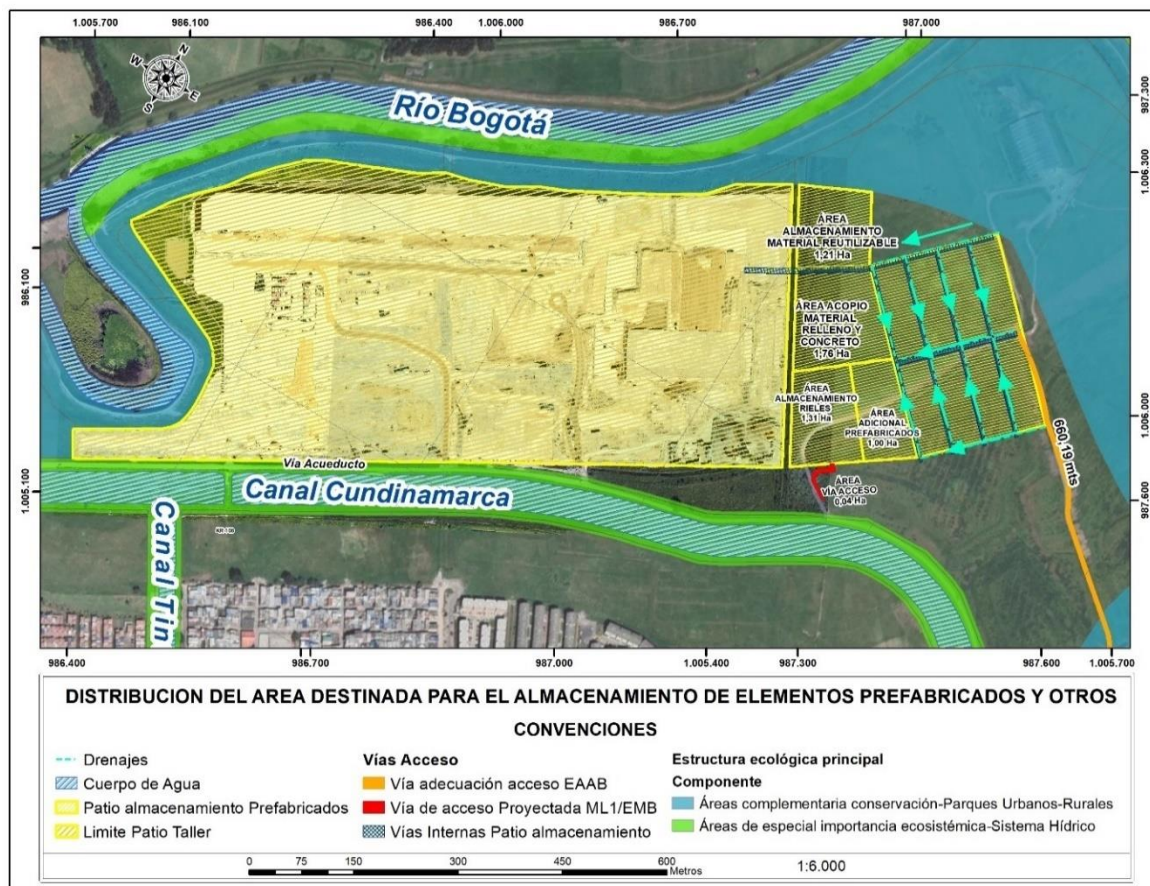


Figura 294 Distribución de áreas, zona destinada al almacenamiento de elementos prefabricados y otros.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A en la Figura 295 Fases para la adecuación de Almacenamiento de elementos prefabricados y otros.

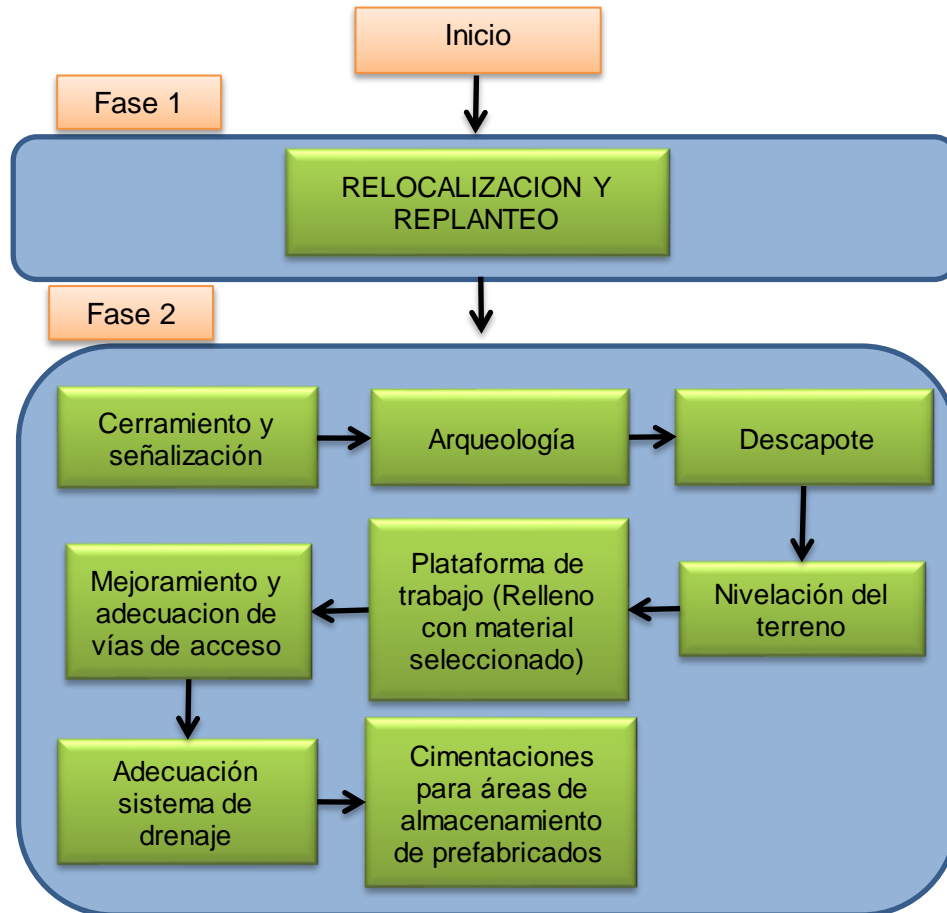


Figura 295 Fases para la adecuación de Almacenamiento de elementos prefabricados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Para las actividades de adecuación del área destinada al Almacenamiento de Prefabricados y otros se establecen 2 fases. La primera incluye lo relacionado con relocalización y replanteo en la segunda fase se realizarán actividades de arqueología, cerramiento y señalización, descapote, nivelación del terreno, rellenos con material seleccionado, mejoramiento de vías de acceso, adecuaciones sistemas de drenaje y cimentaciones.

En cuanto a uso de baños para esta área funcionara bajo dos modalidades; la primera se emplearán unidades sanitarias portátiles las cuales serán suministrada por proveedores autorizados, y la segunda modalidad se empleará batería de baños totalmente adecuada, para la cual se empleará un sistema séptico integrado para el manejo de los residuos líquidos, el cual se describe a continuación:



Los sistemas sépticos integrados son tanques cilíndricos horizontales con refuerzos internos, fabricados con polietileno lineal de alta resistencia al impacto, divididos en su interior en cámaras que conforman un tanque séptico y un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). Son sistemas diseñados para soluciones residenciales, industriales e institucionales. Este sistema ofrece ventajas como fácil instalación, resistentes estructuralmente, flexibles (no se fisuran debido a movimientos en la tierra), son modulares y de fácil mantenimiento, reutilizables, resistentes a rayos UV, alta vida útil, entre otros.

Se utilizará un tanque séptico subterráneo de plástico con capacidad de 5000 litros con medidas de 2.42 metros de largo, 1.83 metros de alto y 1.73 metros de ancho.

Para la instalación del tanque se realizará una excavación mecánica de 2.0 metros de profundidad, 2.50 metros de largo y 2.00 metros de ancho. Parte del material proveniente de la excavación será reutilizado para rellenar al contorno y la parte superior del tanque; el material restante será dispuesto en el acopio temporal de RCDs para su posterior traslado al sitio de disposición final. Este tanque integrado combina tres funciones en un tanque de almacenamiento, tanque FAFA (función anaeróbica) y trampa de grasas.

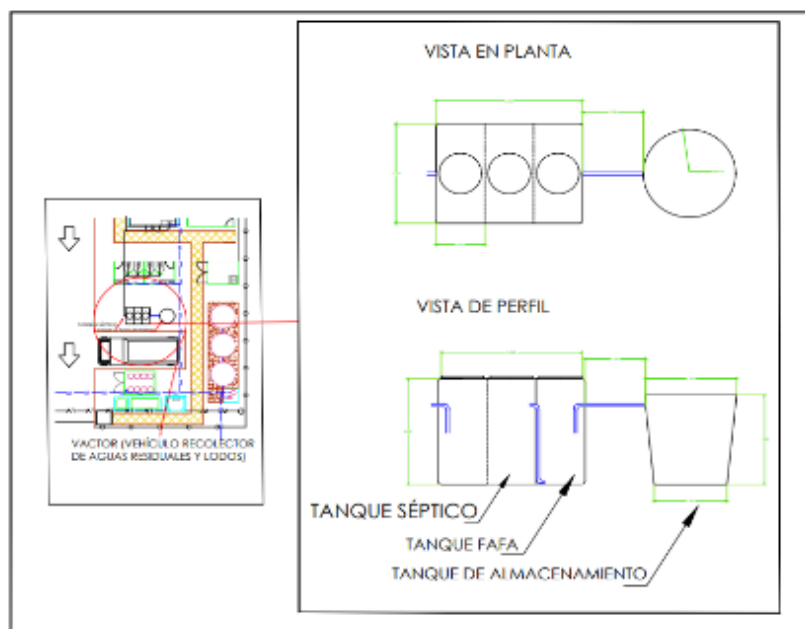


Figura 296 Esquema de funcionamiento integral del tanque séptico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la siguiente figura se presenta la ubicación de las unidades sanitarias para la etapa 6:



Figura 297 Ubicación unidades sanitarias a utilizar para la adecuación del área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Inicialmente se realizará una excavación mecánica y una nivelación de la superficie donde se va a ubicar el tanque. La profundidad de la excavación va determinada según la dimensión del tanque y la restricción que el sistema debe estar enterrado mínimo un 50% y máximo un 80% alrededor de todo su perímetro. Se verificará en los perímetros de la excavación que no hallan elementos como piedras que puedan causar algún daño que perfora el tanque.

Una vez realizada la excavación y nivelación de la subrasante, el tanque debe izarse y ser ubicado por medio de alguna máquina (utilizando cadenas, se puede usar la excavadora para este procedimiento). En ningún momento el tanque se puede arrastrar o dejar caer ya que puede causar daños en la integridad de este.

Luego, se debe realizar la conexión de tuberías PVC a los accesorios del tanque. Para esto se utilizará silicona o sellante para evitar posibles fugas. Una vez instaladas las tuberías, se debe empezar a realizar el lleno perimetral del tanque utilizando material proveniente de la excavación. Durante este proceso se debe realizar de manera simultánea un llenado del tanque con agua para garantizar la nivelación del tanque a medida que se realiza el lleno perimetral. Se debe tener en cuenta que la parte superficial del tanque debe respetar una altura de mínimo 30cm con respecto al nivel del lleno final.

Para las conexiones se utilizará tubería PVC de 4 pulgadas subterránea a 60cm de profundidad (dicha excavación no genera RCD ya que el material proveniente de la excavación será utilizado para tapar la tubería) y 40cm de ancho por una longitud total de 100 metros aproximadamente. La excavación se realizará de forma mecánica y las instalaciones y rellenos de manera manual.

Por la salida del tanque FAFA se realizará la conexión a un tanque de almacenamiento. Esto con el fin de controlar el rebose de aguas negras y evitar derrames sobre terreno natural para control ambiental. Para este pozo de almacenamiento se utilizará un tanque plástico de 2.000 litros.

El sistema empleado para estas unidades sanitarias es igual al empleado en el campamento del Patio Taller.

A continuación, se presenta la ubicación del campamento que se utilizara para la adecuación del del área destinada al almacenamiento de elementos prefabricados y otros.

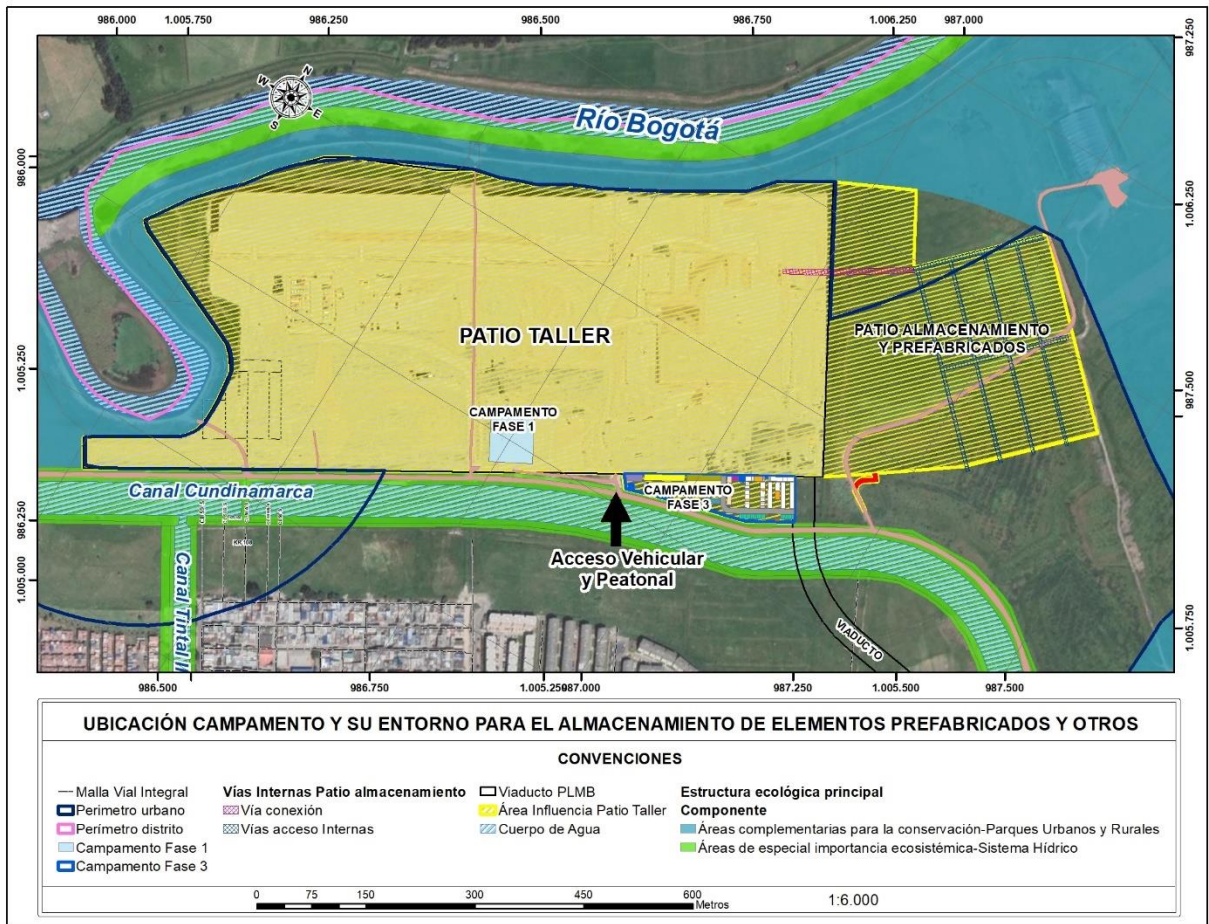


Figura 298 Ubicación Campamento a utilizar para la adecuación del área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se presenta al flujograma de actividades a realizar en la fase uno y dos las cuales se irán describiendo en el transcurso del capítulo.



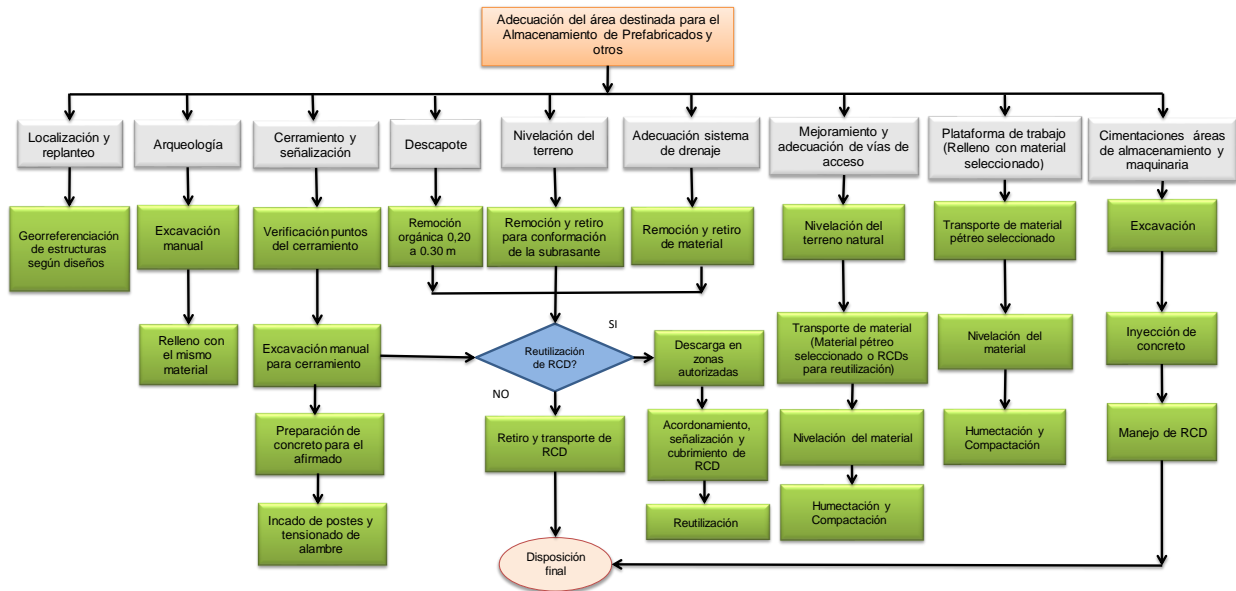


Figura 299 Diagrama actividades para la adecuación de un área de destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Durante el desarrollo de la etapa se ejecutarán las siguientes actividades.

► **Localización y replanteo**

Esta actividad ya finalizó.

► **Arqueología**

En cumplimiento del Plan de Manejo Arqueológico aprobado por el ICANH para el patio taller, previo al inicio de las excavaciones de obra se realizaron muestreos arqueológicos y trincheras; posteriormente se llevó a cabo el monitoreo arqueológico durante las excavaciones de obra, sin que se presentaran hallazgos arqueológicos. Complementariamente, se llevaron a cabo actividades de arqueología pública (capacitaciones al personal de obra y socialización con las comunidades locales).

Tal como indica el procedimiento establecido en el PMArq, todas las actividades realizadas se han informado al ICANH periódicamente en los informes de avance semestrales, los cuales se pueden consultar en los anexos L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A13\_VE1. 13\_7 Arqueología y L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A14\_VB1. 14\_3 Arqueología.

► **Cerramiento perimetral del área.**

Para aislar el área donde se almacenarán los elementos prefabricados y otros se realizará un cerco perimetral con postes de concreto (sección 10cmx10cm) con altura efectiva de 1.40 metros y con 4 líneas de alambre de púa calibre No 14. Los postes están distanciados cada 2.20 metros y el cerramiento cuenta con una longitud de 1058.74 metros. Dando continuidad al cerramiento existente del área de Patio Taller.

Para instalar los postes se abrirán huecos de 20 cm de diámetro y 40 cm de profundidad de manera manual, para posteriormente ubicar el poste y rellenar el contorno con concreto fundido en sitio. El material resultante se utilizará como atraque de la instalación del poste y el relleno del contorno en concreto fundido in situ. Una vez se tenga una longitud apropiada se ira instalando y templando el alambre de púas. En cada cambio de sentido se ubicaron 2 postes diagonales como templete.

En la siguiente figura se presenta el cercamiento sobre el área a intervenir.

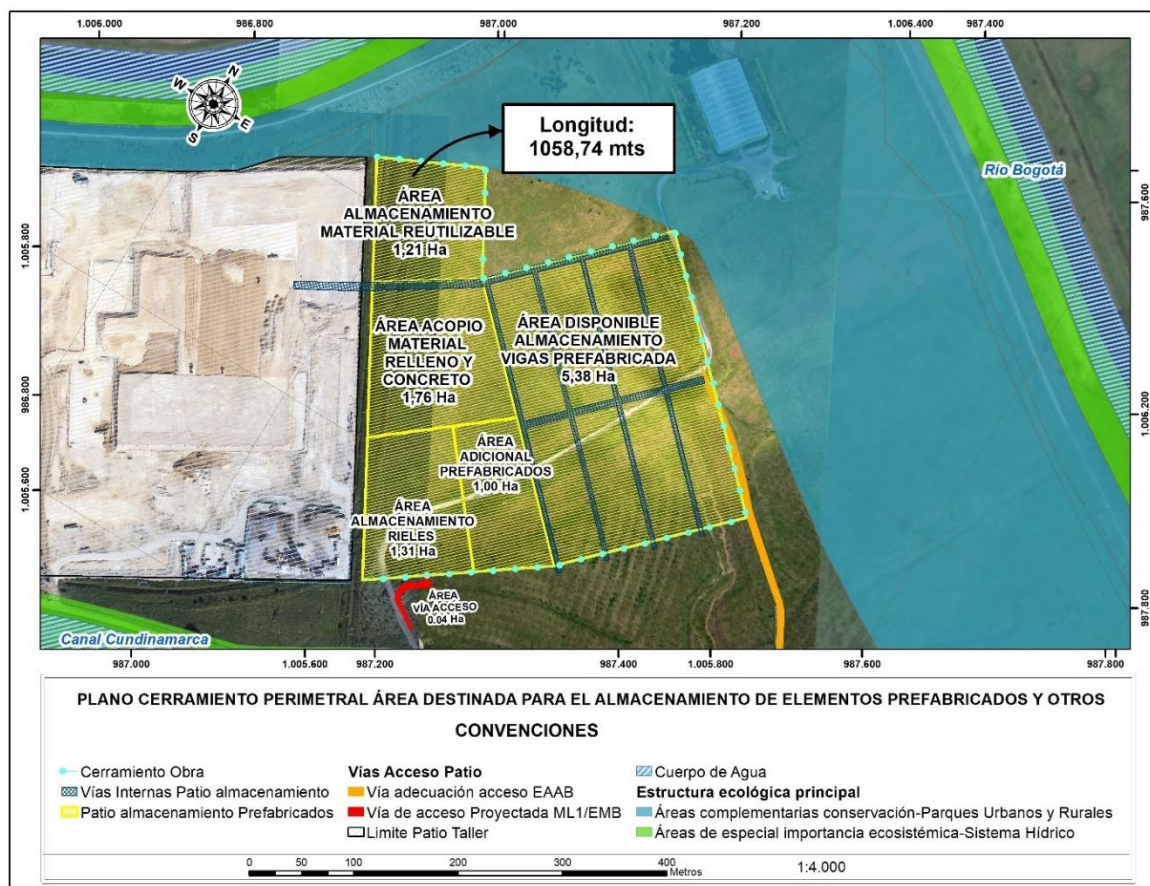


Figura 300 Plano cerramiento perimetral área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados y otros

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► **Descapote**

Esta actividad ya finalizó.

► **Conformación del terreno**

Una vez el terreno se encuentre nivelado, se procederá a determinar la calidad del suelo para conformar la plataforma de trabajo. Esta plataforma de trabajo va a tener condiciones similares a la plataforma realizada en el área del Patio Taller, la cual consiste en 50 cm de espesor realizados con material tolerable tipo IDU 310–18 o similar, en toda el área dispuesta a la zona de almacenamiento, para alcanzar la cota 2543.50 msnm, que corresponde a un promedio del área definida. De esta forma, la cota final del Patio Taller de 2544.1 msnm queda a una diferencia de solo 60 cm del área de almacenamiento de prefabricados y otros, facilitando la conexión entre estas dos áreas con una menor longitud de desarrollo de pendiente para la vía de conexión entre las dos áreas.

Para las áreas donde se requiera una carga mayor por el peso de las estructuras prefabricadas a almacenar y los equipos pesados a instalar, como los puentes grúa de 80 toneladas, se realizarán rellenos con material tipo rajón el cual aportará mayor resistencia al suelo.

A continuación, en la Figura 301 se muestra el plano de la ubicación área de almacenamiento prefabricados. Así mismo en la Figura 302 se presenta un esquema, en donde se puede ver con mayor claridad las áreas destinadas a la instalación de este tipo de grúas, que se desplazan de forma longitudinal en el área de almacenamiento, que moverán y ubicarán las Vigas U dentro del área de Almacenamiento de los prefabricados.

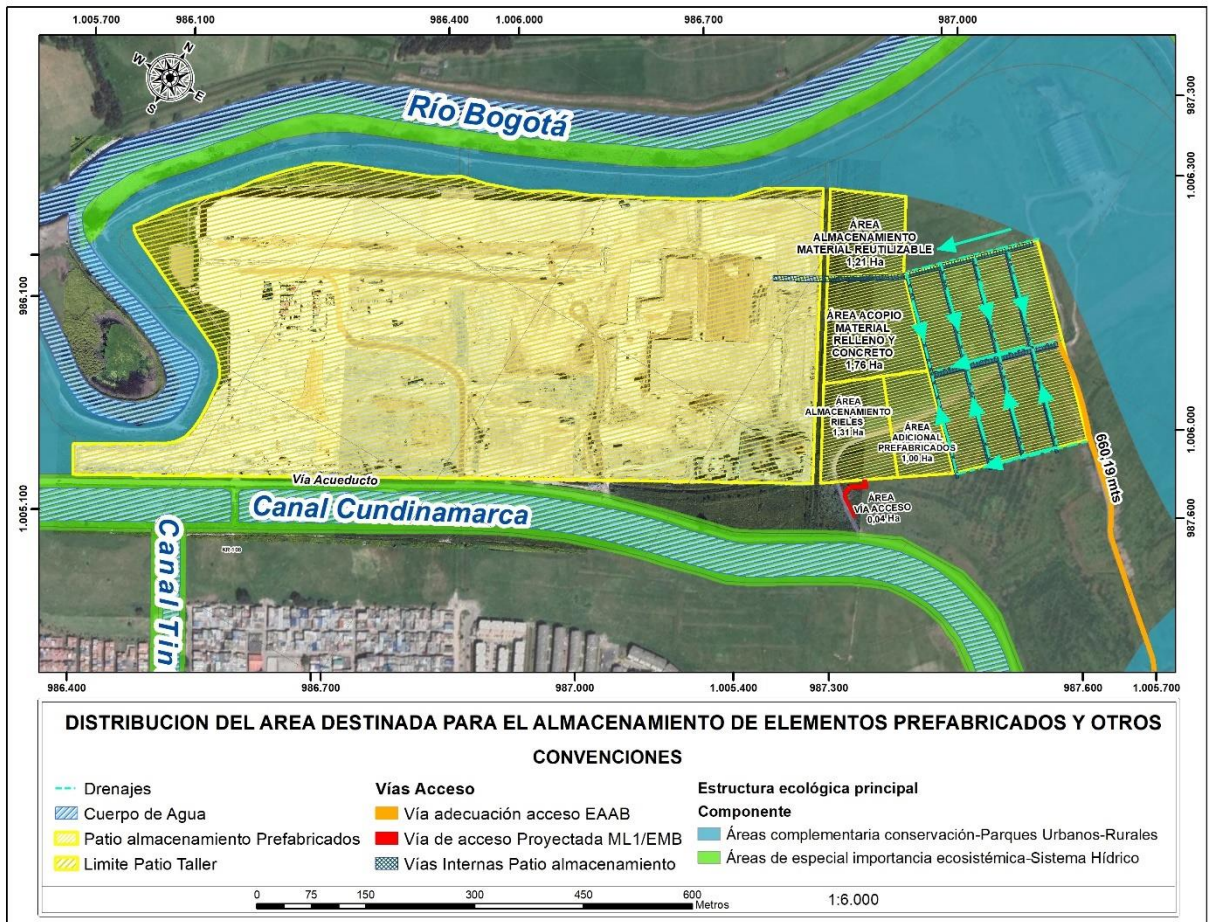


Figura 301 Ubicación área de almacenamiento de prefabricados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



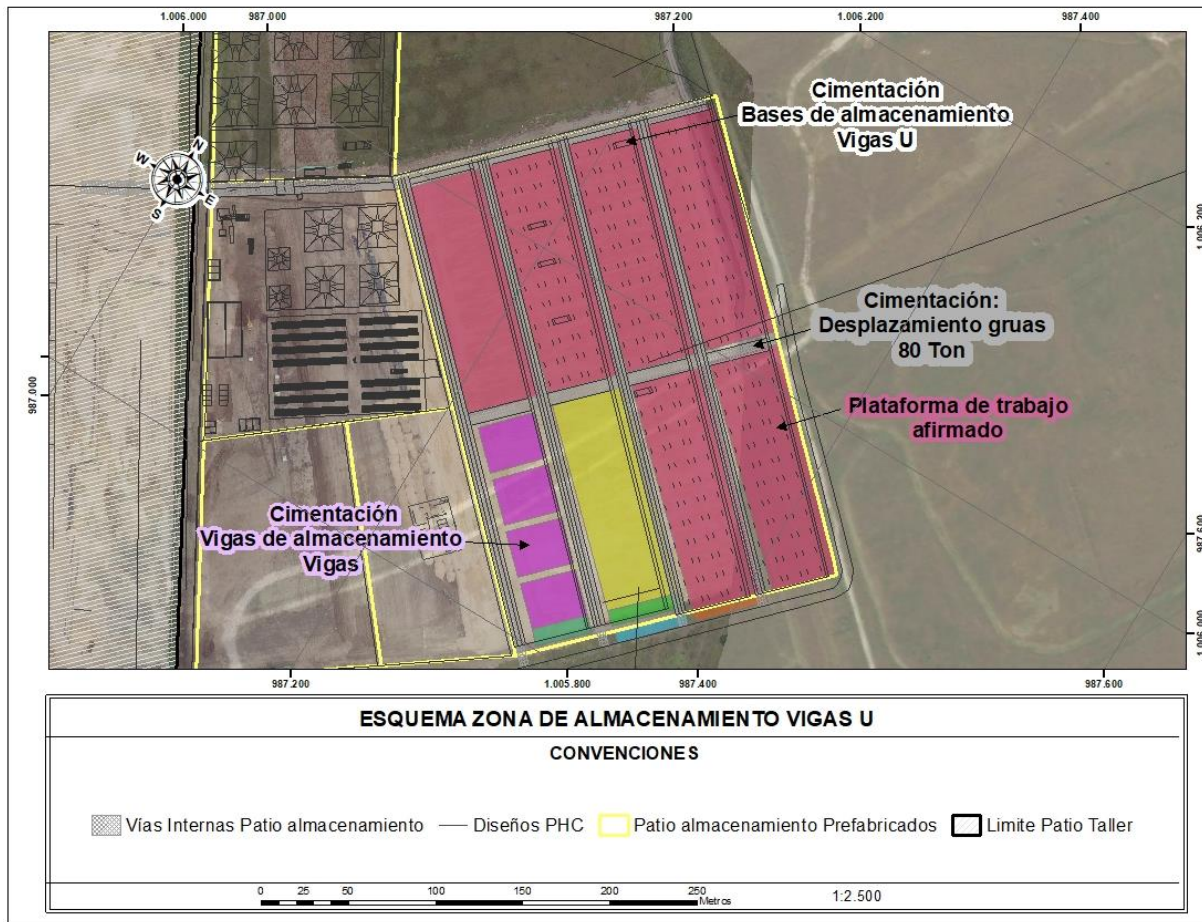


Figura 302 Esquema de zonas de almacenamiento de referencias para el Patio de almacenamiento de vigas U

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Mejoramiento y adecuación de vías de acceso

Con el fin de garantizar el acceso directo hacia al área destinada para el almacenamiento de prefabricados se realizarán actividades de mejoramiento de la vía de servicio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la adecuación de vías internas que se intercomunican con los patios de construcción de prefabricados y el mejoramiento de una vía que utilizará la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para acceder a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Para la construcción de las vías de acceso, lo primero que se define es la conectividad existente entre Patios, los diseños geométricos teniendo en cuenta la longitud de los camiones encargados de movilizar tanto el material de construcción de los prefabricados, como el movimiento de las piezas hacia el patio de almacenamiento.

► Vías internas

Para el tránsito adecuado del área de Almacenamiento de elementos prefabricados y su conexión con el patio de prefabricados (que se ubicará dentro de los suelos que conforman el Patio Taller) se plantean vías internas, que son las vías dispuestas para la circulación de maquinaria encargada de movilizar los elementos prefabricados y las vigas U de un área a la otra.

Las vías internas del área de Almacenamiento de prefabricados y otros deben tener unas características que permitan la óptima circulación del tráfico esperado durante toda la etapa de operación de la Planta de Almacenamiento, asumiendo una alta frecuencia y vehículos de carga pesada extra dimensionada.

Una vez definidos los ejes de las vías y los anchos de banca se realizarán las excavaciones requeridas con retroexcavadoras hasta alcanzar el nivel de la subrasante de la vía. Una vez se retire los materiales sobrantes se compactará la subrasante y se procederá con la instalación de bordillos prefabricados que se encargarán de contener y confinar los rellenos de la estructura de pavimento de la vía. Posteriormente se instalará una capa de 30 cm de material seleccionado, y luego se instala la capa de rodadura que corresponderá a 30 cm adicionales de una base estabilizada con cemento. Finalmente se conformarán las cunetas laterales de la vía, logrando así obtener una vía capaz de soportar el tráfico requerido para los patios de prefabricados.

Esta vía tendrá un mantenimiento periódico necesario para garantizar la operación adecuada e ininterrumpida durante todo el tiempo de operación de la Planta de Almacenamiento.



Fotografía 63 Adecuación de vías

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Teniendo en cuenta las frecuentes lluvias que se presentan en la zona y para garantizar la eficiencia de paso de la vía de acceso dentro del sitio, se proyecta una vía de doble carril con una base estabilizada con cemento, el ancho de la calzada es de 7m. La estructura es como se muestra en la siguiente Figura.

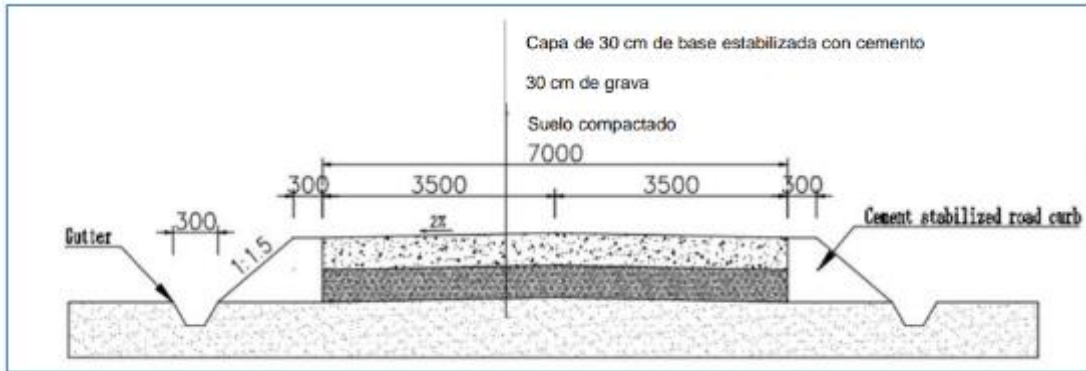


Figura 303 Sección transversal vías internas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Por otro lado, se establece que la vía de conexión entre el Patio de prefabricados y área destinada para el almacenamiento de elementos prefabricados u otros, tendrá características similares a la de las vías internas, en la siguiente figura se muestra el detalle del trazado (Línea roja).

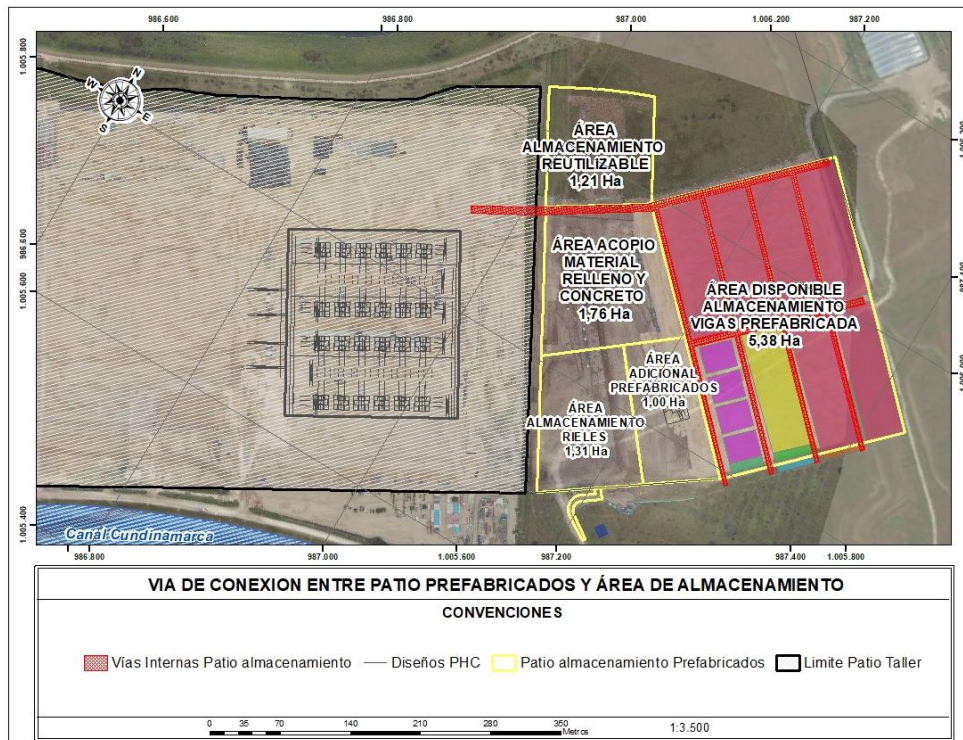


Figura 304 Vía de conexión entre el Patio de Prefabricados y el área de almacenamiento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



► Vías de acceso

El acceso principal al patio de almacenamiento está ubicado entre la periferia de todo el campo y las sub-áreas. Las vías en el perímetro del patio de almacenamiento tienen 7 m de ancho, y las vías dentro de las zonas de almacenamiento tienen 5,41 m de ancho. Las vías adoptan un pavimento de grava de 10 cm de espesor, se debe utilizar grava de 1-4 cm.

Como lo muestra en la Figura 305, se plantea una vía de acceso al área de almacenamiento de prefabricados y se propone una vía de uso exclusivo para que la EAAB pueda acceder a su patio de secado de la PTAR Salitre, esta adecuación estará a cargo por el Concesionario.

De esta forma, se adecuarán dos vías, una para acceso al área de Almacenamiento, para uso exclusivo del Concesionario y otra vía dispuesta para uso de la EAAB, con conexión a la zona de disposición de biosólidos. No sobra resaltar que mientras se adecua la nueva vía de uso exclusivo de la EAAB, el Concesionario se obliga a mantener una vía de acceso para que la EAAB pueda acceder 24/7 al patio de secado y de biosólidos enterrados de la PTAR Salitre.

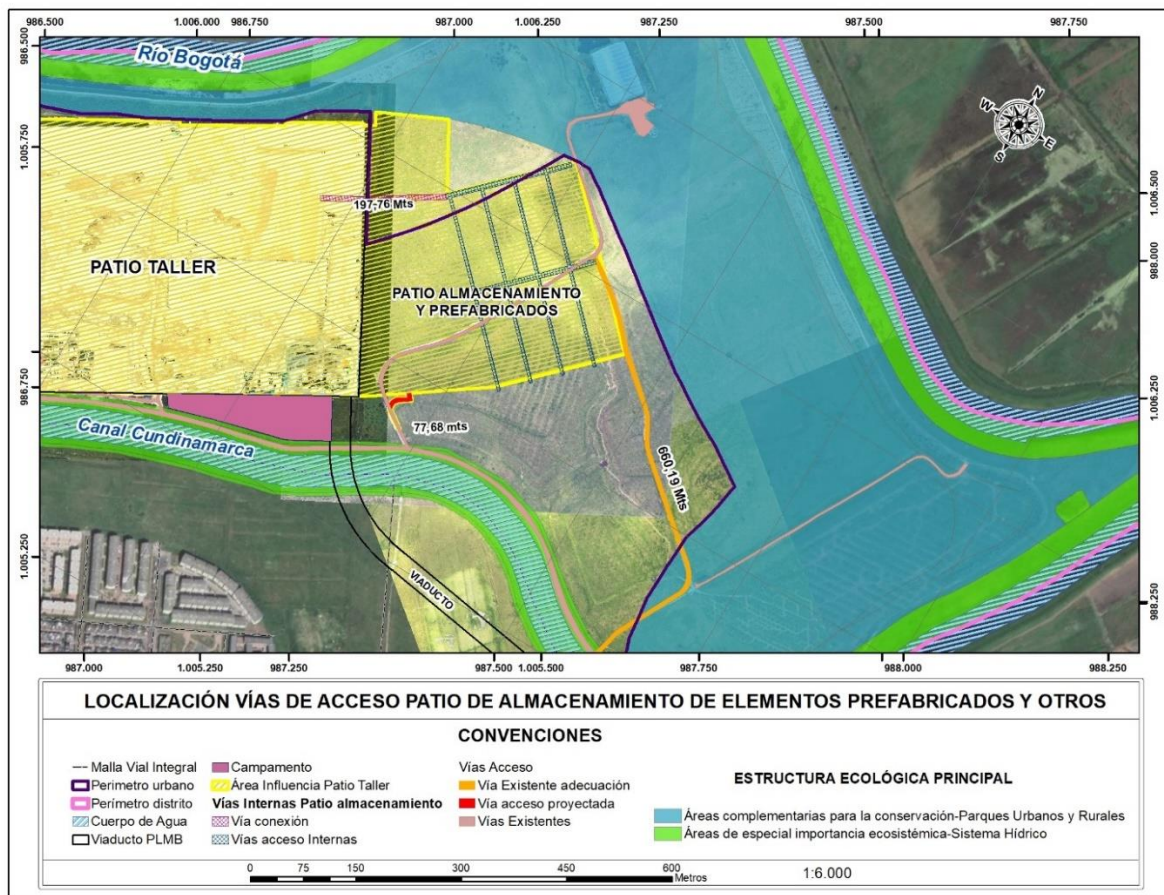


Figura 305 Vías de acceso al área de almacenamiento de prefabricados y vía de acceso para la EAAB

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



La geometría definida para la vía de la EAAB (Línea Amarilla) sería aproximadamente de 660 m de Longitud de vía rehabilitada con un ancho de vía de 6.0 m. La geometría para la vía para uso del Concesionario (Línea Roja) sería aproximadamente de 425.77. 76 metros de vía con un ancho aproximado de 8.0 m. En ambos casos las vías serán adecuadas con rellenos tipo subbase, según especificaciones IDU y tendrá condiciones similares a las vías rehabilitadas para acceso al Patio Taller.

► Adecuación sistema de drenaje

Una vez finalizado el proceso de construcción de la plataforma, el Concesionario incluirá pendientes de drenaje al nivel final, para facilitar la escorrentía de aguas lluvias. Esto se logra mediante la conformación de pendientes a dos aguas, que direccionen el agua lluvia hacia estructuras que evacuen el agua de área de almacenamiento de prefabricados y otros. Este sistema de drenaje interno consiste en un sistema de drenaje combinando la zanja de drenaje principal y ajustando las pendientes verticales y horizontales. Se evidencia que hay un vallado preexistente en la zona nororiental del predio “el Corzo” que se va a rehabilitar y adecuar según las necesidades de caudales esperados para el drenaje del área del área de Almacenamiento. Luego, estos colectores se van a conectar al sistema de drenaje fase 2 del Patio Taller en el que se planteó la elaboración de un sistema de canales perimetrales y pondajes con el fin de controlar el vertido al canal de Cundinamarca durante toda la fase constructiva. Adicionalmente, se plantearán mantenimientos preventivos, para el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje temporales. Estos mantenimientos se programarán teniendo en cuenta las temporadas de lluvias, en las que se hará una inspección de estas estructuras para establecer la necesidad de mantenimientos preventivos.

Una vez construidas las cimentaciones el sistema de drenaje está compuesto por sub-canales en forma “de espina de pescado” que van recogiendo el agua por sectores, y entregando a un canal principal, encargado de drenar todos los sub-canales hasta liberar toda el área de prefabricados. (Figura ).

Las zanjas de drenaje están dispuestas longitudinalmente en ambos lados y en las subdivisiones del área de almacenamiento de vigas. Las zanjas de drenaje están formadas de piezas de concreto prefabricadas terminadas, y el tamaño de la sección transversal es de 0,8 m (ancho) × 0,25 m (alto) × 0,1 m (grosor) y con placa de cubierta en la intersección con las vías.

En la Figura 306 se ve cómo se ubica esta línea de drenaje en los costados de los Puente grúa para evitar empozamientos, así mismo se evidencia que la pendiente de la vía de 1% direcciona el agua hacia estos drenajes.

El drenaje de la zona de almacenamiento se plantea acorde a la siguiente figura:

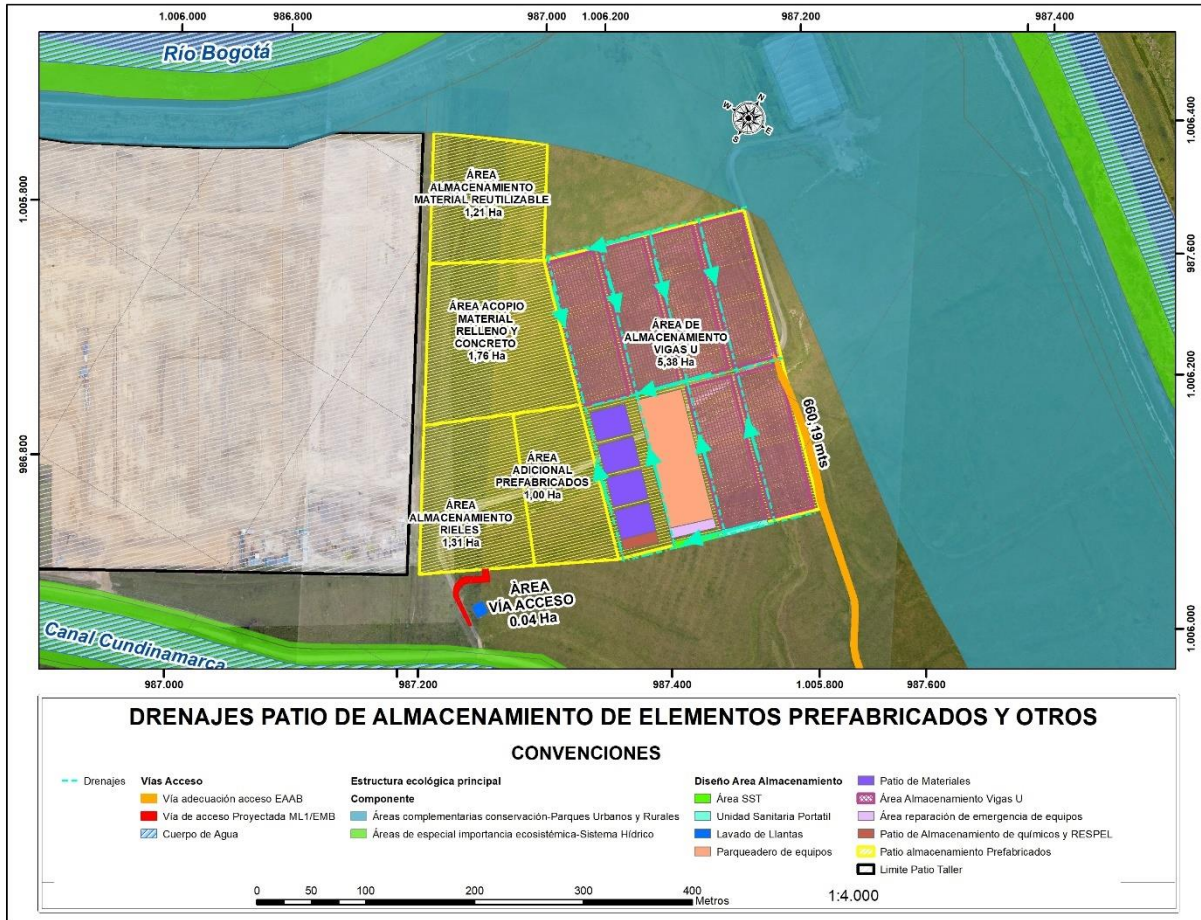


Figura 306 Drenajes área destinada al almacenamiento de elementos prefabricados y otros.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Es importante resaltar que no se necesitan pozos o sistemas de bombeo teniendo en cuenta que la cota del Patio de Almacenamiento es en promedio de 2543 msnm, mientras que el terreno circundante y al que se encuentra el drenaje temporal del Patio taller es de 2539 msnm. Esto quiere decir que las pendientes se configuran de tal forma que el agua lluvia fluya de la cota más alta a la más baja, solo con la fuerza de gravedad, sin necesidad de adecuaciones adicionales.

A continuación, se presenta la vista seccional de la zanja de drenaje y su ubicación.

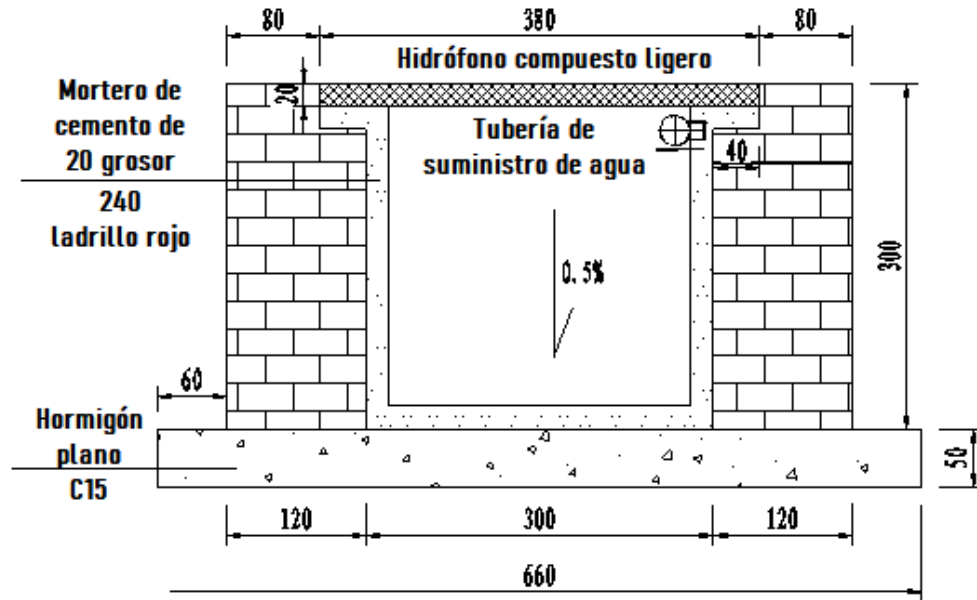


Figura 307 Sección transversal zanja de drenaje.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



Figura 308 Ubicación zanjas de drenaje patios de almacenamiento de prefabricados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Adicionalmente se presenta la siguiente propuesta de drenaje para reemplazar un canal existente que se tapó con las obras en esta zona. El canal planteado inicia en el punto de interrupción por construcción de la plataforma numero 1 junto a la ABS 0+670 de la vía de servicio de la EAAB construida y presenta un recorrido paralelo a la vía de servicio para después buscar el canal existe en el costado oriental del polígono original de intervención, atravesar las terrazas que se encuentran conformadas para de esta manera llegar a proximidades de la vía de servicio principal de ML1 y con esto descargar en zona junto a oficinas de ML1, esta condición de canal tendrá una diferencia de nivel de 10 cm desde su inicio a su fin lo que lo hace tener una condición de baja pendiente que lo hará funcionar por acumulación e infiltración tal y como en la actualidad funciona de acuerdo a visitas adelantadas en conjunto con equipo técnico de ML1. El canal contará con una sección trapezoidal con un fondo de 1 metro y taludes 1:1 manteniendo de esta forma la condición hidráulica del canal que se encuentra operando.

Las cunetas perimetrales serán una serie lineal de estructura hidráulica excavada sobre el B200 que se construirá a largo de 552 metros lineales, tendrá una sección cuadrada de 35 cm x 35 cm x 35 cm y estará situada paralelo a las caras occidental, norte y oriental del lote número 2.

Para la construcción de este canal se hará uso de una retroexcavadora de 15 ton. Se iniciará excavación de canal en ABS 0+000 sin llegar a intervenirlo hasta tanto no se llegue al punto de descarga, el sentido de la intervención será de norte a sur hasta buscar punto de empate con canal operativo, a continuación, se presenta un esquema en planta del recorrido del canal.



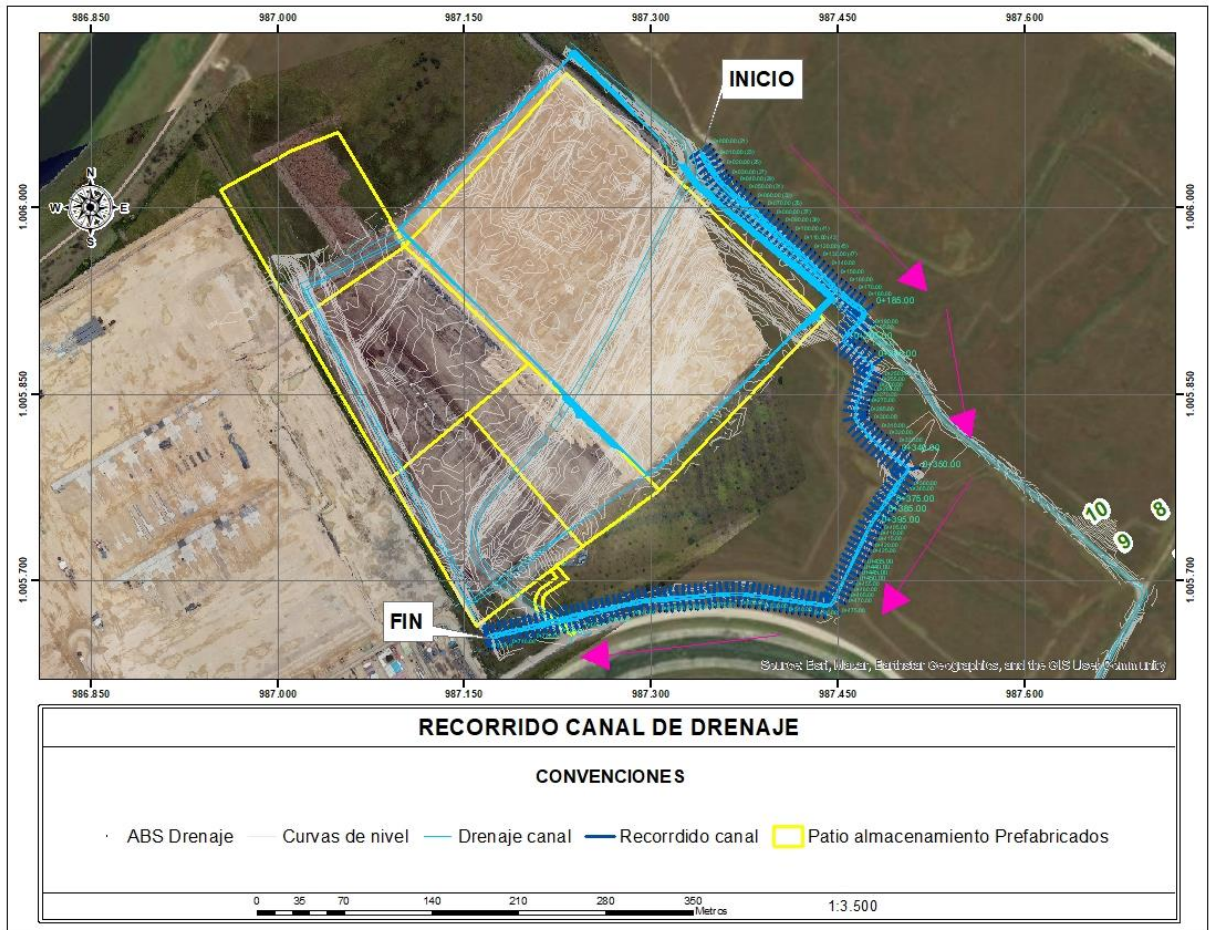


Figura 309 Recorrido canal propuesto

Fuente: Metro Línea 1,2023

► Metodología de construcción

Teniendo en cuenta los niveles predeterminados por el diseño se hace el levantamiento de la zona ubicando las cotas máximas y mínimas del sistema, se replantean los sub-canales y canales para proceder a su construcción. Para tal efecto, se realiza una excavación detallada de la zanja con una mini retro hasta la profundidad determinada por el diseño. Una vez realizada la excavación se realiza compactación manual del fondo del canal y se construye una base de concreto compuesta por un concreto pobre. Una vez se obtenga la resistencia definida del fondo de placa se construyen las caras laterales del canal en mampostería, siempre respetando los niveles del diseño. Este procedimiento se repite durante toda la longitud que corresponde a los canales de drenaje.

En cuanto al manejo de aguas lluvias se tendrán en cuenta los planos de drenaje de los patios y las diferentes estructuras cubiertas que se van a tener, el sistema de recolección de aguas lluvias de dichas edificaciones será a través de sistemas de canales y bajantes que son alimentadas por las cubiertas de

los edificios. Una vez la bajante conduce el agua lluvia al punto inferior de la edificación, estas son recogidas por cunetas y tuberías PVC, hasta entregar finalmente a sistemas principales entubados los cuales entregarán el agua a las estructuras perimetrales ya construidas, las cuales consisten en canales abiertos que entregan al pondaje y por sistemas de reboce el agua lluvia al Canal Cundinamarca.

► Cimentaciones

Se construirán cimentaciones en concreto en las áreas donde se instalará maquinaria pesada como los puentes grúas para la movilización de las vigas U, se utilizará la cimentación de zapatas de concreto

Es importante resaltar este tipo de cimentación es superficial, teniendo en cuenta que las instalaciones son temporales y el diseño se plantea de forma que sea seguro para los equipos definidos. Ahora para definir la cimentación específica se tienen los siguientes parámetros: si la capacidad portante del suelo es buena y el asentamiento es inferior a 3 cm, se utilizará la cimentación de zapatas de concreto; si el asentamiento es superior a 3 cm, se utilizará la cimentación de balasto de traviesas.

Este tipo de cimentación a ejecutar en los patios de prefabricados son cimentaciones superficiales, las cuales se construirán dependiendo de la geometría de cada elemento. Una vez se tenga verificada la ubicación y la geometría de la estructura se procederá a realizar la excavación detallada de la misma. Una vez realizada la excavación, donde debido a que todas estas se realizarán sobre un relleno recientemente construido y estructurado no se requerirán formaletas de contención u otros equipos, pues la estabilidad estará garantizada por las condiciones del relleno del Patio. Con la excavación detallada se procederá a compactar el fondo con equipos mecánicos o manuales dependiendo del espacio habilitado. Una vez compactado el fondo, se instalarán placas en concreto pobre que proveerán una superficie limpia que garantice la estructuración adecuada del acero de refuerzo. Instalado el concreto de limpieza, se cimbrarán los centros de las estructuras con el fin de verificar que se cumplan con los recubrimientos de concreto necesarios. Verificado el cumplimiento de la geometría de la estructura se procede a armar el acero de refuerzo exigido en los planos de diseño. Una vez se hayan terminado las estructuras de acero de refuerzo se pondrán separadores contra el fondo y caras laterales de la excavación, los cuales garantizarán el recubrimiento del concreto. Posteriormente se procederá a la fundida de la estructura teniendo en cuenta la resistencia del concreto solicitada en planos. Fundido el elemento se procederá al tiempo de curado hasta que dicho elemento alcance el  $f'c$  requerido. Cuando se traten de elementos compuestos por zapatas y pedestales, el procedimiento será el mismo, solo que se deberá tener especial cuidado en el acero de refuerzo que compartirán las dos estructuras, los traslapes de acero, y en el caso de requerirse formaleta, se utilizará formaleta metálica que garantice una geometría estricta de los elementos. Nunca podrán cargarse elementos que no hayan alcanzado la resistencia requerida.

Para el caso de embebidos en pedestales, antes de la fundida de los mismos se instalarán platinas que garanticen la posición vertical de los pernos y se asegurarán mediante varillas adicionales a la parrilla de refuerzo del pedestal, siempre pendiente de cumplir con la posición de los pernos, la cual será

verificada por topografía, la altura y nivelación de la platina, y los recubrimientos de concreto del elemento estructural.

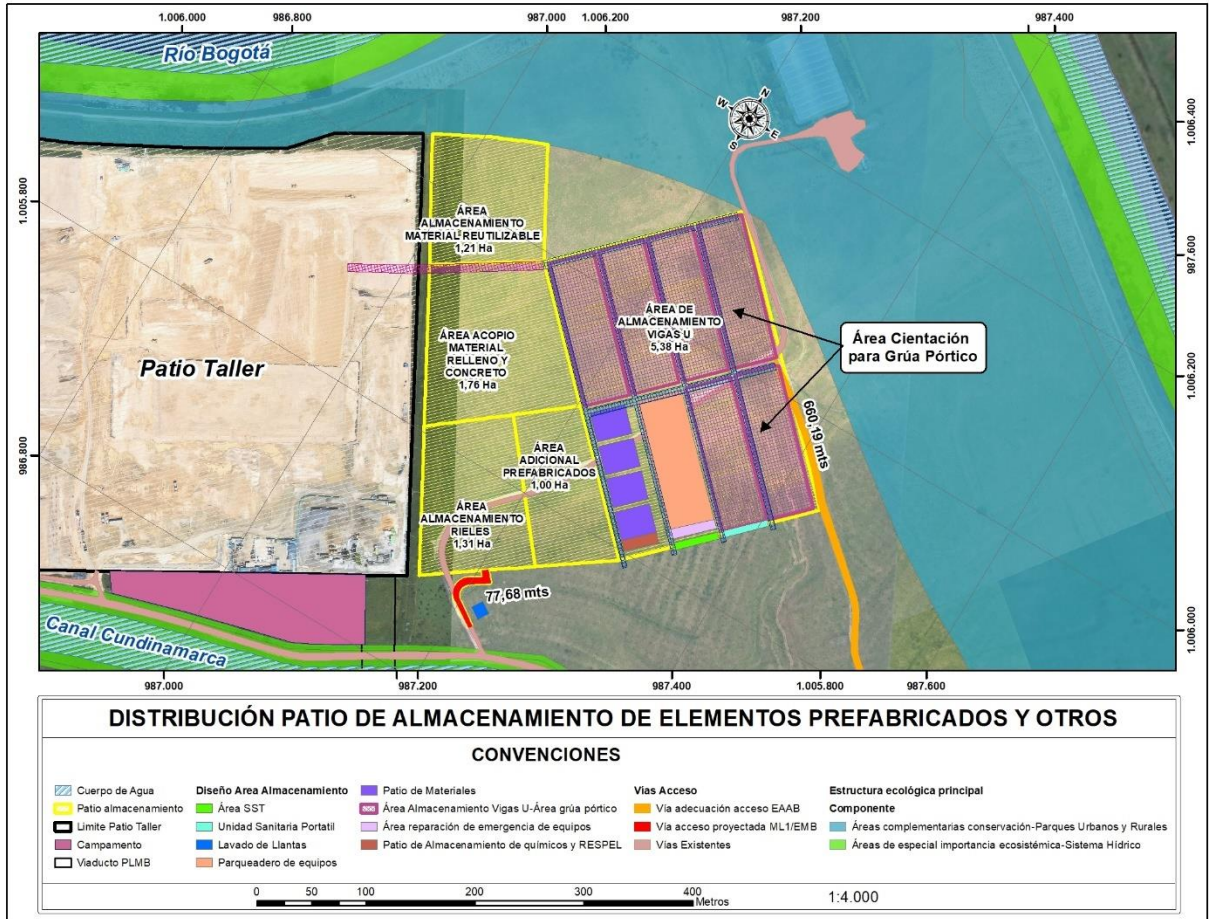


Figura 310 localización cimentación para grúa pórtico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se describe el proceso de cimentación para el área de grúa pórtico de acuerdo con los diseños de construcción.

► Zapatas corridas

Está se construirá en toda la longitud de desplazamiento de la grúa de 80 toneladas. La base de la zapata tiene un ancho inferior de 1 m, un ancho superior de 0,4 m y una altura de 0,7 m. en las siguientes figuras se muestra el detalle de esta estructura.

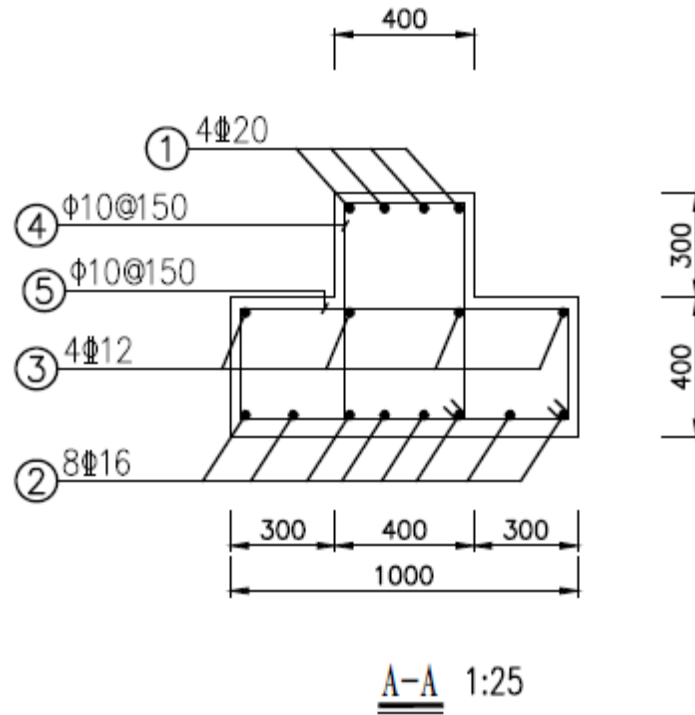


Figura 311 Zapatas corridas para apoyo de grúas de 80 toneladas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

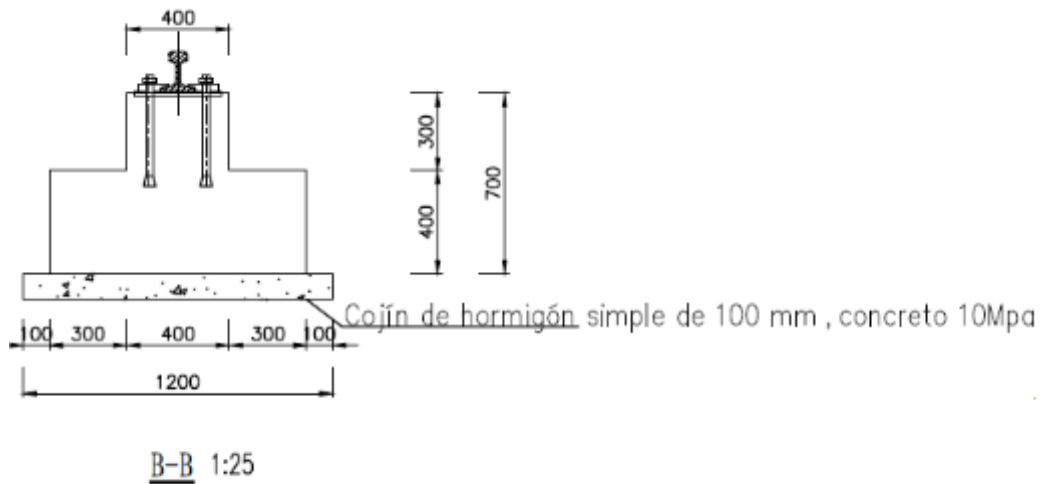


Figura 312 Zapatas corridas para apoyo de grúas de 80 toneladas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



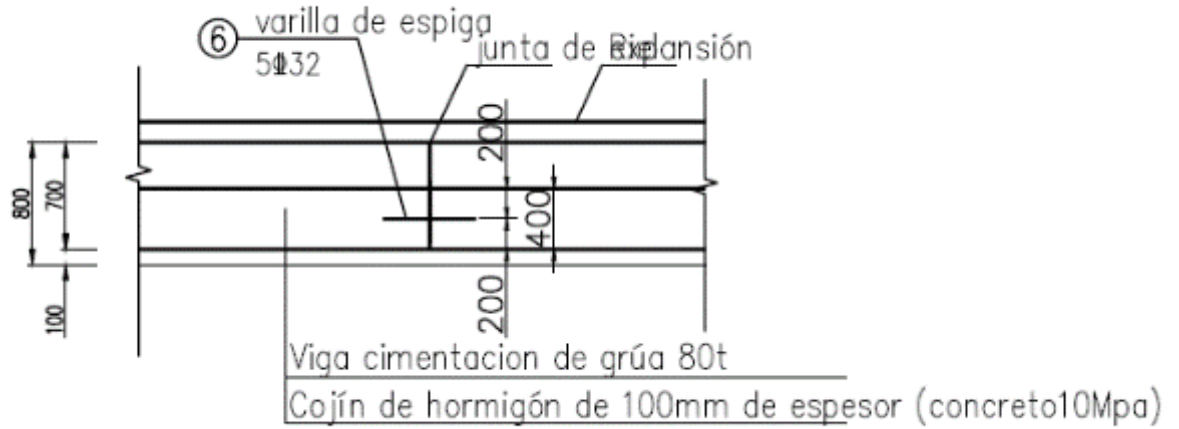


Figura 313 Detalle junta de expansión

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

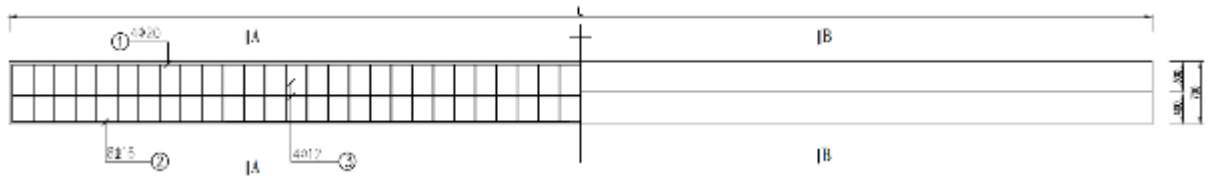


Figura 314 Diagrama de refuerzo de elevación para viga de cimentación de grúa 80 Tn

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

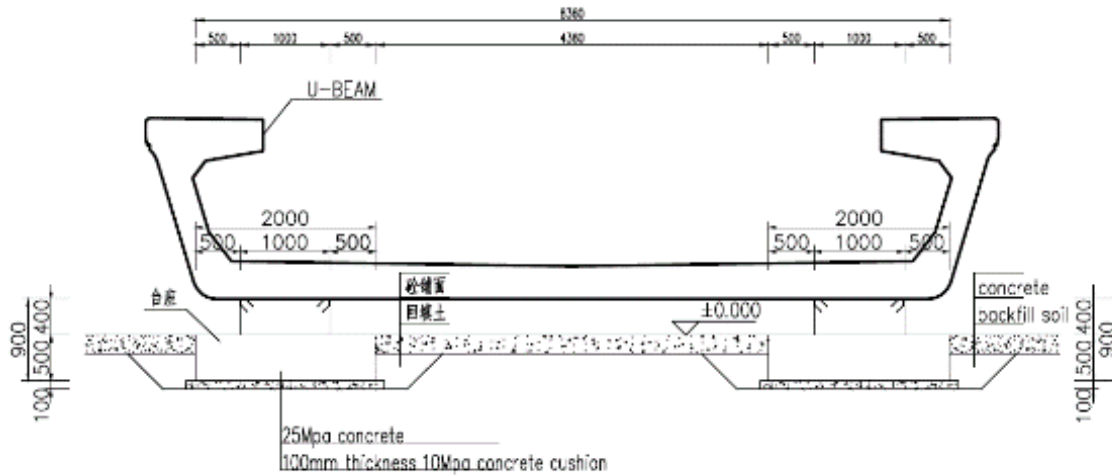


Figura 315 Construcción de cimentación de grúa pórtico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Cimentaciones para áreas de almacenamiento (pedestal)

Las áreas de almacenamiento de Vigas U tendrán cimentaciones simples, sobre los cuales se dispondrán las vigas U. Teniendo en cuenta que la viga U puede causar deformaciones debido al asentamiento desigual durante la etapa de almacenamiento de vigas, la plataforma de almacenamiento de vigas se establece como una base de tira de hormigón, con un ancho superior de m, un ancho inferior de 2 m y una altura de 0,9 m, un conjunto con dos cimientos, y la estructura es como se muestra en las figuras a continuación:

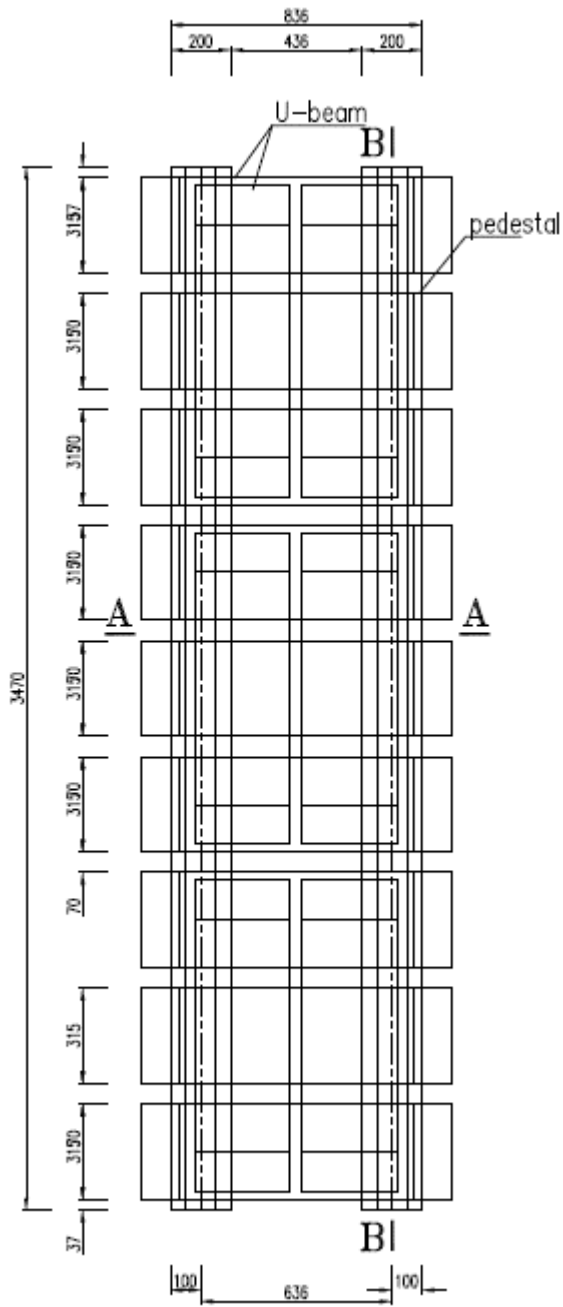


#### Notas

1. Las dimensiones de este dibujo están en mm.
2.  $\pm 0.000$  en la figura es la elevación superior del sitio de fabricación de vigas determinada por la unidad de construcción.
3. La distancia entre las vigas de almacenamiento del pedestal de la viga de almacenamiento no es inferior a 1,0 m.
4. Cuando almacene vigas, coloque las secciones de las vigas simétricamente desde el centro hacia ambos lados.
5. El ángulo de protección de borde de acero se colocará en el sitio de acuerdo con el soporte del encofrado.

Figura 316 Pedestales de apoyo vigas U

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



Nota:  
 1. El tamaño de este dibujo está en mm.

Figura 317 Pedestal de viga de almacenamiento en forma de u vista en planta

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



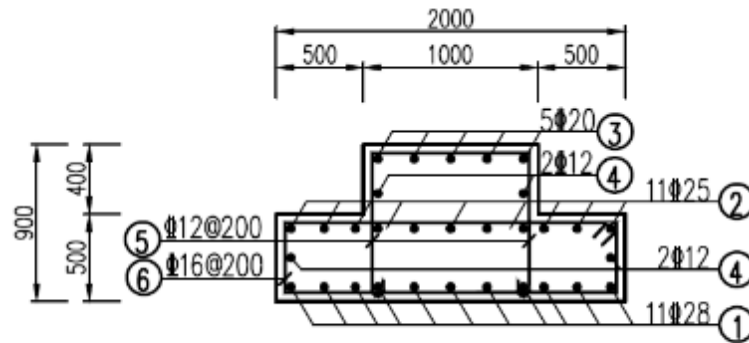


Diagrama de refuerzo A-A  
1:50

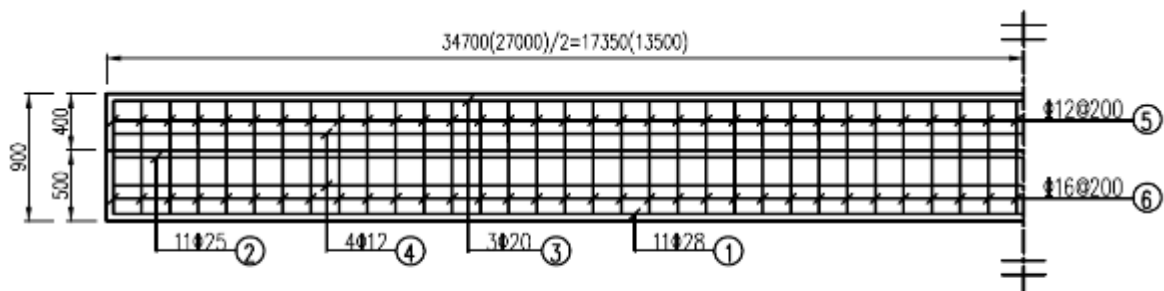


Diagrama de refuerzo B-B  
1:50

#### NOTAS

1. Las dimensiones de este dibujo están en mm.
2. El espesor de la capa protectora de hormigón de la barra de acero en la parte inferior del pedestal de almacenamiento de vigas no debe ser inferior a 50 mm.  
El espesor de la capa protectora no es inferior a 40 mm.
3. El tamaño de la barra de acero solo se usa para medir, no como la longitud de corte.
4. Los números fuera de los corchetes en la figura se aplican al pedestal 1 (34,7 m) y los números entre paréntesis se aplican al pedestal 2 (27 m).
5. El pavimento y el relleno de hormigón no se incluyen en las estadísticas de materiales.

Figura 318 Diagramas de refuerzos almacenamiento de vigas U

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, en la siguiente figura se muestra la configuración de las cimentaciones en donde, se evidencia que en las zonas donde no hay una cimentación particular se mantendrá la plataforma de trabajo, la misma que se configura para la zona de los campamentos.

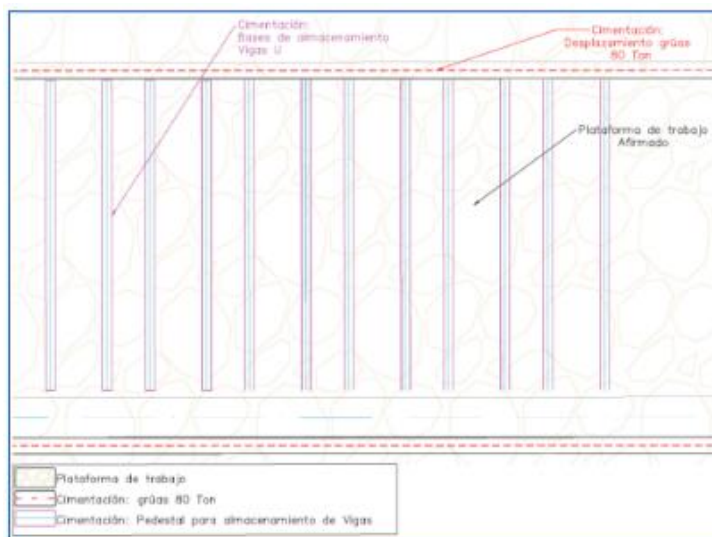


Figura 319 detalle de cimentaciones almacenamiento de vigas U.

Vista en planta

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la siguiente figura se muestra un esquema, en donde se puede ver con mayor claridad las áreas que pueden ser destinadas a la instalación de este tipo de grúas, que se desplazan de forma longitudinal en el área de almacenamiento para ubicar las Vigas U.



Figura 320. Modelo general del patio de almacenamiento de prefabricados.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- Uso de los elementos que conforman el Patio de almacenamiento (Grúa Portico 80 Toneladas)

La pista o fundación de la grúa pórtico de 80 toneladas, soporta el movimiento de la grúa en una longitud de 264 metros cargando los segmentos de U-Beam desde el camión a su ubicación final sobre los pedestales

Los segmentos de U-Beam serán almacenados en máximo dos elementos, es decir un elemento sobre otro. Para esta condición se chequean los esfuerzos en el concreto.

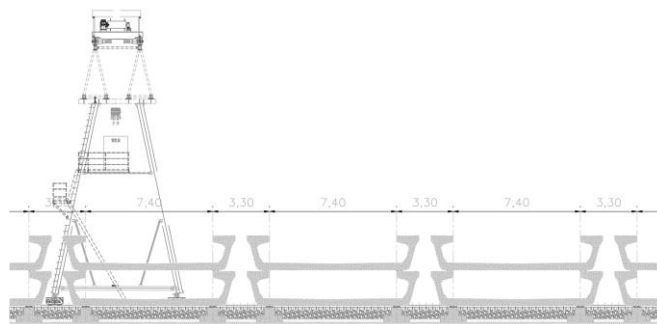


Figura 321. Dibujo almacén de vigas U-beam sobre pedestales

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

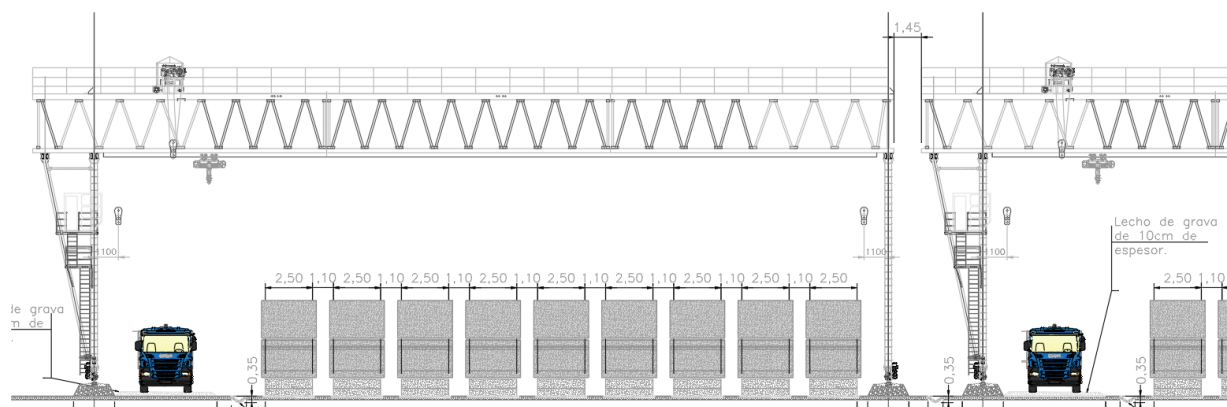


Figura 322. Vista alzada de gruas pórtico de 80 toneladas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### 3.2.11.7 Construcción de Edificaciones en Estructura de Concreto y Metalica en el Patio

#### 3.2.11.7.1 Taller

En la zona de edificaciones de Patio Taller, incluyen varios tipos de estructuras, entre los más representativos se encuentran: administrativo, edificios de mantenimiento, los edificios de técnicos, centro de control de operaciones, cochera, la máquina de lavado y estacionamiento de los trenes. A continuación, relacionamos la descripción de los edificios No 104 y 108

#### ► Edificio 104 (Cochera)

La infraestructura requerida para contener los espacios y equipos necesarios para el funcionamiento del Edificio 104 Cocheras, estará ubicada en el área Nor occidental del DEPOT, corresponde a un área cubierta de 24.276 M2, con cimentación en zapatas aisladas, contrapesos y vigas de cimentación en concreto, estructura y cubierta metálica, cerramientos de fachada en mampostería y en paneles metálicos livianos y todas las redes necesarias para el funcionamiento.

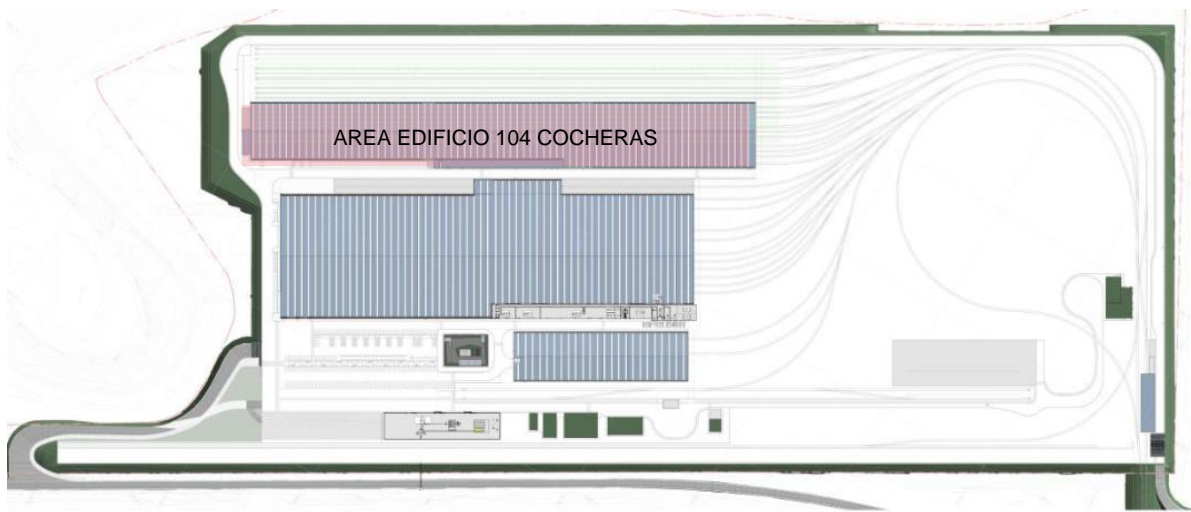


Figura 323 Frente de obra Edificio 104 Cocheras

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Para la ejecución de este trabajo se tendrán en cuenta en cuenta todas las especificaciones estipuladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR 10, Título F, lo registrado en las especificaciones técnicas indicadas para este trabajo y las contenidas en la última edición del Manual para Diseño y Montaje de Estructuras Metálicas para Edificios del AISC.

La construcción del Edificio 104 - Cocheras del Patio Taller será en estructura metálica conformando pórticos y las uniones entre sus elementos serán pernadas; se izarán sobre cimentaciones superficiales



conformada por zapatas aisladas y vigas en concreto, con contrapesos en concreto de acuerdo con las disposiciones del diseño estructural No objetado.

Se debe comenzar con el replanteo de los ejes de los edificios de acuerdo con la georreferenciación de amarre inicial, sobre los mejoramientos de suelo debidos indicados en el estudio de suelos. Continuar con las excavaciones para las redes requeridas (eléctrica y comunicaciones, hidráulica y gas, hidrosanitaria) y las excavaciones de las zapatas y vigas de cimentación, se arman aceros de refuerzo de zapatas y vigas, incluyendo acero para pedestales y previendo dejar embebidos los pernos de anclaje de platinas de columnas, observando las disposiciones de la Norma de Construcciones Sismorresistentes NSR 10 y según diseños estructurales No objetados. Se arman formaletas y encofrados y se funde sobre la zanja realizada previamente, si las paredes son consistentes, se eliminan partículas sueltas de fondo y realiza el vaciado del concreto de planta descargado directamente.

Una vez adelantado el vaciado de concreto de las zapatas y pedestales, y cumplidos los controles de calidad, se realiza el Izaje de las columnas sobre las platinas que previamente se fijan y nivelan en los pernos base embebidos en los pedestales; se conforman los pórticos instalando las vigas principales, elementos todos previamente fabricados y pintados en taller, mediante la utilización de equipos pesados, de soldadura, materiales y herramienta menor dispuesto en cantidad y capacidad suficiente por el contratista.

A la par que se levanta la estructura metálica y una vez se va conformando la estructura principal y de acuerdo con la secuencia aprobada en la planificación del proyecto, se instalan correas de soporte de la cubierta metálica tipo standing sean compuesta, se instalan los arriostamientos que rigidizaran el sistema, se instalan tuberías que deban ir embebidas en placa, se instala el refuerzo de las placas de contrapiso, con acero de refuerzo según disponga el diseño estructural teniendo en cuenta consideraciones de juntas constructivas y dilataciones, dispuestas en los planos y recomendaciones del diseño estructural, a la fundida de la placa de contrapiso, que tendrá el tratamiento de pisos industriales endurecidos y de gran capacidad de carga por m<sup>2</sup> según las especificaciones indicadas.

Posteriormente se iniciará la instalación de la cubierta metálica tipo standing seam y las conexiones de evacuación de aguas lluvias, canales y bajantes; se instalarán todos los aditamentos necesarios para garantizar un sello impermeable que evite filtraciones.

En paralelo se deben realizar los trabajos de construcción de redes eléctricas, hidráulicas y gas al interior de la edificación y la instalación de los cerramientos de fachada, previa coordinación de ingreso de equipos como puente grúas y otros que por su dimensión lo requieran.

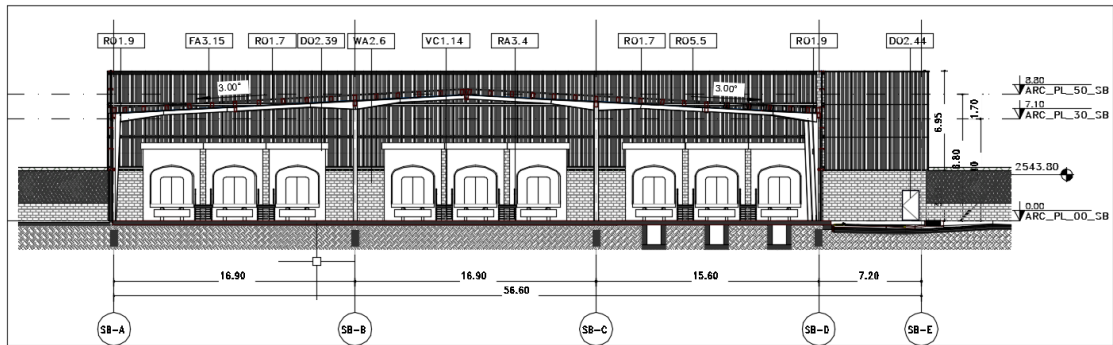


Figura 324 Sección transversal D-D' Edificio 104 Cocheras del Patio  
 Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

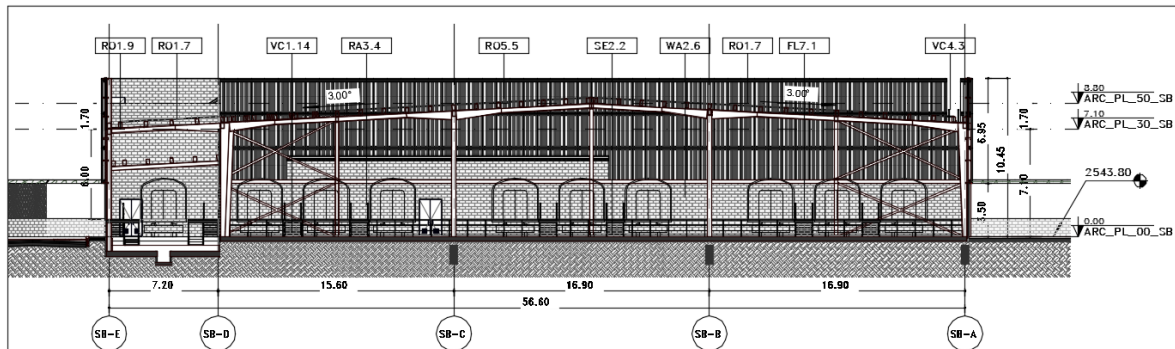


Figura 325. Sección transversal E-E' Edificio 104 Cocheras del Patio  
 Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

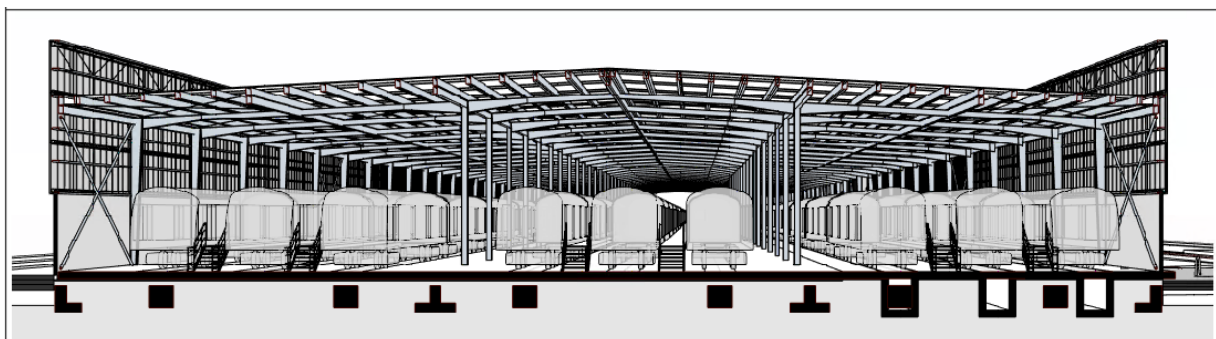


Figura 326. Sección transversal en perspectiva Edificio 104 Cocheras  
 del Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

▶ Proceso constructivo edificio 104 (Cocheras)

▶ Replanteo y Excavación

El replanteo se realiza teniendo en cuenta el amarre georreferenciado indicado en el informe de topografía inicial y debe hacerse con el acompañamiento permanente de la Comisión de topografía. Mediante el uso de estación Total.

Se materializarán puntos que serán la referencia para establecer los ejes en terreno, lo que facilitará el replanteo de las áreas a intervenir.

▶ Cimentación (Zapatatas y Vigas de concreto)

La excavación para las cimentaciones superficiales con zapatas se hace a la par de las excavaciones para vigas y para redes. Si el terreno no tiene suficiente consistencia, se deben preparar encofrados que garanticen las secciones requeridas y los aislamientos contra terreno previstos en la norma NSR 10.

El armado de acero de refuerzo se hace en forma integral, Zapatas, vigas, pedestales y marcos con pernos Para fijación de columnas. De acuerdo con las cuantías y disposiciones definidas en el diseño y cumpliendo los traslapos de Norma NSR 10. El armado de acero se debe realizar sobre una superficie de concreto de limpieza, fundida previamente.



Figura 327. Imagen de Referencia de armado de acero de zapatas, vigas y pedestales

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

▶ Pedestales

Los pedestales tienen la función de ser el elemento de transferencia desde el punto de apoyo de acuerdo con los niveles arquitectónicos o estructurales hasta la zapata de cimentación.

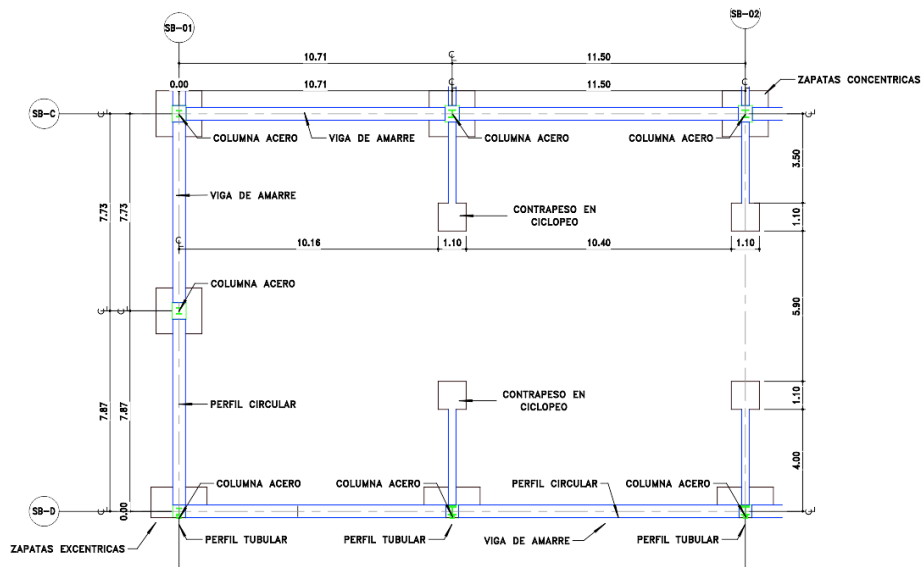


Figura 328. Imagen de referencia de estructura metálica armada sobre pedestales en concreto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Estructuras complementarias de cimentación

Contrapesos



DETALLE PLANTA NIVEL MÓDULO 1\_A

Figura 329. Imagen de referencia de planta típica de cimentación, zapatas, vigas y contrapesos

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



- ▶ Estructura Metálica aporticada.
- ▶ Montaje de Columnas

El acero estructural deberá ser del tipo A572 grado 50 según norma ASTM (Especificación estándar para la alta resistencia y baja aleación de columbio-vanadio de acero estructural).

De acuerdo con la metodología constructiva propuesta y no objetada por la Interventoría, las columnas pueden venir de fábrica con la Platina soldada lo que permite tener un mejor control de calidad de las soldaduras.

La columna se posiciona con grúas, estación de precisión y nivel láser para controlar la verticalidad. Los pernos deben ajustarse de acuerdo con la capacidad de torque establecida por las especificaciones constructivas del Diseño Estructural



Figura 330. Imagen de referencia de anclaje de columna metálica por medio de  
platinas a pernos embebidos en el concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Se utilizarán grúas de capacidad suficiente para el izado seguro de las columnas, que las soportarán hasta su fijación, nivelación y aplicación por parte del personal para asegurar su verticalidad; se deberá disponer de una verificación permanente de la topografía. Los planos de izaje deben ser desarrollados por el Contratista para la revisión y aprobación de ML1.

Se colocan las columnas en el pedestal y se ajustan los pernos verificando que no se exceda la capacidad de torque.

Se elevan las columnas de acuerdo con la secuencia constructiva No objetada por la intervención, formando pares que permitan el montaje de las vigas intermedias y cerchas o vigas de remate.

- ▶ Montaje de Vigas Principales

Las vigas deben ser sometidas a la revisión y aprobación del personal de ML 1 SAS y de la interventoría antes de realizar los ajustes finales, los elementos (Vigas) deben estar completos sin adiciones, en caso

de que las luces excedan la dimensión de los elementos, solo se permitirán uniones en los puntos y en la forma indicada por el diseñador estructural.

Las vigas serán apoyadas en Placas, Ángulos o ménsulas, con fijaciones pernadas de acuerdo con los detalles indicados por el Diseñador Estructural.



Figura 331. Imagen de referencia de ensamble pernado de vigas a columnas metálicas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Armado de Riostras de rigidización.

El arriostramiento de la estructura en el plano de la cubierta.

Las principales funciones del arriostramiento del plano son:

Transmitir las fuerzas del viento desde los postes del hastial a los arriostramientos verticales de los muros.

Transmitir cualquier fuerza de arrastre por la fricción del viento en el tejado a los arriostramientos verticales.

Proporcionar estabilidad durante la elevación de la estructura.

Proporcionar un anclaje rígido para las correas que se utilizan para sujetar las vigas



Figura 332 Imagen de referencia de elementos de arriostramiento para rigidizacion del sistema estructural

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Montaje de correas de cubierta

Una vez formados los pórticos, se inicia la instalación de las vigas de conexión perimetral, Los perfiles tubulares se ensamblan entre las columnas principales y se apoyan en las ménsulas, las conexiones serán pernadas según los detalles constructivos indicados por el Diseño Estructural.

Los perfiles en C para la conformación de la estructura de la cubierta se instalan según los detalles No Objetados con placa de fijación soldada o atornillada según indiquen las especificaciones técnicas del Diseño Estructural a la viga de acero



Figura 333 Imagen de referencia de estructura metálica principal y  
correas de cubierta terminadas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

▶ Metal de aportación y fundente

Todas las soldaduras deben cumplir con NSR-10 F 2.1.3.6, F 2.10 o F 4.9 y el Código de Soldadura Estructural, AWS D1.1, - 20 de la Sociedad Americana de Soldadura o su última versión.

▶ Control de calidad de las soldaduras E60XX / E70XX

Para el control de calidad y la Supervisión Técnica de la estructura metálica, el ensamblador y el fabricante, deben cumplir con los lineamientos del Título F - Estructuras Metálicas de la NSR 10, especialmente lo registrado en el numeral F.2.14 Ensayos de Control de Calidad y Supervisión Técnica.

El personal asignado a la supervisión de soldaduras y pernos debe cumplir con lo establecido en el numeral F.2.14.1 al numeral F.2.14.3 de la NSR 10

Los ensayos no destructivos como Ultrasonido, Partículas Magnéticas, Tintas Penetrantes y Radiografías deben cumplir con lo establecido en el numeral F.2.14.5.5 de la NSR 10 y estarán a cargo de la empresa responsable de la Supervisión Técnica.

▶ Pintura y acabado final

Los sistemas de pintura de protección suelen constar de imprimación, capas intermedias/construcción y capas de acabado. Cada "capa" de revestimiento en cualquier sistema de protección tiene una función específica, y los diferentes tipos se aplican en una secuencia particular de imprimación seguida de capas intermedias/construcción en el taller, y finalmente la capa de acabado (o capa superior) en el taller. o en la obra.



Las imprimaciones de prefabricación se utilizan en las estructuras de acero, inmediatamente después del chorro de arena en el taller de fabricación, donde las condiciones de aplicación están mejor controladas.

Limpieza mecánica según SP-3

Protección con Poliamida Epoxi Anticorrosiva con espesor de película de 3 mils

Esmalte Uretano Acrílico con espesor de película de 3 mils

Aplicación de pintura intumescente según las especificaciones del fabricante

El espesor de la pintura debe corresponder a lo indicado en las especificaciones técnicas del Diseño Estructural y se medirá mediante micrómetros.

Las capas de pintura que se apliquen deberán ser uniformes y estar libres de burbujas, poros, manchas o señales de cerdas; las capas se aplicarán en cantidad suficiente pero no excesiva para cubrir las superficies y de forma que se obtenga un acabado resistente y de calidad.

Las superficies metálicas que hayan sido pintadas en fábrica deberán ser manipuladas con cuidado de manera que la pintura se mantenga en las mejores condiciones posibles.

#### ► Placas de Contrapiso

A la par que se levanta la estructura metálica y una vez se va conformando la estructura principal y de acuerdo con la secuencia aprobada en la planificación del proyecto, se instalan tuberías que deban ir embebidas en placa, se instala el refuerzo de las placas de contrapiso, generalmente en malla electrosoldada o según disponga el diseño estructural y se puede dar inicio en las secuencias establecidas y teniendo en cuenta consideraciones de juntas constructivas y dilataciones, dispuestas en los planos y recomendaciones del diseño estructural, a la fundida de la placa de contrapiso, que tendrá el tratamiento de pisos industriales endurecidos y de gran capacidad de carga por m2.

#### ► Instalación de cubierta



Figura 334 Instalacion de Cubierta metalica Standing Seam

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

La instalación de la cubierta se inicia una vez se ha completado la instalación templetes o vientos, de las correas en perfiles C, cumbreras y canales coordinadas con las redes de ALL; se debe verificar que el tipo de cubierta seleccionada corresponda con la Inter- distancia entre correas en perfil tipo C que se ha construido, debe considerar la instalación de teja traslucida de acuerdo con la disposición de los Diseños No Objetados.

La teja tipo Standing Seam se instala en 5 etapas:

- Primero se extiende la capa metálica inferior, se instala un clip tipo S entre la teja y la correa, se unen las tejas y se grafan continuamente con herramienta especial.
- Luego se extiende el material aislante. (poliuretano expandido con aislamiento térmico y acústico).
- Se fijan los clips tipo J preferiblemente unidos al clip tipo S para fijación de la lámina superior y se extiende la capa superior de la teja metálica realizando grafado continuo con herramienta especial.
- Por último, se instalan los aditamentos especiales para cubrir la cumbrera, así como los remates laterales que no llegan a canal, se aplica sellantes tipo sikaflex o similar para cubrir tornillos expuestos o para sellar flanches necesarios para evitar filtraciones.
- Se deben realizar pruebas de hermeticidad a las cubiertas y de estanqueidad a las canales conectadas a la red de recolección de ALL.

► Instalación de Cerramientos de Fachada.

Los paneles livianos metálicos de fachada son un cerramiento de poco peso, autoportante, que garantiza las exigencias de cualquier cerramiento, es decir, principalmente, aislamiento.

El montaje se hace utilizando equipos que permitan izar los elementos mientras personal calificado realiza el anclaje a la estructura metálica prevista, utilizando plataformas mecánicas. Estas fachadas deben generar un cerramiento limpio, continuo y de fácil mantenimiento.



Figura 335 Cerramientos metálicos livianos de fachada

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Obras complementarias.

Al finalizar las obras estructurales mayores, se procede con las obras complementarias, que consisten en generar la habitabilidad requerida en el edificio, esto incluye: Energía para alumbrado, automatización y comunicaciones, redes de servicios públicos y Urbanismo exterior para conexión a las redes externas.

- **Redes Eléctricas**

Se hace la instalación final de las redes eléctricas, se cablean, se instalan aparatos, de acuerdo con los diseños aprobados No objetados y dando cumplimiento a lo contemplado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, RETILAP Y RITEL, el contratista debe hacer las conexiones definitivas, realizar pruebas y obtener las Certificaciones pertinentes.

- **Redes Hidráulicas**

Una vez finalizada la construcción de la estructura metálica y en general del edificio en donde previamente se han contemplado las conexiones de las instalaciones internas hasta la acometida, se hará la gestión final de conexión de las redes de agua potable y agua lluvia tratada a las redes externas, para esto se deben cumplir los requerimientos y documentación exigidos por el Concesionario.

Para la conexión de Aguas residuales y Aguas lluvias a las redes externas, se deben adelantar de manera temprana todas las obras de urbanismo, para hacer las conexiones definitivas.

- **Redes de gas**

La instalación de la Red de gas interna obedece a los requerimientos del Edificio y su ejecución generalmente se adelanta en conjunto con el Diseño Hidráulico.

La red externa corresponde a lo que existe en el sector y la viabilidad de la conexión la aprueba la ESP correspondiente en este caso VANTI Gas Natural, que destina un coordinador de zona con quien se coordina esta conexión definitiva.

- **Señalización**

Se debe instalar la señalización definida para estas redes de acuerdo con la normativa existente.

▶ Edificio 108 (Mantenimiento mayor)

El Edificio 108 Mantenimiento Mayor, Menor y Almacén General, que contiene el Edificio 105 Cuartos técnicos y 112 Torno en Foso.

El área destinada para la construcción del Edificio 108 Mantenimiento Mayor, Menor y Almacén General; 105 Cuartos técnicos y 112 Ed. del Torno en Foso, corresponde a aproximadamente a 39.179 M2, dentro del Patio Taller

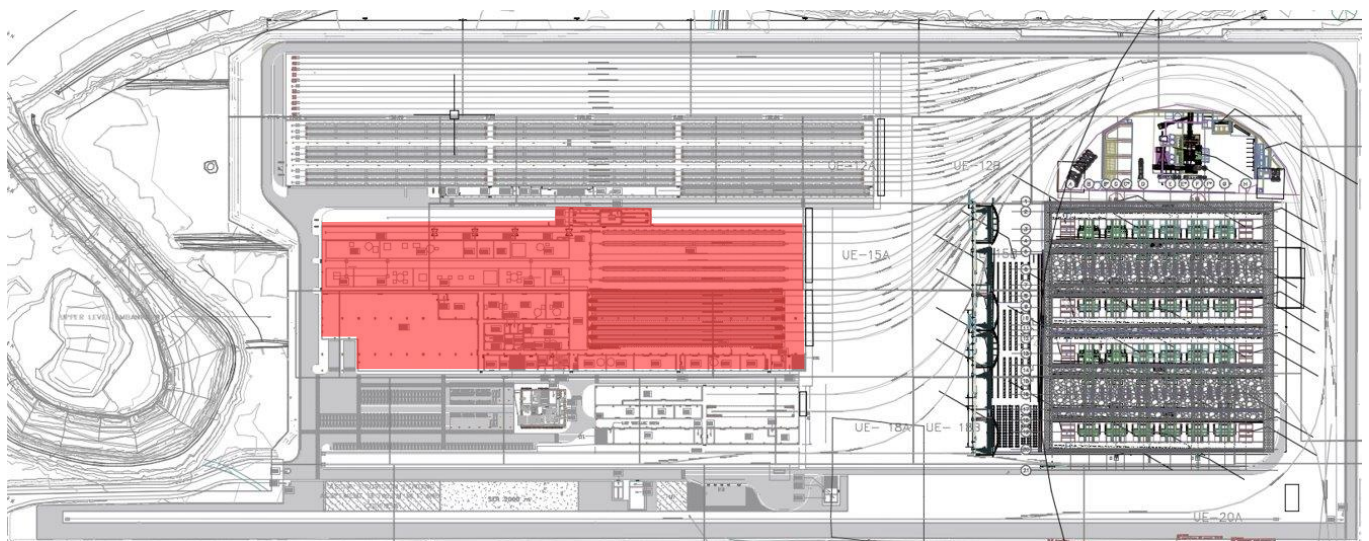


Figura 336. Frente de obra Edificio Localización del Edificio 108 Y 105  
Mantenimiento Mayor, Menor, Almacén General y Cuartos técnicos



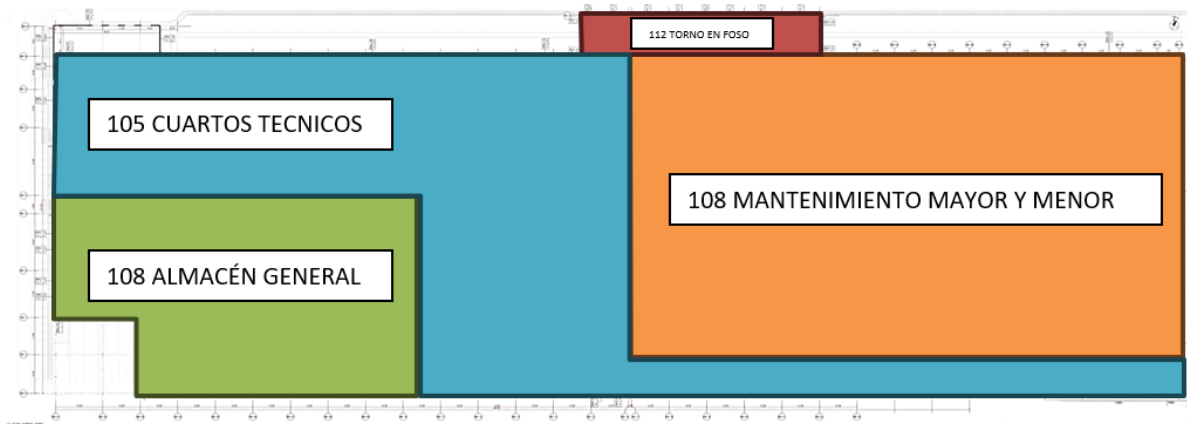


Figura 337 Áreas Generales y Espacios que conforman el Ed., 108  
Mantenimiento Mayor, Menor y Almacén General

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El proceso constructivo de este edificio es igual que el descrito anteriormente en el edificio 104.

En todos los casos rigen las especificaciones contenidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR 10, en especial lo registrado en el título F – Estructuras Metálicas y las contenidas en el Manual of Steel Construction del American Institute of Steel Construction ANSI/AISC 360-05.

### 3.2.12 Instalación de planta de transformación de material reutilizable (RCD)

Teniendo presente las intervenciones que se realizarán en espacio público y la construcción de los confinamientos de los pavimentos en todo el corredor por donde pasará la primera línea del metro de Bogotá, se tiene proyectado en el predio El Corzo adyacente al Patio Taller cuya área es de aproximadamente 28.739 m<sup>2</sup>, una planta de prefabricados para espacio público, así mismo, las instalaciones para el acopio y transformación de materiales RCD

► Localización del predio

La planta se ubicará en el predio El Corzo, en el polígono cuyas coordenadas se relacionan en la Tabla No. 14, y como se visualiza en la imagen No. 55

Tabla 42 - Coordenadas localización predio El Corzo

Punto	Norte	Este
1	106081.091	87049.583
2	105989.019	87100.745

Punto	Norte	Este
3	105891.563	87198.575
4	105801.219	87084.923
5	105923.902	87017.192
6	106036.597	86954.485
7	106069.941	86999.960

Fuente: Metro Línea 1. 2023

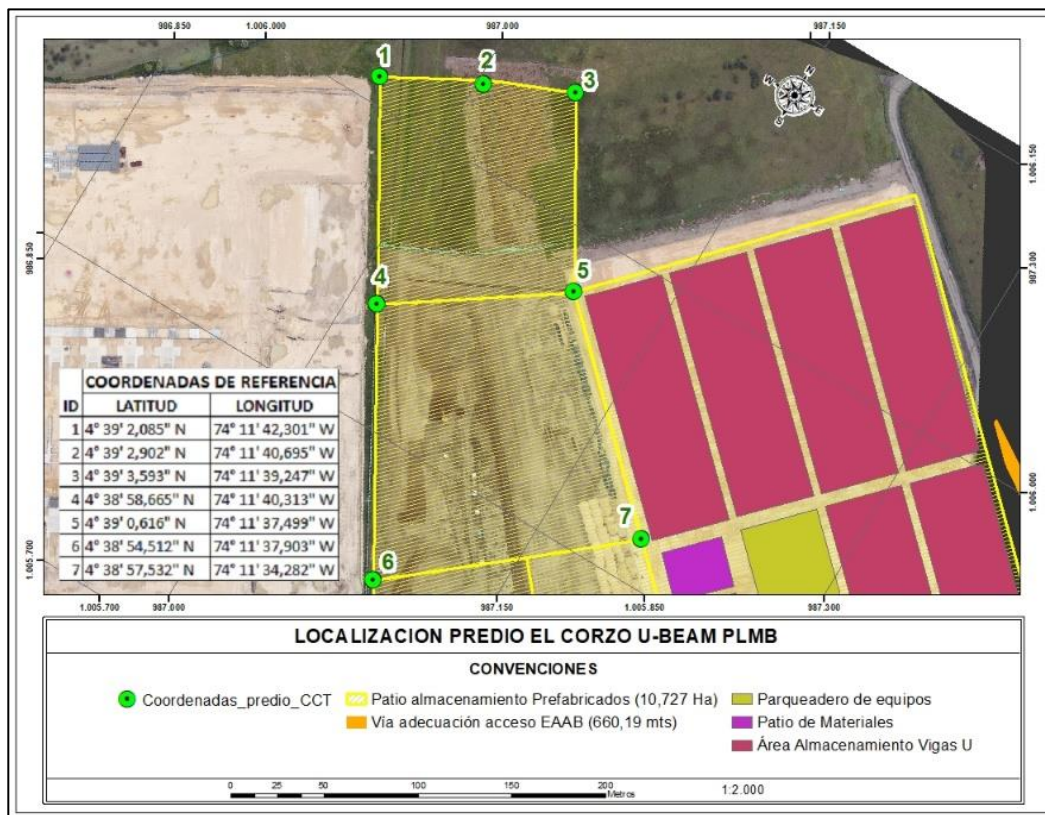


Figura 338 Coordenadas ubicación predio El Corzo

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- ▶ Adecuación del terreno
- ▶ Evaluación del terreno

Se realizará una evaluación detallada del terreno donde se establecerán el patio de acopio temporal, los acopios de material reutilizable, los acopios de prefabricados y las estructuras requeridas para este proceso. Verificando condiciones tales como la topografía, el drenaje, la estabilidad del suelo y así también, las posibles restricciones ambientales que podrían afectar la actividad.

► Diseño y distribución del espacio predial

Teniendo en cuenta los requisitos específicos de la actividad y la geometría del predio, se designaron 2 áreas generales donde se distribuirán las fases del proceso de transformación del material, así:

Frente 1 (F1) (aproximadamente de 11.967 m<sup>2</sup>), ubicada en el costado norte de la vía que conecta el patio de almacenamiento de UBEAM con el Patio Taller se encuentra la zona contemplada para el acopio temporal de RCD, trituración y selección de material reutilizable.

Frente 2 (F2) (aproximadamente de 16.772 m<sup>2</sup>), ubicada en el costado sur de la vía previamente mencionada, se encuentra la zona proyectada para el acopio de material reutilizable y agregados para la producción de concreto, la planta mezcladora de producción de concreto, la planta de producción de prefabricados (incluye el área de curado), la zona de acopio de prefabricados, oficinas, baños, parqueaderos y almacén.

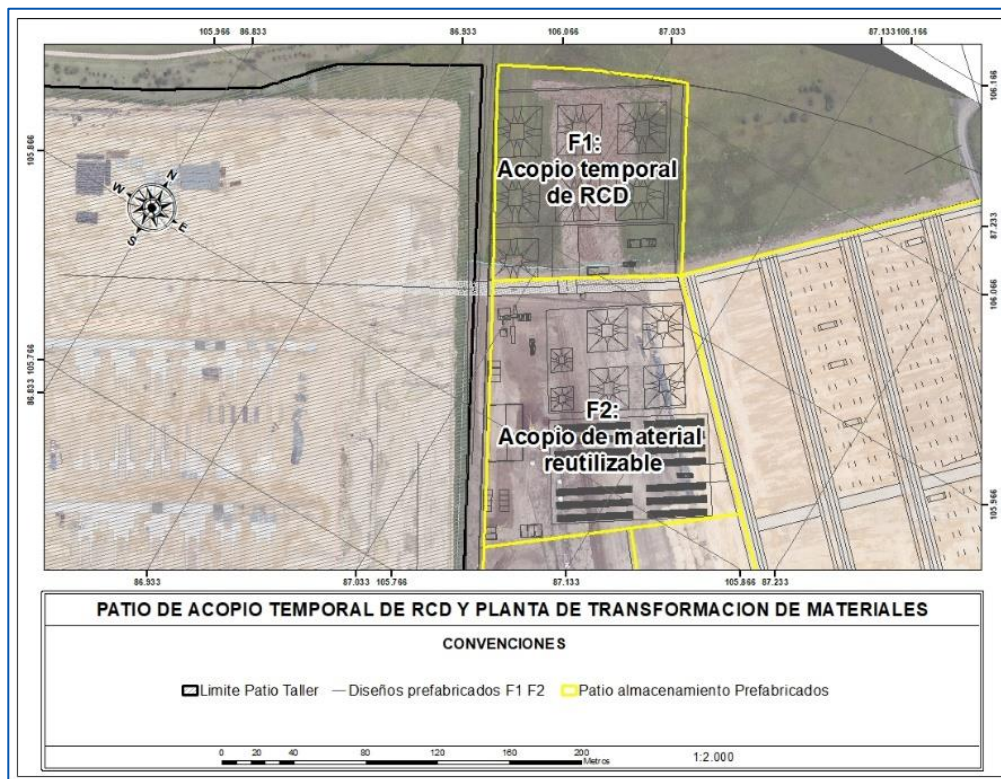


Figura 339 Distribución de zonas para transformación del material

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- ▶ Limpieza y despeje del terreno

Una vez verificada la topografía de campo, se realizarán los trabajos de remoción de la capa vegetal y descapote hasta niveles de subrasante verificados, en un proceso posterior se instalará un material de relleno y nivelación de las zonas, con el fin de dar los niveles de escorrentía adecuados.

- ▶ Construcción de cerramiento perimetral

Dadas las condiciones y requisitos del proyecto, es necesaria la implementación de un cerramiento perimetral, contemplando los equipos y la producción que se tendrá durante la fase de ejecución, el tamaño del cerramiento perimetral se estima en 944.14 x 2 metros lineales, instalando poli sombra al 80% de densidad.

- ▶ Instalación de servicios básicos

Al determinar inicialmente un personal promedio de 15 personas para la operación del proceso, teniendo en cuenta movilización del material, operación de las plantas y la maquinaria involucrada, es requiere contar con un mínimo de servicio básicos, como los son:

- ▶ Agua potable, se tiene contemplado un tanque de almacenamiento de 10.000 litros para ser abastecido por medio de carrotanque
- ▶ Electricidad, para la obtención de este servicio se tiene proyectado el uso de un generador Diesel de 250kw
- ▶ Servicios de saneamiento, se estima contar con dos unidades sanitarias portátiles
- ▶ Construcción de infraestructuras

Se encuentra contemplada la construcción de algunas estructuras básicas necesarias para el funcionamiento del proyecto, un (1) almacén, dos (2) áreas de carga y descarga de material, una oficina administrativa y dos (2) baños; esto último teniendo en cuenta que el personal puede ser mixto.

- ▶ Planta para la transformación de materiales RCD

El proceso de transformación del material RCD consiste en el recibo y selección de los materiales reutilizables proveniente de los procesos de demolición y excavación en los diferentes trabajos de construcción que se adelantan en el proyecto PLMB (Primera Línea del Metro de Bogotá) y su tratamiento (trituration y selección) para la producción de agregados y su posterior utilización acorde con las características de los productos obtenidos en los ulteriores procesos de construcción, agregado para concreto, bases y sub bases granulares.

- ▶ Proceso de recibo a patio de acopio



En este proceso se debe considerar personal para la clasificación y acopio del material proveniente de los distintos frentes de trabajo de manera organizada de tal manera que se separen los materiales producto de la siguiente manera:

- ▶ Demoliciones de concreto hidráulico
- ▶ Demoliciones de concreto asfáltico.
- ▶ Demoliciones de edificaciones
- ▶ Materiales seleccionados de las excavaciones (recebos, bases y subbases)

Se tiene contemplado que la zona para la recepción inicial del material, la movilización interna y la planta de trituración y la clasificadora se encuentre ubicada en el frente 1 (F1) del predio, con un área aproximada de 1500 m<sup>2</sup>, contando adicionalmente con una báscula de pesaje, ver figura 57, lo que permitirá cuantificar la cantidad de material que ingresa y se procese cada cierto periodo de tiempo, permitiendo así un control más preciso de volumen que se vaya almacenando y así mismo, movilizándolo al área de acopio de material seleccionado.

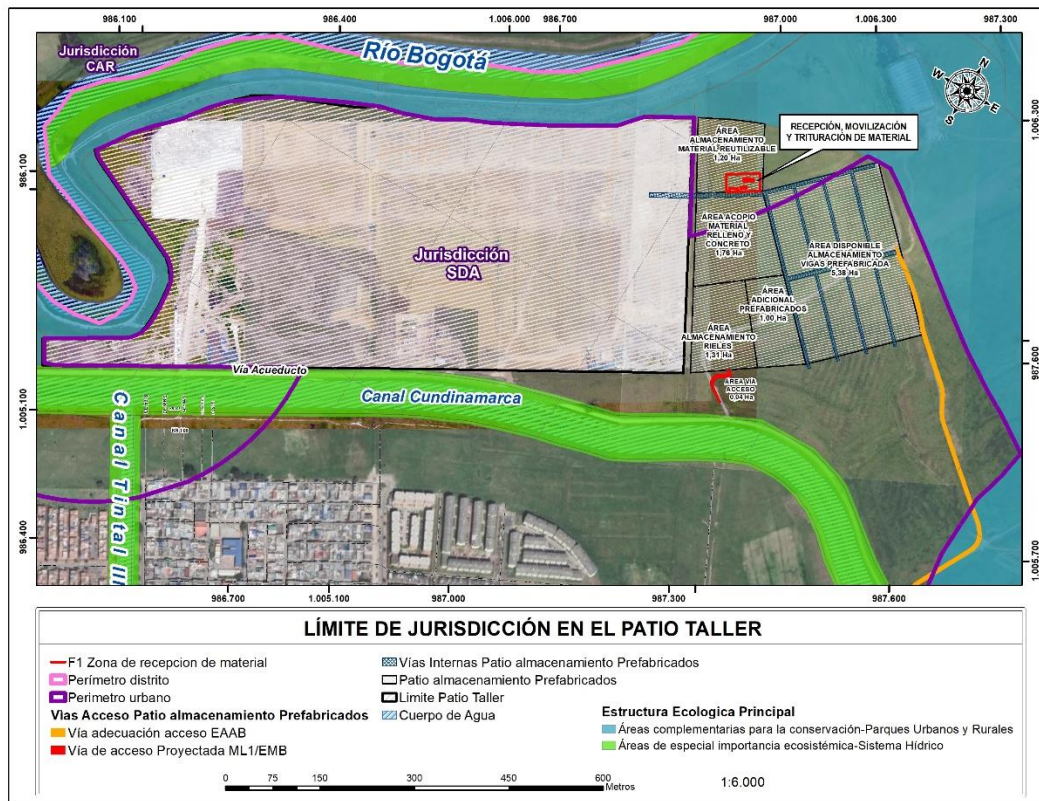


Figura 340 Ubicación de la planta de transformación RCD y su jurisdicción

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Como se muestra en la Figura 340, la planta de transformación de RCD de material reutilizable se ubica en la Jurisdicción CAR.

▶ Proceso de Trituración y selección

En este proceso se utilizan equipos para la reducción y separación de materiales como demolición de concreto (separación de aceros de refuerzo), para la alimentación de equipos de trituración y selección de agregados. Los equipos base que son la trituradora y seleccionadora se especifican a continuación:

▶ Planta móvil de clasificación

Una planta de clasificación o selección de residuos de construcción y demolición es una instalación que combina procesos automáticos con el fin de separar fracciones de residuos los cuales pueden ser reutilizados a través de actividades como la trituración para luego ser empleados como agregados para obra.

Los requerimientos de procesamiento de RCD son aproximadamente 150 ton/h. Teniendo en cuenta lo anterior, se planea la implementación de una planta clasificadora móvil ZC 1540 – 1540/3 (Agretec) o cualquier otra que cuente con especificaciones técnicas similares a las que se describen a continuación:

▶ Tolva

Volumen Geométrico (enrasado): 10 m<sup>3</sup> (30 m<sup>3</sup> opcional, para descarga de camiones).  
Alimentador: Vibratorio montado sobre resortes, accionado por motor eléctrico de 3.94 HP.  
Capacidad de Alimentación: Hasta 200 ton/h  
Grilla: Chapa ½" de espesor; paso 50 – 150 mm.

▶ Zaranda

Potencia: Motor de 12.32 HP a 1400 RPM transmisión mediante 3 correas B85 al excéntrico del eje.  
Capacidad: Hasta 150 ton/h (en función a la granulometría y la frecuencia de oscilación)

▶ Cinta

Ancho: 36" lisa, montada sobre tríos conductores.  
Largo: 11500 mm entre los centros de los cabezales.  
Accionamiento: Reductor pendular relación 1=16 y motor eléctrico de 9.86 HP de potencia.  
Velocidad: 0.75 a 1.8 m/s (según configuración).  
Capacidad de alimentación: Hasta 400 ton/h (en función de la granulometría y la velocidad de la cinta)

▶ Dimensiones y pesos

Superficie de trabajo: 90 m<sup>2</sup> (16000 x 6000 mm) aprox.

Altura de carga de Tolva: 3800 mm

Altura de descarga en cintas: 1850 mm

Volumen de material Clasificado: 3 x 3.5 m<sup>3</sup> = 10.5 m<sup>3</sup> (hasta 4500 m<sup>3</sup> con uso de cintas CTR)

Potencia Instalada: 27.6 HP

- ▶ Maquina Trituradora móvil de RCD

Con una proyección de 321.292,76 m<sup>3</sup> de excavación (MD-13, MD-19, MCCCh-19 GCR, RAP + Emulsión asfáltica y mejoramiento en rajón), 40.726,42 m<sup>3</sup> de demolición (MR-45) y 37.195,79 m<sup>3</sup> de fresado, ver tabla 50, los requerimientos de producción de material triturado son aproximadamente 150 ton/h.

Tabla 43 - Cantidades proyectadas pavimentos (excavación, demolición y fresado) Workfronts (1-6)

PAV (BC + MAIN CORREDOR) WORKFRONTS (1-6)											
Workfront	Area total (m <sup>2</sup> )	Concreto MR-45 (m <sup>3</sup> )	Mezcla Asfáltica MD-13 (m <sup>3</sup> )	Mezcla Asfáltica MD-19 (m <sup>3</sup> )	Mezcla Asfáltica MCCCh-19 GCR (m <sup>3</sup> )	RAP + Emulsión (m <sup>3</sup> )	SubBase Granular (m <sup>3</sup> )	Mejoramiento (m <sup>3</sup> )	Fresado (m <sup>3</sup> )	Demolición (m <sup>3</sup> )	Excavación (m <sup>3</sup> )
WF1	16869.58	0	0	787	1264	3299	4625	7706	0	0	17681
WF2	113323	0	0	5433	6727	11574	9696	17118	1994	0	38585
WF3	93216	0	0	7209	5791	9256	5913	6815	1083	0	21161
WF4	142700.66	20670.57	3199.12	5425.17	3786.03	4495.27	25357.03	34399.14	5902.21	23893.43	67755.76
WF5	112393.53	25318.85	3655.58	0	1330.87	4200.82	29051.77	33718.06	5784.63	16732.99	73684.4
WF6	NE	0	0	7019.07	6591.08	23034.52	0	44248.98	21431.95	0	102325.6
TOTAL (m <sup>3</sup> )		45959.42	6854.7	25873.24	25469.98	55859.61	74642.8	144005.18	37195.79	40726.42	321292.76

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Teniendo en cuenta lo anterior, se proyecta la implementación de una trituradora móvil RM 70GO 2.0 o similar que cuente con especificaciones técnicas equivalentes a las que se describen a continuación:

- Rendimiento: 150 ton/h.
- Tamaño de alimentación: Borde máximo de longitud de 600 mm.
- Apertura de entrada: 760 x 600 mm.
- Unidad trituradora: Trituradora de impacto de 2 a 4 martillos, 2 velocidades de rotor.
- Unidad de alimentación: Canal vibrador asimétrico de 2 m<sup>3</sup> y dos motores vibradores de 3,1 KW, altura de carga de 2660 mm, longitud y anchura útiles de alimentación (2500 x 1800 mm), sistema de control de la alimentación para alimentación automática en función de la carga de la trituradora.
- Cinta principal de descarga: 800 mm de ancho, altura de descargar de 2720 mm, plegable hidráulicamente en posición de transporte.
- Sistema de transporte: Tracción a orugas.
- Tamaño de material triturado: 0 - 63 mm



Figura 341 Trituradora de RCD portátil

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- ▶ Proceso de caracterización, mezclado y acopio de producto terminado para despacho

Una vez obtenidos acopios con materiales secundarios, se procederá a realizar su caracterización y a través de los resultados, se obtendrán las respectivas fórmulas de trabajo para realizar mezclas y cumplir con especificaciones requeridas en las diferentes capas de base y subbase granular de los pavimentos del proyecto o como materia prima en fabricación de concretos y serán dispuestas en acopios definitivos para el envío al proyecto o a los puntos de fabricación de concreto.

Teniendo en cuenta el nivel de producción de material procesado que habría por parte de la trituradora y seleccionadora, se determinó un espacio para acopio de material seleccionado de aproximadamente 4.412 m<sup>2</sup> y un volumen de acopio máximo de 4.488 m<sup>3</sup>, ver figura 311. Este espacio se encuentra ubicado en el frente 2 (F2) del predio con el fin de facilitar la movilización del material a la planta de transformación de materiales reutilizables para productos de espacio público.

Con respecto a los requerimientos normativos para el establecimiento de la planta de aprovechamiento de RCD estarán regidos por el decreto 472 de 2017 teniendo en cuenta que estas locaciones se ubican en jurisdicción de la CAR.



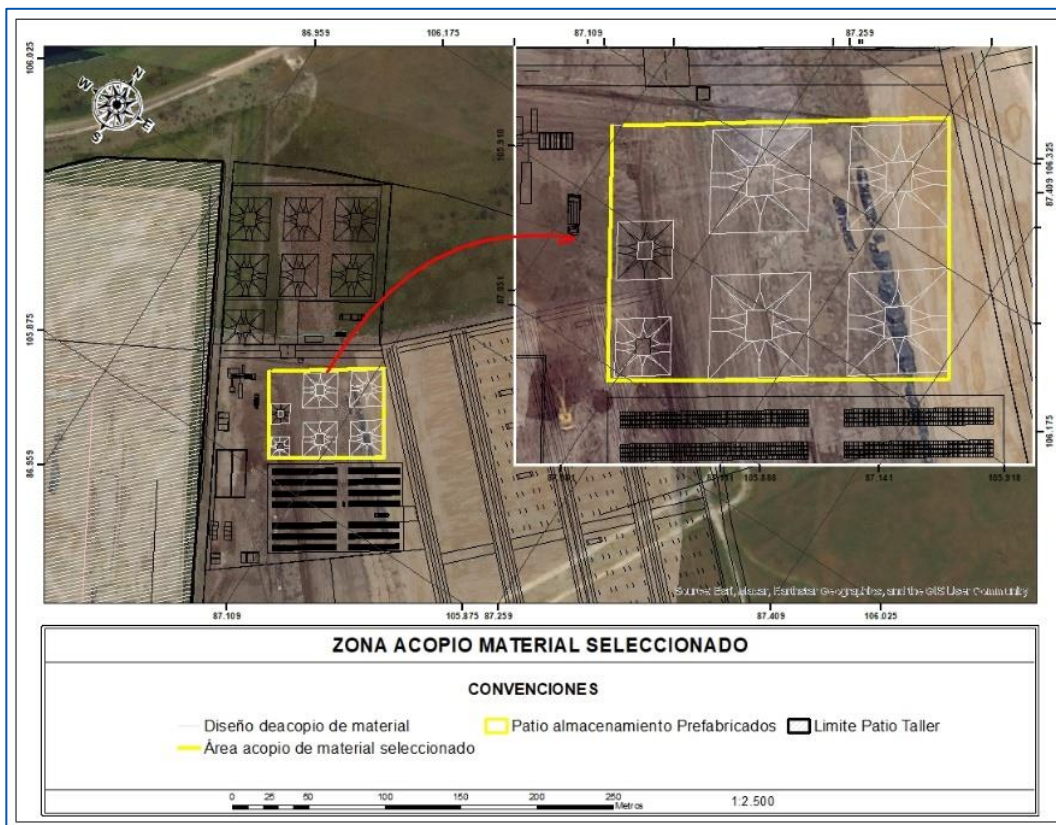


Figura 342 Espacio para acopio de material seleccionado reutilizable

Fuente: Metro Línea 1. 2023

En la siguiente figura se ilustra el proceso de transformación de RCD:

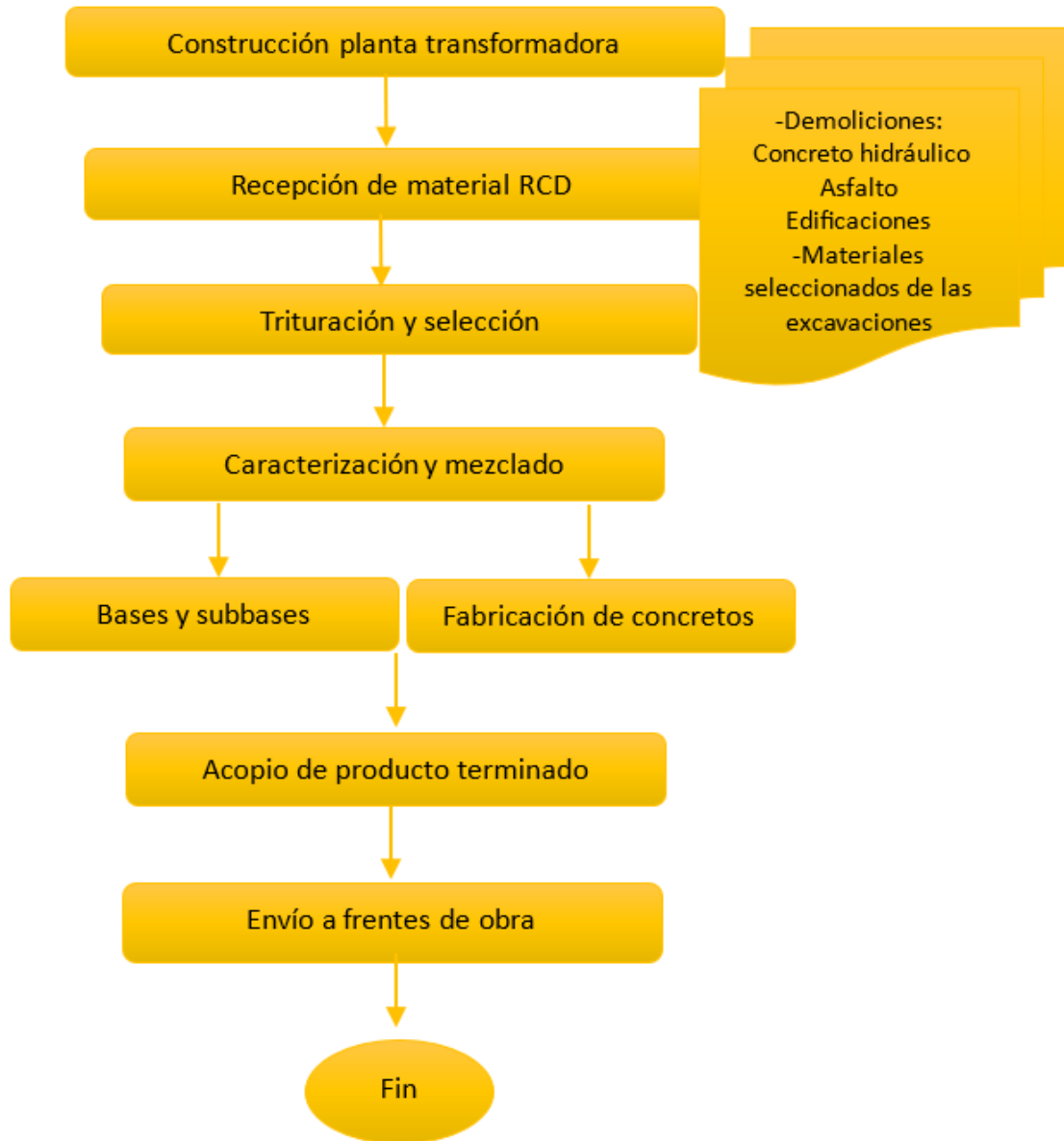


Figura 343 Proceso transformación de material RCD

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.12.1 Construcción y operación Planta de prefabricados de espacio público

Esta instalación pretende atender las necesidades del proyecto en el suministro de aproximadamente 97.000 unidades de sardinel tipo A10 y 128.000 unidades de bordillos A80, materiales necesarios para el confinamiento de los pavimentos y el espacio público a lo largo de todo el proyecto.

▶ Planta mezcladora de concreto móvil

Una planta mezcladora de concreto es una instalación utilizada para la fabricación del concreto a partir de los agregados que lo componen, arenas y gravas, cemento y agua, también pueden ser incluidos una gran gama de aditivos. Su variedad móvil está diseñada para obras de construcción en lugares de acceso remoto y/o con requerimientos de producción de concreto relativamente menores a los usuales, por lo general de medianos a pequeños proyectos.

Los requerimientos de producción de concreto son de entre 5 a 8 m<sup>3</sup>/h dependiendo la necesidad. Teniendo en cuenta ese volumen de material, se proyecta la implementación de un silo con una capacidad de almacenamiento de 30 toneladas y una planta de concreto GAG10M o cualquier otra que cumpla con las especificaciones técnicas que se describen a continuación.

- ▶ Capacidad: 10 m<sup>3</sup>/h.
- ▶ Mezclador: 0.3 m<sup>3</sup>.
- ▶ Tolva de Agregados: 1.2 m<sup>3</sup>.
- ▶ Tolva de Cemento: 5 sacos
- ▶ Dimensiones: Largo (3900 mm), ancho (1400 mm) y alto (1700 mm).
- ▶ Peso: 2.0 ton.

▶ Planta de prefabricados para espacio público

Asegurando un nivel de producción de 670 piezas diarias entre sardineles (A 10) y bordillos (A 80) de manera simultánea, Se estima un consumo de energía eléctrica que oscilaría entre los 100 y 200 kW/h por hora de funcionamiento, Este rango podría variar dependiendo de la eficiencia de los equipos que se implementen, tales como moldes, sistemas de curado y demás componentes de la planta.

Teniendo en cuenta una producción contemplada de aproximadamente 670 piezas diarias se debe contar con los siguientes equipos, evaluando dos posibles opciones de montaje.

- ▶ Sistema con montacargas manual.
  - ▶ Tolva Alimentadora
  - ▶ Tolva Alimentadora
  - ▶ Mesa de Vibración
  - ▶ Mesa de Rodillos
  - ▶ Montacargas manual
  - ▶ Dos moldes de dos cavidades
  - ▶ Yugo de manejo

Asegurando un rendimiento de aproximadamente 180 piezas por estación en funcionamiento de 8 horas, con 4 operadores.

- ▶ Sistema con pórtico
  - ▶ Tolva alimentadora
  - ▶ Tolva receptora
  - ▶ Mesa de Vibración
  - ▶ Mesa de rodillos
  - ▶ Pórtico tipo pescante 2 TON
  - ▶ Pórtico de 3 TON
  - ▶ Dos moldes de 4 cavidades
  - ▶ Yugo de manejo

Asegurando un rendimiento de aproximadamente 350 piezas por estación en funcionamiento de 8 horas, con 4 operadores.

- ▶ Delimitación del espacio para acopio de prefabricados.

Contemplando inicialmente una producción única de sardineles, de cerca de 500 piezas diarias, el área que se determinó para el acopio de los prefabricados es de aproximadamente 5.165 m<sup>2</sup>, y una capacidad máxima de almacenamiento de 30.000 piezas, lo que equivaldría a la producción de dos meses, ver ilustración 6



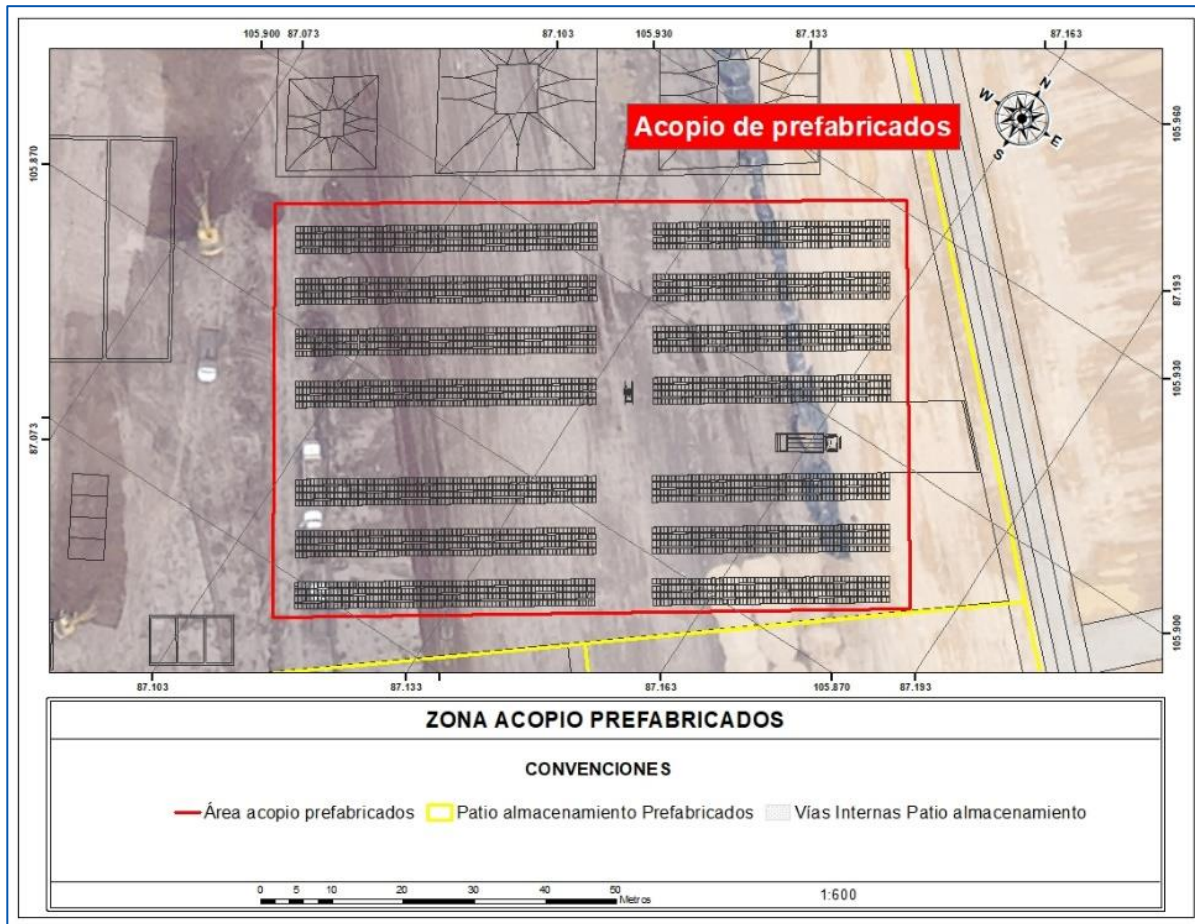


Figura 344 Zona establecida para acopio de prefabricados

Fuente: Metro Línea 1. 2023

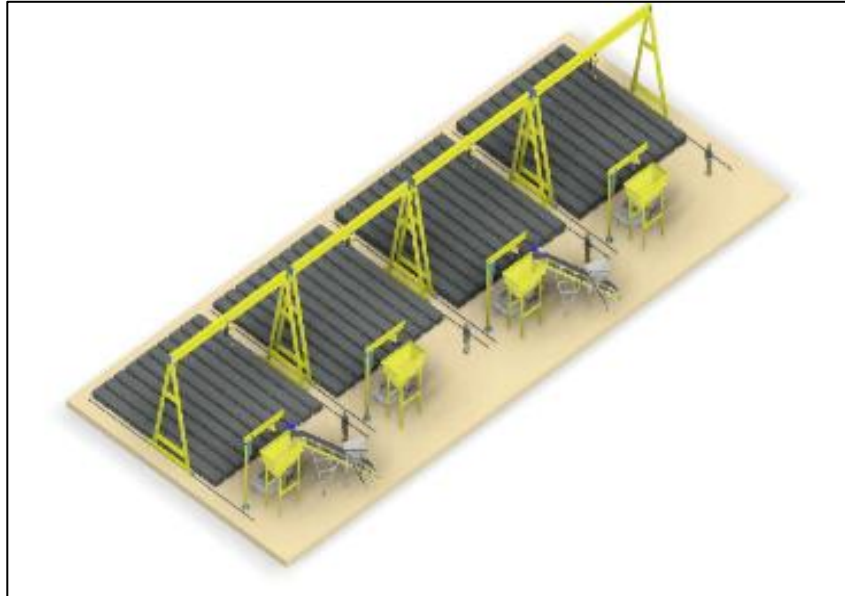


Figura 345 Estación prefabricados para producción de sardines A10 y A80 con pórtico

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- ▶ Personal y maquinaria adicional para operación
- ▶ Acopio de material

Para el acopio de material no procesado se tiene previsto un personal conformado por un operario de maquinaria (cargador), auxiliar de tráfico y jefe de patios.

La trituradora y la clasificadora requieren para su operación un personal de 2 trabajadores, dos operarios y dos auxiliares de maquinaria.

Los materiales para la elaboración de los prefabricados serán suministrados por los proveedores con los que cuenta Metro Línea 1, los cuales han obtenidos los permisos ambientales y mineros correspondientes para la actividad de explotación de materiales.

- ▶ Planta mezcladora de concreto y planta de prefabricados.

Para el funcionamiento de las 2 plantas, se estima un aproximado de 8 operarios, teniendo en cuenta que la cantidad de personal podría variar dependiendo el nivel de optimización de los procesos, y la maquinaria seleccionada para la producción.

- ▶ Acopio de prefabricados

En el proceso de acopio de los prefabricados se contará con un operario de montacargas, dos ayudantes y un jefe de patios. teniendo en cuenta que el nivel de producción de piezas diarias es relativamente alto, es probable que se requiera aumentar la cantidad de operadores.

En la siguiente se ilustra el proceso de fabricación de prefabricados de espacio público

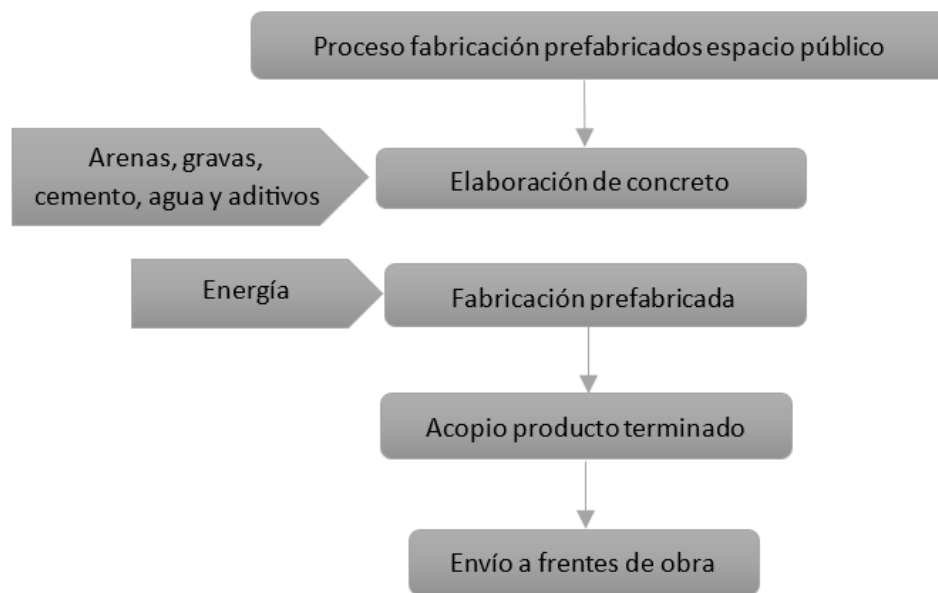


Figura 346 Proceso fabricación prefabricados

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.12.2 Almacenamiento de prefabricados y muestras

Se realizará la construcción de una bodega de 1500m<sup>2</sup> en estructura metálica, cubierta metálica, cerramientos de fachada en paneles metálicos livianos y placa de piso en concreto con dos accesos desde el exterior.

En la construcción se utilizará la siguiente maquinaria:

- ▶ Grúas livianas para izar la estructura, plataformas para trabajo en altura de instalación de fachada y redes.
- ▶ Mixer de Concreto para fundir las placas de contrapiso y montacargas para ingreso de estantería y material a acopiar.

En cuanto al equipo por instalar se tiene previsto contar con un humidificador eléctrico que tiene por objeto mantener unas condiciones de humedad en el cuarto destinado para almacenar algunas muestras de suelo inalteradas (en tubos shelby) estará acompañado de un equipo controlador de humedad y temperatura que asegurará que las condiciones del cuarto sean las adecuadas para preservar las muestras. Este equipo tiene un consumo de agua de 400 ml/h y el tiempo de almacenamiento de muestras se estima en 1864 días; por lo cual, para su funcionamiento se tendrá dispuesta una conexión a acometida que suministra agua a otras áreas del Patio Taller

Esta bodega tiene como fin almacenar aproximadamente 20000 cajas que contienen muestras de suelo de todo el viaducto. Estas cajas actualmente se están almacenando en otro sitio alquilado por ML1, por lo tanto, una vez se haya construido esta bodega se procederá a trasladar las cajas de muestras a este sitio por medio de camiones (aproximadamente 500 cajas por semana, cada una de 10 a 20 kg) y empezar a hacer el debido registro y organización en estanterías. Es relevante mencionar que este espacio tiene como único fin almacenar muestras de suelo, por tanto, adicional al registro y organización y movimiento de muestras según se vayan requiriendo para consulta, no se tienen contempladas otras actividades.

El tiempo estimado de construcción de esta bodega es de cuatro meses y el período útil es de 5.5 años, la fecha prevista para el inicio de su uso es desde el 01-12-2023 y el tiempo de finalización el 31-12-2028.

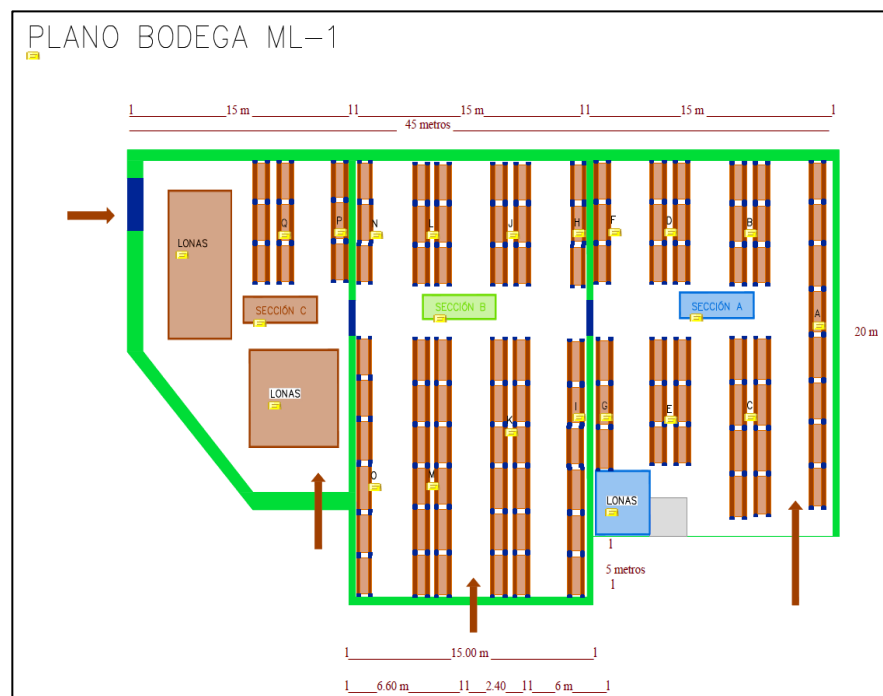


Figura 347 Diseño preliminar bodega de almacenamiento de suelos

Fuente: Metro Línea 1. 2023



A continuación, se ilustra la ubicación proyectada para la bodega.



Figura 348 Ubicación bodega para muestras de suelo

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.13 Construcción de Puentes metálicos

► **Puente Metálico #1-WF1**

En el tramo 1 en la abscisa K0+0.87.5, en la salida del patio taller se plantea la construcción de un puente metálico el cual pasará sobre el canal Cundinamarca, este estará compuesto de dos vanos, los cuales permitirán pasar sobre la vía existente y el canal.

El puente consiste en tramos del viaducto que, debido a la longitud de la luz a cubrir, no pueden ser construidos con el método de prefabricación de Vigas-U, que es la tipología principal para la estructura del viaducto. Por lo tanto, ha sido diseñado con una tipología de vigas de acero tipo Cajón o Box Girder, para cubrir dos luces (60m+60m). En total son 2 vigas paralelas, ensambladas en 6 secciones y están sostenidas por 3 apoyos en concreto.

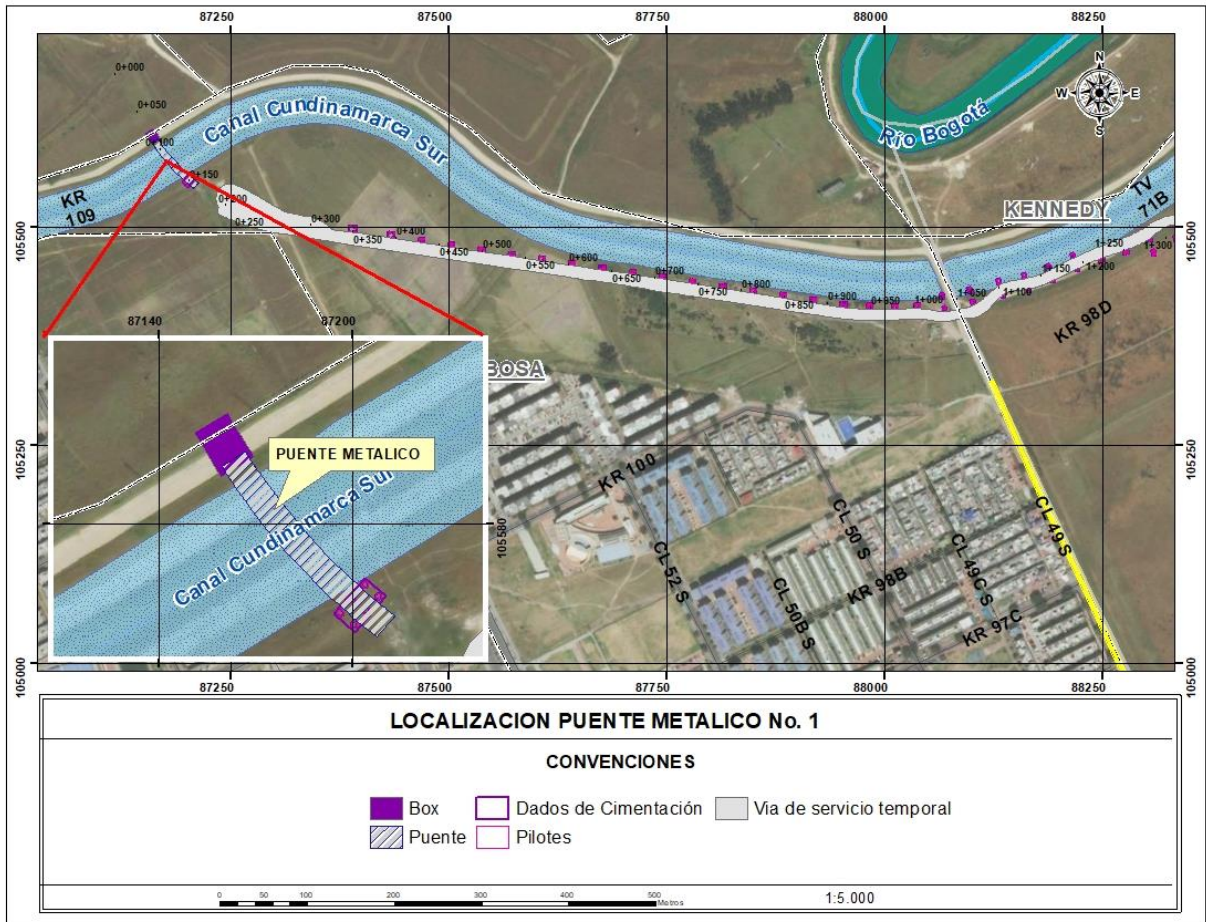


Figura 349 Localización puente metálico # 1

Fuente: Metro Línea 1, 2022.

La construcción del puente inicia con la construcción del box couvert donde la primera actividad es el pilotaje, se construirán 12 pilotes, los cuales serán pre excavados, por lo que se realiza el proceso de excavación mediante la máquina de pilotaje extrayendo el material de excavación con un diámetro de 2.5m y a una profundidad entre 50 y 60m de acuerdo con los diseños, se procede a instalar la camisa y el lodo polimérico según el proceso constructivo que se tenga previsto. A continuación, se realiza el armado de las canastas de refuerzo y se instala en el interior de la excavación realizada, finalizando con el vertido del concreto con las características requeridas y retirando el lodo polimérico y la camisa.



Figura 350 Box coulvert puente metálico # 1

Fuente: Metro Línea 1, 2022.

Posteriormente, se procede con la instalación de un tablestacado en acero alrededor del área de intervención con una profundidad significativa y se inicia la excavación de los cerca de 5m de profundidad, al alcanzar la profundidad en la que se encuentran los pilotes, se realiza el descabece de los pilotes y se continua con la excavación hasta alcanzar la profundidad requerida. Se continua con la nivelación y conformación del cojín de soporte de material granular con un espesor de aproximadamente 25cm, sobre el que se construye la placa inferior del box, que tendrá unas dimensiones de 1.5m de espesor, 16m de largo y 12m de ancho, estando anclada y apoyada sobre los 12 pilotes previamente construidos, instalando el acero correspondiente y fundiendo el elemento, se deja el acero listo para anclar el acero correspondiente del muro posterior y el muro de contención del box.

Los muros del box coulvert tendrán una altura aproximada de 7.6m, el muro posterior tendrá un ancho de 1.5m en la base y disminuye hasta aproximadamente 1m en su parte superior, tendrá un largo de 10m. El muro de contención tendrá dos partes la base tendrá un ancho de aproximadamente 3.4m hasta alcanzar una altura de 5m, donde sobre el muro exterior se instalan los apoyos para el puente metálico, en la parte interna se continua con un ancho de aproximadamente 1.8m hasta alcanzar los 7.6m, este muro tendrá un largo de 7.8m. Serán construidos mediante la instalación del acero de refuerzo de acuerdo con los diseños y posterior instalación de la formaleta hasta la mitad de los muros, teniendo en cuenta la altura se deberá fundir por partes, posteriormente se procede a terminar el armado de la formaleta para fundir el resto del muro.

Se continúa con la fundición de la losa superior en concreto mediante la instalación de parales y camillas y/o formaleta a la altura indicada, esta placa tendrá unas medidas aproximadas de 7.4m de ancho, 11.7m de largo y un espesor de 0.65m, estará apoyada sobre los dos muros, sobre las camillas o formaleta instaladas previamente se instalará el acero de acuerdo con los diseños y se vaciará el

concreto con las características indicadas. Sobre el terreno natural al costado opuesto del cuerpo de agua se nivelará y compactará material granular hasta alcanzar el nivel indicado, sobre la que se construirá la losa de transición, con características muy similares a la losa superior del box couvert. Finalmente se construyen e instalan los zócalos y las traviesas, los paneles para las pasarelas, la bandeja de cables, la barrera acústica y los postes de luz.

Para las actividades de construcción del puente metálico se seguirán las siguientes actividades:

▶ Cimentación (pilotaje)

Para la construcción de los pilotes, se realizan las perforaciones con maquinaria de alto torque, de acuerdo con los diámetros y profundidades definidas, una vez terminada la excavación, y de acuerdo con las recomendaciones del estudio de suelos, se inyecta polímero, hasta llenar por completo la perforación, el propósito es sellar las paredes de la excavación para evitar su derrumbamiento interno.

Una vez se termina de llenar la perforación con polímero se procede a la inserción de las canastas de acero de refuerzo de acuerdo a los diámetros, longitudes y traslapes definidos en el diseño estructural y enmarcados dentro de los requerimientos de la Norma Colombiana de Diseño de puentes CCP14 utilizando para ello grúas auxiliares, se debe prever el acero constructivo que evita la deformación durante el izado y la inserción; por último se vierte el concreto de la fluidez y resistencia indicada en los diseños estructurales y estudio de suelos, utilizando para ello bomba estacionaria, mixer y mangueras; el concreto por densidad desplaza hacia la superficie el polímero, este sale por rebose y debe ser recuperado y enviado para disposición en sitio autorizado por autoridad competente.

El material producto de la perforación se acopia en una zona autorizada y posteriormente se retirará en volquetas hasta un botadero autorizado.

La utilización de polímeros en la excavación de pilotes está limitada a la estabilidad de las paredes de la excavación. El polímero se prepara mezclando el aditivo con el agua cuyo pH debe ser adecuado; para lograr la homogeneidad de la mezcla, por medio de un compresor que agita constantemente el fluido de perforación, luego se almacena en tanques metálicos o se conduce directamente a la perforación mediante mangueras o tuberías de conexión, impulsado por bombas de diafragma.





Fotografía 64 Cimentación (fotos de referencia)

Fuente: (Nestor Monsalve, 2022)

► Instalación de camisa metálica

El uso de camisa metálica recuperable se utiliza en todas las ejecuciones de los pilotes, para poder darle estabilidad en la parte superior, toda vez que, en la mayoría de los casos, el material superior del terreno puede ser muy inestable. Además de ello se requiere de la colocación de esta para que en ella se pueda fijar la parrilla de refuerzo con un tornillo el hinochenti, elemento que nos ayudará al posicionamiento exacto de la parrilla, además en la camisa también se apoyará la trampa de la tubería tremie. La longitud de la camisa será variable y dependerá de las características misma del terreno

► Armados e instalación de parrilla de refuerzo

El armado de las canastas se realizará en obra por personal especializado bajo el control y supervisión del contratista, de acuerdo con los planos correspondientes y previos a su colocación.

Se inicia con la colocación de espirales o flejes de acuerdo con la distribución que se tenga en los planos.

Se realiza la colocación de varillas longitudinales dependiendo de las cantidades que muestren los planos estructurales.

Amarre del acero longitudinal a la espiral en cada uno de sus cruces.

Se colocará un doble estribo soldado en la parte superior del elemento para que de él se pueda realizar el izaje de la parrilla y además se pueda soldar la tuerca en donde irá enroscado el hinochenti.

En los casos en los cuales el refuerzo de los pilotes sea con más de 1 parrilla (superior a 12 metros), será necesario realizar un traslapo, el cual su longitud será descrito en los planos.



Fotografía 65 Instalación de Parrilla (fotos de referencia)

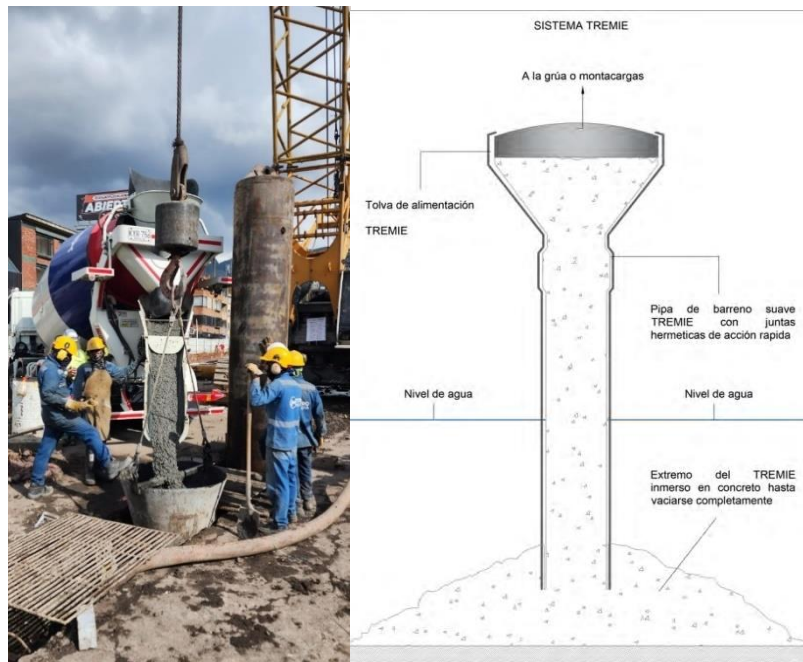
Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Instalación de Tubería de Vaciado de concreto (Tubería Tremie)

Una vez se haya perforado hasta la profundidad indicada y colocado la canasta de acero en el nivel topográfico indicado, se procede a iniciar la colocación de la tubería tremie (tubería necesaria para realizar el vaciado del concreto) después se instala el embudo el cual es usado para direccionar el concreto hasta la tubería tremie para fundir hasta la profundidad requerida.

El proceso de vaciado del concreto se realizará mediante el procedimiento conocido como sistema Tremie, que permite que el concreto no sufra un proceso de segregación; el tubo Tremie se introduce al interior de la armadura de acero, uniendo varios tramos de tubos acoplables hasta el fondo de la excavación. A medida que el concreto se desliza hacia el fondo del pilote por el interior de la tubería, en el exterior de la misma se inicia el desplazamiento del fluido de perforación y de las posibles impurezas hasta el exterior, iniciando el desplazamiento del concreto tremie hacia la parte superior del pilote.

Tremie es el “embudo” que permite introducir el concreto por un tubo vertical de acero (PIPE) con facilidad. El extremo inferior de este tubo queda siempre embebido en el concreto por lo menos 3 m, previniendo así considerablemente la segregación y el lavado.



Fotografía 66 Sistema de fundida de concreto tubos tremie.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Entre las recomendaciones al realizar el vaciado están las siguientes:

- ▶ Realizar un control constante de la manejabilidad del concreto en el mixer durante el proceso de vertimiento.
- ▶ Tener al menos dos mixers presentes durante los procesos de vertimientos
- ▶ Siempre mantener 3m de inmersión del concreto dentro de las tuberías
- ▶ Medir la altura del concreto constantemente en al menos 3 puntos.
- ▶ Una vez terminado el proceso de vertimiento, es necesario remover las juntas metálicas, esto debe hacerse entre 1 y 3 horas después de finalizar este proceso
- ▶ Terminado la fundida de concreto bajo el sistema tremie, la tubería se ubica en las canastas de almacenamiento para su limpieza con agua.

▶ Datos de Cimentación

Los pilotes construidos previamente estarán integrados por un dado de concreto, que tendrá diferentes tipologías y dimensiones, según las indicaciones de los planos estructurales no objetados.

Una vez concluida la construcción de los pilotes, se puede iniciar con la excavación hasta nivel inferior del dado de acuerdo con los niveles definidos por el diseño estructural, más la altura necesaria para la capa de concreto de limpieza, mediante entibado de seguridad utilizando lámparas metálicas y laminas metálicas, se descubren los pilotes, se realiza el descabece para eliminar concreto contaminado, se restituye el acero del pilote si fue afectado, se arma el acero de refuerzo del dado de cimentación sobre la superficie generada por el concreto de limpieza y se funde utilizando bombas de concreto, mangueras, mixer y vibrador para garantizar un asentamiento homogéneo de la mezcla entre la armadura de acero. El concreto debe cumplir las recomendaciones de fluidez y resistencia especificados en el diseño estructural, una vez fundido se debe implementar lo consignado en el plan de inspección y ensayos aprobado previamente en le adjudicación del contrato.

▶ Muros de Contención

El muro de contención consiste en un muro de concreto reforzado. La función estructural de este muro de cimentación profunda consiste en controlar las sobrepresiones generadas en el terreno para garantizar la estabilidad del terraplén y evitar asentamientos en la zona de transición.

La construcción de esto se da una vez se realicen las actividades preliminares requeridas tales como topografía y nivelación. Las actividades de construcción de la estructura comienzan con la construcción de la cimentación de pilotes pre-excavados. Una vez se descabecen los pilotes, finalice el curado y se realice los ensayos de calidad requeridos, se puede continuar con la construcción de cimientos en concreto, la pared trasera del pórtico rígido y el muro de la pila.

Posteriormente, se da paso al armado in situ de las parrillas de refuerzo y la disposición de las formaletas (para un ejemplo ver Figura ) de los muros de contención de cimentación profunda. Finalmente se funde el concreto del muro de contención procurando hacer un llenado de abajo a arriba, se realizan verificaciones de calidad, drenaje, se retira la formaleta y se finaliza la actividad





Figura 351 Imagen referencia formaleta EFCO

Las otras actividades para el puente metálico inician con la construcción de los pilotes, que serán pre excavados, para la cimentación de la pila S1-2, estos tendrán un diámetro de 1.5m, una profundidad de 60m aproximadamente y el método constructivo será muy similar al de los pilotes del box couvert, se realiza la perforación con la máquina de pilotaje, se instala la camisa y el lodo polimérico de la forma como aplique se arma la armadura de acero y se instala mediante una grúa, posteriormente se vierte el concreto con las características que se describe en los diseños. Posteriormente se excava hasta la profundidad requerida, se realiza el descabece de los pilotes y se continúa excavando hasta la profundidad requerida, se arma el acero que debe estar amarrado con el acero de los pilotes se arma la formaleta para el dado de cimentación si así se requiere y se funde el elemento con las medidas especificadas, dejando el acero empatado para la pila.

Posteriormente se realiza el armado del acero para la pila y el armado de la formaleta a una altura de aproximadamente 2.6m y se vierte el concreto con la altura requerida. Continuando con el armado de la cimbra y formaleta para la viga capitel y se procede a armar el acero de refuerzo e instalando los apoyos de la estructura metálica, se continúa vertiendo el concreto con una autobomba hasta formar el elemento.

Durante la ejecución o previo al inicio de las actividades dependiendo de la programación que se tenga se fabrican los cajones metálicos, que deben ser reforzados internamente y se continua con la soldadura de estos con los diafragmas transversales, para proceder a instalar y soldar los cajones metálicos sobre los apoyos iniciales. La secuencia constructiva del montaje de las vigas metálicas tipo cajón, sugerida para esta estructura, indica que primero se montan los 2 segmentos # 3 de vigas entre el apoyo S1-3, sobre los aparatos de apoyo móviles en los que se apoya el diafragma que recibe la viga metálica y una torre de soporte temporal, a 2/3 de la luz hasta el apoyo S1-2.

Posteriormente se monta 1 segmento # 2 de la Viga Trapezoidal en el apoyo S1-2, simétrico, dejando en voladizo 1/3 de la luz a lado y lado; se continúa montando el otro segmento # 2 de la viga metálica en el apoyo S1-2 y se hacen las conexiones en sitio a los segmentos de viga #3, instalando

contravientos, antes de retirar los apoyos temporales. Se monta el otro segmento # 1 desde el aparato de apoyo del Muro del Pilar y el diafragma que recibe la viga y se hace conexión en sitio al segmento # 2, utilizando para esto una grúa.

A medida que se van ensamblando las secciones, se van instalando los refuerzos y arrostramientos exteriores, los conectores a cortante especificados, se dejan previstos los pases necesarios según los diseños de redes de puesta a tierra, las uniones entre vigas se harán en sitio de acuerdo con las especificaciones indicadas y utilizando cojinetes o estructuras provisionales de apoyo en el caso de las vigas entre los apoyos S1-3 y S1-2 y con grúa sosteniendo la viga entre el apoyo S1-1 y S1-2, para no ocupar ni obstruir el canal Cundinamarca.

Finalmente se realiza la construcción de la losa sobre la estructura metálica que deberá contar con el debido acero de refuerzo y se procede con la instalación de los zócalos y las traviesas, continuando con la construcción e instalación de los distintos acabados.

En cada costado del box coulvert se construirá un muro de contención, el cual servirá como apoyo del viaducto y para contener el material granular sobre el que se apoyará la plataforma antes del inicio del puente en la salida de patio taller, cada muro contará con 6 pilotes pre excavados de 1,5m sobre los que se conformará un cojín de material granular y sobre esta se apoyará la zarpa del muro con una longitud de 12,2m, en 6,1 m el ancho será de 6,3m y para los otros 6,1m serán de 4,5m de ancho, este será el soporte para el muro que tendrá la misma longitud un ancho de 1,2m, durante los primeros 6,1m y 0,75m para los otros 6,1m. La altura del muro iniciará en 2,4m y tendrá una pendiente que incrementará la altura del muro hasta los 8m al costado opuesto.

Por otra parte, en el tramo 4 desde la abscisa K12+220 se construirá un puente metálico con dos vanos de 70m iniciando desde la pila E9-6 a la pila S10-2. El puente será construido mediante la construcción de pilotes, para la pila E9-6 serán pilotes hincados, mientras que para las pilas S10-1 y S10-2 estos serán pre excavados, posteriormente se continua con la construcción del dado de cimentación la pila y la viga capitel en la que se apoyará la estructura metálica, esta tendrá un procedimiento de fabricación y armado similar al del puente del tramo 1. Estas actividades constructivas pueden producir un aumento en la generación de residuos que deberán ser dispuestos adecuadamente.

En la Figura 352 se presenta un puente metálico similar al que será construido:

► Puente Metálico #2-WF1

Como se evidencia en la Figura 352, las pilas S1-47 a S1-61 que componen la unidad de ejecución 86, se encuentra en el costado suroccidental del Canal Tintal II. Las pilas S1-48 a S1-50 componen el segundo puente metálico de la PLMB.

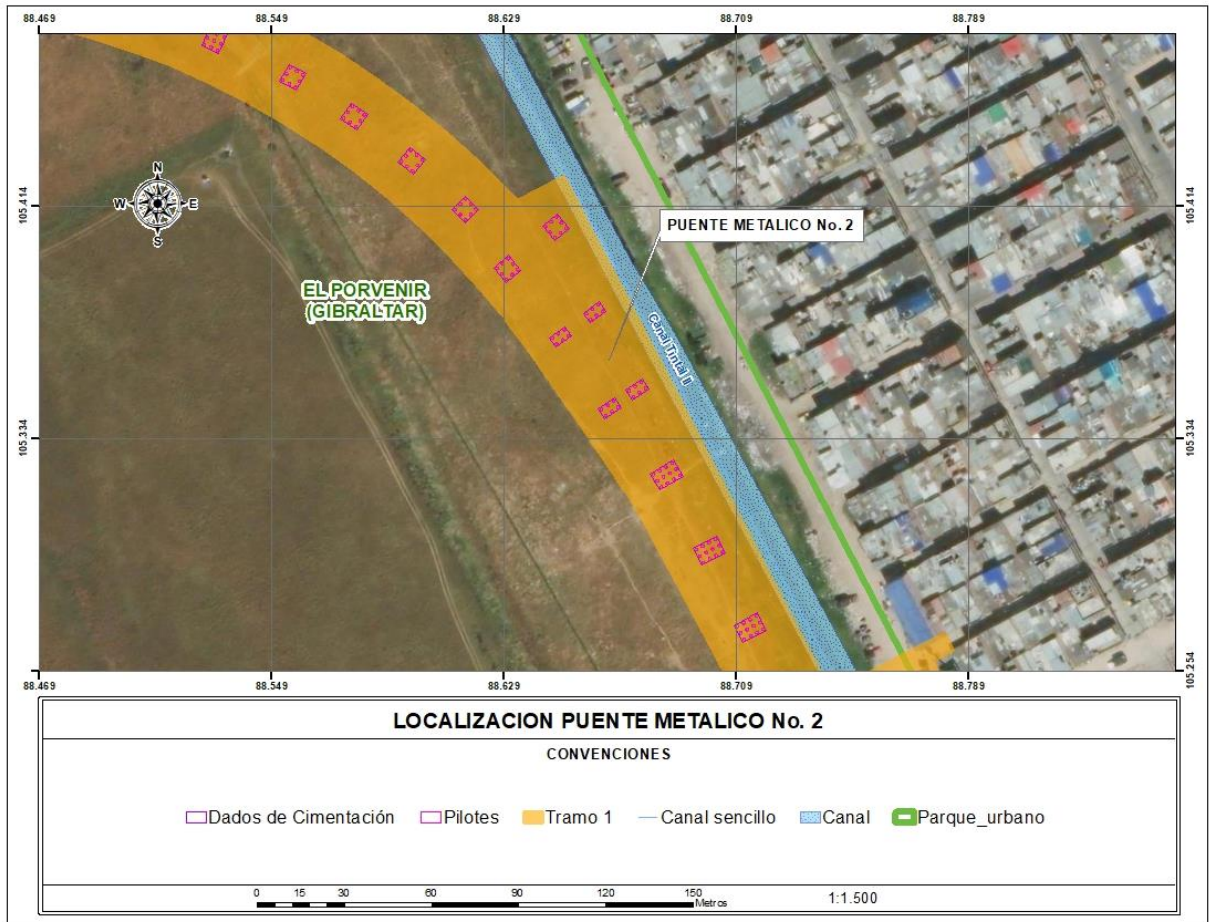


Figura 352. Pilas unidad de ejecución 86 (achuradas en azul)  
 Segundo Puento metálico

Se debe tener en cuenta que en la línea roja punteada se encuentra el límite de intervención del proyecto el cuál limita la zona de trabajo. Para la ejecución de las actividades de construcción se iniciará con la pila S1-48 accediendo desde un carreteable desde la Carrera 100. Adicionalmente, se prevé la ejecución de una vía de servicio iniciará desde la Carrera 91 que finalizará en la Calle 49 sur, conectando con la vía a ejecutar para la UE091.

Para las pilas S1-48 a S1-50 se ejecutarán pilotes pre-excavados con una piloteadora Liebherr LB36 o similar y la grúa hidráulica Liebherr HS855 o similar. Para las pilas S1-47 y S1-51 a S1-61 se ejecutarán pilotes PC con una piloteadora Sunward ZYJ1060B-III o similar.

Teniendo en cuenta el área de trabajo hay suficiente espacio para la alternativa 2 de excavación, se realizará una excavación dejando un sobreecho de un metro que permita la instalación de la formaleta requerida para fundir el dado de cimentación, y la instalación de puntales y accesorios que permitan mantener la formaleta fija durante la fundida. Adicionalmente de ser necesario, se dejarán taludes de

protección y/o en su defecto entibado de seguridad que garantice la realización de los trabajos de una manera segura.

La metodología de construcción es la misma a la planteada para la construcción del Puente metálico # 1.

En la siguiente figura se presenta el proceso constructivo del box couvert:



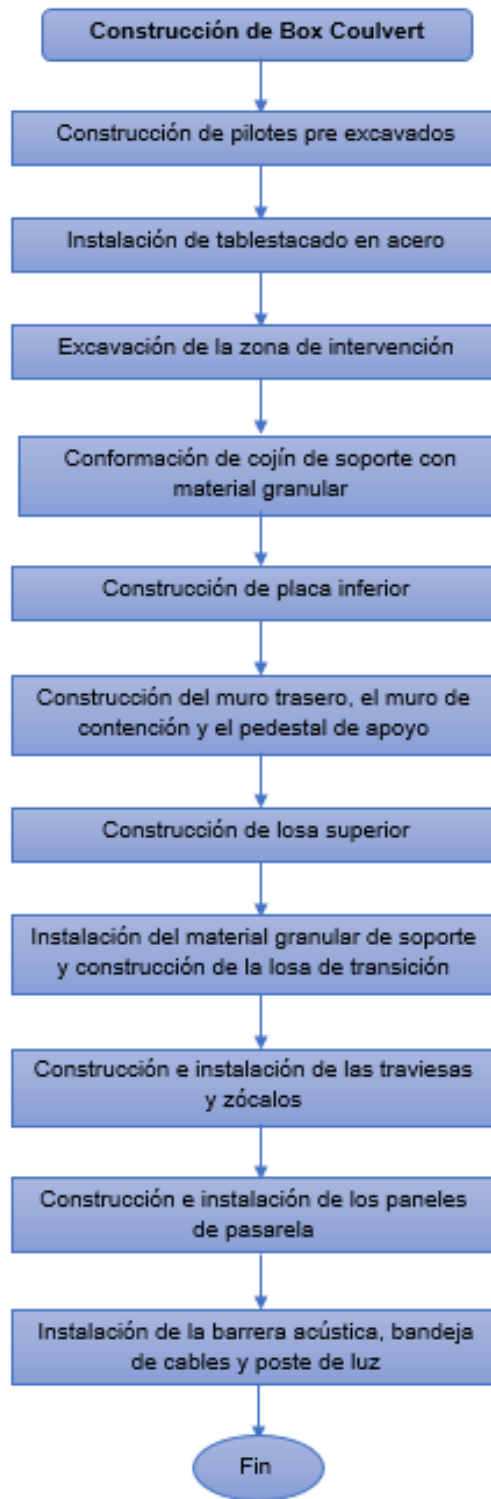


Figura 353 Proceso constructivo box couvert

Fuente: Metro Línea 1. 2022

A continuación, se presenta el proceso constructivo del puente metálico:

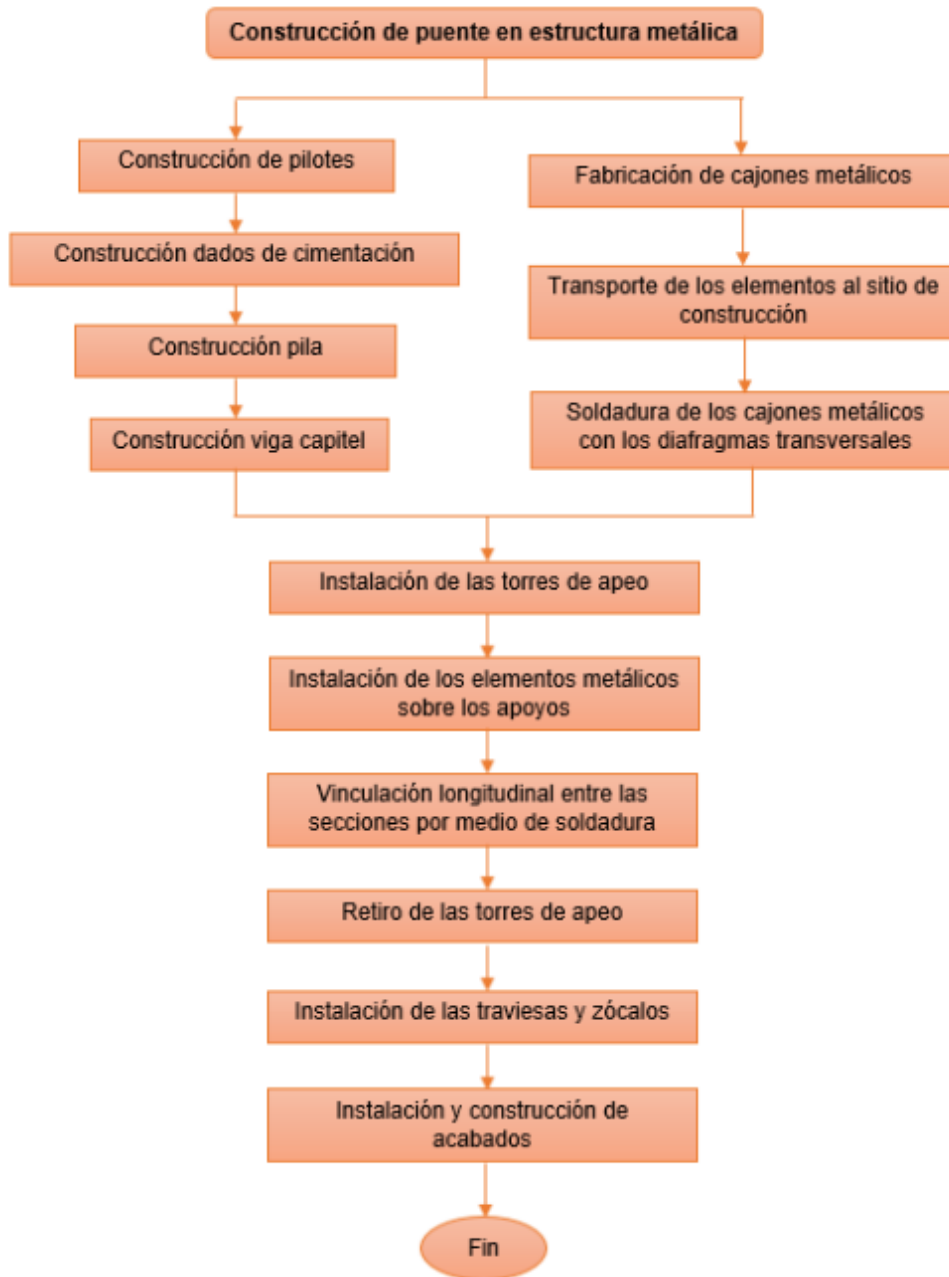


Figura 354 Proceso constructivo del puente metálico

Fuente: Metro Línea 1. 2022

### 3.2.14 Construcción de Puentes especiales en concreto

En algunos puntos específicos del trazado es necesario que el viaducto cuente con 3 vanos consecutivos con una longitud mayor a la adoptada normalmente a lo largo del viaducto, estos vanos

tendrán un recrecido mayor alrededor de las pilas centrales que soportan la estructura, estos sectores serán denominados puentes de viaductos especiales.

A continuación, se muestra la longitud de los vanos de estos puentes y la abscisa en la que se encuentran ubicados:

- ▶ Puente (44+55+44) m en K12+494.13
- ▶ Puente (58+100+60) m en K17+596.28

La construcción de estos puentes se inicia con la construcción de la dovela inicial sobre la pila, esta deberá construirse sobre una cimbra previamente instalada y formaletas laterales que permitan fundir el concreto con la longitud y forma requerida. Posteriormente se realiza el armado e instalación de acero de acuerdo con los diseños, procediendo a fundir el elemento en concreto. Al fraguar el elemento, se retira la formaleta, y se hace la instalación de los carros de avance sobre las dovelas construidas, al tener los carros totalmente instalados se realiza el armado del acero de refuerzo y se funden las dovelas, simultáneamente se realiza el proceso de tensado de acuerdo con los diseños.

Al fraguar los elementos y curar hasta obtener la mínima resistencia requerida se procede a desplazar los carros de avance para repetir el procedimiento desde la dovela recién fundida. Al finalizar la construcción de todas las dovelas se procede a retirar los carros de avance y repetir el procedimiento de la dovela inicial en este caso para la dovela de cierre con la que se dará continuidad al viaducto, es decir a los vanos construidos. En la se presenta un viaducto similar a los puentes especiales de concreto que serán construidos:



Fotografía 67 Puentes especiales en concreto

Fuente: (Ferralia, 2022)

En la siguiente figura se presenta el proceso constructivo de los puentes especiales del viaducto:

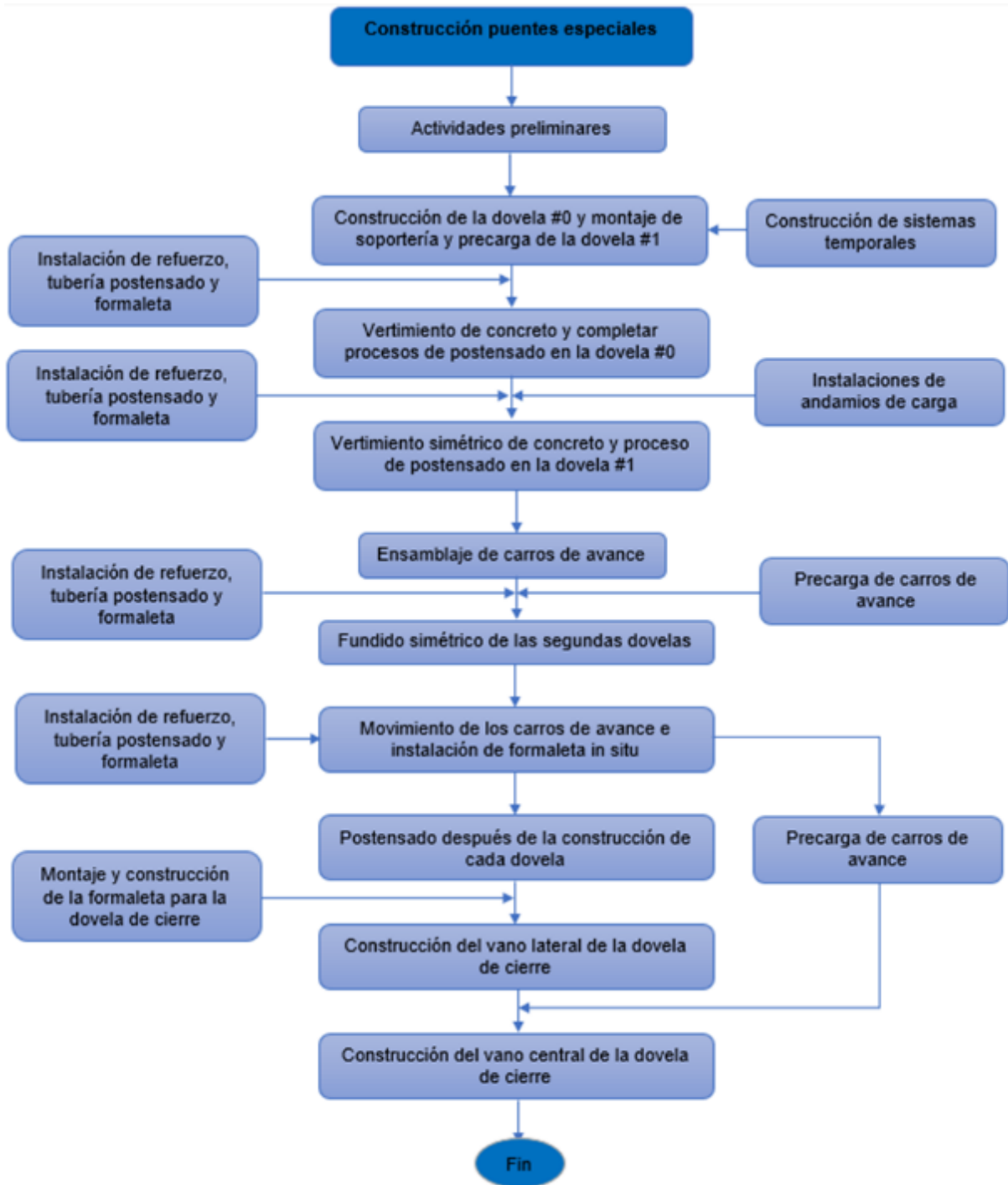


Figura 355 Proceso constructivo de los puentes especiales en concreto

Fuente: Metro Línea 1. 2022



### 3.2.15 Construcción de Estaciones metro

Para la construcción de la PLMB se cuentan con un total de 16 estaciones. A pesar de que las estaciones presentan diferencias dependiendo de las necesidades y características espaciales de cada una.

El proceso constructivo de las estaciones es muy similar iniciando con las actividades preliminares en las zonas de intervención, posteriormente se realiza la construcción de pilotes a la profundidad indicada por los diseños, al finalizar se realiza el descabece de los pilotes y se continua con la construcción de los dados de cimentación, se procede a construir los muros pantalla y se finaliza la cimentación con la construcción de las vigas de cimentación, el lleno con material seleccionado y la placa de contrapiso, contando con la respectiva instalación de redes. En los casos donde el diseño así lo indique se realiza la construcción de la pila central del sótano.

Posteriormente se realiza la construcción de las columnas del primer nivel continuando con las vigas y placa del segundo nivel, incluyendo las conexiones de redes y se continua con la construcción de columnas del segundo nivel y las vigas y placa del tercer nivel, con las instalaciones de redes. Se realiza la construcción de muros de acuerdo con los diseños y se instala la estructura metálica para la fachada, posteriormente se realiza la instalación de la fachada y se continua con la instalación de los acabados correspondientes.

Al finalizar se construyen las escaleras, se instalan barandas y se procede a construir los puentes de abordaje, por otra parte, se instala la estructura metálica para la cubierta y la cubierta translúcida siguiendo con los diseños. Finalmente se realiza la instalación de puertas, barandas y acabados finales.

#### 3.2.15.1 Edificios de acceso ascendente y descendente

Los edificios de acceso son edificaciones independientes del viaducto, ubicados a los costados de este que permite a los usuarios ingresar a la plataforma de acceso del metro por medio de puentes de conexión.

De forma general, la mayoría de las edificaciones estarán conformadas por vigas y columnas donde su sistema de resistencia sísmica es de pórticos de concretos resistentes a momentos, sin embargo, hay unas edificaciones que están conformadas por vigas, columnas y muros por lo que su sistema de resistencia sísmica es un sistema combinado de muros de concreto con pórticos resistentes a momentos. Los dos sistemas estructurales planteados tienen una capacidad de disipación moderada de energía (DMO).

La cimentación de las edificaciones depende de las cargas y la configuración estructural de cada una de las edificaciones, por lo que las cimentaciones pueden ser superficiales y/o profundas. Las posibles configuraciones de cimentaciones que se van a utilizar son las siguientes:

- ▶ Pilotes y/o barretes, dados y vigas de amarre
- ▶ Pilotes y/o barretes, dados, vigas, viguetas y placas
- ▶ Zapatas y vigas de amarre

Para la construcción de ambos de estos elementos (pilotes -barretes) se deben seguir las recomendaciones del estudio de suelos y planos aprobados. En cuanto a las pantallas, su ubicación se ciñe al sótano técnico de la presente estación como se mostrará posteriormente.

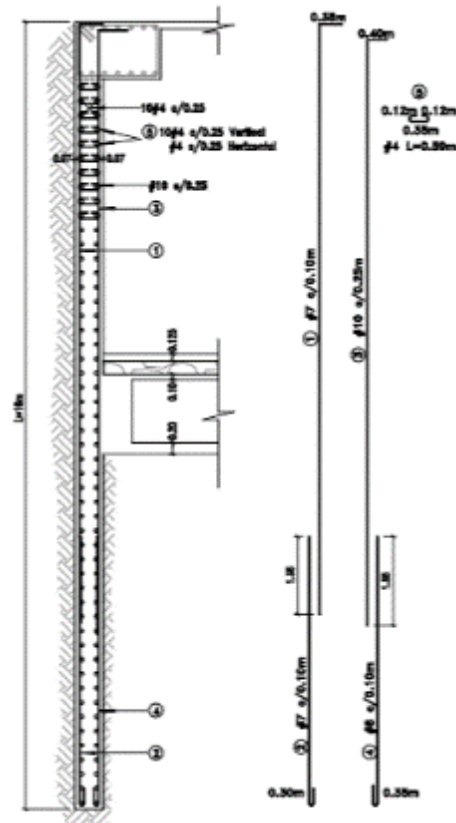


Figura 356 Corte Típico de pantallas preexcavadas-estaciones

Fuente: Metro Línea 1. 2022

Los barretes deberán ser localizados de acuerdo con las coordenadas previstas en el diseño estructural. La geometría prevista en esos planos también deberá respetarse. Deberán verificarse los planos de la ubicación de redes y de ser necesario ejecutar apiques de verificación.

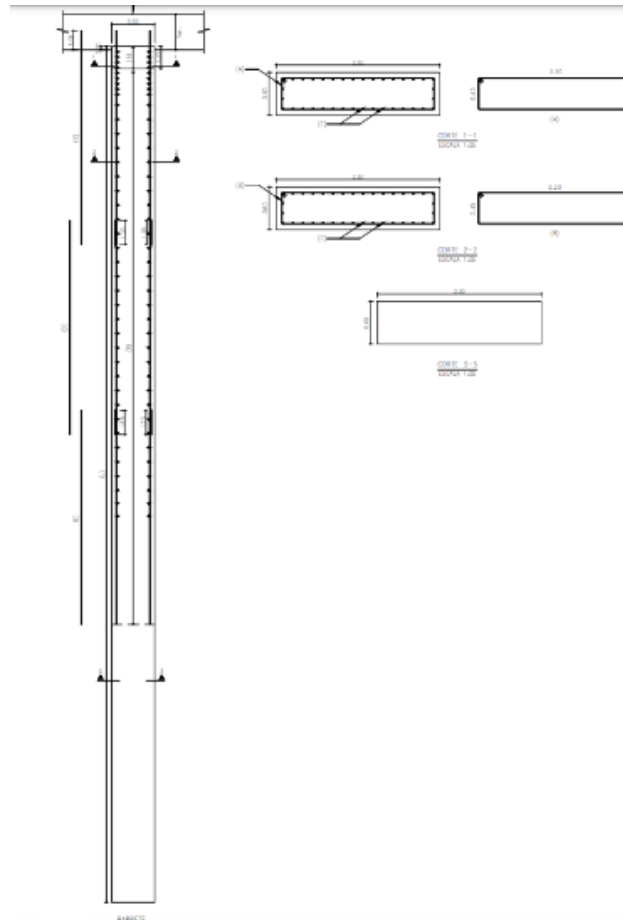


Figura 357 detalle de Barretes

Fuente: Metro Línea 1. 2022

Para las configuraciones de cimentaciones con pilotes, el área de geotecnia recomienda una separación mínima entre pilotes de 3 veces el diámetro, igualmente la cimentación idónea para cada una de las edificaciones se escogerá en conjunto con el área de geotecnia, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la exploración geotécnica.

Para la construcción del sótano se recomienda el uso de pantallas pre excavadas. No obstante, en cada estación hay que revisar los diseños a detalle para tomar las decisiones adecuadas para cada caso.

- ▶ Los barretes y pantallas se proyectan como elementos pre excavados y fundidos in situ; estos elementos se deben construir desde el nivel actual del terreno.
- ▶ Se plantea la alternativa de construir una viga andén en la parte superior de la excavación, en cualquier caso, el apuntalamiento superior de las pantallas debe garantizarse.
- ▶ Los barretes y pantallas se proyectan como elementos pre excavados y fundidos in situ; estos elementos se deben construir desde el nivel actual del terreno.

- ▶ La construcción de pantallas, barretes y pilotes debe hacerse antes de ejecutar cualquier excavación.
- ▶ Las pantallas deberán ser apuntaladas tanto en la parte superior, intermedia (puntal temporal) e inferior (losa de contrapiso), la pantalla estará sujeta a una subpresión por cuenta la presencia del nivel freático por encima de la base de la losa de contrapiso.
- ▶ Todo el sistema de las pantallas deberá evitar al máximo la filtración de aguas al interior del sótano, es decir deberá ser estanco y las juntas previstas entre los módulos de las pantallas deben ser a prueba de agua. A pesar de lo anterior, como medida de contingencia se recomienda que se genere un pozo de achique para recoger cualquier agua que se infiltre o que se acumule producto de la operación de la edificación; este pozo deberá contar con un sistema de bombeo para poder evacuar el agua.

#### 3.2.15.2 Nave central

Los edificios de nave central son edificaciones que se encuentran alineadas con el eje del viaducto los cuales permiten la entrada de los pasajeros al tren. En algunos casos se plantean edificaciones que albergan espacios de comercio y plataformas intermedias de acceso e interconexión como es el caso de las estaciones tipo mezanine.

De acuerdo con la configuración general de las estructuras se plantea el diseño de dos tipologías principales de estación nave central:

- ▶ Estructuras tipo mezanine: Este tipo de estaciones contemplan principalmente la construcción de edificaciones que albergarán áreas de servicio logística de la operación del sistema. Por su condición especial contarán con niveles intermedios aéreos, así como un nivel superior donde se ubicarán las plataformas de acceso para la línea de metro. De forma general, las edificaciones están conformadas por vigas y columnas donde su sistema de resistencia sísmica es de pórticos resistentes a momentos en concreto, con capacidad de disipación moderada de energía. A nivel de abordaje, se debe considerar el soporte de las vigas de viaducto especiales, así como el soporte de las plataformas de abordaje, las cuales se plantean en elementos tipo cajón metálicos que reciben la placa de piso en concreto, y la cubierta en estructura metálica, conformada por pórticos.
- ▶ Estructuras tipo descentralizadas: Este tipo de estaciones contemplan principalmente la construcción vigas cabezales sobre pilas en concreto, conformando sistemas tipo péndulo invertido en la dirección longitudinal del viaducto similar al diseño de la zona inter-estaciones del viaducto férreo, y en la dirección transversal se plantean sistemas tipo péndulo invertido y pórticos para algunas estaciones, dependiendo de su localización. En estas estaciones se prevé la conexión por medio de pasarelas entre los edificios de acceso y las plataformas de abordaje. A nivel de abordaje, se debe considerar el soporte de las vigas U del viaducto; así como el soporte de las plataformas de abordaje, las cuales se plantean en elementos tipo cajón metálicos que reciben la placa de piso en concreto, y la cubierta en estructura metálica,



conformada por pórticos.

La cimentación depende de las cargas y la configuración estructural de cada una de las estructuras contempladas, dado que las Naves centrales de todas las estaciones están directamente vinculada con el viaducto, estas se plantean con una cimentación profunda. Las posibles configuraciones de cimentaciones que se van a utilizar son las siguientes:

- ▶ Pilotes y/o barretes, dados y vigas de amarre
- ▶ Pilotes y/o barretes, dados, vigas, viguetas y placas

Para ambas configuraciones, el área de geotecnia recomienda una separación mínima entre pilotes de 3 veces el diámetro, igualmente la cimentación idónea para cada una de las edificaciones se escogerá en conjunto con dicha área, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la exploración geotécnica. En la Figura 358 se presenta la estación 2 de la PLMB que será construida:

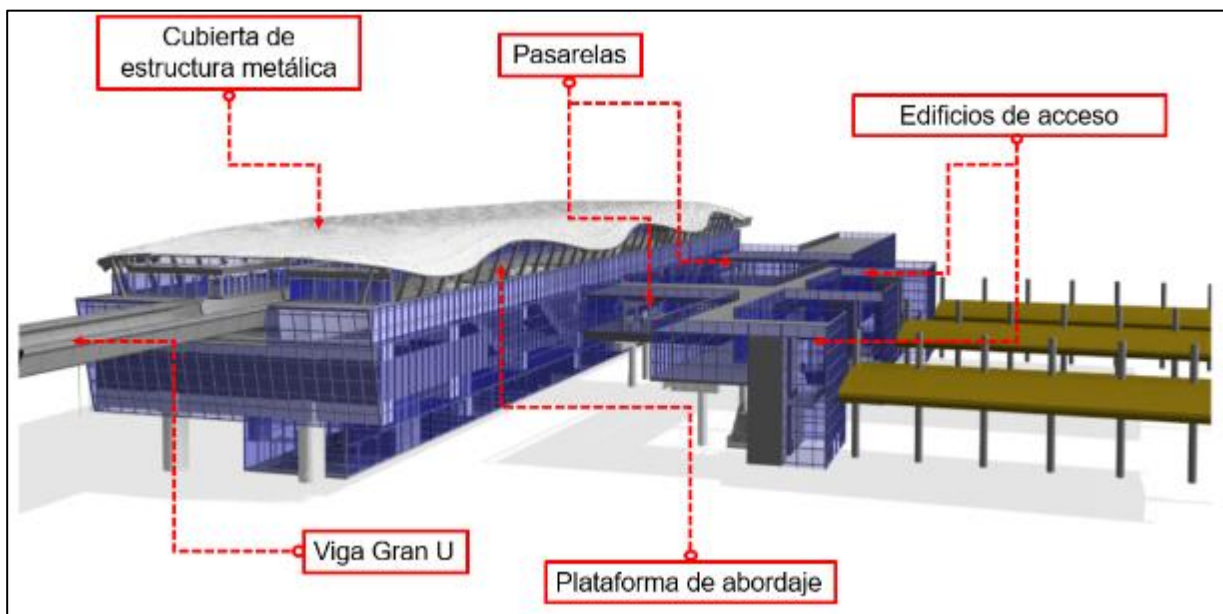


Figura 358 Estación 2 PLMB

Fuente: Metro Línea 1. 2022

- ▶ Muros de Concreto
  - ▶ Divisiones interiores

Muros divisorios en concreto cuyo espesor estará indicado debidamente en los planos no objetados aptos para construcción. Estos irán de acuerdo con las especificaciones estructurales determinadas y con la metodología que se mejor se ajuste para su adecuación. Los muros que sean fundidos in situ

deberán fundirse con formaleta en óptimas condiciones para garantizar acabado de concreto a la vista liso y sin imperfecciones

- ▶ Muros de Tanques de almacenamiento de agua potable y lluvias

Estos muros cuentan con un grosor de 40cm y corresponden a lo indicado en planos como “Tipo 1”. Hay que verificar para cada estación lo que digan los planos estructurales. Lo presentado en la Figura 359 es solo un eje ejemplo de un caso típico.

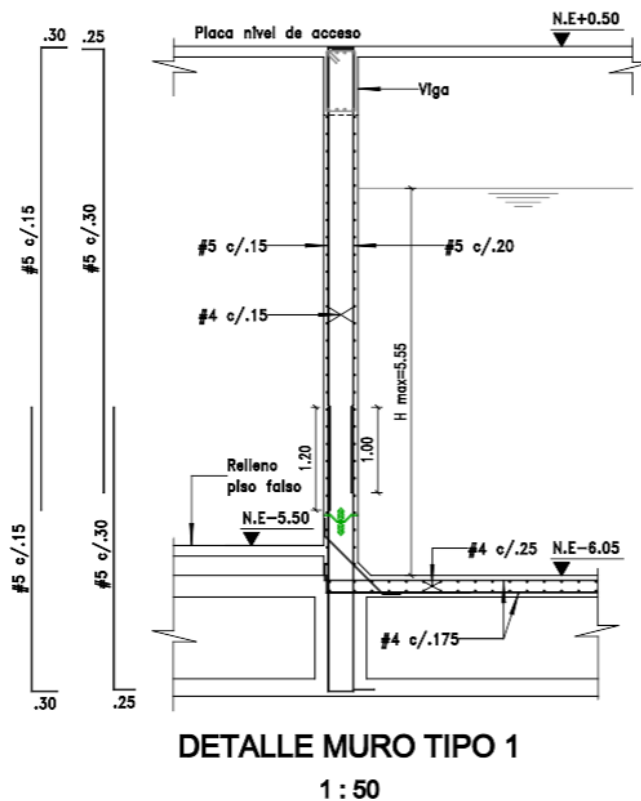


Figura 359. Detalle tipo muros para tanques

Fuente: Metro Línea 1. 2022

En la siguiente figura se presenta el proceso constructivo para las estaciones de metro:

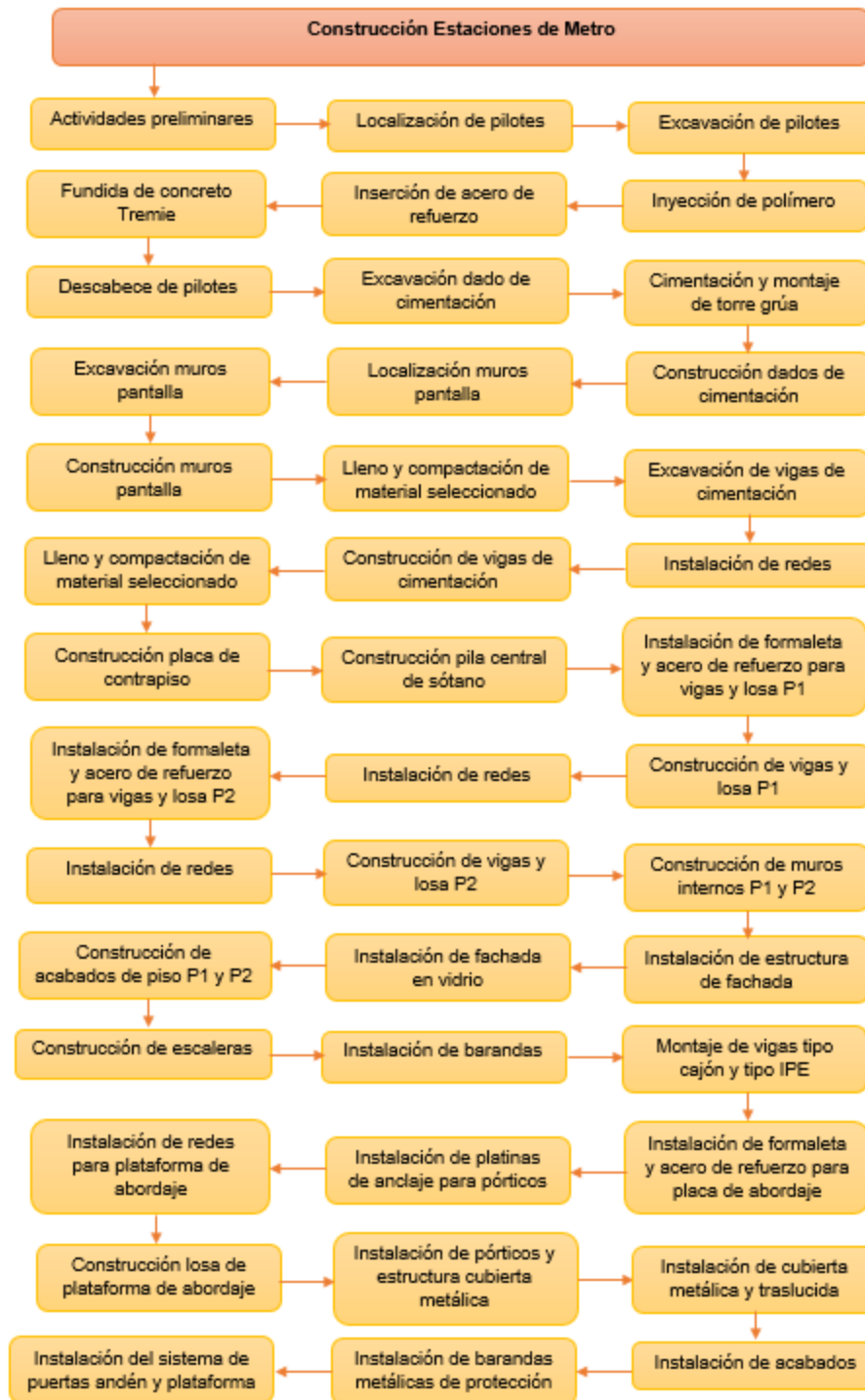


Figura 360 Proceso constructivo estaciones metro

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.16 Construcción Estaciones BRT

Las estaciones de Transmilenio serán modificadas y reconstruidas para poder realizar la construcción de la PLMB, de acuerdo con el plan de ejecución vigente se realizarán la demolición de distintas estaciones teniendo en cuenta que será necesario para la construcción de la PLMB. Para poder realizar la demolición se deberá tener pleno conocimiento y permiso por parte de Transmilenio, posteriormente se realiza el desmonte de las casetas de recaudo y torniquetes, continuando con el desmantelamiento de cielo raso, señalización, cableados y posteriormente la cubierta por medio de una grúa y maquinaria de corte. Al finalizar el desmantelamiento de la cubierta se continua con el retiro de las celosías, perfiles y se demuele la plataforma se retira la estructura y finalmente se hace la demolición de la cimentación, para proceder con la limpieza final de la zona y la entrega de la estructura metálica a la empresa Transmilenio para realizar la chatarrización por parte de ellos.

En la Figura 361 se presenta la estación BRT junto con la estación de metro de la calle 63:

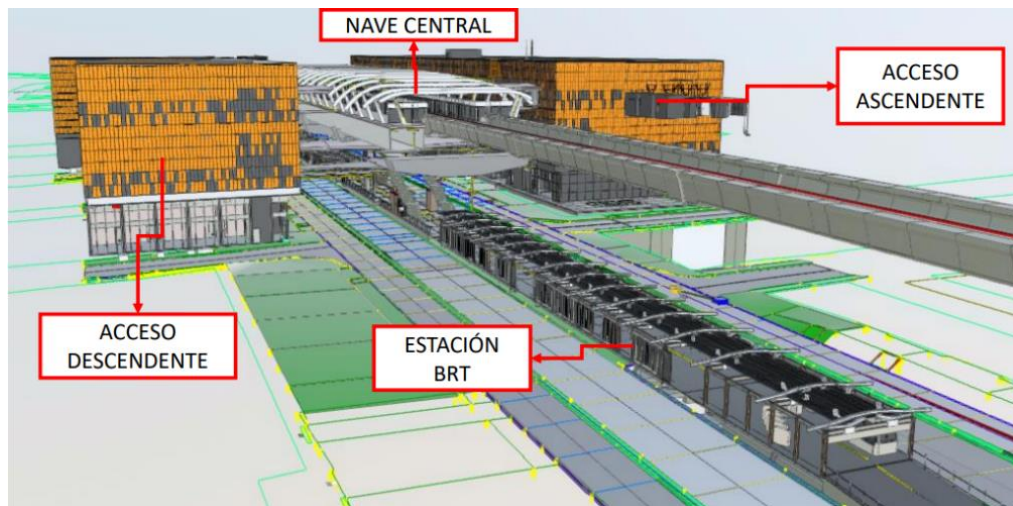


Figura 361 Estación BRT

Fuente: Metro Línea 1. 2022



En la siguiente figura se identifican las 16 estaciones BTR existentes del sistema de Transmilenio

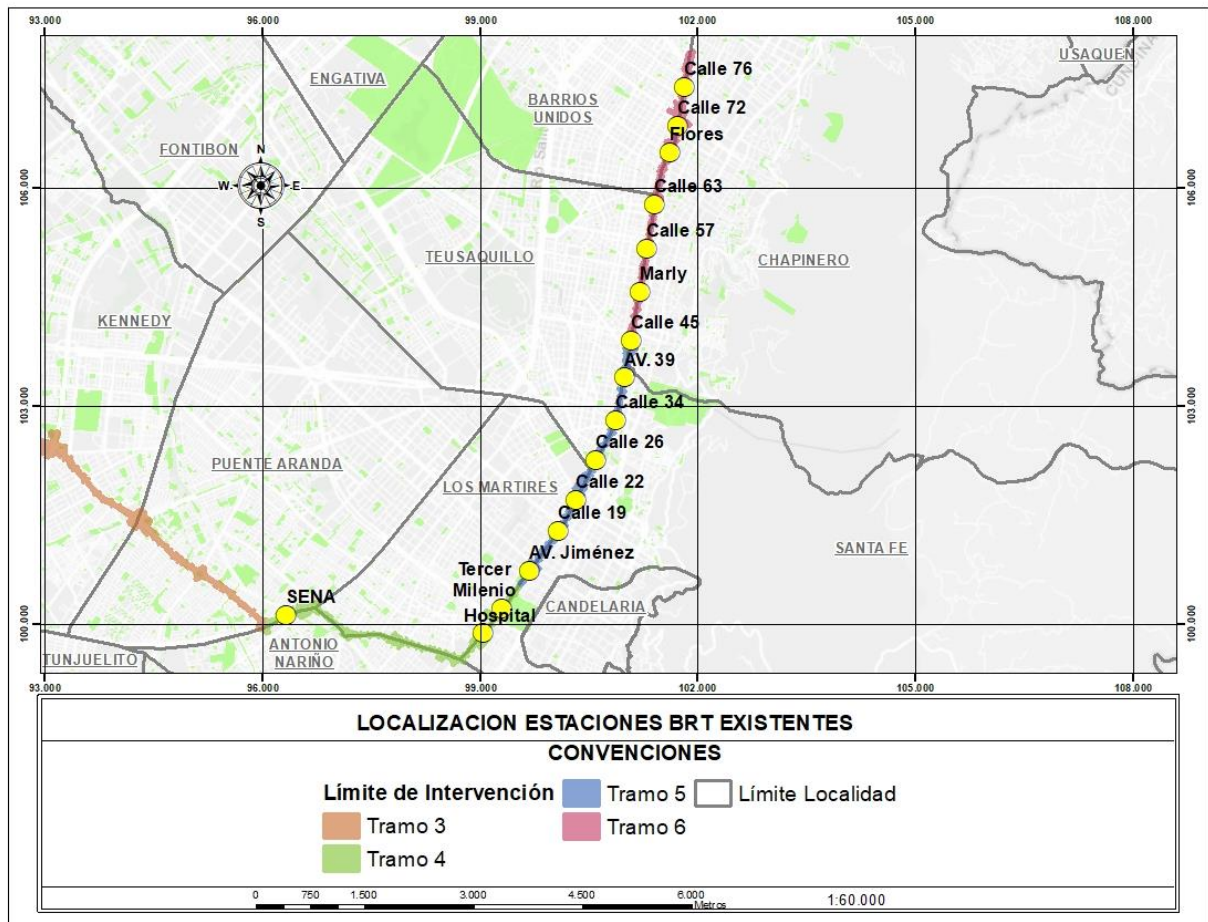


Figura 362 Estaciones BTR existentes

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Las estaciones BRT con nueva localización serán:

- BRT07- Calle 39
- BRT11- Flores

Las estaciones BRT con interconexión a estaciones Metro son:

- BRT01- Sena
- BRT02- Hospital
- BRT04- Av. Jiménez
- BRT08- Calle 45
- BRT10- Calle 63
- BRT13- Calle 76

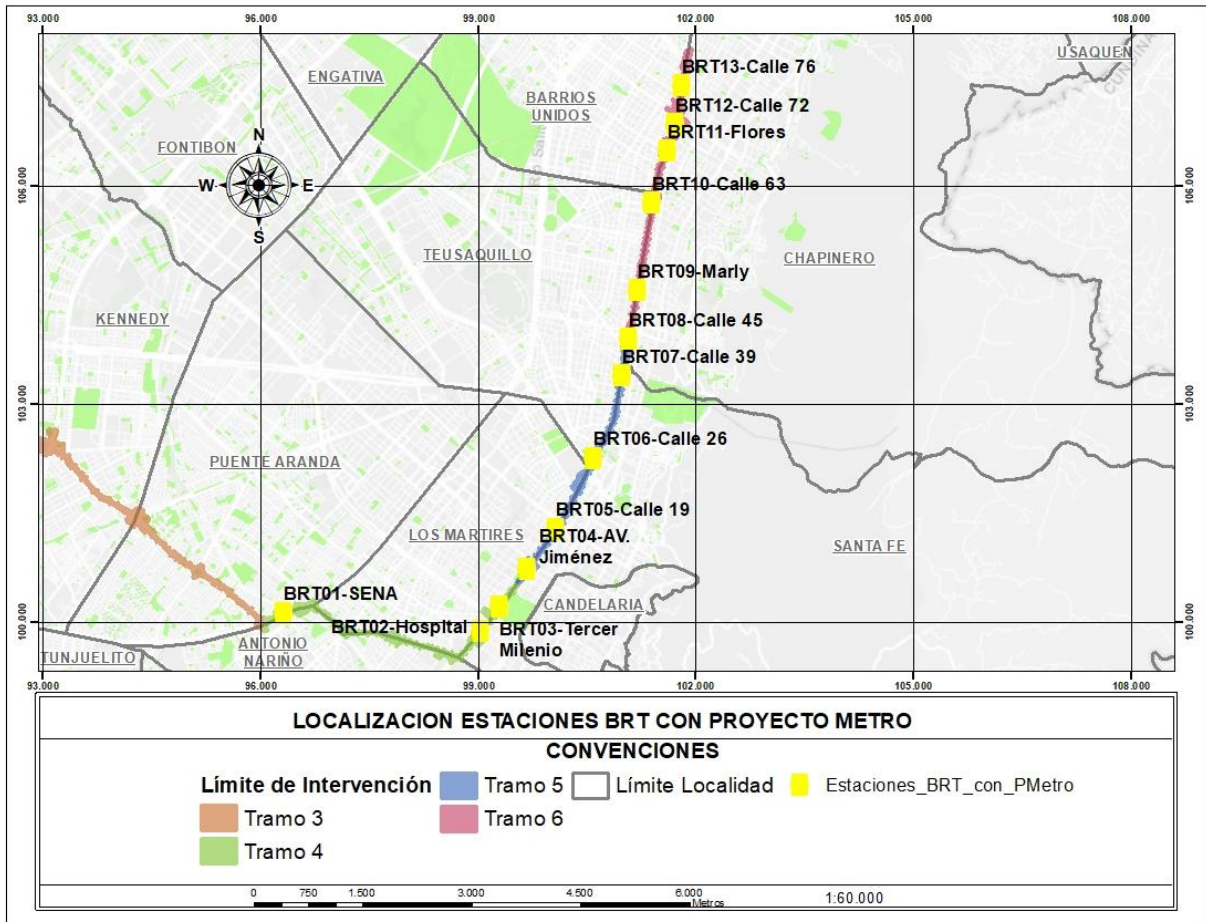


Figura 363 Estaciones BTR con proyecto METRO

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Para las secciones existentes, los trabajos se esquematizan de la siguiente manera:



Figura 364 Esquema para secciones existentes para estaciones BTR

Fuente: Metro Línea 1. 2023

La secuencia de construcción contractual se ilustra en la siguiente figura:

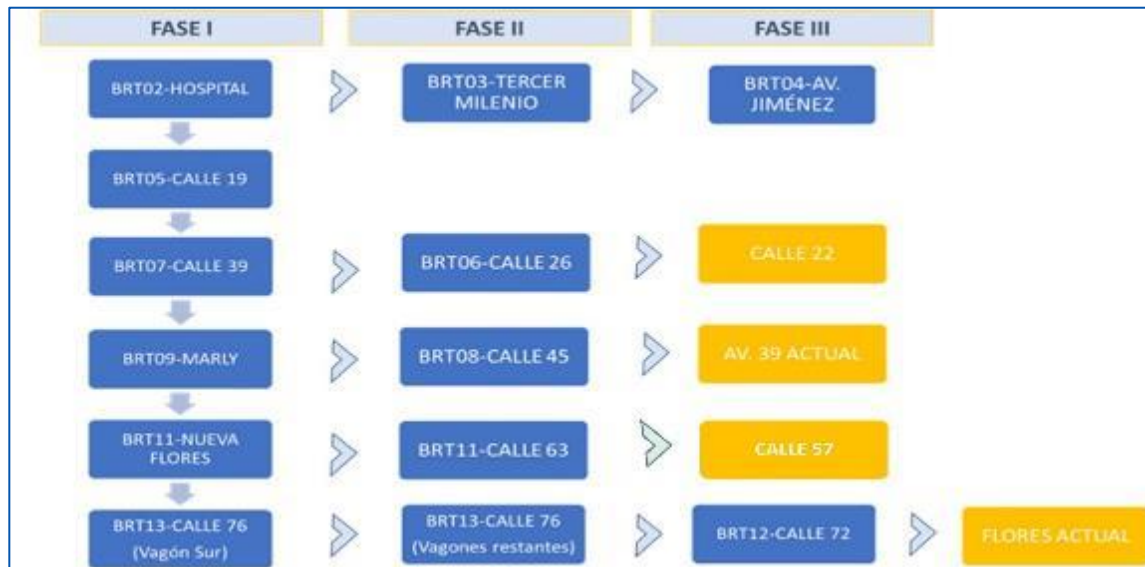


Figura 365 Secuencia de construcción estaciones BRT- Contractual

AP17

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Por su parte, la secuencia de trabajo propuesta por ML1 y que está en trámite de aprobación es la siguiente:

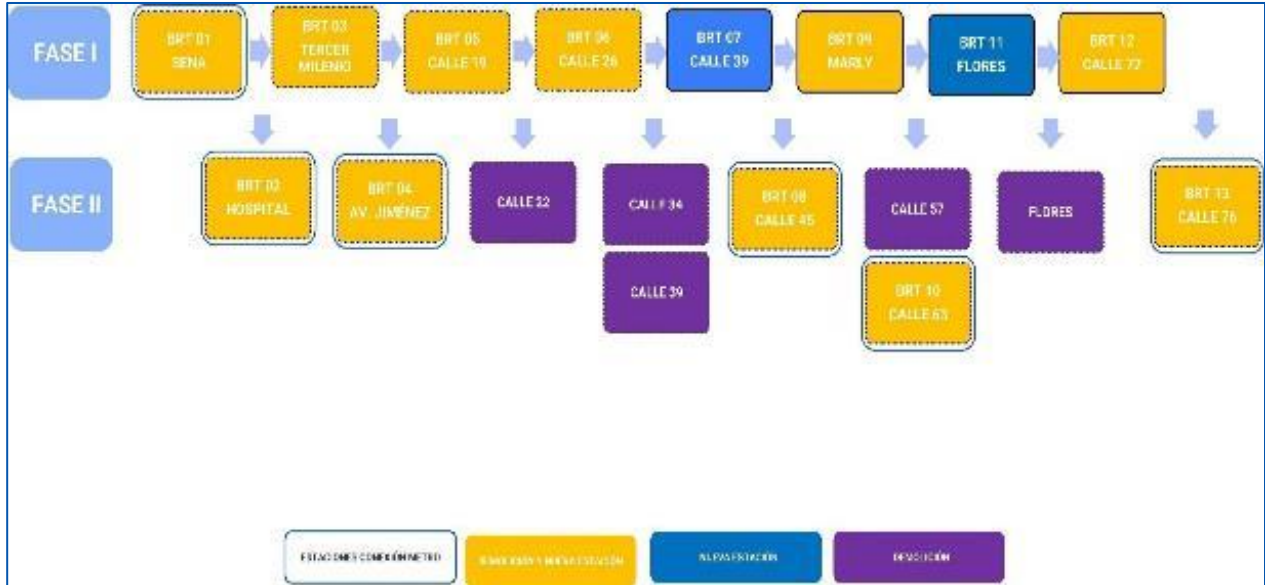


Figura 366 Secuencia de construcción estaciones BRT- propuesta ML1

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Con base en lo anterior, en la siguiente figura se ilustra los trabajos a desarrollar para las estaciones BTR:



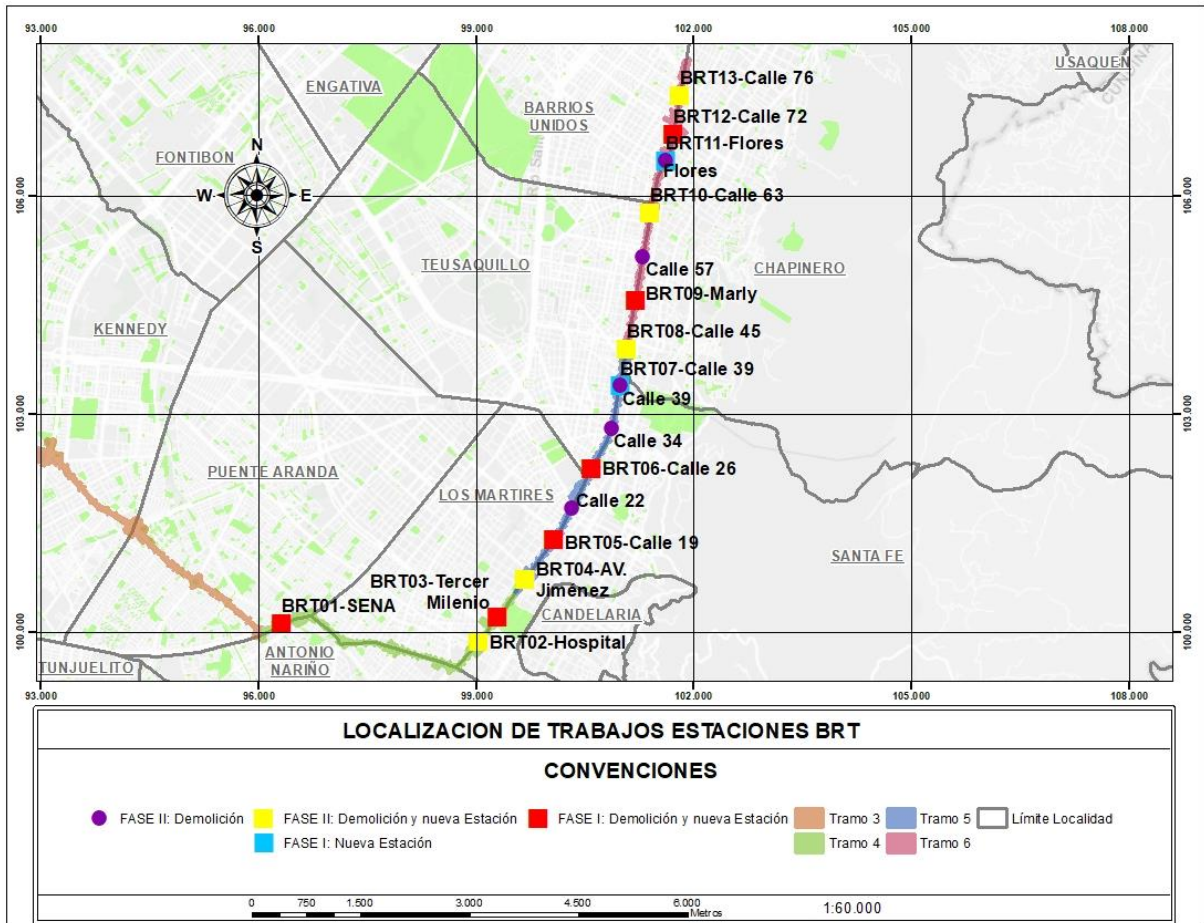


Figura 367 Consolidado trabajos estaciones BRT

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.16.1 Desmantelamiento y demolición de estaciones

El desmantelamiento y demolición se realizará a las dimensiones mínimas necesarias para la ejecución de la obra, dentro de los límites definidos por Transmilenio. Si durante la ejecución de las obras se encuentran ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o coloniales, reliquias, fósiles u otros objetos de interés arqueológico, o minerales de interés comercial o científico, la demolición se suspenderá inmediatamente en el sitio del descubrimiento, y se notificará al área correspondiente, quien debe notificar a la autoridad encargada de investigar y evaluar dichos hallazgos.

- ▶ Desmontaje de torniquetes y equipos en taquillas

Los equipos de recolección, control de acceso e información al usuario del Sistema BRT Transmilenio se desinstalarán e instalarán por la concesionaria de SIRCI y/o quien Transmilenio S.A. designe.

- ▶ Desmontaje de acabados de estaciones BRT

El desmontaje de acabados se limitará a las dimensiones mínimas necesarias para la ejecución de la obra, seleccionando y separando los materiales que se pueden utilizar de los que deben depositarse en sitios aceptados por la autoridad ambiental competente y el sitio seleccionado por Transmilenio.

► Demolición de estructuras de hormigón

Incluye la demolición de concreto liso, simple o reforzado, en estructuras de contención, cimientos, columnas, vigas, paredes, escaleras, losas, literas u otros elementos de concreto.

Los materiales que están incrustados o unidos al concreto, tales como: acero de refuerzo, marcos de puertas, cubiertas, tuberías, etc.

► Demolición de suelos

Esta actividad incluye la demolición de las losas de hormigón, componentes prefabricados y cualquier tipo de pisos, y la eliminación de la regla y el contrapiso. El material del contrapiso se almacenará para evaluar su posible reutilización.

3.2.16.2 Construcción de estaciones BTR

Para la construcción de las estaciones se tiene previsto realizar las siguientes actividades:

► Obras de construcción de cimentación (pilotes y zapatas) y pilas viaducto metro.

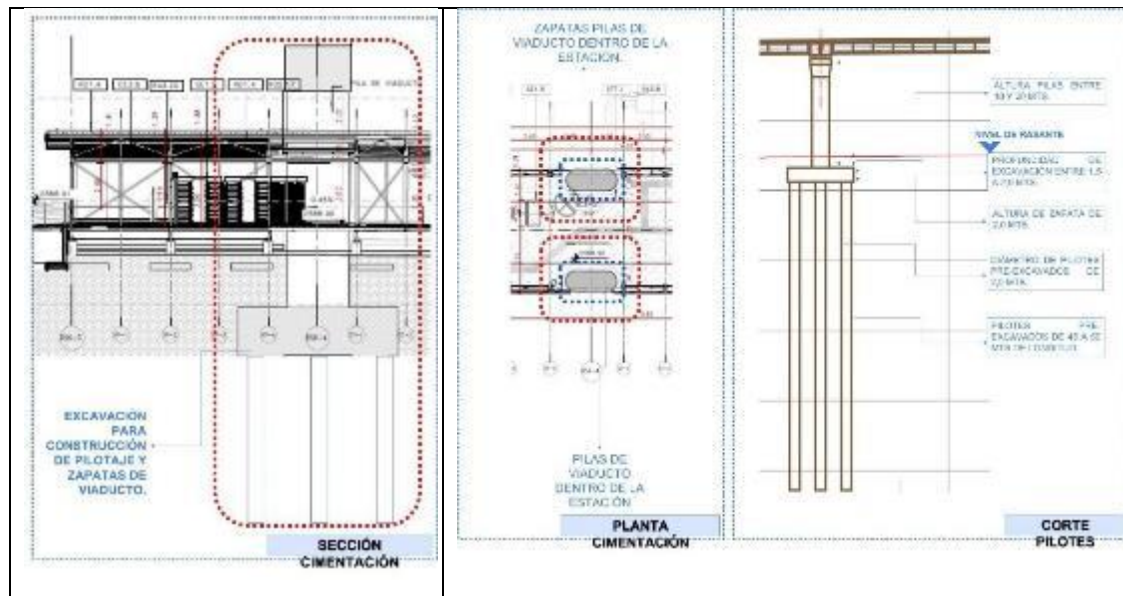


Figura 368 Sección cimentación viaducto y estaciones

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- ▶ Instalación y ensamble de estructura metálica de nuevas estaciones BRT.

Los vagones se fabricarán en las plantas de los proveedores de estructuras de acero previamente aprobados y luego se transportarán en módulos al frente de trabajo. Los vagones se levantarán y la estación de BRT se ensamblará en el frente de obra.



Figura 369 Ensamble estaciones BRT

Fuente: IDU. 2023

- ▶ Obra civil de cimentación de nuevas estaciones BRT
- ▶ Instalación de paneles arquitectónicos, acabados y señalética nuevas estaciones BRT

Suministro e instalación de acabados arquitectónicos para estaciones BRT, incluye las siguientes actividades:

- ▶ Instalación de pisos de estación
- ▶ Instalación y montaje de paneles arquitectónicos
- ▶ Instalación de vidrio
- ▶ Instalación de puertas de embarque.
- ▶ Instalación de señalización.
- ▶ Instalación de paneles informativos, luminarias, etc
- ▶ Instalación de redes y puertas de nuevas estaciones BRT.

En la siguiente figura se ilustra el proceso para la construcción de las estaciones BTR .

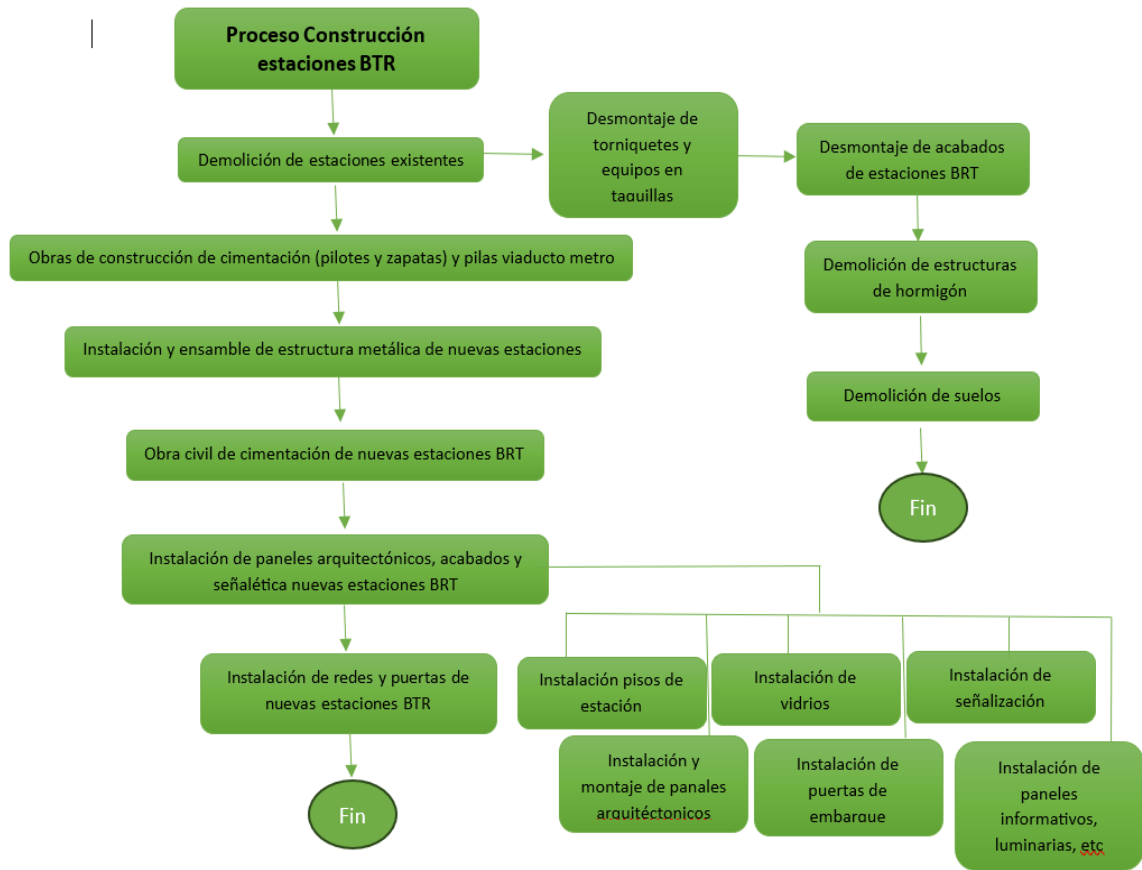


Figura 370 Proceso construcción estaciones BTR

Fuente: Metro Línea 1, 2023

### 3.2.17 Demolición de puentes peatonales

De acuerdo con el trazado del viaducto para la primera línea del metro, se requiere demoler algunos puentes peatonales, los cuales se listan a continuación relacionando Figura 371 de la estructura actual, ortofoto y la propuesta de diseño de las nuevas estructuras.



► Puente peatonal alameda El Porvenir



Figura 371 Esquemas puente peatonal El Porvenir

Fuente: Metro Línea 1. 2023

- Para las obras de la vía de servicio y el pilotaje, el puente ya habrá sido desmontado para diciembre de 2023.
- Puente peatonal Av. Primera de mayo con calle 38 sur



Figura 372 Esquemas puente peatonal Av. Primero de mayo con calle  
38 sur

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de mayo con Av. Boyacá



Figura 373 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Av. Boyacá

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 71D



Figura 374 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 71D

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 68D



Figura 375 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 68D

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de mayo entre la carrera 52B y la carrera 52C.



Figura 376 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de mayo entre la carrera 52B y la carrera 52C

Fuente: Metro Línea 1. 2023



► Puente peatonal Av. Primera de mayo con Carrera 51



Figura 377 Esquemas Puente peatonal Av. Primero de mayo con

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de Mayo con carrera 39



Figura 378 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de Mayo con  
carrera 39

Fuente: Metro Línea 1. 2023

► Puente peatonal Av. Primera de Mayo con autopista sur



Figura 379 Esquemas Puente peatonal Av. Primera de Mayo con

Fuente: Metro Línea 1. 2023



En la tabla No. 31 se relacionan las características de cada puente a demoler.

Tabla 44 - Dimensiones puentes a demoler

Nombre del Puente	Características				
	Longitud (m)	Ancho (m)	Área tablero	Áreas escalera o rampas	Materiales
El Porvenir	50	2.2	110 m <sup>2</sup> por cada viga	No tiene escaleras ni rampas.	Vigas metálicas
Av. Primera de mayo con calle 38 sur	41	1.8	82 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup> las escaleras de ambos costados	Vigas, pilas y escaleras en concreto
Av. Primera de mayo con Av. Boyacá	55.6	3	166.8 m <sup>2</sup>	393.6 m <sup>2</sup>	Vigas, columnas y rampas en concreto
Av. Primera de mayo con Carrera 71D	58	3	430 m <sup>2</sup>	195 m <sup>2</sup>	Vigas, columnas, escaleras y rampas metálicas
Av. Primera de mayo con Carrera 68D	39	1.8	77 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>	Viga metálica, columnas y escaleras en concreto
Av. Primera de mayo entre la carrera 52B y la carrera 52C	34	2.1	71 m <sup>2</sup>	53 m <sup>2</sup>	Viga metálica, columnas y escaleras en concreto
Av. Primera de Mayo con carrera 39	63	3	187 m <sup>2</sup>	227 m <sup>2</sup>	Viga metálica, columnas y escaleras en concreto
Av. Primera de Mayo con autopista sur	188	3	567 m <sup>2</sup>	766 m <sup>2</sup>	Vigas, columnas, escaleras y rampas metálicas

Fuente: Metro Línea 1. 2023

Las actividades que se llevaran a cabo para cumplir con la demolición de puentes son:

- ▶ Labores de cerramiento del puente

Para dar inicio a las actividades de demolición se solicitará a la Secretaría Distrital de Movilidad la aprobación del plan de manejo de tráfico PMT para la implementación del cierre de la rampa de acceso a las estaciones que requieran, que coincidirá con las actividades de demolición de estas, así como la

implementación de un paso provisional para los flujos que se presenten durante la ejecución de las maniobras de desmonte y pilotaje.

- ▶ Desmantelamiento de barandas de rampa

Una vez deshabilitada la rampa de acceso a la estación, se procede con el desmantelamiento de las barandas y su respectivo almacenamiento.

- ▶ Cortes previos al desmonte de la estructura

De acuerdo con el tipo de estructura de cada puente, se proceden con diferentes cortes en uniones o juntas de piezas o partes de la estructura, para facilitar el desmonte y proceder con la demolición de partes restantes.

- ▶ Desmonte de elementos estructurales

Desmonte de elementos estructurales: Una vez realizados los cortes de las uniones de estructuras, se procede con la ubicación de las grúas de acuerdo con el espacio autorizado en el PMT, para desmonte e izaje de elementos estructurales, se debe tener en cuenta el tipo de grúa a usar, su radio de giro, el espacio que tiene para el giro, la capacidad de las grúas y el peso respectivo de cada elemento.

- ▶ Demolición de rampa en concreto

Una vez desmanteladas las barandas de la rampa, se procede con la respectiva demolición con equipos mecánicos y su respectivo acopio en la zona de obra para el traslado posterior.

- ▶ Traslado de escombros

Se procede con el cargue de material demolido en los vehículos que lo llevarán a su disposición final autorizados

- ▶ Limpieza del sitio

Una vez termina la demolición de la rampa en concreto, se hace limpieza de la zona para dar entrada al equipo que ejecutará las obras de cimentación (pilotes y zapata) y pilas en dicho punto

- ▶ Desmonte temporal de vigas

Una vez se cuente con el cerramiento, se procede a realizar el desmonte de las vigas centrales con una torre grúa, que desmontará cada una de las vigas centrales, y las ubicará en las camas bajas que las llevarán a una zona de almacenamiento mientras se terminan las maniobras de pilotaje por parte del equipo que ejecutará las obras de cimentación del viaducto. Esta actividad se realizará en horario nocturno, para evitar mayores impactos en los flujos sobre las calzadas mixtas, así como en la operación de Transmilenio.

En la siguiente figura se ilustra el proceso para demolición de los puentes peatonales necesarios a retirar por la construcción del viaducto.

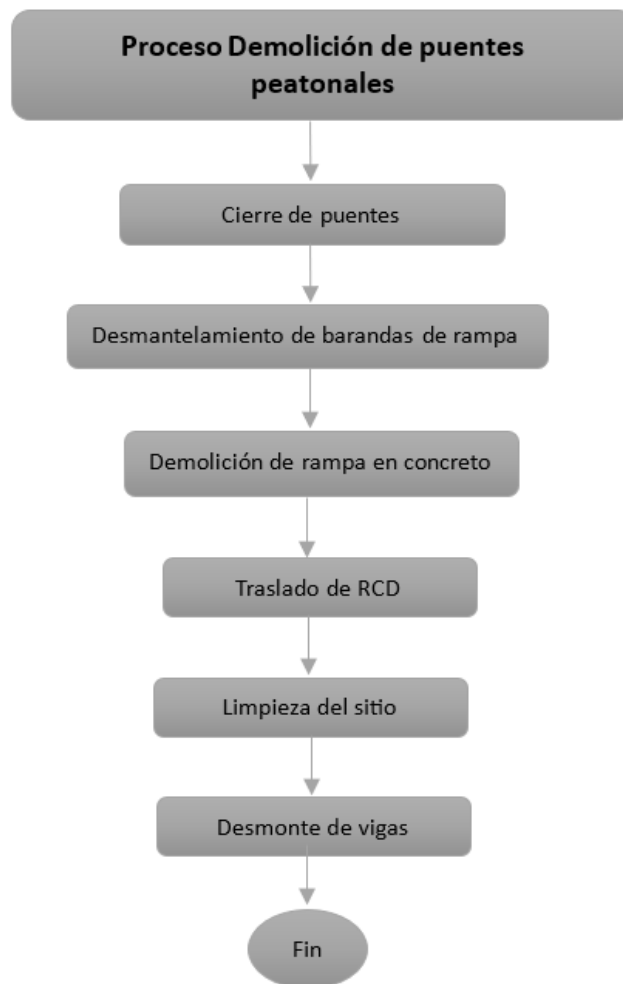


Figura 380 Proceso demolición de puentes peatonales

Fuente: Metro Línea 1. 2023

### 3.2.18 Conformación de la malla vial

A medida que se vayan finalizando las actividades de construcción del viaducto de la PLMB se realizará la reconfiguración de la malla vial, teniendo en cuenta que se debe reconfigurar la infraestructura afectada. La conformación de la malla vial podrá ser en pavimento asfáltico o en concreto, dependiendo de los diseños y de la zona donde se realiza la conformación de la malla vial, de esto dependerán los espesores del material granular que conformará la estructura de soporte.

Por lo anterior se deberá realizar esta actividad para poder reconformar las vías afectadas a lo largo de los 6 tramos, en su mayoría en las zonas donde se realizará la construcción de la cimentación.

A continuación, se relaciona la metodología de construcción

▶ Actividades preliminares – Localización y Replanteo.

Actividad que se realiza para la verificación y materialización de los diseños de vías en coordinación con el área Técnica y topografía; dicha actividad consiste en la georreferenciación de los elementos los cuales se materializan en los tramos a intervenir, teniendo en cuenta la localización georreferenciada, niveles, pendientes longitudinales y transversales, como la ubicación de todos los elementos aferentes a las vías.

▶ Retiro del mobiliario y carpeta asfáltica en vías

Una vez delimitada el área de intervención se procede a retirar el mobiliario de vías como tope llantas, tachas reflectivas, separadores o colombinas fijas para señalización vial existente, reductores de velocidad, entre otro (“se considera Mobiliario vial todo elemento urbano complementario, ubicado en la vía pública o en espacios públicos aferentes, fomentando el uso adecuado de los espacios, así como servir de apoyo a la infraestructura y al equipamiento urbano, formando parte de la imagen de la ciudad”). Su disposición se realizará de acuerdo con las directrices establecidas por las entidades públicas.



Figura 381 Movilario a retirar

Fuente: Consorcio Contrato Transmilenio

Una vez realizado el cerramiento del área a intervenir, se puede iniciar con el fresado y retiro de las carpetas existentes en asfalto, demolición de prefabricados de confinamiento y descapote, de acuerdo con los procedimientos para el cargue, transporte y disposición final.





Fotografía 68 Fresado capa asfáltica

Fuente: IDU, 2023.

Inicialmente se realizará la conformación del material granular mediante capas de 15 cm que serán niveladas y compactadas hasta alcanzar con los espesores requeridos para cada tipo de material, garantizando que se encuentren compactado según lo indicado en los diseños. Posteriormente al completar el espesor de cada material y que se obtenga la resistencia requerida se realiza el armado del acero de refuerzo en caso de que sea en concreto o se hace el riego de la emulsión asfáltica. Se realiza el vaciado del concreto que deberá ser debidamente vibrado y con el acabado requerido o se vacía el asfalto que deberá ser nivelado y compactado mediante el vibro compactador de llantas, hasta alcanzar las características requeridas del material.

Es importante tener en cuenta lo establecido en el Apéndice Técnico 15, sección 2.1 del Contrato de Concesión, Obligaciones generales del Concesionario, “literal (y) establece que “Como parte de las Obras de Construcción, Obras para Adecuación y Reparación de Desvíos u Obras de Intersecciones Especiales, de acuerdo con lo previsto en los Estudios y Diseños de Detalle Principales y/o en los Otros Estudios y Diseños de Detalle, según corresponda, el Concesionario deberá hacer uso de mezclas asfálticas mejoradas con grano de caucho reciclado de llantas usadas, de acuerdo con lo previsto en la Ley Aplicable para el efecto, en la totalidad de metros cuadrados de la mezcla asfáltica usada para dichas obras, y en un porcentaje no menor al veinticinco por ciento (25%) de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada. Para el caso en el que los Estudios y Diseños de Detalles Principales o los Otros Estudios y Diseños de Detalle prevean varias capas asfálticas, al menos una de ellas deberá contener materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas con las especificaciones técnicas que determine el Apéndice Técnico 4, Sección 1- Vías urbanas.”.

En la siguiente Figura 382 se presenta el proceso constructivo para la conformación de la malla vial con el tipo de asfalto correspondiente:

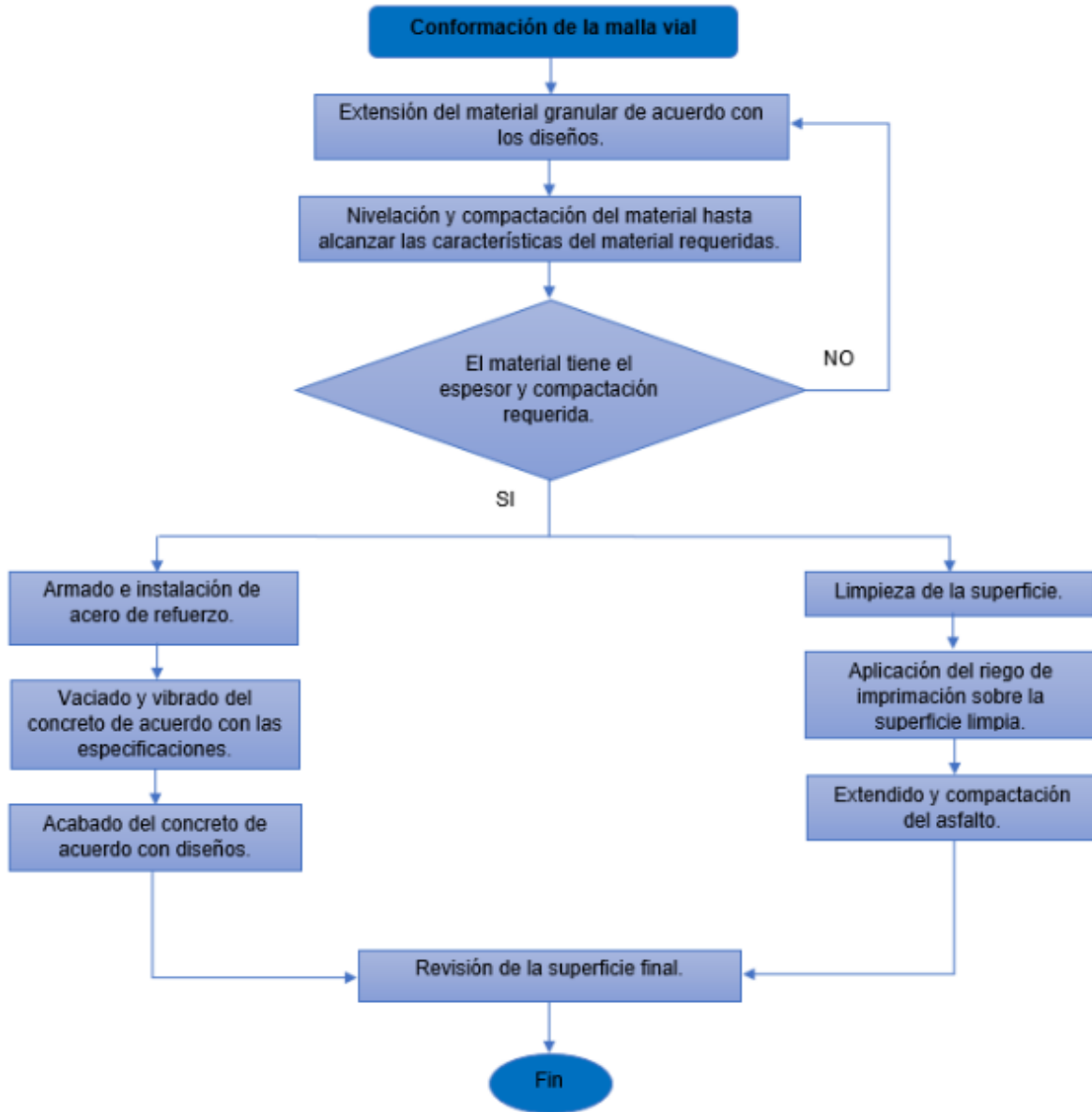


Figura 382 Proceso constructivo para la conformación de la malla vial

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 3.2.19 Construcción Intercambiador Vial calle 72.

En el presente numeral se incluyen las actividades que estaban relacionadas en el en el PMAS “Plan de Manejo Ambiental para el Intercambiador de la Calle 72” y que no han finalizado, lo anterior con el fin de integrar los instrumentos ambientales de la construcción PLMB en el presente PMAS.

La obra, corresponde a la construcción del Intercambiador vial por debajo de la Avenida Caracas, cuyo propósito es descongestionar este sector de la ciudad antes del inicio de las obras del viaducto.

El intercambiador vial tiene una longitud total aproximada de 296m. El diseño geométrico considera dos carriles por sentido de 3.50 m de ancho cada uno, un separador central en el costado occidental de 1.0m de ancho mínimo y un elemento de protección (guarda rueda) de 0.50m. La velocidad de diseño es de 40km/h. En el costado oriental, la estructura la conforman dos ramales, los cuales se unen hacia la zona central, es decir, bajo la avenida Caracas. En los costados oriental y occidental, la pendiente máxima de la vía es de 8%, En la zona central, se tiene una pendiente máxima del 4%. Transversalmente se tienen peraltes máximos del 3.25%. Estructuralmente y por condiciones geotécnicas, se plantea un sistema de pantallas pre – excavadas con el empleo de apuntalamiento superior en donde sea posible para garantizar un gálibo mínimo de 5.5m. Se plantean pantallas con módulos de 5.0m de longitud, con la posibilidad de emplear módulos más cortos en caso de requerirse para las zonas finales del intercambiador. La vista general del intercambiador vial se muestra en la Figura 383.

Sobre la placa de fondo se dispone un concreto asfáltico con un espesor entre 0.10m y 0.30m, concreto que dará los peraltes requeridos por diseño geométrico. Este sistema de placa y vigas sirve para controlar el efecto del agua producto del nivel freático y todos los efectos asociados con el comportamiento en conjunto de pantallas y sistema de apuntalamiento.

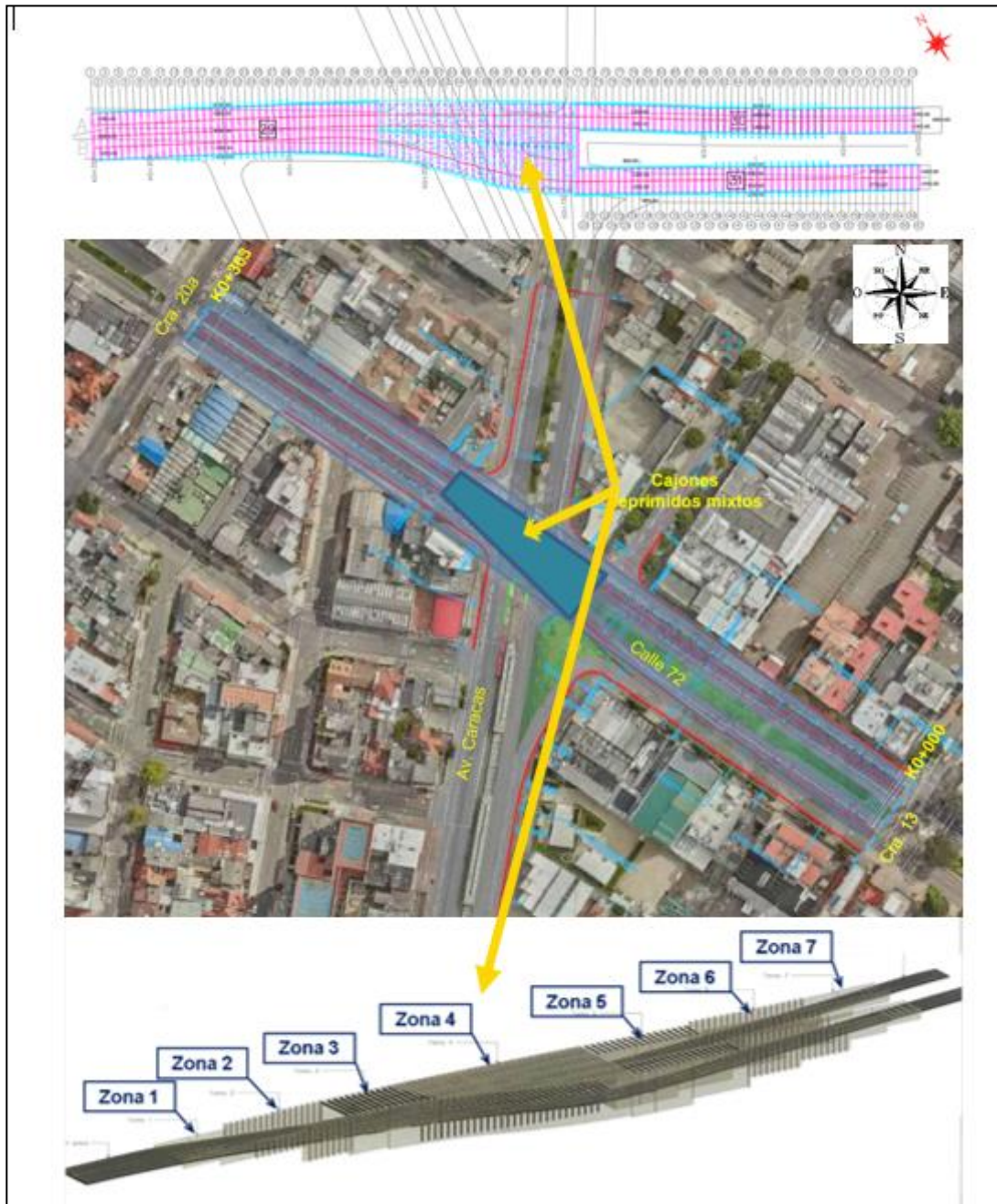


Figura 383 Vista general del Intercambiador Vial calle 72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Para la construcción del Intercambiador vial de la calle 72, se requiere una serie de obras complementarias necesarias para el desarrollo del proyecto, tal como es el traslado de redes el cual comprende la intervención y solución de toda la infraestructura de servicios públicos que interfiere con



las obras del paso del intercambiador de la calle 72, en donde se encuentran las Empresas de Servicio Público: EAAB, Enel, Vanti, Telefónica y ETB.

Para la actualización de PMT de alto impacto para la construcción del Intercambiador vial de la Calle 72, se realizó la respectiva gestión ante la interventoría para su no objeción y posteriormente ante la secretaria distrital de movilidad (SDM) para su aprobación. De modo que la aprobación oficial fue publicada por la SDM en el COI No.22 del 1 de junio de 2023, en donde la entidad estableció una vigencia del PMT hasta el 9 de noviembre de 2023.

### 3.2.19.1 Traslado de redes



El traslado de redes en este sector comprende la intervención y solución de toda la infraestructura de servicios públicos que interfiere con las obras del paso intercambiador de la calle 72, en donde se encuentra las Empresas de Servicio Público: EAAB, Enel, Vanti, Telefónica y ETB. Las cuales se encuentran ubicadas en la Calle 72 en el oriente en la localidad de Chapinero entre la Carrera 13 y el eje vial de la Av. Caracas y en el occidente con la localidad de Barrios Unidos desde el eje vial de la Av. Caracas hasta la Carrera17.


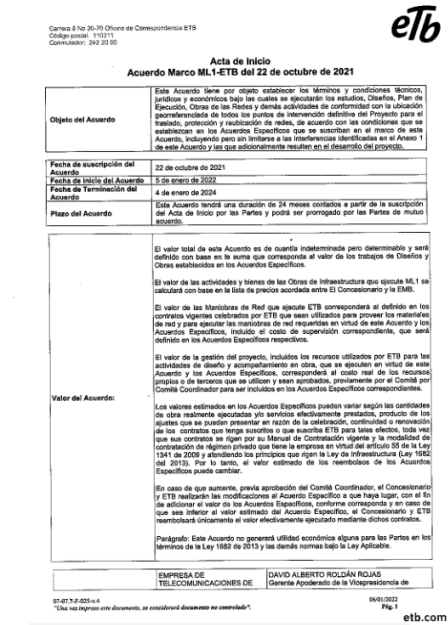
Esta actividad consiste en realizar todas las obras civiles y obras propias de cada red asociadas a la protección, el traslado o reubicación de redes de servicio público, que interfieran con las actividades del proyecto, incluyendo el traslado de redes temporales durante la construcción de la obra, hasta la entrega de las redes a las Empresa de Servicio Público. En el marco del contrato de concesión se prevé que la gran mayoría del volumen de infraestructura de redes a intervenir corresponde a redes secundaria y locales, sin embargo, cabe la posibilidad de intervenir Redes primarias o matrices que no hayan sido relocalizadas en el TAR y que por ende harán parte del alcance del presente documento. Para la ejecución de las Obras de Redes de: Acueducto y Alcantarillado, Gas, Energía y Telecomunicaciones se tendrán en cuenta las especificaciones y normas técnicas estipulas por las diferentes Empresas de Servicio Públicos, los diseños definitivos entregados por el cliente, el inventario de Redes y el Apéndice Técnico 13 anexo 3 del contrato de concesión y las especificaciones, normatividad y requerimientos técnicos incluidos en este proceso.








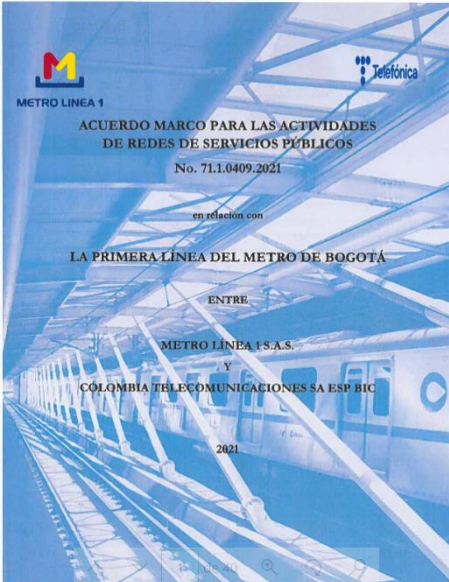
#### ► Empresas de Servicios Públicos

Las redes a cargo del Concesionario según el AT13, Anexo 3, incluyen 4 servicios, distribuidos en 6 empresas de servicios públicos, para lo cual se realizarán convenios con dichas empresas para el traslado y construcción de nuevas líneas de redes, a la fecha de esta actualización del PMAS se cuenta con dos convenios. A continuación, se relacionan las empresas de servicios públicos y los convenios establecidos a la fecha:

Tabla 45 – Empresas de Servicios Públicos y convenios

Empresa de Servicio Público (ESP)	Duración del convenio	Convenio
<p><b>Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAA9)</b></p>	<p>Contrato</p>	 <p><b>ACTA DE INICIO</b></p> <p>acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ</p> <p>TIPO DE CONTRATO: ACUERDO MARCO  CONTRATO O CONVENIO No.: 9-07-30100-1478-2021  PEDIDO No.: N/A</p> <p>OBJETO: Adelantar la asesoría técnica, acompañamiento y recomendaciones durante las fases de ejecución del proyecto de la PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ - PLMB, para los estudios y diseños, el traslado, reubicación y protección de las redes e infraestructura asociada a cargo de METRO LÍNEA 1, revisión, y expedición de conceptos de NO-OBJECCION de los diseños y obras del traslado de redes de su propiedad o a su cargo que le sean asignadas en desarrollo de este acuerdo, en virtud de lo dispuesto en la Ley 1662 de 2013.</p> <p>PLAZO: N/A  VALOR: N/A  VALOR DE ANTICIPO: N/A  EL CONCESIONARIO: METRO LÍNEA 1 S.A.S.</p> <p>Se reunieron FABIAN SANTA LÓPEZ, Gerente Corporativo de Servicio al Cliente, en representación de la EAAB-ESP y el Sr. WU YU, en representación de METRO LÍNEA 1 S.A.S., con el objeto de dejar constancia del inicio real y efectivo del Acuerdo Marco, a partir de la presente acta que corresponde al día dos (2) del mes de febrero del año 2022. En la fecha se instala el Comité Coordinador el cual queda conformado así:</p> <p>a) Por el Concesionario: PEDRO MIGUEL LEGUIZAMO MICAN, Gerente de Redes o su delegado y ALEJANDRO CABRERA, Asesor comercial como delegado del Gerente General.</p> <p>b) Por el Prestador: FABIAN SANTA LÓPEZ, Identificado con Reg. 38002052, Gerente Corporativo de Servicio al Cliente o su delegado y LUIS FRANCISCO CASTIBLANCO, identificado con Reg. 37000157, Director Apoyo Técnico o su delegado.</p> <p>Para constancia de lo anterior, se firma la presente acta, bajo la responsabilidad de los que en ella intervinieron.</p> <p>POR LA EAAB-ESP: FABIAN SANTA LÓPEZ, Gerente Corporativo de Servicio al Cliente  POR EL CONCESIONARIO: WU YU, Representante Legal</p> <p>Ccable: Archivo electrónico todas notas</p>
<p><b>Empresa de Energía (ENEL – CODENSA)</b></p>	<p>Seis años</p>	 <p>METRO LÍNEA 1</p> <p>enel 100000</p> <p>ACUERDO MARCO PARA LAS ACTIVIDADES DE REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS</p> <p>en relación con</p> <p>LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ</p> <p>ENTRE</p> <p>METRO LÍNEA 1 S.A.S.  Y  CODENSA S.A.E.S.P.</p> <p>Aprobado 24 de 2021</p>

<p><b>Empresa de Gas Natural (VANTI)</b></p>	<p>17 FEBRERO / 2027</p>	
<p><b>Empresa de Teléfonos de Bogotá (ETB)</b></p>	<p>4 ENERO /2024</p>	

		<p>&lt;&lt;&lt;</p> <div style="text-align: right;"></div> <p>Carrera 8 No. 25-73 Oficina de Correspondencia ETB Código postal: 110311 Commutador: 242 20 00</p> <table border="1"> <tr> <td>Partes del Acuerdo:</td> <td>BOGOTÁ S.A. ESP</td> <td>Infraestructura</td> </tr> <tr> <td></td> <td>METRO LÍNEA 1 SAS</td> <td>WU YU Presidente y representante legal</td> </tr> </table> <p>El Comité Coordinador, en concordancia con la Cláusula 12 del Acuerdo Marco, estará conformado por dos (02) delegados de cada una de las entidades suscriptoras, así:</p> <table border="1"> <tr> <td>Delegado del Presidente de M.L.1 SAS</td> <td>Aljandiro Cabrera con C.C. 1020.797.411 Asesor Comercial y Legal</td> </tr> <tr> <td>Delegado y Coordinador de Acuerdo por M.L.1 SAS</td> <td>Pedro Miguel Leguizamón Mican C.C. 79.446.506 Gerente de Redes</td> </tr> <tr> <td>Delegado del Vicepresidente de Infraestructura de ETB SA ESP</td> <td>César Augusto Quintero Giraldo con C.C. 79.388.267 Gerente Operación Planta Externa Vicepresidencia de Infraestructura</td> </tr> <tr> <td>Delegado y Coordinador del Acuerdo por ETB SA ESP</td> <td>Clemén Rodríguez González Guzmán con C.C. 7.311.190 Líder Equipo Construcción y Comercio Gerencia Operación Planta Externa</td> </tr> </table> <p><b>Consideraciones:</b> La Cláusula No. 26 del Acuerdo Marco determinó: "Este Acuerdo se entiende perfeccionado con la firma de las Partes". Conforme a lo anterior, se suscribe el presente Acta de Inicio en Bogotá, D.C., a los cinco (5) días del mes de enero de 2022, las partes del presente Acuerdo dejan constancia del inicio del Acuerdo y así mismo se firma por quienes en ella intervienen.</p> <table> <tr> <td><b>METRO LÍNEA 1 S.A.S</b></td> <td><b>POR LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ S.A. ESP</b></td> </tr> <tr> <td> WU YU Representante Legal C.E. 368.742</td> <td> DAVID ALBERTO ROLDÁN ROJAS Gerente Apoderado de la Vicepresidencia de Infraestructura C.C. No. 79.593.737</td> </tr> </table>	Partes del Acuerdo:	BOGOTÁ S.A. ESP	Infraestructura		METRO LÍNEA 1 SAS	WU YU Presidente y representante legal	Delegado del Presidente de M.L.1 SAS	Aljandiro Cabrera con C.C. 1020.797.411 Asesor Comercial y Legal	Delegado y Coordinador de Acuerdo por M.L.1 SAS	Pedro Miguel Leguizamón Mican C.C. 79.446.506 Gerente de Redes	Delegado del Vicepresidente de Infraestructura de ETB SA ESP	César Augusto Quintero Giraldo con C.C. 79.388.267 Gerente Operación Planta Externa Vicepresidencia de Infraestructura	Delegado y Coordinador del Acuerdo por ETB SA ESP	Clemén Rodríguez González Guzmán con C.C. 7.311.190 Líder Equipo Construcción y Comercio Gerencia Operación Planta Externa	<b>METRO LÍNEA 1 S.A.S</b>	<b>POR LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ S.A. ESP</b>	 WU YU Representante Legal C.E. 368.742	 DAVID ALBERTO ROLDÁN ROJAS Gerente Apoderado de la Vicepresidencia de Infraestructura C.C. No. 79.593.737
Partes del Acuerdo:	BOGOTÁ S.A. ESP	Infraestructura																		
	METRO LÍNEA 1 SAS	WU YU Presidente y representante legal																		
Delegado del Presidente de M.L.1 SAS	Aljandiro Cabrera con C.C. 1020.797.411 Asesor Comercial y Legal																			
Delegado y Coordinador de Acuerdo por M.L.1 SAS	Pedro Miguel Leguizamón Mican C.C. 79.446.506 Gerente de Redes																			
Delegado del Vicepresidente de Infraestructura de ETB SA ESP	César Augusto Quintero Giraldo con C.C. 79.388.267 Gerente Operación Planta Externa Vicepresidencia de Infraestructura																			
Delegado y Coordinador del Acuerdo por ETB SA ESP	Clemén Rodríguez González Guzmán con C.C. 7.311.190 Líder Equipo Construcción y Comercio Gerencia Operación Planta Externa																			
<b>METRO LÍNEA 1 S.A.S</b>	<b>POR LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ S.A. ESP</b>																			
 WU YU Representante Legal C.E. 368.742	 DAVID ALBERTO ROLDÁN ROJAS Gerente Apoderado de la Vicepresidencia de Infraestructura C.C. No. 79.593.737																			
<p><b>Colombia Telecomunicaciones (TELEFONICA – MOVISTAR)</b></p>	<p>17 FEBRETO 7 2027</p>																			



<p><b>Colombia Móvil S.A. E.S.P. (TIGO)</b></p>	<p>Sesenta meses</p>	
---	----------------------	--

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Infraestructura de redes por remover

Con base en los requerimientos técnicos estipulados y de acuerdo con el inventario de infraestructura existente llevado a cabo en etapas previas, a continuación, se presenta una descripción de las redes que deben ser removidas en el área de intervención de la calle 72 debido a la interferencia generada con las actividades del proyecto:

A continuación, se relacionan las redes a trasladar y su proceso constructivo:

► Redes de Alcantarillado combinado – EAAB

En el sector oriental sobre la Calle 72 entre Av. Caracas hasta la carrera 13 se identificaron redes de alcantarillado en el costado sur de 32" (800 mm) gres y 30" (750 mm) concreto, en el costado norte redes de 24" (600 mm) concreto y 28" (700 mm) Ladrillo ubicadas en espacio público de en la vía costado sur y andén costado norte. Por otra parte, en el sector occidental Sobre la Calle 72 entre Av. Caracas y carrera 17 se identificaron en el costado sur se encontraron redes de 12" (300 mm) en el espacio público de la vía y del andén; el costado norte en andén se identificó la red de 8" que va desde un pozo inicial hasta la carrera 17.

Se inicia la relocalización de la red de alcantarillado combinado en sentido contrario del flujo del colector existente, realizando las siguientes actividades:

- Demarcación del corredor del trazado de la red y pozos nuevos a instalar con el fin de verificar alguna interferencia con postes de alumbrado público de MT, cajas, etc.
- En caso de interferencia con postes de alumbrado público se propone el amarre del poste que genere interferencia con un equipo tipo excavadora que garantice la estabilidad de este mientras un segundo equipo instale la red.
- Demolición del andén o retiro de adoquín y de elementos del espacio público del corredor de la

red.

- Excavación y entibado: Dependiendo de la profundidad de red trasladar la excavación se realiza mecánicamente, ejecutando previamente el entibado de protección establecido en las recomendaciones del especialista hidráulico y geotecnia en los diseños, para las excavaciones que tengan una profundidad mayor de 2.0 metros, teniendo en cuenta la normatividad vigente.
- Colocación de cama de atraque (según diseño).
- Colocación de tubería sanitaria.
- Nivelación y alineación de tubería (topografía).
- Fijación del colector (Esto se hace con madera y un elemento fijante como alambre para que el tubo no tenga un movimiento posterior) ▪ Colocación de restante atraque (según diseño)
- Colocación de lleno.
- Una vez se termine la colocación de la red, es necesario la construcción de pozos y cámaras de empalme de cada colector.
- Colocación de accesorio de conexión de acometida.
- Colocación de red de acometida (se empalma hasta la caja existente).
- Demolición de caja domiciliaria existente (habitualmente estas no cumplen especificación NS068).
- Construcción de caja domiciliaria.
- Construcción de pozos (manual o mecánica dependiendo del espacio), colocación de placa de fondo, base y cañuela, mampostería, colocación de pasos metálicos, Colocación de geotextil perimetral, pañete impermeabilizado y placa de cubierta.
- Pruebas estanqueidad con el delegado de la EAAB.

Durante esta actividad se pueden presentar tuberías de asbesto cemento, las medidas de manejo de este tipo de materiales se encuentran en los programas de manejo ambiental (Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación PM\_AB\_01, Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM\_AB\_04) y en el Procedimiento Manejo seguro de elementos con asbesto adjunta en el anexo 9\_ Plan SST (Anexo 14)

#### ► Redes de Acueducto – EAAB

En el costado suroriental encontramos una red 6” en el andén cerca al sardinel y algunos tramos al borde de la vía de la Calle 72. En el andén del costado norte encontramos red de 6”, un tramo de 4” y continua en 6” cruzando la carrera 15 hasta llegar a la Av. Caracas por donde continua hacia el norte. En el sector occidental se encuentra una red de 12” que se encuentra sobre la Av. Caracas prestando interferencia para la construcción del intercambiador. En el costado sur la red es de 4” ubicada la mayor parte en el andén. En el andén costado norte se encuentra la red de 6”.

El traslado de esta red se va a ejecutar paralelo a la red existente, es necesario identificar los corredores por donde las redes nuevas va a ser instalada y así minimizar los posibles daños de la red que está

actualmente en servicio; por lo anterior, se realizara la excavación manual. Es importante informar que existe el riesgo de daño de acometidas de acueducto y/o de otros servicios (Gas Natural).

Este traslado se realizará por fases realizándose cortes programados con la EAAB, para que la puesta en servicio afecte lo menor tiempo posible a los usuarios del sector. La secuencia de ejecución esta descrito en la liberación de las fases por parte del PMT. Una vez se tenga las mallas de acueducto se iniciará con la prueba de hidráulica y posteriormente desafección y empates.

El procedimiento para la ejecución de esta red:

- Corte, demolición manual de andén o retiro de adoquines.
- Excavación manual (Se realiza de esta forma ante la presencia muy probable de los anillos de distribución de la red de Gas Natural).
- Instalación de tubería (para este caso 6”).
- Atraque en arena de tubería.
- Relleno en material seleccionado o remplazo de material de recebo (esto lo determina la calidad del material encontrado en la excavación).
- Prueba hidráulica con el delegado de la EAAB
- Desinfección de tubería.
- Instalación de accesorios. (Aproximación de empates).
- Empates.
- Traslado de acometidas.

Debido a que se trabaja de forma sectorizada por la concepción del PMT es necesario una coordinación interinstitucional del delegado de la EAAB para minimizar el número de cortes programados y así afectar a los usuarios de la zona de una forma reducida con la interrupción del servicio.

Durante esta actividad se pueden presentar tuberías de asbesto cemento, las medidas de manejo de este tipo de materiales se encuentran en los programas de manejo ambiental (Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación PM\_AB\_01, Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM\_AB\_04) y en el Procedimiento Manejo seguro de elementos con asbesto adjunta en el anexo L1T1-COM-AMB-PN-0017\_A03\_V01/Anexo 8/ Procedimiento manejo seguro de Productos Químicos.

► Redes de Gas Natural – VANTI

En el costado suroriental se encuentra un anillo de 1” en polietileno. En este mismo costado entramos red de ¾” de polietileno. En el costado norte se presenta dos anillos de 1” en polietileno. Con respecto al sector occidental, por el costado sur sobre la Av. Caracas entre las calles 71A y 72 se presenta un anillo con tubería de ¾” en polietileno. En el costado norte existe un anillo de una red de gas en polietileno de ¾”.

Las redes de gas debido a la alta calificación que se requieren los empalmes la instalación de la infraestructura lo hacen personal especializado de la compañía de Gas Natural – Vanti. Las actividades que se realizarían serían:

- Corte, demolición manual de andén o retiro de adoquines.
- Excavación manual.
- Traslado e instalación de red de gas por Gas Natural – Vanti.
- Pegues de la tubería de polipropileno por Gas Natural – Vanti.
- Atraque de arena.
- Colocación de cinta de identificación
- Colocación de llenos.
- Construcción de cámaras y/o Cajas.
- Pruebas necesarias y requeridas bajo la normatividad de ESP.

▶ Redes de Energía – ENEL

En el costado occidental y oriental de la intersección de la Calle 72 con Av. Caracas se identifican redes eléctricas de baja tensión, media tensión y alumbrado público. Estas redes se encuentran subterranizadas y conectadas con las diferentes acometidas domiciliarias de la zona; las redes de MT y BT se encuentran instaladas en ductería PVC de 4” y 6”.

Se ha evidenciado la presencia de redes de media tensión que cruzan de manera transversal en la calle 72 en varios puntos del costado oriental y occidental con ductos de diferentes diámetros, así como también se evidencian cruces con ductos de 4” sobre la avenida Caracas. Además, se identificaron cruces transversales de baja tensión en el costado oriental.

La excavación de esta se realizará de manera manual al igual que las redes de acueducto, se debe minimizar la afectación a los servicios que actualmente están en servicio.

La construcción de la infraestructura para Energía es realizara en el siguiente orden de actividades:

- Corte, demolición manual de andén o retiro de adoquines.
- Excavación manual.
- Colocación de banco de ductos.
- Atraque de arena.
- Colocación de cinta de identificación.
- Colocación de llenos.
- Construcción de cámaras y/o Cajas.



- Instalación de conductores.
- Maniobras de conexión de redes instaladas.
- Maniobras de desconexión de redes existentes.
- Remates de cajas.
- Hilada y limpieza de ductos.
- Excavación y colocación de ductos de acometidas (esta infraestructura se deja por lo general debajo del medidor de servicio de cada predio).
- Pruebas necesaria y requeridas bajo la normatividad de ESP.

▶ Redes de ETB

Se ha identificado la presencia de redes de cobre y de fibra óptica de ETB desde 12 hasta 144 ductos ubicados en los dos costados de la intersección. Y puntos en donde las redes de fibra óptica cruzan transversalmente la calle 72, generando interferencia directa con la construcción del paso del intercambiador. En el costado nororiental y suroriental sobre la calle 72 se conservará la infraestructura de red existente 8 cámaras T13, 2 cámaras T14, 2 CPS y 1 CPD, en este tramo existe conectores en fibra óptica de 24, 108, 120, 180, 192, 244 y 336 fibras y conectores en cobre MP de 20, 10, 50, 70, 100, 150, 200, 300 y 400. Sin ninguna interferencia.

Sobre la Calle 72 con Carrera 15, existen 5 cruces los cuales serán removidos para ser trasladados en dos conductos por cárcamo conservando las cámaras T13 y T14. En la Calle 72 con Avenida Caracas, se removerán 6 redes y su respectiva infraestructura, las existentes están proyectadas en la TAR de la EMB. En el costado noroccidental y sur occidental sobre la Calle 72, se retirarán 2 CPS y 3 CPD para construir una cámara T13, los demás elementos de red se mantienen.

La construcción de la infraestructura para el traslado de redes de telecomunicación se realizará en el siguiente orden de actividades:

- Corte, demolición manual de andén o retiro de adoquines.
- Excavación manual.
- Colocación de banco de ductos.
- Atraque de arena.
- Colocación de cinta de identificación.
- Colocación de llenos.
- Construcción de cámaras y/o cajas.
- Colocación de campanas en cajas.
- Construcción de conductos para redes de telecomunicaciones.
- Construcción de canalización en IMC mediante cercha con norma CS 218.
- Instalación de conductores para redes de telecomunicaciones.
- Maniobras de conexión de redes de telecomunicaciones instaladas.
- Maniobras de desconexión de redes de telecomunicaciones existentes.

- Retiro de conductores para redes de telecomunicaciones.
- Remates de cajas ▪ Hilada y limpieza de ductos.
- Remoción de estructuras para redes de telecomunicaciones.
- Remoción de postes para redes de telecomunicaciones, en caso de hacer elevación.
- Demolición de cámaras para redes de telecomunicaciones.
- ▶ Pruebas necesarias y requeridas bajo la normatividad de ESP.

Durante esta actividad se pueden presentar tuberías de asbesto cemento, las medidas de manejo de este tipo de materiales se encuentran en los programas de manejo ambiental (Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación PM\_AB\_01, Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM\_AB\_04) y en el Procedimiento Manejo seguro de elementos con asbesto adjunta en el anexo 9\_ Plan SST (Anexo 14)

La colocación de armarios es definida por el delegado de ETB y simplemente se deja la red donde se va a ubicar esta infraestructura. La cimentación del armario es colocada por los delegados de la ESP o representante. El traslado de la red (fibra óptica, cobre, etc.) servicio lo hace la ESP a través de sus subcontratistas especializados.

Las demás empresas de telecomunicaciones no cuentan con infraestructura propias y por lo cual sus cables van por la infraestructura de la empresa de energía y estos lo hacen en el momento que energía traslade sus redes a la infraestructura nueva.

#### ▶ Redes de Telefónica

Se encuentran redes de fibra óptica de 12 ductos, en su gran mayoría a lo largo de las aceras peatonales, en todo el espacio público. Se identificó que estas redes de transporte comparten infraestructura con Enel – Condensa.

Las redes de Telecomunicaciones de la Empresa Telefónica se realizarán de acuerdo con el traslado de las redes de Enel – Condensa, por esto recibirán el mismo tratamiento. Pruebas necesarias y requeridas bajo la normatividad de ESP y con el acompañamiento el delegado asignado por la misma.

#### ▶ Redes de TIGO – UNE

Se identificaron redes de fibra óptica de 12 y 30 ductos en su gran mayoría subterráneos. Todas estas redes se encuentran operando sobre la infraestructura de la empresa Enel – Condensa.

A continuación, se presenta un esquema que contiene la infraestructura existente de servicios públicos ubicada en el costado oriental de la intersección de la calle 72 con Av. Caracas, en donde se puede evidenciar un volumen considerable de redes en el sentido longitudinal a la avenida Caracas y algunos cruces transversales a la Calle 72.

En las Figura 384 y Figura 385, se presenta la infraestructura existente de redes secas y húmedas.

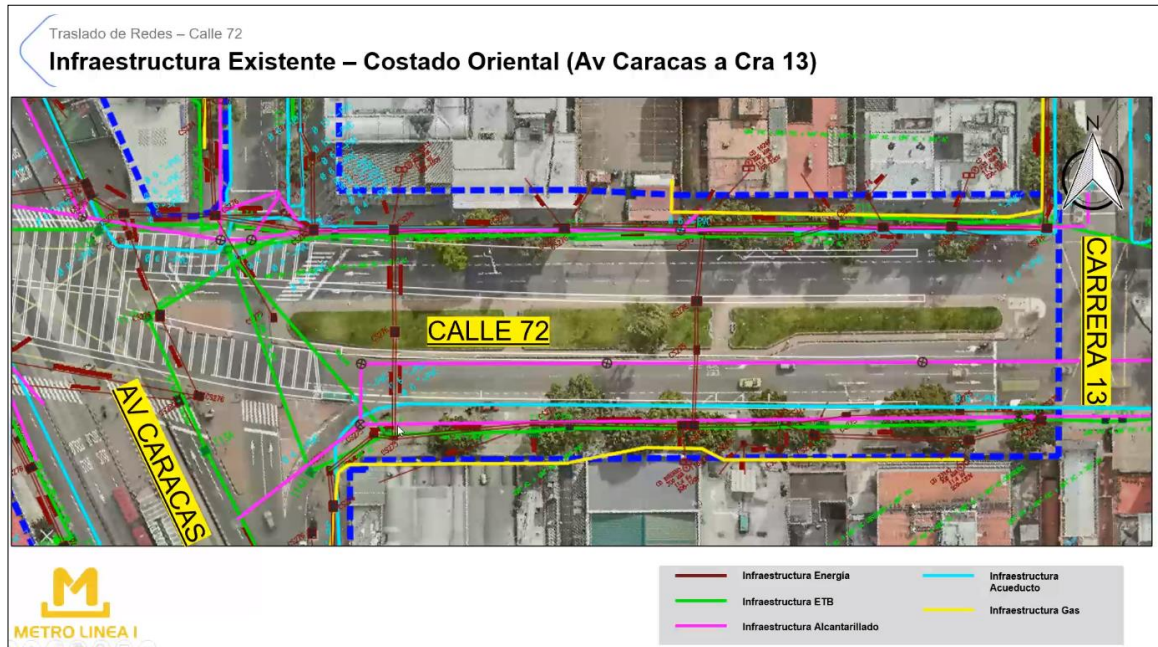


Figura 384 Estructura existente en redes costado oriental, calle 72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

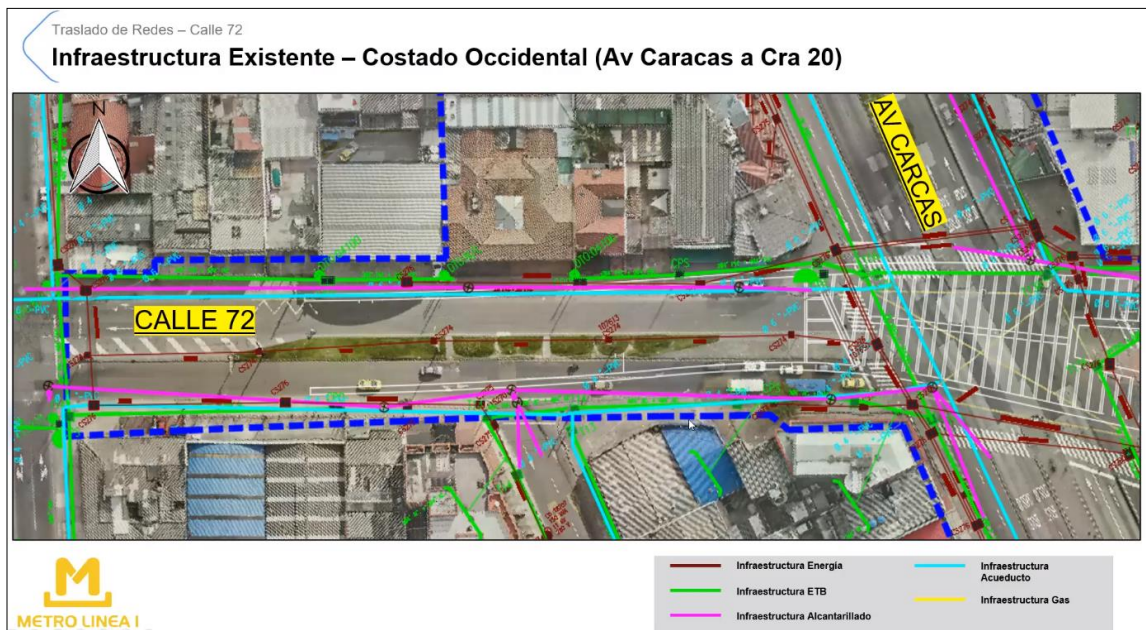


Figura 385 Estructura existente en redes costado occidental, calle 72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021



► Descripción de los trabajos

En la Figura 386 se presentan cada una de las fases de trabajo:



Figura 386 Fases de trabajo traslado de redes, calle 72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► A1. Desde Carrera 15 a Carrera 13, Costado Norte

Se iniciará en el costado norte de la calle 72 desde la carrera 15 hacia la carrera 13 realizando las actividades previas de cerramiento, implantación PMT y siguiendo la secuencia de intervención de redes:

- a) Red de alcantarillado combinado.
- b) Red de acueducto.
- c) Red de Energía.
- d) Red de Telecomunicaciones ETB.
- e) Red de Telecomunicaciones otros operadores.

Es necesario dejar claro que puede existir variación de secuencia dependiendo de lo que se encuentren el sector una vez se realice el replanteo in situ y se inicien las diferentes excavaciones. Adicionalmente, es importante contemplar el traslado de infraestructura con operadores de redes que no hayan sido incluidos en el inventario efectuado.

Particularidades

Se inicia con la intervención de traslado de la red de 36" de alcantarillado, tramo del colector combinado desde el borde del cerramiento de la fase 1 hasta la Cra 13. Como se prevé obras por fuera del cerramiento de la fase 1 tanto en la Cra 15 como en la Cra 13, se solicitará PMTs específicos de trabajo nocturno con el fin de minimizar el impacto en el tránsito vehicular y peatonal.

Construcción de manijas para conectar las domiciliarias de esta fase, de acuerdo con el diseño hidráulico.



Inicio de traslado de red de acueducto de 6” de esta fase.

En este costado se intervendrán 150.42mts. De redes de Energía, se construirán 5 cajas CS- 276, 5 cajas CS-274 y 1 cajas CS-277. Tubería de 3 y 4” en PVC y conductor en CU.

Intervención eléctrica en esta zona contempla la instalación de las redes de MT, BT y Alumbrado Público sobre la misma infraestructura. Adicionalmente, se deberá realizar la construcción de las cajas y cámaras, en paralelo con la instalación de la canalización.

Se debe cumplir con la norma RETIE en el numeral “10.4 Espacios para el montaje, operación y mantenimientos de equipos”.

Todo el cableado de las redes, tanto eléctricas, como de telecomunicaciones, será subterráneo para cumplir con el Decreto 1192 de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá para estratos 4,5 y 6.

En esta zona se evidencia la presencia de cruces de media tensión, para lo cual se habilitarán cruces temporales que permitan garantizar el suministro continuo del servicio eléctrico.

Se procede con la reubicación de la infraestructura de ETB, de acuerdo con el procedimiento de construcción del numeral anterior.

La semaforización se tendrá que alinear con los lineamientos dados desde el área de tráfico.

Para esta fase, no se tiene previsto intervención de la infraestructura de la red de Gas debido a que las redes de polietileno de 1” existente no genera ningún tipo de interferencia con las actividades del proyecto de acuerdo con los diseños de relocalización de esta red. Sin embargo, en caso de que por alguna circunstancia se requiere relocalizar esta red de gas, debido a la alta precisión y calidad que requieren los empalmes, las obras de conexión serán efectuadas por personal especializado de la compañía de Gas Natural, la cual se coordinará por medio de su delegado; La obra civil se ejecutará por parte del consorcio.

La reconstrucción del espacio público será efectuada bajo las mismas condiciones o similares en las que se encuentra actualmente que corresponden a andenes y vías de acuerdo con los niveles de las condiciones existentes que permitan la movilidad.

Se garantizará que en el diseño definitivo del espacio público se incluyan los recubrimientos mínimos estipuladas en la norma para cada una de las empresas de servicios públicos.

► A2: Desde Carrera 20ª hasta Av. Caracas, costado Norte y Sur

Se iniciará en el costado norte y sur de la calle 72 desde la carrera 20ª hacia la avenida realizando las actividades previas de cerramiento, y siguiendo la siguiente secuencia de intervención de redes:

- a) Red de alcantarillado combinado.
- b) Red de acueducto.
- c) Red de Energía.
- d) Red de Telecomunicaciones ETB.
- e) Red de Telecomunicaciones otros operadores.

f) Rede de Gas Natural

Es necesario dejar claro que puede existir variación de secuencia dependiendo de lo que se encuentre en el sector una vez se realice el replanteo en sitio y se inicien las diferentes excavaciones.

Particularidades

La ejecución en esta fase contempla la intervención de los dos costados, sur y norte, en simultáneo. Para esto se van a implementar cuadrillas independientes para cada uno de los costados.

El inicio de los trabajos se efectuará de aguas abajo hacia aguas arriba, es decir en sentido ascendente desde la carrera 20ª hacia la Av. Caracas.

Se inicia con la construcción del pozo de alcantarillado, ubicado en la esquina de la calle 72 con carrera 20ª, para posteriormente continuar con la intervención y reubicación de las redes de 14" y 12" en el costado norte, y redes de 16", 14" y 12" en el costado sur.

Construcción de los pozos intermedios en el costado norte, y en el costado sur.

Relocalización de las redes de acueducto en ambos costados, incluye la instalación de las acometidas domiciliarias a los predios colindantes que se efectuará en el momento de los empates de acueducto

La intervención de la red eléctrica contempla una única infraestructura en donde se va a efectuar la instalación del cableado eléctrico para las redes de media y baja tensión, así como también el cableado eléctrico de alumbrado público.

Para la intervención eléctrica, se inicia con la instalación de las canalizaciones y en paralelo se efectúa la construcción de las cajas de inspección.

Una vez construida toda la infraestructura eléctrica se procede con la instalación del cableado eléctrico y de los telemáticos que se encuentren operando sobre esta infraestructura.

Se finaliza con la instalación del banco ducto de ETB y la tubería en polietileno de Gas. Para las uniones y empalmes de la tubería de gas, se debe realizar una instalación especializada por medio de la técnica de termofusión por personal que la ESP designe ya que el alcance del proyecto contempla la construcción de la infraestructura.

Para efectuar la intervención de la infraestructura de acueducto, es necesario previo a la reubicación definitiva construir un cruce temporal que garantice la disponibilidad del servicio en ambos costados del segmento la cual está ubicada de la carrera 20A.

Como se prevé obras por fuera del cerramiento de la fase 2 en la Cra 20A, se solicitará PMTs específicos de trabajo nocturno con el fin de minimizar el impacto en el tránsito vehicular y peatonal.

La reconstrucción del espacio público será efectuada bajo las mismas condiciones o similares en las que se encuentra actualmente que corresponden a andenes y vías de acuerdo con los niveles de las condiciones existentes que permitan la movilidad.

Se garantizará que en el diseño definitivo del espacio público se incluyan los recubrimientos mínimos estipuladas en la norma para cada una de las empresas de servicios públicos.

► A3: Desde Av. Caracas hasta Carrera 13, Costado Sur

Se iniciará en el costado sur de la calle 72 desde la Av. Caracas hacia la carrera 13 realizando las actividades previas de cerramiento, implantación PMT y siguiendo la secuencia de intervención de redes:

- a) Red de alcantarillado combinado.
- b) Red de acueducto.
- c) Red de Energía.
- d) Red de Telecomunicaciones ETB.
- e) Red de Telecomunicaciones otros operadores.
- f) Red de Gas.

Es necesario dejar claro que puede existir variación de secuencia dependiendo de lo que se encuentren en el sector una vez se realice el replanteo en sitio y se inicien las diferentes excavaciones.

#### Particularidades

Esta fase presenta la particularidad de 2 redes existentes de alcantarillado combinado un colector de 30" paralela al separador de central de la Av. Caracas y otra de red de 32" cercana y paralela al sardinel del andén. El traslado de la red de alcantarillado contempla la construcción una red de 30" de 59.50 m desde la Cr 13 hacia la Av. Caracas, continuando con dos tramos de red de 36" hasta llegar al pozo existente de la Av. Caracas.

Este colector que se construirá su infraestructura es muy cercano al existente, por lo cual se utilizará el colector existente de 30" para realizar el manejo de aguas mientras se construye el colector de 30" y 36".

Se iniciará realizando una manija temporal para el desvío de las aguas que conecte las aguas del colector existente 32" al colector de 30".

De acuerdo con lo planteado en los numerales anteriores, se construirán colectores de manejo de agua para garantizar el continuo drenaje en el área.

► A4: Intersección Av. Caracas - Carrera 15

Se iniciará el traslado de redes realizando las actividades previas de cerramiento, y siguiendo la siguiente secuencia de intervención de redes:

- a) Red de alcantarillado combinado
- b) Red de acueducto
- c) Red de Energía
- d) Red de Telecomunicaciones ETB
- e) Red de Telecomunicaciones otros operadores

Es necesario dejar claro que puede existir variación de secuencia dependiendo de lo que se encuentren el sector, una vez se realice el replanteo en sitio y se inicien las diferentes excavaciones.

#### Particularidades

Se inicia con construcción del colector de 36" del tramo de la Av. Caracas costado nororiental, continuando hasta el pozo sobre la Cra 15. Este tramo no contempla domiciliarias.

En el costado suroriental se realizará la terminación del colector de 36" desde el pozo inicial de esta fase hasta al pozo sobre la Av. Caracas.

En el sector occidental se realizan las maniobras de desconexión de la red de 12" de acueducto que interfiere con la construcción del deprimido. Esta Red será construida una vez esté terminado la parte estructural por donde queda la instalación definitiva de la red en HG.

En el costado sur de la Calle 72 entre carrera 13 y Avenida Caracas, para Enel se tendrá el traslado de dos cajas CS276.

En la construcción de esta fase, se emplearán 135 m de tubería distribuidos en 10 cajas CS275 y 4 cajas CS276 y 2 CS274.

La red de la empresa telefónica va por la infraestructura de Enel usando las cajas CS276. Empleando infraestructura de Fibra y cobre (12 y 40 pares, respectivamente) y tres cámaras propias.

En este costado de la obra ETB emplea Fibra óptica y cobre conectadas en 3 cajas, una caja T14, un CPS y un CPD en tubería PVC de 4".

En esta fase no se realizar traslado de gas.

La reconstrucción del espacio público será efectuada bajo las mismas condiciones o similares en las que se encuentra actualmente que corresponden a andenes y vías de acuerdo con los niveles de las condiciones existentes que permitan la movilidad.

Se garantizará que en el diseño definitivo del espacio público se incluyan los recubrimientos mínimos estipuladas en la norma para cada una de las empresas de servicios públicos.

Como se prevé obras por fuera del cerramiento de la fase 4 en la Av. Caracas, se solicitarán PMTs específicos de trabajo nocturno con el fin de minimizar el impacto en el tránsito vehicular y peatonal en el área de trabajo

#### ► Cruce Av. Caracas

Los cruces sobre la Av. Caracas se proponen con metodología sin zanja para minimizar el impacto del transporte. Es necesario contemplar trabajos nocturnos para ciertas actividades como instalación de banco ductos y construcción de cámaras. Igual que el acueducto se debe realizar la infraestructura en su totalidad para inicio del traslado de los servicios.

Esta metodología dependerá particularmente del sitio del traslado, la longitud a trasladar y las interferencias que se presenten en el sitio identificadas. En base en lo anterior, se debe evaluar en



detalle la posibilidad de implementar este tipo de metodologías; en caso de no ser factible se ejecutará por medio de excavación convencional con PMT específico en horarios que minimice el impacto del tránsito vehicular y peatonal. Los detalles constructivos serán remitidos a la interventoría con 5 días hábiles a la ejecución.

Se realizará la coordinación con el delegado de la ESP para el traslado de las redes y así minimizar las afectaciones de los usuarios.

A continuación, se describen varias metodologías de excavación sin zanja y características de estas:

▶ Pipe Jacking

La tecnología Pipe Jacking es un método constructivo utilizado para la instalación de tuberías sin zanja por debajo de carreteras, vías férreas, pistas de aterrizaje, puertos, ríos y áreas ambientalmente sensibles. Esta tecnología se aplica de una forma remotamente controlada y guiada, con una tubería hincada proporcionando soporte continuo en el frente de la excavación, esto mediante la aplicación de presión mecánica o de fluido para equilibrar tanto las presiones de agua subterránea como las presiones del terreno. El material de las tuberías instaladas con la tecnología Pipe Jacking son de concreto reforzado, concreto reforzado con polietileno interior (HDPE) y fibra de vidrio (GRP) importada.

Este método constructivo se puede clasificar en función del principio de excavación, que se clasifica en “Pressurised Slurry Machine (AVN)” en el que el material excavado es transportado desde la cara de excavación en una suspensión de lodo y cuyos cabezales de corte se pueden adaptar a una amplia gama de condiciones geológicas dónde la presión del lodo equilibra la presión del agua subterránea y del frente. Y las “Earth Pressure Balance Machine (EPB)” en dónde el material es transportado desde la cara de excavación por un tornillo sin fin y a través de una banda hasta el final de la línea, el frente es soportado por el material excavado alojado detrás de la cabeza de corte, la presión es controlada por la velocidad del paso del material desalojado.

Esta tecnología se puede utilizar en cualquier tipo de terreno; es decir terrenos blandos, sumergidos con alta permeabilidad, terrenos compactos o plásticos, terrenos heterogéneos, esto básicamente depende de las características de la máquina de perforación o MTBM (Microtunnel Boring Machine) que se utilice.

Proceso de Construcción

- **Instalación de la micro tuneladora en el banco de empuje**

▶ El micro túnel es realizado a partir de pozos de servicio provisionales en concreto armado de diámetro 5.80m para los pozos de entrada y 4.8m para los pozos de salida. Estos pozos en concreto están diseñados para tomar los esfuerzos de empuje que no deberán sobrepasar las 520 toneladas.

El tampón de partida será demolido por la micro tuneladora cuando se realice la partida en el empaque de lanzamiento.

▶ Los otros equipos del banco de empuje son.

- Equipos del pozo (tubos de alimentación de la microtuneladora en fluidos y energía)
- Instalación de la estación de empuje principal de una capacidad de 520 toneladas
- **Excavación de la microtuneladora AVN 1200**
  - ▶ Instalaciones exteriores

Los materiales principales necesarios para el funcionamiento de la obra son localizados en la superficie y al lado del banco de empuje.

- La cabina de pilotaje de la microtuneladora
- Los equipos de tratamiento del material excavado
- La unidad de lubricación de bentonita
- El compresor de aire (7 bares)
- La planta eléctrica
- El contenedor de distribución de energía eléctrica (TGBT)
- Un contenedor para el taller de reparaciones / almacén
- **Montaje y lanzamiento de la microtuneladora Las fases de la microtuneladora:**
  - Instalación de la microtuneladora (cuerpo + articulación + rueda de corte) al fondo del pozo, sobre la estación de empuje principal
  - Instalación de la microtuneladora a los dispositivos de alimentación y a la cabina de pilotaje.
  - Instalación de los tubos para la evacuación del material excavado a la unidad de tratamiento en la superficie.
  - Lleno total del circuito de evacuación del material de excavación
  - Ensayos de la microtuneladora
  - Entrada de la microtuneladora bajo el empuje de los gatos de la estación principal
  - Lleno total de la cámara de corte con el fluido de bentonita e instalación bajo confinamiento.
  - Inicio de la excavación y entrada progresiva de la microtuneladora en la pantalla en concreto, sobre la trayectoria de la máquina y después en el terreno.
  - Después de haber entrado la totalidad del cuerpo de la máquina en el terreno, los gatos de la estación de empuje se contraen, se desciende el tubo y se instala a la microtuneladora.
  - Seguimiento de la excavación hasta la entrada total del modulo
  - Después de la entrada total del módulo, la estación principal ser retracta y el tubo de concreto armado N° 1 es instalado sobre el banco de empuje



Figura 387 Montaje de la microtuneladora sobre el banco de empuje

- **Excavación con la microtuneladora**

- ▶ Después de la fase de lanzamiento se iniciará la fase industrial. La excavación será organizada de manera a que las operaciones fundamentales se den en las mejores condiciones de rendimiento y de seguridad para el túnel y la obra en general. Se prevé de realizar la excavación en 2 turnos de trabajo de 12h/día y 7 días /semana.

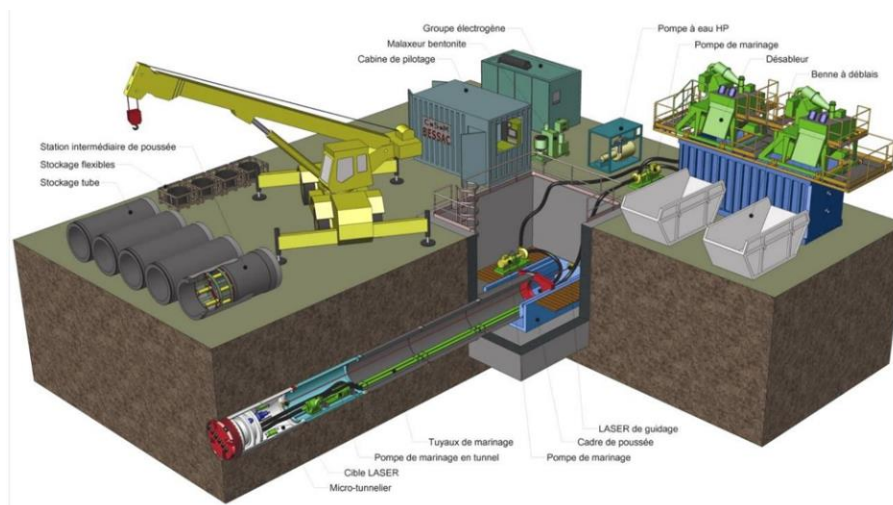


Figura 388 Principio de funcionamiento de la microtuneladora

Fuente: Maldonado, (2010)

#### - **Excavación**

El principio de excavación es la utilización de una microtuneladora de ataque global y evacuación hidráulica del material excavado asociado a la instalación de tubos de hincado de concreto armado.

▶ La excavación del terreno es realizada por la rueda de corte de la microtuneladora que ha sido adaptada a la geología del trazado del túnel.

▶ El piloto dispone de pantallas que le dan las informaciones necesarias de la excavación. En función de estos elementos él adapta la velocidad de rotación de la rueda de corte, la velocidad de extracción del material excavado y la velocidad de progresión de los gatos de empuje a las condiciones geológicas, manteniendo siempre la presión de confinamiento definida.

▶ El material de excavación es evacuado hidráulicamente, es decir por circulación en circuito cerrado de los lodos bentónicos. Ellos serán llevados a la superficie por conductos hasta la unidad de tratamiento.

##### ▶ **Ventajas de la bentonita**

- Para el confinamiento en la cabeza de la máquina, evitando todo riesgo de desconfinamiento y eventuales venidas de agua importantes.
- Para el transporte del material excavado.
- Para la lubricación alrededor de la microtuneladora, facilitando así la progresión.

▶ La unidad de tratamiento permite extraer el material excavado del fluido bentónico, este material es separado y stockado para la evacuación a los respectivos botaderos autorizados.

▶ Cuando la máquina está parada, el confinamiento es mantenido perfectamente cerrado, asegurando el bloqueo completo del frente de la máquina

#### - **Inyección y lubricación**

▶ Durante la construcción, la canalización DN 1200 está en movimiento en el terreno, por esta razón se realiza una lubricación en el terreno y permitir el fácil avance de la tubería

▶ El fluido de lubricación es inyectado por secciones. Este fluido compuesto de bentonita es fabricado en la superficie e inyectado con ayuda de una bomba.

#### - **Revestimiento del túnel**

▶ Al final de un avance, cuando los gatos de la estación de empuje principales están comprimidos, los operadores proceden a la instalación de un tubo. Los gatos de la estación principal comprimidos, las instalaciones de evacuación del material excavado, la electricidad, control, lubricación están desconectados.

▶ El tubo siguiente es descendido por la retro-excavadora o puente grúa sobre el banco de empuje y después los cables son instalados de nuevo.



▶ Los gatos son sometidos a presión hasta el contacto contra el empaque de madera del nuevo tubo. La presión es seguida progresivamente verificando el buen posicionamiento de los tubos

- **Guiado de la microtuneladora (laser)**

▶ Antes de empezar un nuevo tramo se realiza una reunión de inicio. Las personas siguientes deben estar en esa reunión:

- Los topógrafos de la obra
- Los operadores de la Tuneladora
- Jefes de obra / turno

▶ Se tratará de chequear todos los planos, de ver las dificultades del tramo y de la organización de la obra. Por eso, cada persona tendrá en su poder los siguientes planos:

- El último plano del tramo con coordenadas
- Un esquema de la posición de todas las estaciones intermedias
- Un esquema con los puntos de atención para los operadores

✓ Colocación del láser en el pozo


	Laser type	He Ne continuous wave 632,8 nm, visible red
	Laser class:	3B according to DIN EN60825-1/IEC825-1
	Beam shielding	direction fixing (only VL-50)
	Power supply	12V = / 0.8A
	Reverse voltage protection	Yes
	Undervoltage indicator	Yellow diode lamp
	Self levelling range	+14 % /-9 %, 2 axis.
	Directional setting range	±5% (10m over 100m).
	Inclination setting range: Main beam	+29 % bis -22%
	Inclination setting range:	1% bis 373% (75°)
	Smallest reading	0,01% estimated 0.005%
	Watertight	0.35bar.
	Dimensions	Ø140mmx345mm
Weight:	3.7 kg	

Figura 389 Características del láser

- **Verificación del láser**

Antes de cada tramo, se hace una verificación del equipo como sigue:

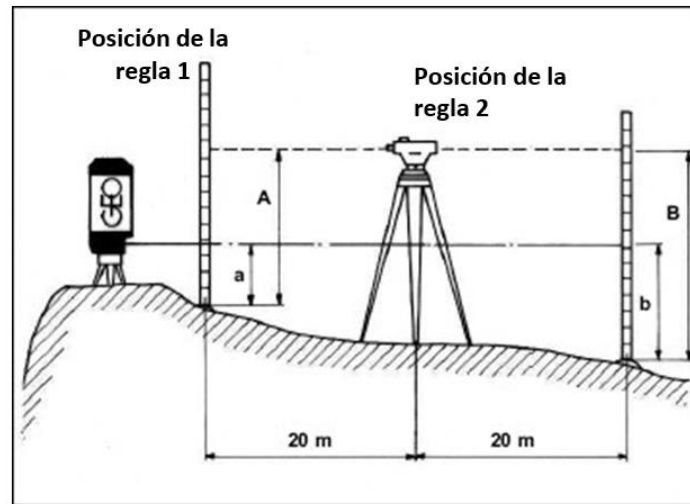


Figura 390 Verificación del equipo

1. Colocar en láser con el valor “000.000” donde se puede medir 40 metros más o menos
2. Definir un punto muy cerca del láser y otro a 40m. Leer la altura a y b sobre las reglas.
3. Con un nivel de alta precisión colocado al centro de las dos reglas hacer la lectura A y B.
4. Si el cálculo  $A-a=B-b$  es exacto, el láser está bien ajustado.

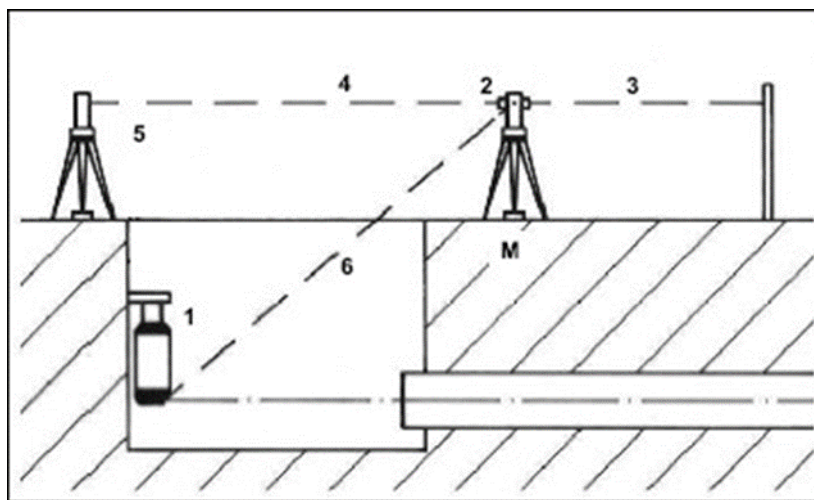


Figura 391 Colocación del láser en el pozo – A.

1. De acuerdo con el último plano con coordenadas del tramo, se coloca aproximadamente el láser con su soporte nivelado con el sitio donde se cruza el eje de la tarjeta activa y el eje del láser.
2. Colocar el teodolito para que este encima del punto M.
3. Se arma el equipo sobre el punto de referencia.
4. Armar el equipo al otro lado del pozo

5. Colocar un punto fijo arriba del pozo encima del láser con un prisma.
6. Desplazar el láser de acuerdo con el eje de la tarjeta activa

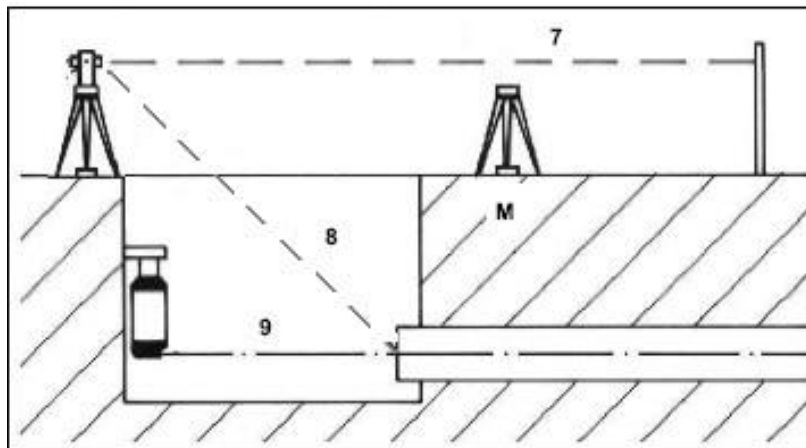


Figura 392 Colocación del láser en el pozo – B.

7. Reemplazar el prisma por el teodolito y armar en el punto de referencia.
8. Bajar el eje.
9. El láser debe coincidir con el teodolito.
10. Repetir los puntos 8 y 9 dos veces.
11. Entrar el valor de la pendiente del tramo en el láser que se ajusta automáticamente.

- **Colocación del receptor de control**

El receptor de control se coloca encima de la excavación sobre la pantalla del pozo. Una vez que se ha colocado el láser de la manera explicado anteriormente, se arregla el segundo rayo del láser en una ventana prevista en el receptor.

Si el láser se mueve por alguna razón y el rayo no se encuentra más en la ventana, el sistema empieza a hacer ruido en el pozo, de manera tal que el operador puede de reaccionar inmediatamente, colocando de nuevo el láser correctamente.

- **Pantalla de guiado**

El operador puede seguir en cada momento el guiado de la máquina gracias a la pantalla que se encuentra ubicada en la misma:

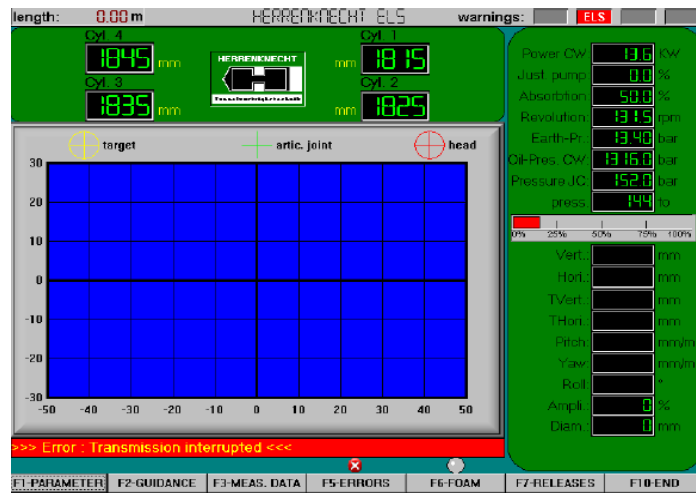


Figura 393 Pantalla de guiado

En esta pantalla se pueden ver las desviaciones horizontales y verticales, la posición de la cabeza de la máquina, el giro y toda la información necesaria para manejar la máquina.

- **Punto de atención**

Si durante el avance la desviación de la máquina sobrepasa los siguientes valores:

- Vertical: 5cm
- Horizontal: 10cm

Se verificará la articulación de la máquina y la manera de manejar de los operadores.

Se realizará un control sobre la posición de la máquina y se levantarán los 5 últimos tubos. Si se justifica, el jefe puede tomar la decisión de bajar la velocidad de empuje de la máquina.

Durante el proceso de hincia se realizará la inspección durante los tramos por parte del jefe de Obra, Operador e Ingeniero donde se dejará constancia de la posición del láser durante los dos turnos. Lo anterior se ira consignando los formatos requeridos.

Por cada tramo se guardará la siguiente información:

- Los datos de inicio de la máquina
- Seguimiento de los controles de topografía
- La tabla de seguimiento del drift

- **Salida de la microtuneladora**

El pozo de salida lleva una preparación que consiste en lo siguiente:

- Se rompe la pantalla en la ventana hasta que quede un espesor mínimo de 5cm, asegurándose que no queda ningún hierro de la pantalla.
- Se prepararán en superficie costales rellenos con suelo, de peso aproximado a los 30 Kg, los que dispondrán en el pozo mediante grúa, para tender las posibles infiltraciones durante la rotura de la pantalla.
- Disponer en el piso del pozo de una cuna, que servirá de apoyo de la Tuneladora una vez



salga esta.

- **Llegada con la Tuneladora**

25 m antes de llegar al contacto del pozo, se realiza un chequeo topográfico para asegurarse de la correcta posición de la Tuneladora.

El operador de la Tuneladora tiene la información del momento en el cual, teóricamente debe llegar en contacto con el pozo.

Al llegar en contacto con el pozo, el operador de la Tuneladora se da cuenta con el aumento de la presión de la rotación de la rueda de corte y la naturaleza de los escombros que salen. El operador avisa al jefe de obra.

Parte del concreto de pantalla será empujado en el pozo de salida y evacuado después del retiro de la Tuneladora.

- **Posicionamiento de grúa para izaje de Tuneladora**

- Selección del sitio de parqueo de la grúa y el equipo de transporte.
- Elaboración del plano de posicionamiento del equipo de Izaje y transporte.
- Montaje de las contrapesas necesarias y elementos apropiados para el Izaje de la Tuneladora.
- Durante la maniobra se contará con un señalero capacitado para este tipo de maniobras, que indicará al operador de la grúa las maniobras a realizar de acuerdo con las instrucciones previas recibidas del supervisor de la operación

- **Ingreso de Tuneladora al pozo de salida**

- Rotura con la Tuneladora los últimos 10 cm. de la pantalla de concreto.
- Avanzar con la Tuneladora hasta que el empate con el tercer cuerpo quede por fuera de la pantalla de concreto.
- Taponamiento con los costales de suelo, trapo y cuñas de maderas de las posibles fugas de bentonita y/o suelo que se presenten alrededor de la Tuneladora.
- Desacople de la Tuneladora del cuerpo posterior
- Izaje de a Tuneladora a superficie y descargue en cama-baja dispuesta en la plataforma en la forma indicada en el plano, previamente aprobado.

- **Ingreso de cuerpo de bomba de lodos al pozo de salida**

- Empujar con los gatos el cuerpo posterior de una longitud tal que el tubo de concreto quede como mínimo a 15 cm. por fuera de la pantalla de concreto.
- Desconectar las redes.
- Despegar el cuerpo posterior del primer tubo de concreto.
- Izaje del cuerpo posterior y descargarlo en la cama baja. El posicionamiento de la grúa es similar al que se utilizó para sacar la Tuneladora.
- Vaciado de anillo de concreto alrededor del primer tubo hincado.

- **Transporte de Tuneladora y cuerpo de bomba de lodos**

Con la ayuda del personal de escoltas y señaleros se transportará al pozo donde se inicia un nuevo tramo de túnel la Tuneladora, cuerpo posterior y grúa.

- **Descargue de Tuneladora en sitio de utilización**
  - Una vez seleccionado el sitio de descargue, que no interfiera con el tráfico de otros equipos, se dispondrán los soportes en madera, que servirán de apoyo de la Tuneladora.
  - Se posicionará la Grúa en el sitio seleccionado y desde allí se descargará la Tuneladora.
  - Se realizarán la inspección y evaluación de la máquina.
- **Características del revestimiento del túnel**
  - Fabricante

Los tubos en concreto armado son fabricados y entregados en obra por la sociedad TITAN.

- Características técnicas

Los tubos del fabricante TITAN tienen las siguientes características:

- ✓ Diámetro interior : 1200 mm
- ✓ Espesor : 150 mm
- ✓ Diámetro exterior : 1472 mm
- ✓ Longitud : 2,50 m
- ✓ Cuerpo externo : en acero
- ✓ Junta de impermeabilización: junta EPDM

- **Medios humanos:**

Las operaciones de microtunelaje son realizadas por personal especializado del contratista.

- **Medios materiales:**
  - Cabina de pilotaje

El contenedor de pilotaje permite hacer funcionar la microtuneladora y guiarla

- Microtuneladora AVN 1200

La microtuneladora realiza la excavación del terreno. La parte de adelante es orientable para poder guiar la trayectoria

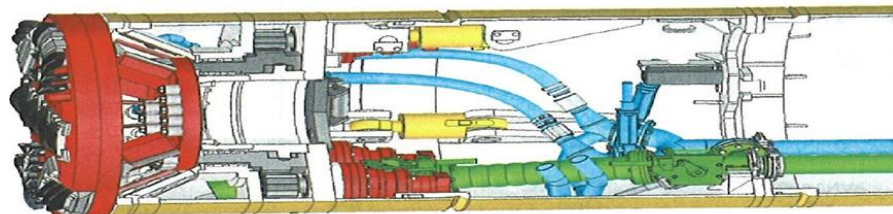


Figura 394 Esquema microtuneladora

- **Características de la microtuneladora**
  - ✓ Longitud de la máquina: 3400 mm

- ✓ Diámetro exterior: 1505 mm
- ✓ Momento de rotación: 258 KNm
- ✓ Potencia de rotación: 75 KW
- ✓ Velocidad de rotación: 0 à 5,4 trs / min en los dos sentidos
- ✓ Numero de motores: 4 motores hidráulicos
- ✓ Numero de gatos hidráulicos: 3 gatos
- ✓ Fuerza de los gatos de guiado: 752 kN



Figura 395 Microtuneladora 1200

- **Tubo seguidor**

Este tubo permite asegurar la lubricación externa de la microtuneladora

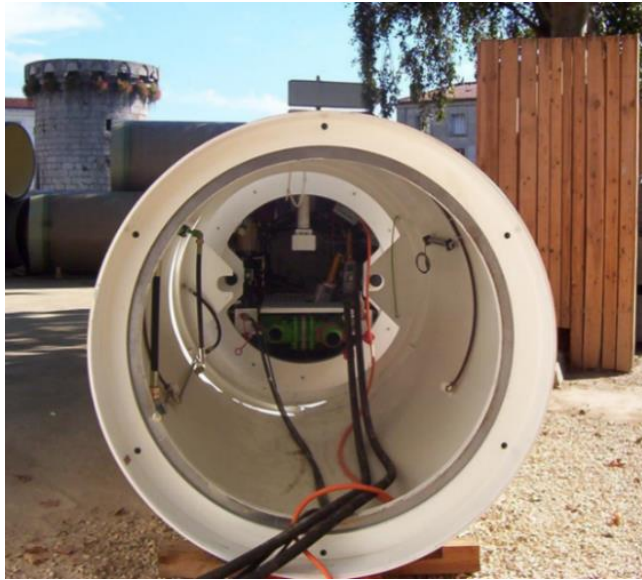


Figura 396 Tubo seguidor

- **La estación de empuje principal**

- ✓ Longitud : 4200 mm
- ✓ Ancho : 2880 mm
- ✓ Altura : 2500 mm
- ✓ Peso : 17000 kg



Figura 397 Esquema Estación de empuje



Esta estación es instalada en el pozo de trabajo. La placa detrás del apoyo es adaptada a la forma del pozo la cual retoma los esfuerzos de empuje horizontales. Los cuatro gatos son alimentados por un power-pack hidráulico instalado en el contenedor de control

La instalación es asegurada desde el contenedor de control por el piloto, la presión y la elongación de los gatos son indicadas permanentemente en el panel de control del piloto.

- **La estación de empuje intermedia**

Esta estación de empuje intermedia es instalada sobre los trazados de longitud superior a 150ml



Figura 398 Estación intermedia

► Lanzamiento de tubería de Sistema RAMMING

“La perforación con sistema ramming, es un método de instalación sin zanja (Excavación subterránea) de tuberías y revestimiento en acero. El método se utiliza con frecuencia en terraplenes de ferrocarril y carretera (Cruce de vía), donde otros métodos sin zanjas podrían causar hundimientos o levantamientos.

Cuando se instalan los tubos o cubiertas, las tuberías de otro tipo para la distribución de aguas residuales, agua o gas, o eléctricas, o los cables de telecomunicación se insertan posteriormente. Este método no es direccionable y las tuberías instaladas por este método se colocan rectas.

En comparación con otros métodos sin zanja, como la perforación dirigida, el sistema ramming puede ahorrar tanto en tiempo total de instalación como los costes en condiciones favorables. El método es más valioso para la instalación de tuberías más grandes a distancias más cortas y para instalaciones a profundidades más bajas. Es adecuado para todas las condiciones del suelo, excepto para roca sólida, y a menudo es seguro cuando algunos otros métodos sin zanja pueden llevar a un asentamiento inaceptable de la superficie”. (MULTIPROYECTOS, s.f.)

### - Proceso de Construcción

“Para su funcionamiento se va hincando la tubería de acero, tubo por tubo que se van soldando sucesivamente, hasta lograr la longitud deseada, el equipo es de forma cilíndrica en su mayor parte, excepto en la parte anterior y posterior donde se presenta una forma cónica para la adaptación del cono de empuje, la propulsión se realiza con compresores de aire que transmiten la fuerza necesaria a la máquina y ésta a su vez al tubo a instalar. Este sistema es apropiado para instalar tuberías en pendientes (alcantarillados), o como camisa de sacrificio para instalación de varios ductos.” (PERFORACIONES E INGENIRIA S.A.S, s.f.)

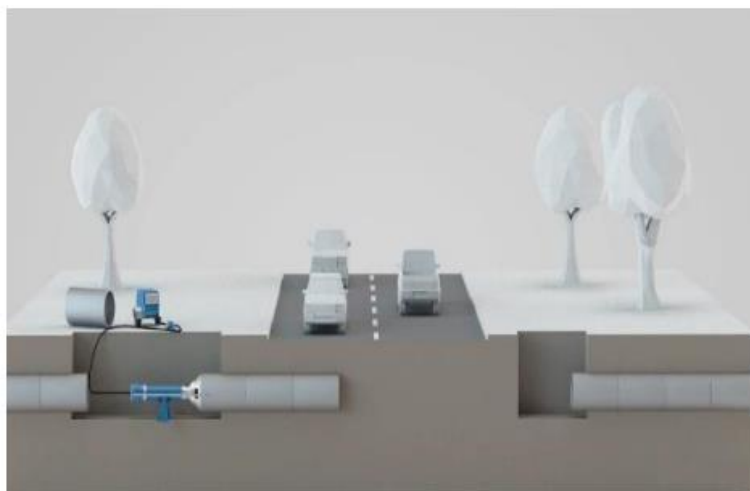


Figura 399 Corte Longitudinal sistema Ramming

Fuente: Multiproyectos

- El uso de este sistema presenta las siguientes características:

Permite la instalación de tuberías de gran diámetro a poca profundidad.

No hay riesgo de asentamientos en el suelo ya que la tubería de acero se instala antes de la excavación.

El hincado de tuberías es uno de los pocos métodos sin zanjas en los que una parada puede no afectar a la reanudación de la unidad. Normalmente, el accionamiento se puede volver a poner en marcha después de un tiempo de inactividad considerable.

La tubería puede ser instalada en una sola pieza o en segmentos y puede ser instalada en casi cualquier tipo de suelo.

Es más adecuado para tuberías de tamaño mediano y para longitudes más cortas. • Puede utilizarse para aplicaciones horizontales, verticales y en ángulos.

El método puede aumentar el diámetro y la capacidad de las tuberías existentes cuando aumentan las necesidades de carga.

El sistema ramming puede ahorrar el tiempo de instalación en condiciones favorables. Esto se debe generalmente a los tiempos de preparación y restauración, ya que los fosos requeridos son más pequeños y requieren menos precisión que otras técnicas

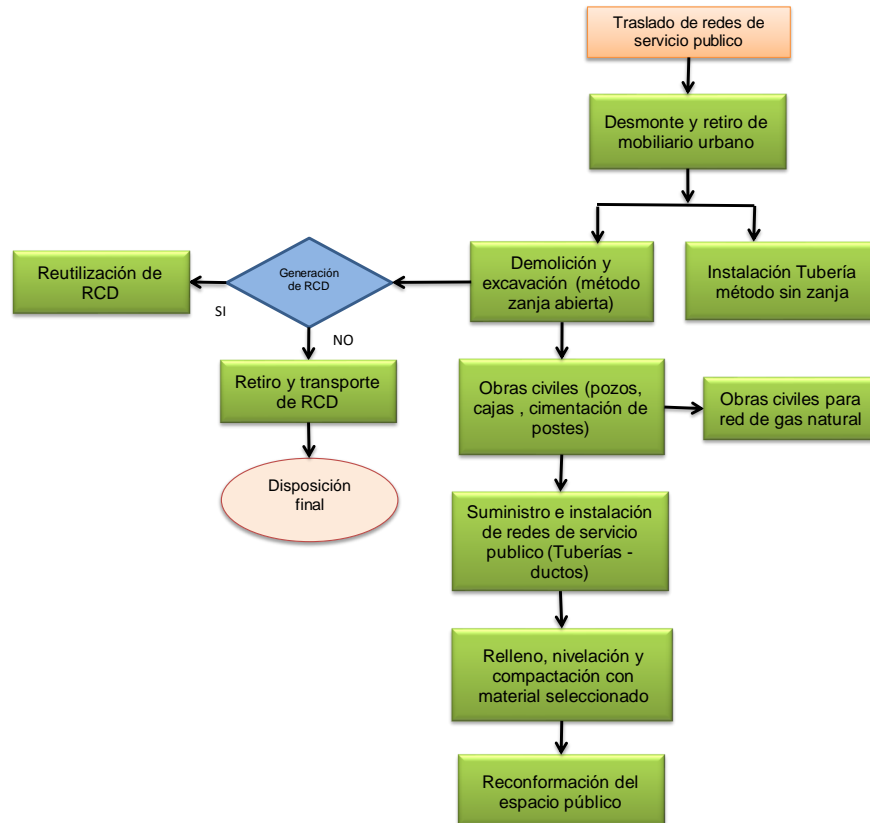


Figura 400 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

A continuación, se presenta un resumen de los riesgos e impactos generados para esta actividad constructiva, acorde a la matriz de impactos y riesgos que se desarrollaron para el proyecto, así mismo se identifican los programas y permisos aplicables a esta actividad constructiva.

### 3.2.19.2 Construcción muros pantalla

La construcción de muros pantalla es la fase inicial de la construcción de la estructura del intercambiador. Estos consisten en muros de concreto reforzado, fundidos in situ dentro de trincheras o zanjas cuya estabilidad se ha garantizado mediante el uso de lodos poliméricos, los cuales se retirarán o dispondrán atendiendo a los requerimientos ambientales del proyecto.

Estructuralmente y por condiciones geotécnicas, se plantea un sistema de pantallas pre – excavadas con el empleo de apuntalamiento superior en donde sea posible para garantizar un gálibo mínimo de 5.5m. Se plantean pantallas con módulos de 5.0m de longitud, con la posibilidad de emplear módulos más cortos en caso de requerirse para las zonas finales del intercambiador. Los tipos de pantalla están definidos considerando principalmente su ubicación y altura libre. Todas las pantallas cuentan con un apuntalamiento inferior. En la Figura 401 se presenta el esquema general de la localización de los muros pantalla.

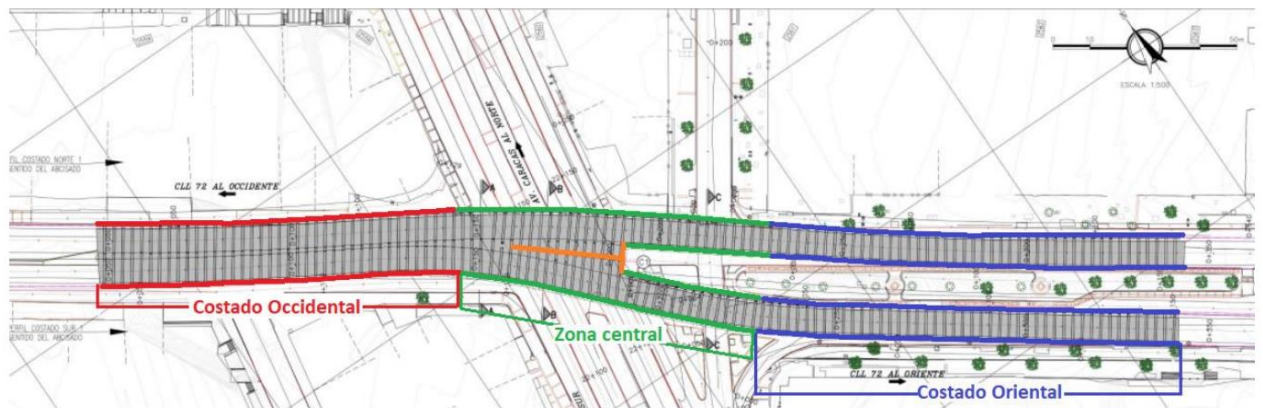


Figura 401 Esquema general de localización de pantallas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

La construcción de los muros pantalla y las excavaciones subsecuentes que se realizarán pueden resultar en asentamientos al largo de la calle 72 y la avenida Caracas. Por lo tanto, será necesario establecer un equipo de medición topográfica que realiza un registro y control de los asentamientos al largo del área de intervención durante los procesos de construcción y excavación.

Para la construcción los muros pantalla se cuenta con las siguientes actividades:

- ▶ Excavaciones de zanjas y demoliciones

La primera etapa en la construcción de las pantallas pre – excavadas implica el pre – corte del pavimento y la excavación de una zanja de orientación a lo largo del trazado de los muros. Esta zanja deberá tener el ancho efectivo del ancho del muro más un espacio libre que permita el paso de la almeja excavadora con una profundidad de 1.5m aproximadamente.

- ▶ Vigas guía

Posteriormente se construirán las vigas – guía en concreto, las cuales aseguran el alineamiento horizontal de las pantallas y evitan desviaciones al iniciar la excavación de la zanja. Esta viga guía consistirá en muros paralelos de concreto reforzado con un ancho de aproximadamente 30cm.



Entre los propósitos de la viga guía se encuentran

- Definir el trazado de los muros pantalla
- Guiar la maquinaria de excavación
- Ubicar las canastas de refuerzo que se colocarán dentro de las zanjas posteriormente

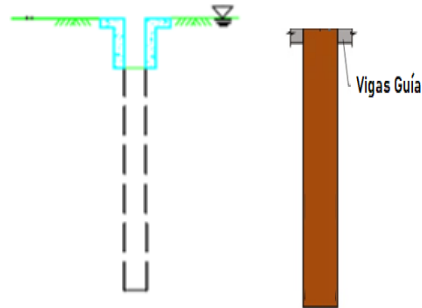
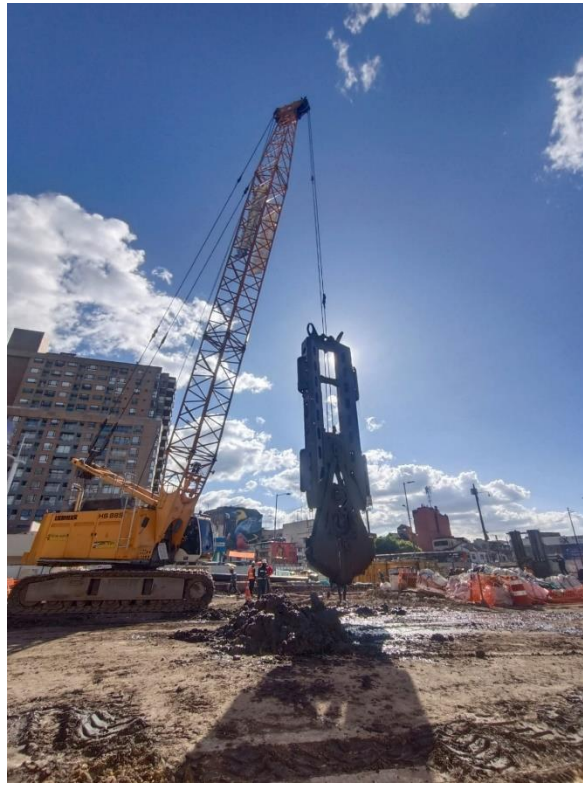


Figura 402 Vigas guía previo a la excavación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

#### ► Excavación de muros pantalla

La excavación se llevará a cabo a través de una excavadora vertical o grúa con cucharas bivalvas hidráulicas, la excavación se realizará secuencialmente de manera modular. La zanja debe mantenerse llena de lodo polimérico o cualquier sistema que garantice la estabilidad de la excavación. Se deberá realizar la excavación de las pantallas con avances en tramos discontinuos de 5.0 m (módulos impares y luego pares). Las excavaciones deben ser ejecutadas por etapas, avanzando, en sentido longitudinal, en tramos de hasta 5.0 m Al retirar el suelo, se deberá rellenar inmediatamente la zona excavada con una mezcla de agua y polímeros (lodo polimérico) para garantizar su estabilidad. Los tiempos en que las excavaciones estén abiertas deberán ser minimizados.

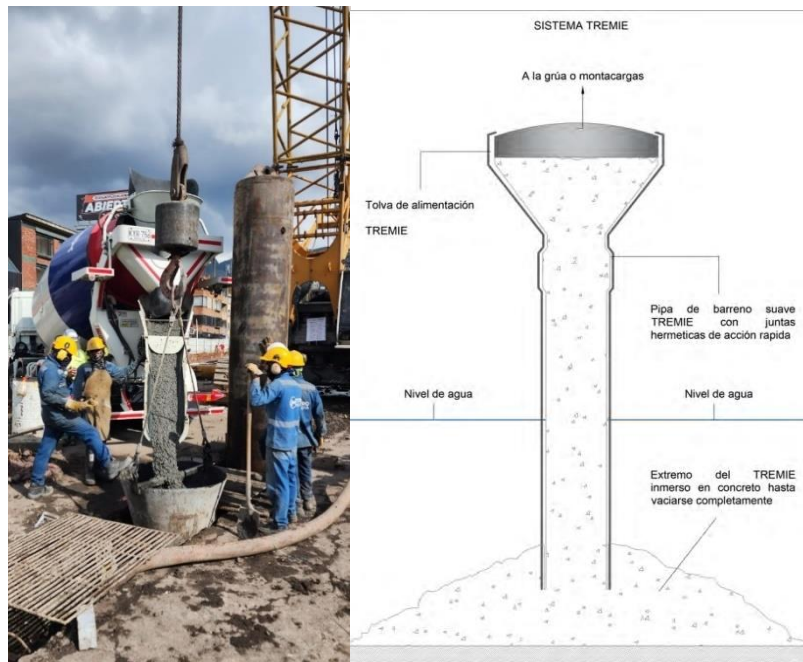


Fotografía 69 Excavación muros de pantalla

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Vaciado de concreto

Una vez se realice la revisión de las excavaciones se instalarán juntas metálicas, para el vaciado del hormigón formando un machihembrado. Posteriormente y sin remover los lodos de la excavación, se iza el refuerzo previamente armado para el módulo la pantalla y se coloca dentro de la zanja cerciorándose que se tenga una distancia de al menos 20cm al fondo de la excavación. Luego se inicia el vaciado del hormigón dentro de la zanja usando tubos “tremie” introducidos a 10 cm del fondo de la excavación y la recolección simultánea de los lodos que van siendo desplazados hacia arriba por el concreto Tremie es el “embudo” que permite introducir el concreto por un tubo vertical de acero (PIPE) con facilidad. El extremo inferior de este tubo queda siempre embebido en el concreto por lo menos 3 m, previniendo así considerablemente la segregación y el lavado.



Fotografía 70 Sistema de fundida de concreto tubos tremie.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Entre las recomendaciones al realizar el vaciado están las siguientes:

- ▶ Realizar un control constante de la manejabilidad del concreto en el mixer durante el proceso de vertimiento.
- ▶ Tener al menos dos mixers presentes durante los procesos de vertimientos
- ▶ Siempre mantener 3m de inmersión del concreto dentro de las tuberías
- ▶ Medir la altura del concreto constantemente en al menos 3 puntos.
- ▶ Una vez terminado el proceso de vertimiento, es necesario remover las juntas metálicas, esto debe hacerse entre 1 y 3 horas después de finalizar este proceso
- ▶ Terminado la fundida de concreto bajo el sistema tremie, la tubería se ubica en las canastas de almacenamiento para su limpieza con agua.

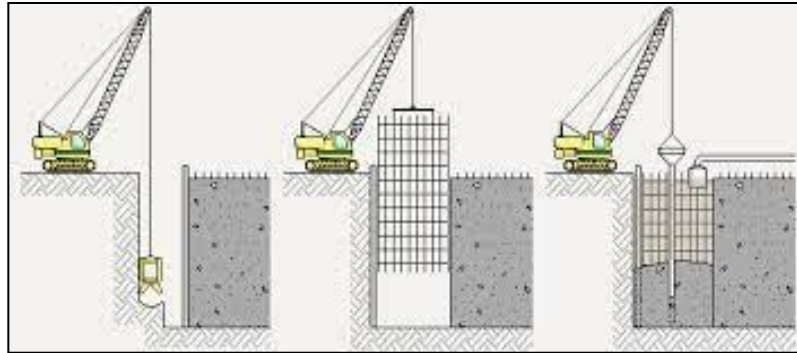
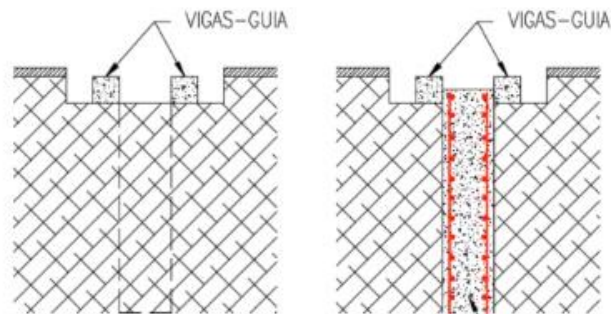


Figura 403 Excavación, instalación de refuerzos y vertimiento de concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Cuando el hormigón ha alcanzado su fraguado inicial, se retiran las juntas. Por último, “descabezan” los muros con el fin de retirar el concreto contaminado en su parte superior y se demuelen las vigas – guía. Estos residuos producto del descabece de los muros y vigas guía serán acopiados para ser retirados a los sitios de disposición final en caso tal que no se reutilicen.

En la siguiente figura se puede observar el proceso constructivo de Pantallas Pre – Excavados.





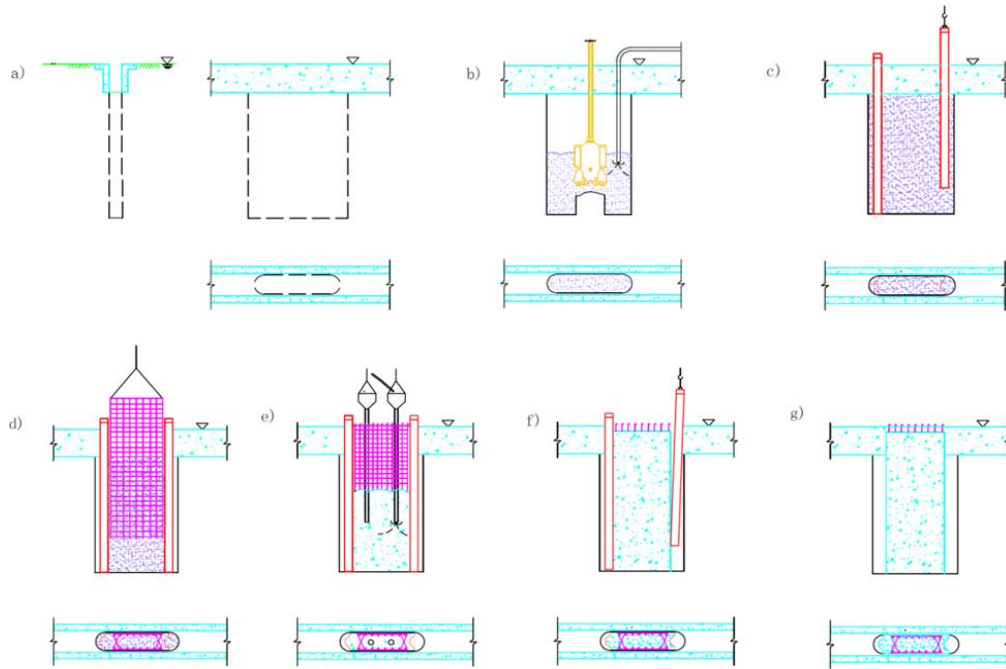


Figura 404 Proceso constructivo de pantallas pre – excavados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Uso de polímeros para construcción de muros pantalla.

Para la excavación de muros pantallas es necesaria la presencia de un lodo polimérico de perforación que sujete las paredes, impidiendo el desprendimiento de éstas durante todo el proceso de ejecución.

El polímero se mezcla con agua fresca y proporciona un fluido estabilizante para las paredes de la excavación que es viscoso, libre de sólidos y claro, apto para usar en actividades de perforación de pantallas preexcavadas.

Esta mezcla se realizará in situ, como se muestra en la Figura 405:

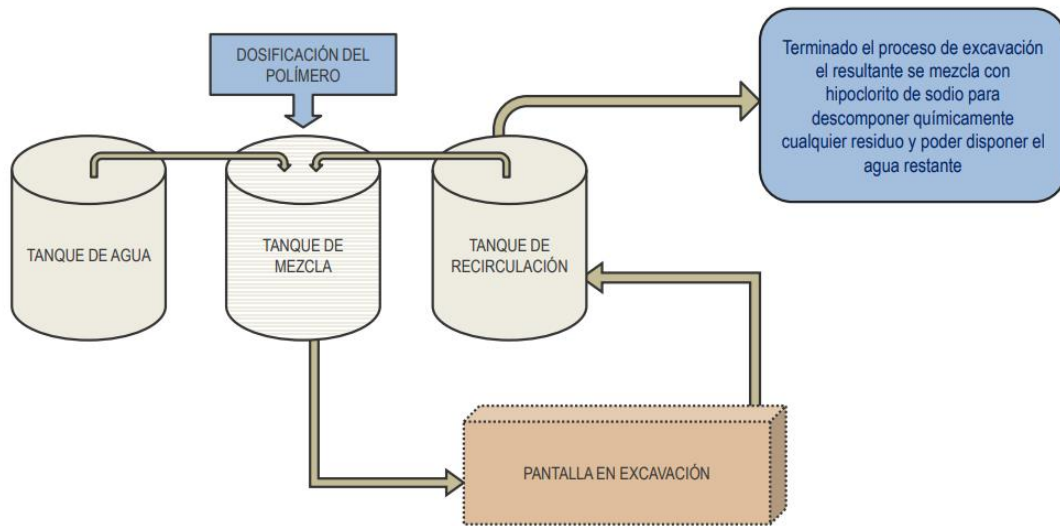


Figura 405 Modelo para preparación de polímero

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Consideraciones a tener en cuenta:

► Almacenamiento

Inicialmente el producto debe ser aislado del suelo ya que la humedad presente en este puede reaccionar el producto antes de lo deseado y de manera no controlada o adicional se debe garantizar que el producto se encuentre aislado del medio ambiente evitando inconvenientes por contacto directo con lluvias.

► Mezcla

Para conseguir el mejor aprovechamiento del fluido de perforación una parte importante es el mezclado del polímero, con el fin de obtener los rendimientos esperados y disminuir los desperdicios, por lo cual se debe buscar una buena homogenización durante la mezcla permitiendo que sea aplicado directamente al tanque de mezcla al tiempo que se genera agitación en el mismo por medio de: Flautas de aire y recirculación

Los tiempos de mezcla de 10 a 15 minutos permitiendo una mezcla homogénea en poco tiempo, del mismo modo la aplicación debe realizarse de forma lenta y continua para disminuir la presencia de grumos.

► Parametrización

Tanto el fluido de perforación como el agua base de este deben contar con unas condiciones específicas presentadas a continuación:

Tabla 46 – Parametrización del fluido

CONDICIONES DEL AGUA BASE					
PH	6,5 - 9		DUREZA	< 150 PPM	
CONDICIONES DEL FLUIDO					
VISCOSIDAD		DENSIDAD		CONTENIDO DE ARENA	
UNIDAD DE MEDIDA	RANGO RECOMENDADO	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO RECOMENDADO	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO RECOMENDADO
SEGUNDOS POR CUARTOS DE GALÓN	45 - 120	GRAMOS POR CENTÍMETRO CUBICO	> 1,01	PORCENTAJE	< 3%

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

► Controles de Proceso

El mantener las condiciones del fluido dentro de los rangos mencionados en la tabla anterior permitirá generar ahorros directos en el consumo del polímero y optimizara los resultados en la operación, para mantener el control sobre estas condiciones se realizan ensayos de laboratorio en campo utilizando los siguientes equipos:

Tabla 47 – Ensayos de Control

EQUIPO	ENSAYO
Embudo Marsh	Viscosidad
Balanza de lodos	Densidad
Kit para contenido de arena	Porcentaje de Arena
Trillas medidoras de pH	pH
Tirillas Medidoras de Dureza	Dureza

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

► Disposición final del fluido

Al contar con un proceso adecuado en los tanques de sedimentación y recuperación generando una separación de líquidos y sólidos por densidad nos permite disponer de forma sólida de estos sobrantes de excavación, recuperando un polímero más limpio para ser reutilizado en las perforaciones, al terminar el proyecto si se cuenta con sobrantes de polímero se debe tener en cuenta lo siguiente:

Dependiendo de las características del suelo, si resultan lodos estos serán dispuestos a través de un carrotanque de lodos y serán entregados a un gestor autorizado.

Por otro lado, el polímero se podrá descomponer químicamente con lejía (hipoclorito de sodio 5% dependiendo de las condiciones del fluido) y que en caso de tener contacto con el medio ambiente el polímero no se fermentará, de esta manera se evita la producción de bacterias que pudieran llegar afectar de forma negativa, la vida silvestre y el suelo. Al descomponer el polímero de manera química se obtiene agua la cual puede ser reutilizada en otros procesos o como base de fluido de perforación o ser dispuesta con un gestor autorizado.

Adicional podría salir residuos de excavación, por tanto, se pueden mezclar con los RCD y ser dispuestos en un sitio de disposición final como es el caso de Cemex quien cuenta con aprobación y con los permisos ambientales.

No se puede considerar un volumen final de polímero que se generara como residuo, sin embargo, se hace una estimación donde el rango mínimo puede ser 10% y el rango máximo sería 30% de residuos sobre un volumen total para todo el proyecto de 80 m<sup>3</sup> aproximadamente, en ese orden de ideas el volumen destinado de residuo de polímero podría estar en un rango de 8 a 24 m<sup>3</sup> para el proyecto, sin embargo, es importante resaltar que esto varía según las condiciones del suelo que solamente se podrá evidenciar cuando se realice la actividad por las condiciones del suelo encontradas al momento de la operación.

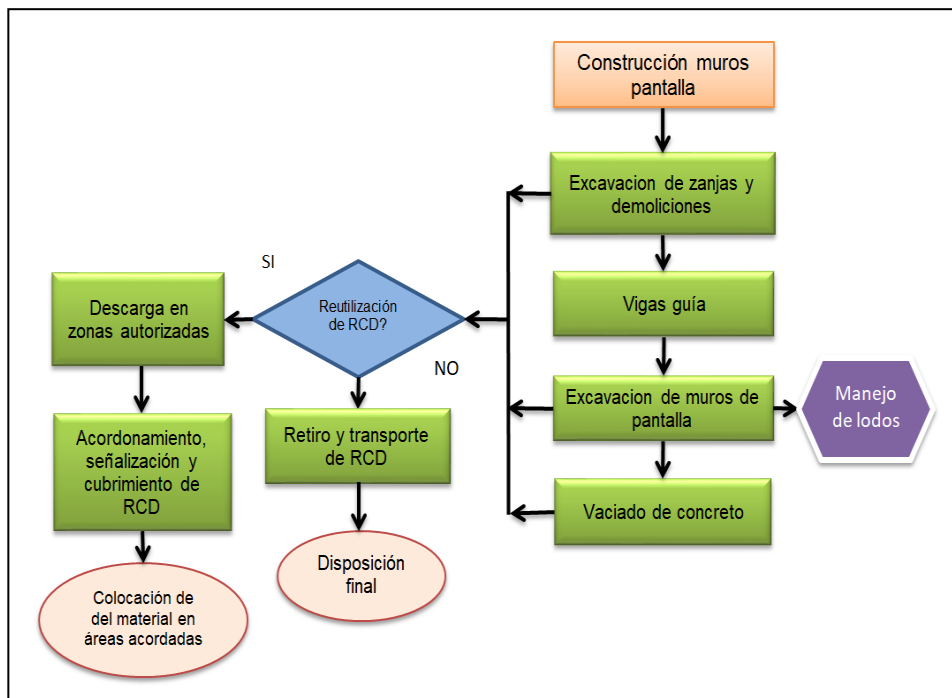


Figura 406 Diagrama, construcción muros pantalla

Fuente: Metro Línea 1 S.A.



A continuación, se presenta un resumen de los riesgos e impactos generados para esta actividad constructiva, acorde a la matriz de impactos y riesgos que se desarrollaron para el proyecto, así mismo se identifican los programas y permisos aplicables a esta actividad constructiva.

### 3.2.19.3 Construcción de vigas *cabezal*, vigas *puntal superiores* y *placa aérea*

Luego del “descabece” de los muros y la demolición de las vigas – guía, se procederá a la construcción de las vigas superiores

En los extremos del intercambiador (zona 1) se construirán únicamente vigas cabezal, para lo cual se instalarán a lo largo de los muros las formaletas y el refuerzo para estas vigas, y posteriormente se vaciará el concreto. En la zona central del intercambiador (zona 2) se construirá una retícula de vigas cabezal y vigas – puntal, que en cierto sector contará también con placa de concreto. Dado que se debe mantener el tráfico de los articulados del BRT (Transmilenio), la construcción de esta retícula se hará por etapas, lo cual implica el uso de juntas de construcción. Para construir este sistema reticulado se tendrá que demoler el pavimento existente y realizar excavaciones detalladas para las vigas – puntal. Después se instalarán las formaletas y los refuerzos para las vigas y la losa, para luego vaciar el concreto. Puesto que la formaleta quedará debajo del concreto, sólo podrá retirarse cuando se haga la excavación del intercambiador.

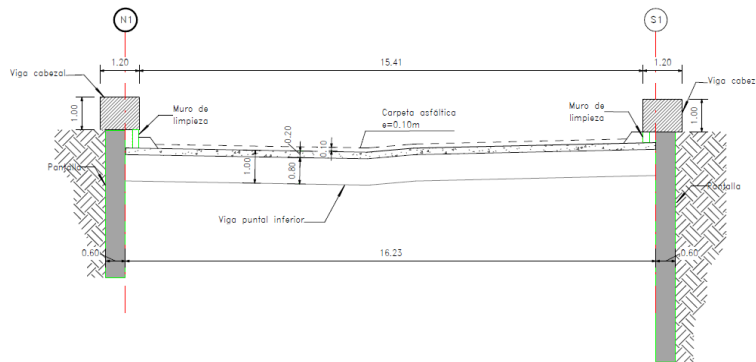


Figura 407 Esquema viga cabezal

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

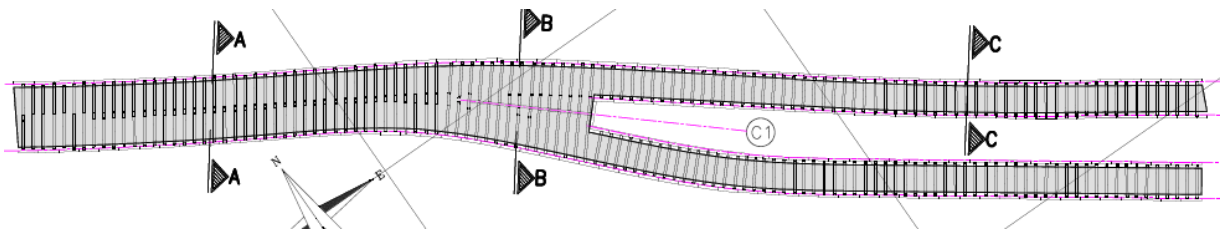


Figura 408 Esquema Vigas aéreas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

#### 3.2.19.4 Excavaciones Mecanizadas

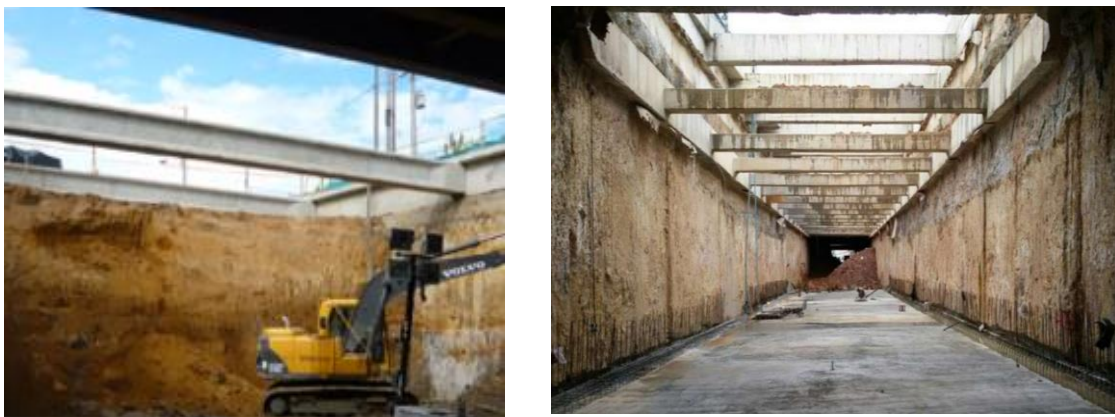
Simultáneamente con la construcción de las vigas y losa superiores, se iniciará la excavación del intercambiador. Esta excavación se realizará de arriba hacia abajo (método “top – down”).

Del análisis estructural, se concluyó que no es necesario realizar apuntalamientos temporales en etapa de construcción, pero si se recomienda tener un control de deformaciones para no exceder las deformaciones verticales y horizontales indicadas por el área de geotecnia. En todo caso, durante la etapa de excavación, en las zonas donde no existe apuntalamiento superior, no se ubicará equipo pesado en las vías paralelas al intercambiador ya que el único equipo pesado que estará presente será el ubicado dentro de la excavación, el cual no afecta el comportamiento de las pantallas.

Durante todo el proceso de excavación se deberá hacer un seguimiento a los desplazamientos horizontales de las pantallas y eventuales asentamientos de las edificaciones aledañas al proyecto. En caso de encontrar movimientos superiores a los considerados en los documentos de geotecnia, deberá suspenderse la excavación y definir las acciones a seguir.

Durante la excavación se debe garantizar que la rigidez del sistema de apuntalamiento temporal sea suficiente para resistir las cargas generadas por el desconfinamiento del terreno y los empujes laterales del terreno. Una vez que el sistema de vigas – puntal inferior y superior adquiera la resistencia adecuada, se puede retirar el sistema de apuntalamiento temporal.

Como se mencionó anteriormente, la profundidad excavaciones para la construcción del intercambiador vial podría llegar a 8 metros, para lo cual se tendrán en cuenta los procedimientos y lineamientos establecidos en el anexo L1T1-COM-AMB-PN-0017\_A03\_V01/Anexo8/Procedimiento de excavaciones y taludes alineados con la a Guía de Trabajo Seguro en Excavaciones del Ministerio de Trabajo.



Fotografía 71 Excavaciones del intercambiador

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Debe tenerse en cuenta que será necesario instalar sistemas de drenaje de aguas. Para las aguas lluvias se construirán pozos temporales en el fondo de las excavaciones con bombas de achique para

evacuar las aguas cuando llueva, esto permitirá mantener el nivel freático por debajo de la excavación, estas aguas se descargarán al sistema público de aguas lluvias, previo a un proceso de sedimentación tal como se muestra en la Figura 409. Este proceso de drenaje de aguas se ira implementando a medida que avanza la obra.

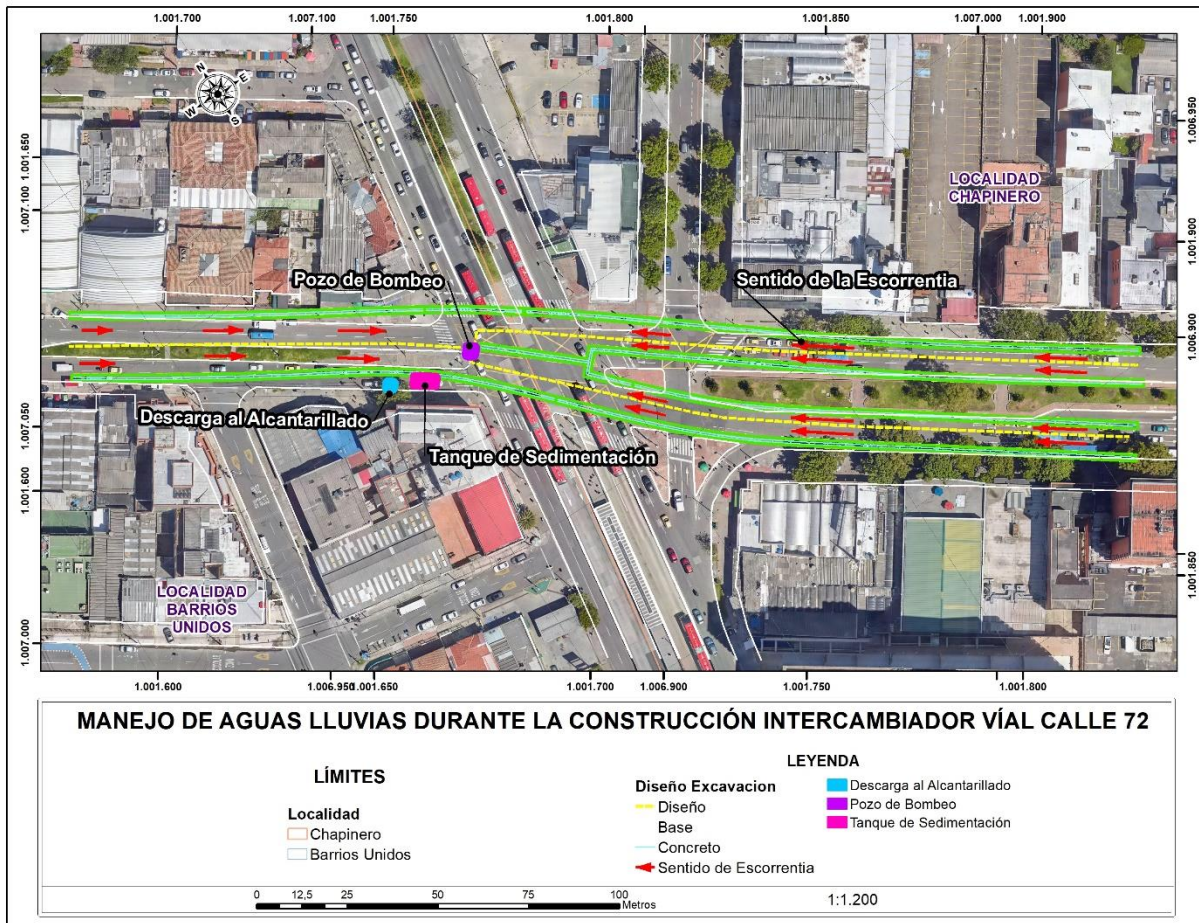


Figura 409 Manejo de aguas lluvias durante la construcción

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Mejoramiento de suelo -Inyecciones de lechada de Concreto

Con el fin de dar mayor estabilidad al suelo arcilloso ubicado al interior de las pantallas en las abscisas K0+090 a K0+140 y que se ubique por debajo de la rasante del paso a desnivel, la siguiente actividad tiene como objetivo la descripción de la preparación y control de las diferentes operaciones relacionadas con la ejecución de inyecciones de lechada de concreto que busca aumentar la resistencia del suelo arcilloso pasando de una resistencia al corte de 21 kPa a un valor de 31 kPa.

▶ Materiales a utilizar

▶ El cemento:

Se utilizará cemento Portland tipo 3, que cumpla los requisitos descritos en la norma ACI (o INV-630) para el concreto estructural. Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

▶ Agua:

Para la fabricación de la lechada de concreto se debe hacer uso de agua la cual deberá cumplir los requisitos descritos en la norma ACI (ó INV-630) para el concreto estructural. El agua que se emplee para las mezclas de concreto debe ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al concreto terminado y será suministrada por Acualianza proveedor autorizado para la Calle 72.

De igual manera y como medida preventiva al momento de la preparación de la lechada, se colocará protección del suelo bajo la bomba de mezcla.

Los residuos generados del consumo del cemento al momento de la preparación de la lechada se manejarán de acuerdo con las recomendaciones definidas en el PMAS Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM\_AB\_04, acopiando de manera temporal en obra y posterior entrega a gestor autorizado para su disposición final.

▶ Equipos

Equipo de perforación (GKLEMM KR 805-1)

Mezcladora y bomba de inyección.

▶ Descripción de los trabajos

Los trabajos de mejoramiento del suelo mediante inyecciones de lechada de ejecutaran en las siguientes abscisas en la zona del costado occidental del proyecto, tal como se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla 48 – Ubicación de la zona a mejorar mediante inyecciones

Abscisas de la zona a mejorar		Profundidad Mejoramiento (medido desde la superficie actual)		Espesor de la zona mejorada
Inicial	Final	Inicial	Final	(m)
K0+090	K0+110	4,0	11,0	7.0
K0+110	K0+125	5,0	14,0	9.0
K0+125	K0+140	6,0	16,0	10.0

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



Las inyecciones se establecerán desde la superficie del terreno actual entre las profundidades indicadas y se llevarán a cabo una vez se ejecuten la construcción de pantallas preexcavadas.

Previo al proceso de excavación se debe realizar la ubicación de las columnas, teniendo en cuenta que las perforaciones tienen un diámetro de 150 mm (3 1/2"), permitiendo así cumplir la relación de reemplazo (área inicial de las inyecciones/ área total) se dé por lo menos de 0.5%, por ende la separación prevista entre centros de las columnas es de 1,8 m, y así se garantiza que la lechada de las inyecciones desarrolle una resistencia mayor a la compresión simple de 2.1 MPa

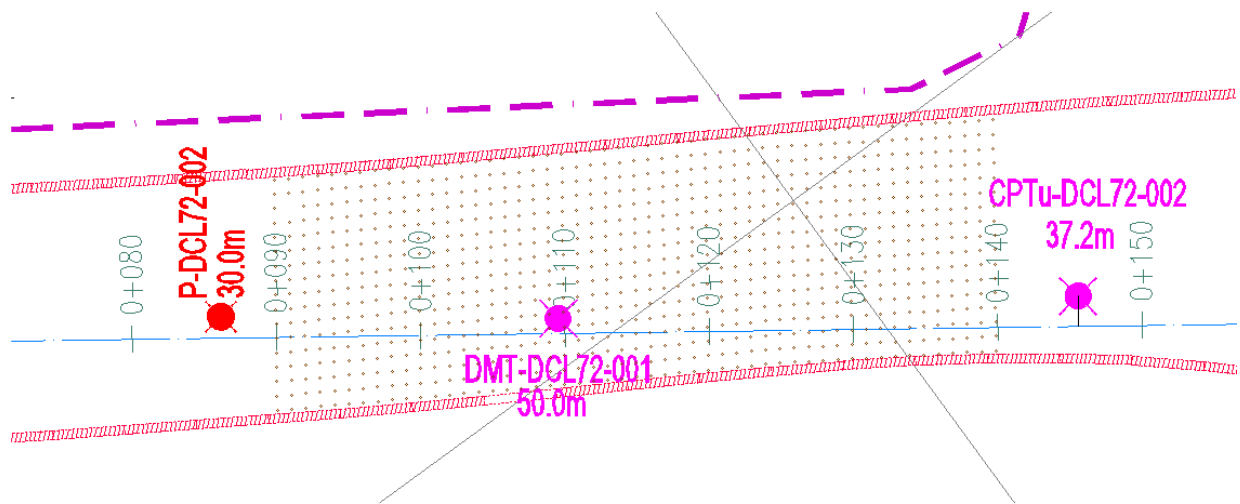


Figura 410 Posicionamiento de las columnas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Luego se presenta la preparación del terreno de trabajo, que debe estar nivelada (horizontal) y estabilizada. La plataforma de trabajo debe estar constituida por material adecuado, debidamente compactado, capaz de asumir el tráfico de equipos pesados (hasta aproximadamente 100 toneladas) y de volquetas y poder realizar la ubicación de los tanques de almacenamiento de agua y de la mezcladora de preparación de lechada.

El material para emplear en los procesos de nivelación de plataforma de trabajo dará cumplimiento a lo definido en el Programa de Manejo de Materiales PM\_AB\_02.

Conforme a lo anterior el proceso de ejecución se desarrollará en dos fases, programa de pruebas y ensayos y mejoramiento del suelo:

► Programa de pruebas y ensayos

De acuerdo con el área de intervención se define ejecutar pruebas y ensayos de inyección distribuidos en un área aproximada de 820 m<sup>2</sup>, comprendidos entre las abscisas K0+090 hasta K0+140, con un ancho promedio de la calzada de 16.4 m.

En esta área se realizará la perforación desde la cota cero de la rasante de la vía existente, entre el rango de 4 a 6 ml de profundidad con inyección de agua, luego se procederá a realizar la inyección de lechada de concreto con una relación de agua cemento  $A/C= 1$  con un promedio de 8.6 ml de profundidad del suelo a mejorar, en donde se realizará el control de la velocidad y presión que se deba inyectar de acuerdo con la tipología del suelo lacustre que se tiene en la zona occidental.

Luego de dar por terminado la perforación e inyección de lechada de concreto en el extractó de suelo mejorado y garantizando los tiempos de fraguado y tiempos de resistencias mínimas de la lechada, se realizará extracción de núcleos de suelo por medio de ensayo de penetración estándar (SPT), con el fin de verificar que la resistencia del suelo arcilloso aumento su resistencia al corte de 21 kPa a un valor de 31 kPa.

El ensayo SPT tiene gran alcance y cabida en los análisis de tipo de suelo, determinando con precisión el perfil estratigráfico y mediante correlaciones teóricas la Densidad Relativa ( $D_r$ ) y el ángulo de fricción ( $\phi$ ).

La exploración de suelo resulta tener gran importancia para la caracterización de suelos a diferentes profundidades, por tal motivo es empleado el ensayo de penetración estándar SPT como herramienta in situ; este ensayo permite identificar características físicas y mecánicas de los materiales encontrados.

Este método consiste en la extracción de muestras de suelo mediante un tubo partido que tiene unas dimensiones específicas, además de los datos de penetración los cuales permiten determinar las características del sueño a extraer, el procedimiento se describe a continuación:

Consiste en colocar un tubo partido sobre la superficie donde se va extraer la muestra de suelo.

- Se hinca el muestreador con golpes del martillo de 63.5kg (140 lb).
- Se hace el conteo de los golpes cuando se haya avanzado una profundidad de 0.15m, esto se repite hasta llegar a 0.45m de suelo donde se hace este procedimiento.
- Se gira la tubería 2,5 vueltas y se extrae la tubería.
- Se retira con cuidado las pizas que aseguran el tubo partido.
- Posteriormente se hace el embalaje de la muestra y rotulación.
- Se anota la información que se obtuvo de los golpes en el formato de campo y se hace la descripción del suelo encontrado.

De la misma manera se realizará la toma espécimen de muestras de lechadas de concreto, las cuales se llevarán a laboratorio para determinar la resistencia compresión simple y/o de resistencia al corte.

#### ▶ Mejoramiento de Suelo

Una vez terminado el proceso de pruebas y ensayos y obteniendo los resultados de resistencia del suelo y del espécimen que se lleve laboratorio, se procederá a validar los valores y cantidades de consumos

de agua y cemento y demás insumos y/o equipos que se requieran, para poder desarrollar el mejoramiento más adecuado para la zona.

Teniendo cumplimiento y validación de parte del cliente se continuará con el traslado de equipo, maquinaria y personal, para que así dar inicio con el mejoramiento de suelo.

Por consiguiente, se realizará la implantación y distribución de las columnas con un distanciamiento de 1.8 mts entre uno y otro en el terreno, de la misma manera se ejecutan todas actividades de preparación de zona de trabajo ubicación del tanque de almacenamiento de agua, planta de Inyección y otros.

Seguido se continua con la fabricación de la lechada, logrando conseguir la relación agua/ cemento de 1, para que de esta manera se cumpla con la resistencia a suelo a mejorar, también los componentes de la lechada deberán almacenarse de tal manera que sus propiedades no se vean alteradas por los efectos de la climatología, en especial de la temperatura y de la humedad.

Se deberá impedir la contaminación de la lechada y de sus componentes durante el almacenaje, manipulación y entrega.

El equipo de mezclado deberá garantizar la homogeneidad de la muestra.

La presión de inyección se medirá lo más cerca posible del punto de tratamiento.

Después de la implantación general y acotación, se inicia con la perforación del terreno hasta llegar a la cota del suelo a mejorar e inyectar lechada de concreto, esta perforación se realiza con una Trialeta en función del tipo de suelo y a medida que baja la excavación se hace la instalación por secciones de varas hasta lograr la profundidad, lo anterior debe ser un proceso interactivo y continuo, que exige una supervisión " in situ ".

Durante la excavación, para asegurar la estabilidad de las columnas, se mantiene la inyección de lechada de concreto, con una velocidad promedio de 80 rotaciones por Minuto.

Terminadas las operaciones de excavación, se realiza su limpieza de la zona de trabajo consistente en la recolección de RCDs generados, recolección de residuos como plásticos y bolsas de cemento empleados y movilización de equipo de mezclado a otra zona de intervención o zona de parqueo temporal.

Todo lo anterior se debe ir inspeccionando durante y después de la ejecución de cada sección de columna, conforme al plan de inspección de ensayos en donde se debe garantizar la calidad de los materiales.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo de la actividad.

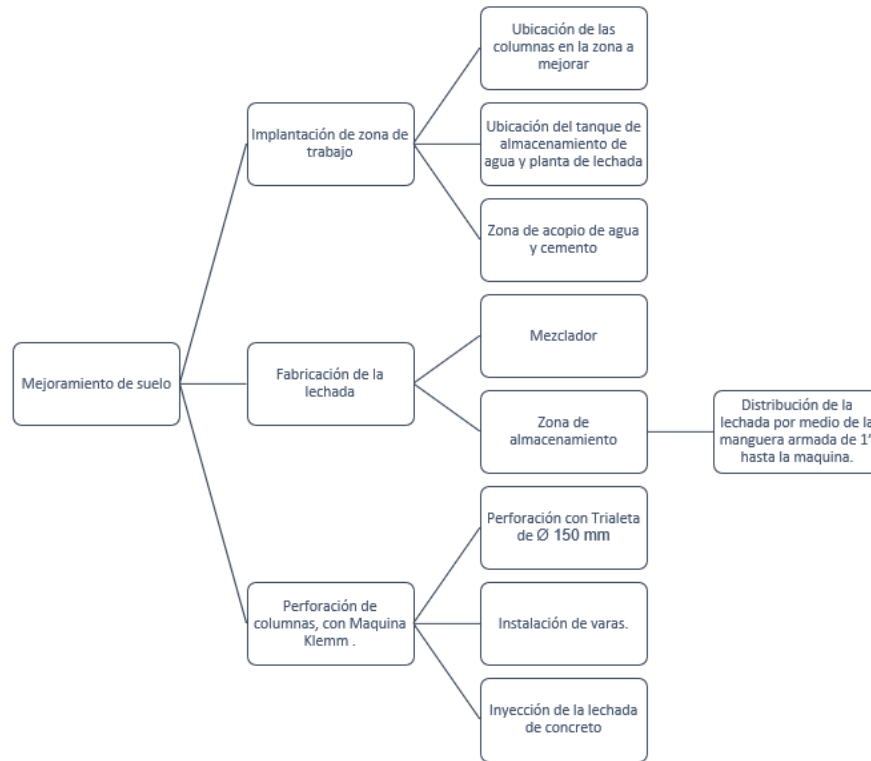


Figura 411 Diagrama de flujo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



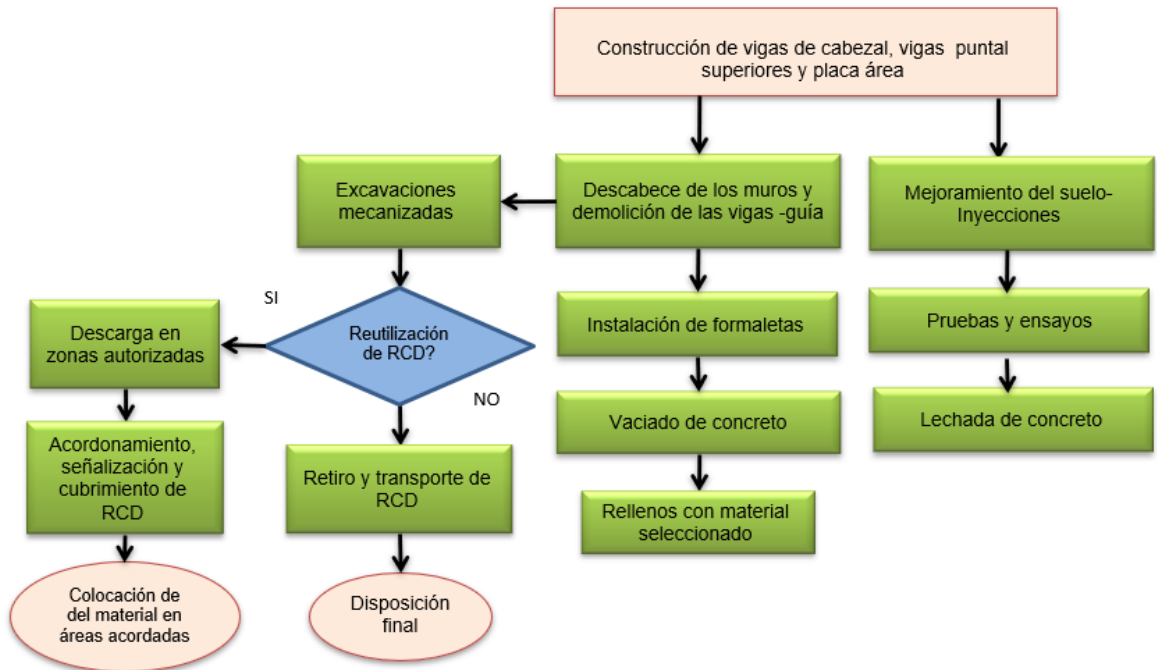


Figura 412 Diagrama de construcción de vigas de cabezal, vigas puntal superiores, placa de área y excavaciones mecanizadas.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

### 3.2.19.5 Construcción de Vigas y Losas Inferiores

A medida que se realice la excavación del intercambiador, se irán construyendo las vigas y placas inferiores. En primer lugar, se hará la excavación de detalle para las vigas – puntal, se vaciarán concretos de limpieza y se instalarán las formaletas para las juntas de construcción. Luego se anclarán las barras de refuerzo que conectarán las vigas – puntal con los muros pantalla, se instalará el refuerzo de las vigas y losas, y de ser necesario, las dovelas de transmisión en las justas de construcción. Por último, se hará el vaciado del concreto traído de planta, el cual será suministrado por un proveedor que cumpla con los requerimientos ambientales exigidos por la autoridad competente.

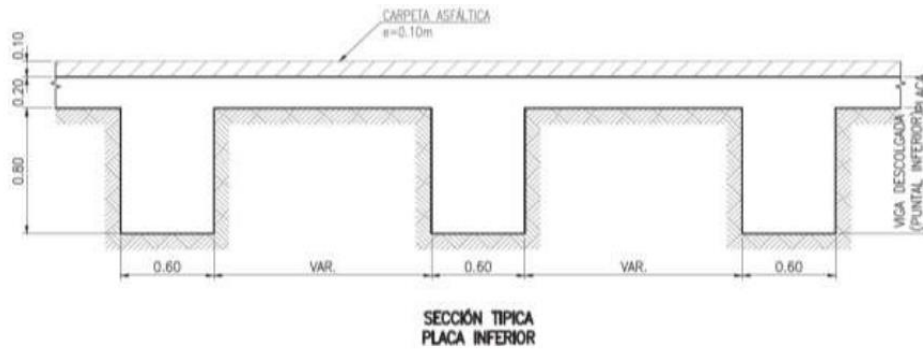


Figura 413 Placa y vigas de cimentación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

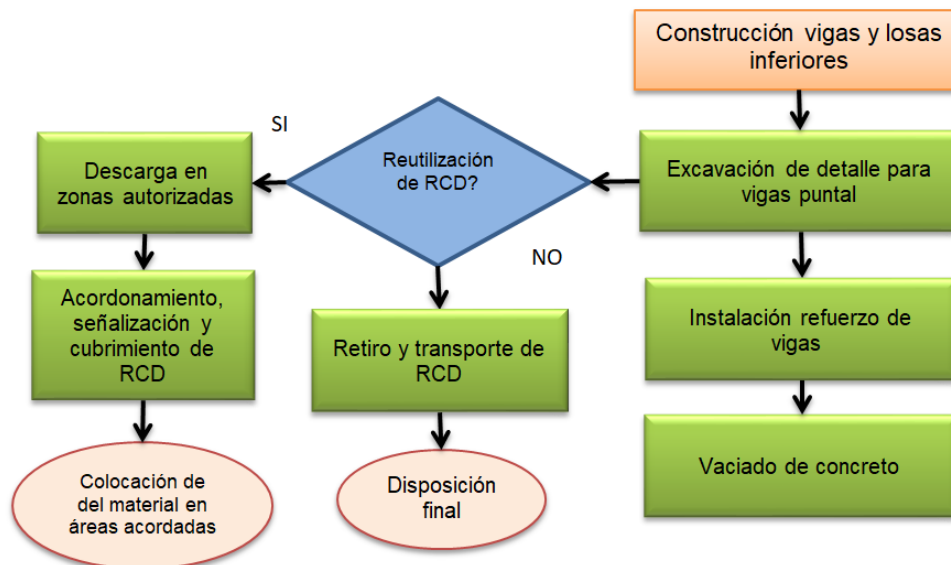


Figura 414 Diagrama de construcción de vigas y losas inferiores

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

### 3.2.19.6 Construcción de Muros de Limpieza

Debido a las irregularidades de las pantallas, propias del proceso constructivo, se construirán muros de limpieza que permitan un acabado estéticamente adecuado del intercambiador.

Se empezará por anclar las dovelas verticales de refuerzo para las columnetas en la losa de cimentación y en las vigas cabezal, y se instalará su refuerzo vertical. Luego se irán colocando las hiladas de bloques de concreto sobre camas de mortero y cada cinco (5) hiladas se colocarán barras de refuerzo longitudinal. Cuando el muro haya alcanzado una altura cercana a 1.4m, se instalarán los testeros para las columnetas y se hará el vaciado de los tramos de estas.

Si la distancia vertical entre la losa de cimentación y la viga cabezal es inferior a 3 m, se continuará con la colocación de las hiladas de bloques y el refuerzo longitudinal hasta alcanzar la viga cabezal, luego se instalarán los testeros para el tramo final de la columneta, y se vaciará el concreto. Por último, se instalará un bloque de icopor en la parte superior de la columneta para aislamiento sísmico.

En caso de que la distancia entre la losa de cimentación y la viga cabezal sea superior a 3m, se construirá una viga intermedia. Para esto se anclarán testeros al sector de muro ya construido, se instalará el refuerzo y se vaciará el concreto de la viga. Cuando se alcance una resistencia adecuada del concreto, se retirará los testeros y se continuará con la colocación de hiladas de bloques como se ha explicado anteriormente

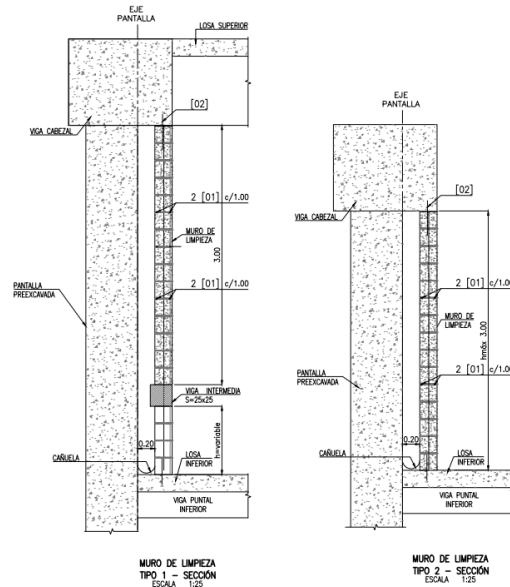


Figura 415 Muros de Limpieza

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Quando se termine la excavación de un módulo en particular, se instalarán las juntas para el vaciado del hormigón formando un machihembrado. Posteriormente, se iza el refuerzo de la pantalla y se coloca en la zanja para el módulo de pantalla, seguido del vaciado del concreto tipo Trémie. No se deberán adelantar las excavaciones de la zona del intercambiador antes que el concreto de las pantallas alcance una resistencia de 28MPa. En la Zona Central no se deberá iniciar la excavación hasta que el concreto de las pantallas y de los puntales superiores alcance una resistencia de 28MPa. Todo el sistema de pantallas deberá ser impermeable, evitando el abatimiento del nivel freático, para lo cual se deberá emplear un concreto con impermeabilizante integral y un sello impermeable entre módulos de pantallas.

Se deberá hacer un seguimiento a todas las estructuras aledañas durante el proceso de construcción de pantallas para garantizar que no se vean afectadas.

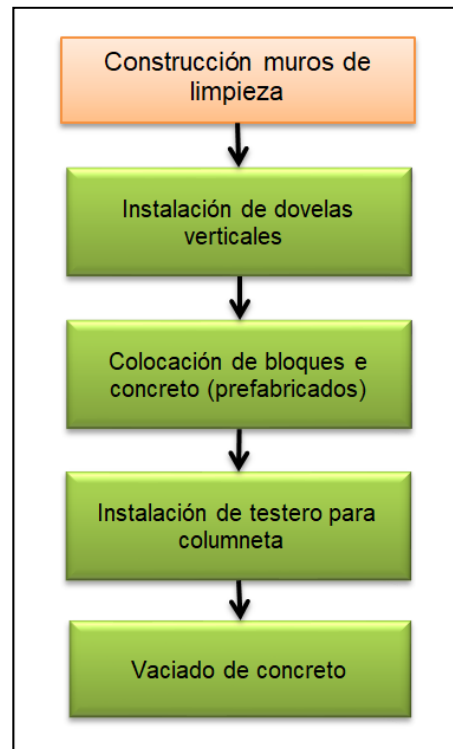


Figura 416 Diagrama de Construcción de muros de limpieza

Fuente: Metro Línea 1 S.A.

### 3.2.19.7 Espacio Público

A continuación, se describen las características técnicas de intervención (pavimentos articulados, flexibles, rígidos y andenes), con base en lo establecido en las secciones del Manual IDU MG – IC – 010: Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D. C., en su versión vigente:

- ▶ Realizar la excavación de acuerdo con los niveles establecidos en el proyecto y cumpliendo con los requerimientos para conformación de la subrasante.
- ▶ Realizar el mejoramiento de la subrasante si ello aplica, de acuerdo con lo mencionado en Mejoramiento de Suelo de Subrasante de la Cartilla de Andenes Bogotá D.C de la Secretaría Distrital de Planeación
- ▶ Instalar geotextil de separación entre el material de subrasante natural y la subbase granular, de acuerdo con lo establecido en la Sección 330 – Separación de suelos de subrasante y capas



granulares con geotextil. En el caso de subrasantes mejoradas con cal u otros procesos químicos, el geotextil de separación se instalará sobre esta capa previo a la conformación de la capa de subbase granular.

- ▶ Transportar, extender, conformar y compactar las capas estructurales de subbase granular. No se permitirá la extensión de ninguna capa de subbase granular mientras no se haya verificado la nivelación y grado de compactación de la capa anterior, si esta aplica. Tampoco se podrá instalar cuando se presente lluvia.
- ▶ Realizar las excavaciones para instalación de elementos de confinamiento como bordillo o sardinel. El diseñador deberá tener presente que el espesor de algunas de las estructuras típicas propuestas en esta Cartilla no es suficiente para su cimentación, por lo que podrá proponer el espesor mínimo necesario
- ▶ Instalar los materiales de superficie.
- ▶ Proteger las estructuras contiguas a zonas verdes mediante la instalación de filtros longitudinales, más aún si el suelo de subrasante tiene algún potencial de expansión.
- ▶ Para el drenaje de la capa de arena de soporte, se recomienda instalar un microfiltro longitudinal, que colinde con las piezas de confinamiento y sobre la superficie de la base granular, de acuerdo con la pendiente geométrica de la sección. Con esto lo que se espera es que no se acumule agua en la capa de arena y en consecuencia no se produzca desacomodo de las piezas. Cabe mencionar que las áreas a intervenir siempre deben garantizar una pendiente para evacuación del agua de escorrentía, hacia las estructuras hidráulicas dispuestas para ello.

A continuación, se presenta el diseño del espacio público a implementar para el Intercambiador vial de la calle 72

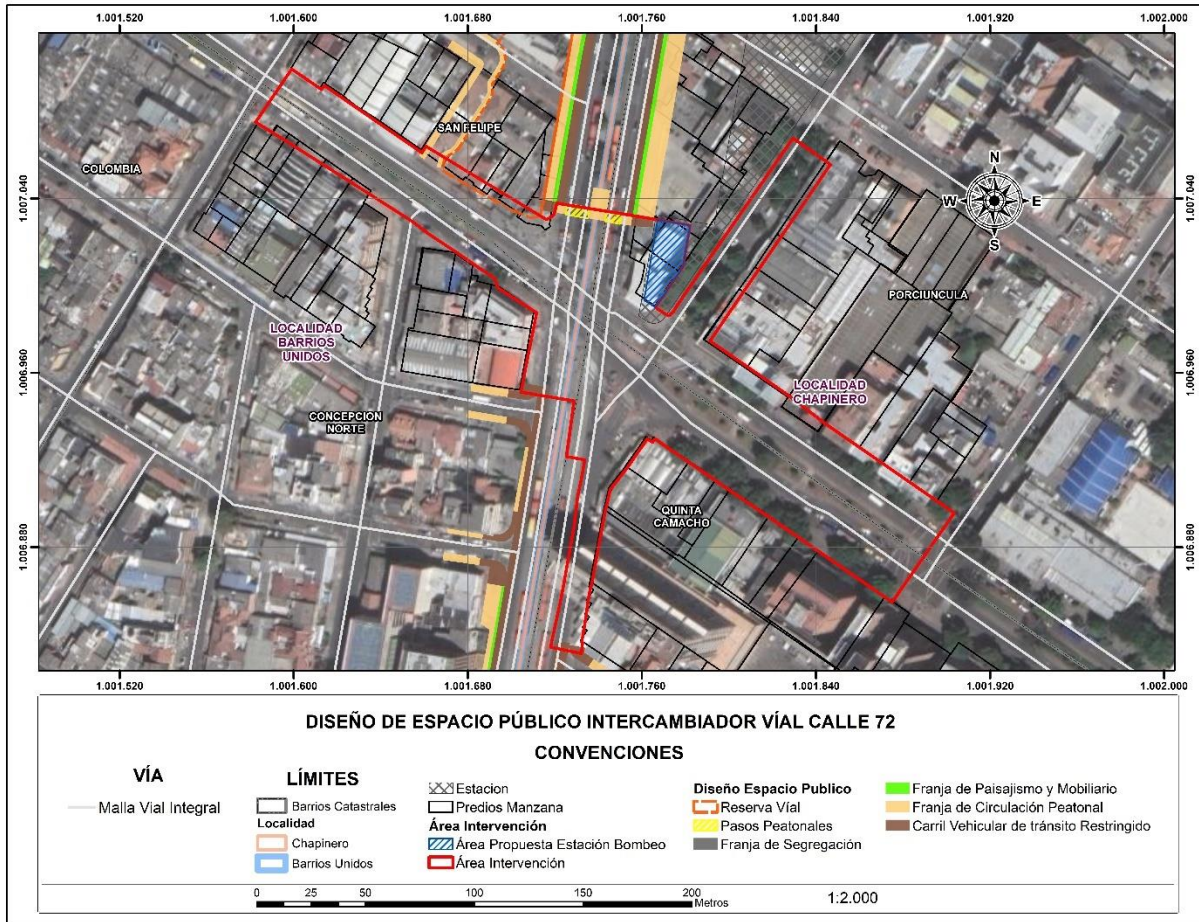


Figura 417 Diseño espacio público

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

### 3.2.19.8 Estructura de Pavimentos

La construcción del pavimento de las vías se ejecutará una vez se finalice la estructura del intercambiador vial. Dentro del diseño se especifican dos tipos de pavimentos, asfáltico y en concreto. los volúmenes de material a utilizar se encuentran definidos en el capítulo de Demanda. Los proveedores de materiales deberán cumplir con los requisitos ambientales establecidos por las autoridades competentes.

► Pavimento asfáltico

En el siguiente diagrama de flujo se describe el proceso de construcción del pavimento asfáltico:

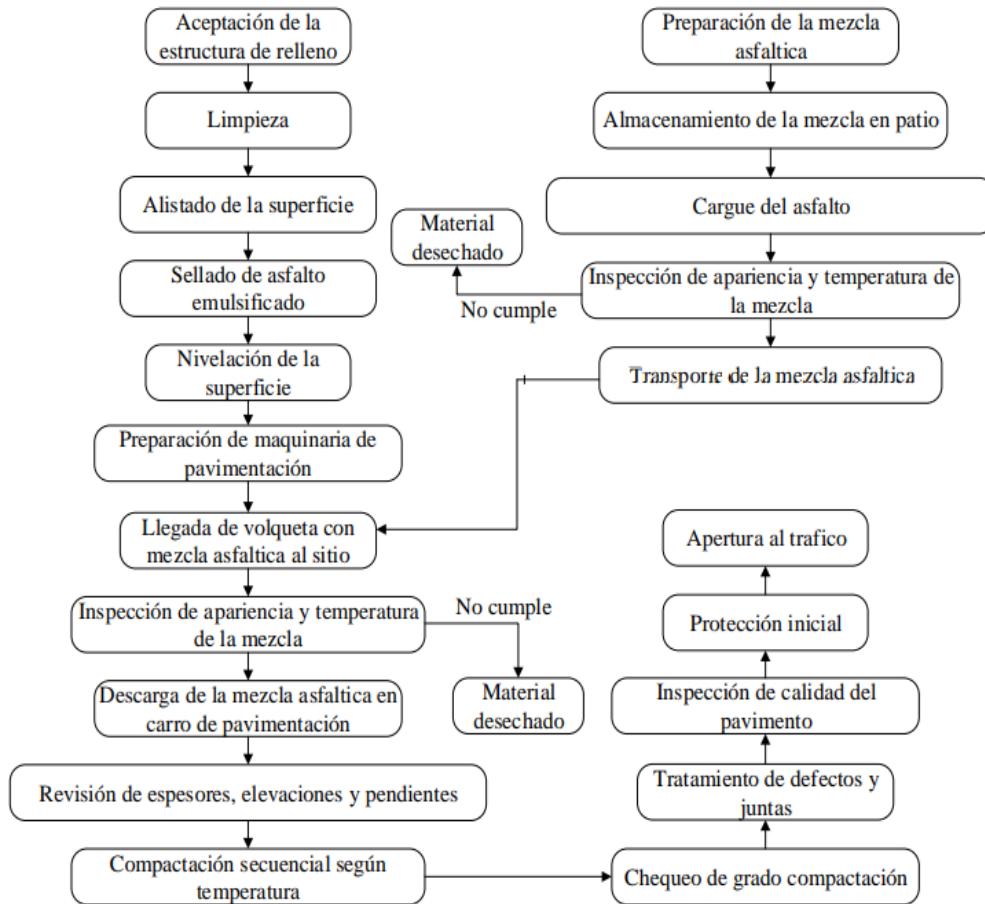


Figura 418 Diagrama de flujo del proceso de construcción de pavimento asfáltico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

La estructura de asfalto deberá ser controlada estrictamente del tráfico, bien protegida, limpia y no contaminada. Está prohibido apilar material natural o basura generada por la construcción sobre el asfalto, o realizar cualquier tipo de mezcla sobre la superficie terminada. La mezcla caliente de asfalto deberá enfriarse naturalmente y la temperatura de la superficie deberá ser inferior a 50°C antes de poner en servicio la vía.

► Pavimento en concreto

Primero se tendrán que hacer los diseños de mezcla y llevar a cabo los procesos de construcción de acuerdo con los porcentajes de mezcla establecidos en el laboratorio. La mezcla deberá asegurar la Resistencia de diseño, abrasión, y requerimientos de manejabilidad y trabajabilidad del concreto.

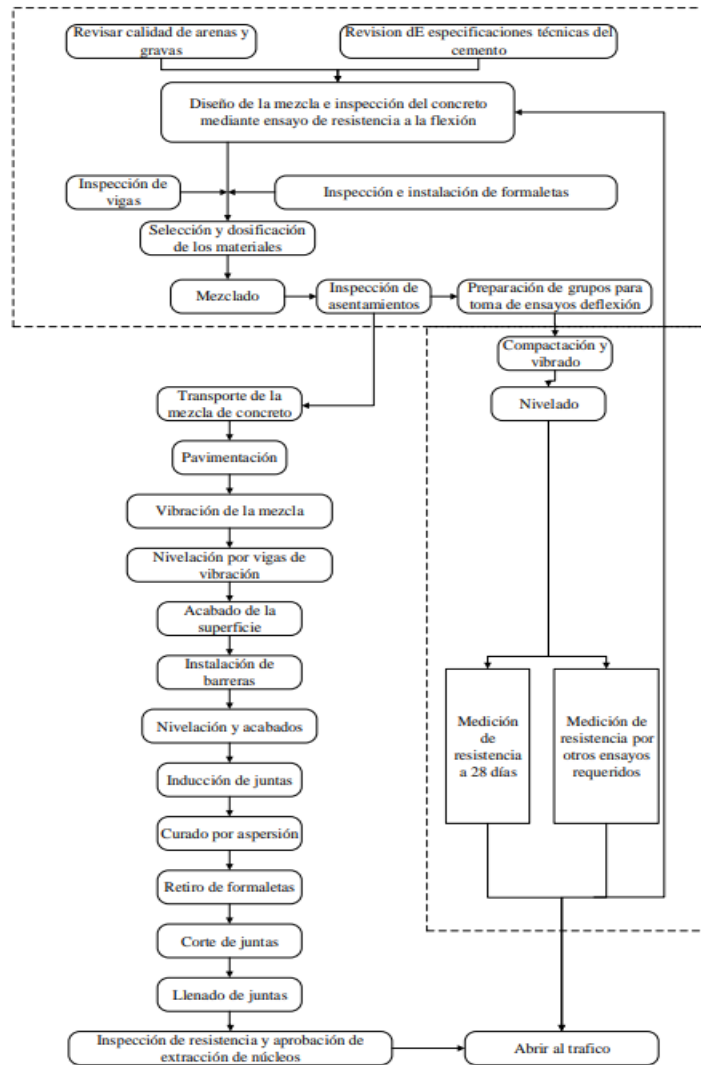


Figura 419 Diagrama de construcción de pavimentos en concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

El proceso se resume en las siguientes actividades:

- Medición y exposición: De acuerdo con los planos de diseño, establezca la línea centro de la vía y fije los puntos de inicio y fin de la vía. Los puntos de referencia temporales deberán ser levantados a cada lado de la vía cada 100 – 200m, y deberán ser revisados



frecuentemente.

- ▶ Formaleta y soportes
- ▶ Juntas Horizontales y longitudinales: El espaciado de las juntas transversales será cada 5m, y el espaciado de las juntas longitudinales será de 4m; en áreas donde se tengan altos rellenos y suelos de subrasante dispares el espaciado entre las juntas transversales se deberá reducir
- ▶ Pavimentación en concreto
- ▶ Vibración del concreto
- ▶ Acabado del concreto
- ▶ Curado
- ▶ Llenado de juntas

#### 3.2.19.9 Construcción drenaje pluvial (Estación de Bombeo)

##### ▶ Estación de Bombeo

Para el drenaje el drenaje del paso deprimido se contempla la construcción de una estación de bombeo, que evacuará el drenaje que llegará a través de un sistema de sumideros transversales y tubería que drenan hacia el punto bajo, captando la totalidad de las áreas de aporte (0.77 ha); este sistema conduce las aguas hacia un sistema de bombeo que a su vez lo entrega al sistema de alcantarillado público. Según la experiencia de otros proyectos, para pasos deprimidos, la EAAB exige que los cálculos de caudal se realicen para un periodo de retorno de 25 años, razón por la cual se adoptó este criterio.

A continuación, se presenta la ubicación de la estación de bombeo la cual será subterránea para minimizar su impacto visual:

- ▶ Espacio público costado nororiental

Se construirá la estación de bombeo el espacio público que se generará en la esquina nororiental de la intersección de la Avenida Caracas con Calle 72, como se ilustra en la siguiente figura:

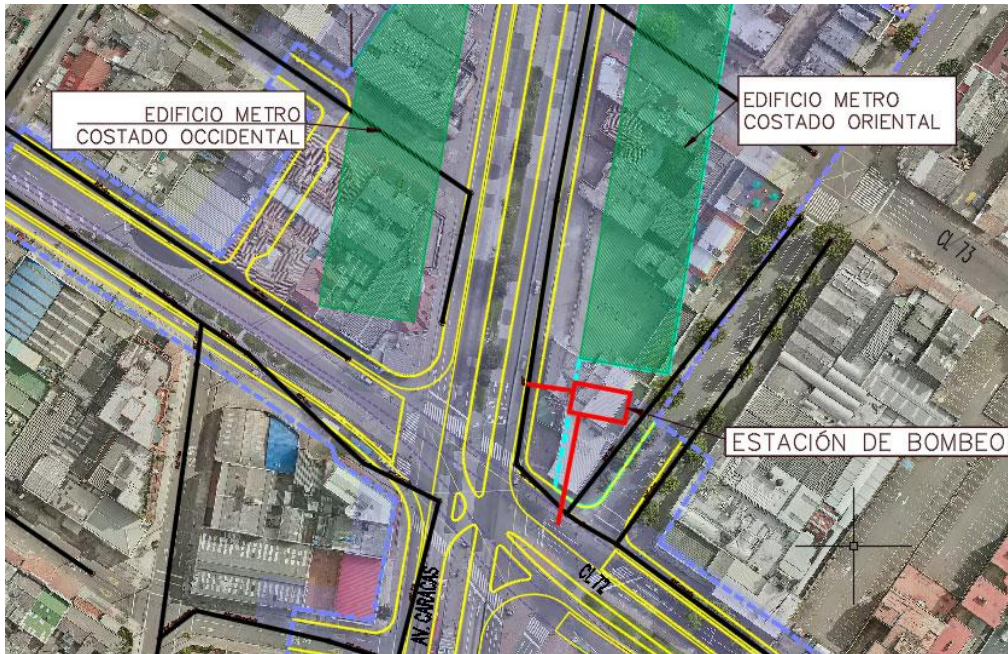


Figura 420 Localización de Estación de Bombeo de Aguas Lluvias –  
Espacio público costado nororiental

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

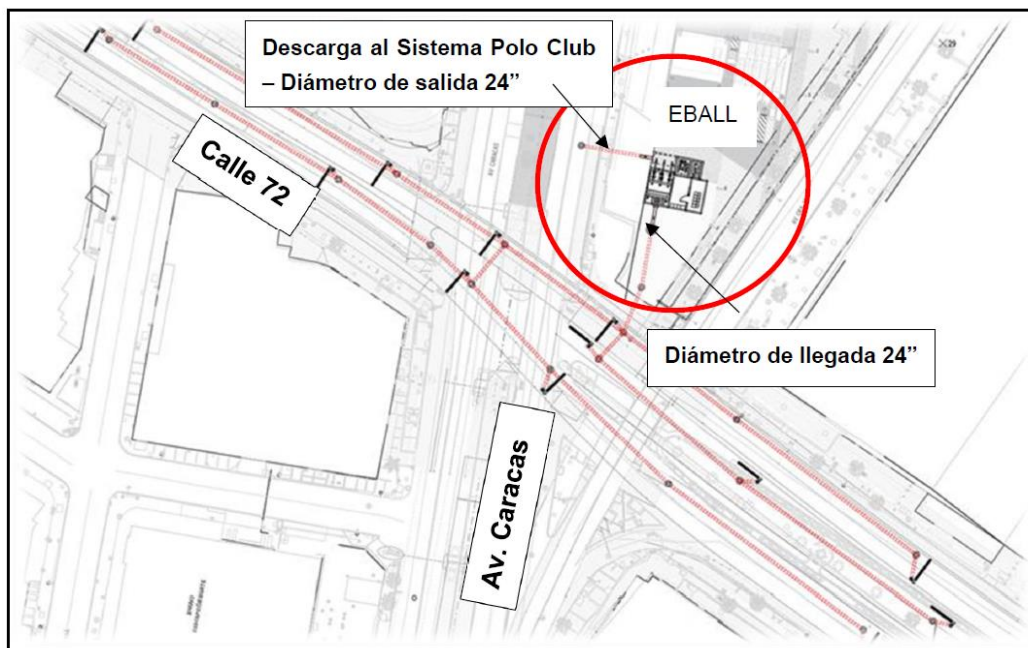


Figura 421 Localización geográfica de la Estación de Bombeo  
(EBALL)

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

El drenaje es captado por la estación localizada en el costado nororiental de la intersección y descargado al interceptor  $\varnothing 30''$  existente por la calzada oriental de la Av. Caracas. Es importante tener en cuenta que en esta esquina y en la parte posterior del Edificio Metro oriental, se construirá el proyecto Monumento a Los Héroes, por lo cual se debe tener especial cuidado al armonizarlo con la estructura de la estación de bombeo.

La estación de bombeo ubicada en espacio público es una estructura independiente que ya deberá estar en funcionamiento cuando se inicien las obras de la estación Metro y no tendrá ninguna interferencia con estas obras; si bien es necesaria la coordinación a nivel de urbanismo con las obras del Monumento a Los Héroes, esto no implicará un riesgo para la estabilidad estructural de la estación de bombeo ni para su funcionamiento.

A continuación, se dan los aspectos relevantes de la solución para la construcción del drenaje pluvial (estación de bombeo)

► Aspectos generales

Como complemento de la alternativa para el drenaje de las aguas pluviales del Intercambiador de la intersección de la Av. Caracas con Calle 72, se requiere implementar estación de bombeo de aguas lluvias en el costado nororiental de la intersección. Esta estación tomará las aguas lluvias recogidas en el Intercambiador a través de colectores planteados desde el punto más bajo del mismo y las conducirá a la estación para su bombeo el agua de la red pluvial existente cerca a la intersección.

Dada la vida útil de la estación de bombeo, y teniendo en cuenta que se debe construir para que su funcionamiento sea por término indefinido, para evacuar aguas lluvias pertenecientes al sistema de drenaje pluvial del deprimido, se considera una estación definitiva a la luz de la norma NS – 097, en cuanto al planteamiento necesario se emplea un sistema de bombeo con bombas tipo sumergibles instaladas en pozo seco, para facilitar las labores de mantenimiento y reparación y para reducir el riesgo de afectación ante posibles inundaciones del sistema.

Para esta estación se contempla el uso de bombas centrífugas sumergibles, ya que por espacio reducido se descarta el uso de bombas tipo tornillo, para esta alternativa se requieren 3 bombas de 105 l/s, es decir dos bombas operativas y una bomba de respaldo, para un caudal total alcanzado de 210 l/s.

La estación de bombeo es dimensionada de acuerdo con los correspondientes equipos, una estructura de entrega de las aguas al sistema de colectores de salida, áreas para equipos eléctricos, ventilación, planta de emergencia para la subestación eléctrica, en cumplimiento de los requisitos señalados en la Norma NS – 097 de la Empresa de Acueducto de Bogotá.

La estación descargará a una red proyectada en 24" sobre la Av. Caracas con Calle 72 y que se extiende hacia el norte hasta la calle 73, lo cual se puede observar dentro del diseño de drenaje y relocalización de redes de alcantarillado pluvial.

En las siguientes figuras se presentan la ubicación de la estación de bombeo y algunos planos de diseño. En el Anexo No 11 Carpeta 3\_Insumos, subcarpeta Planos estación de Bombeo, se encuentran los planos arquitectónicos de la Estación de Bombeo.

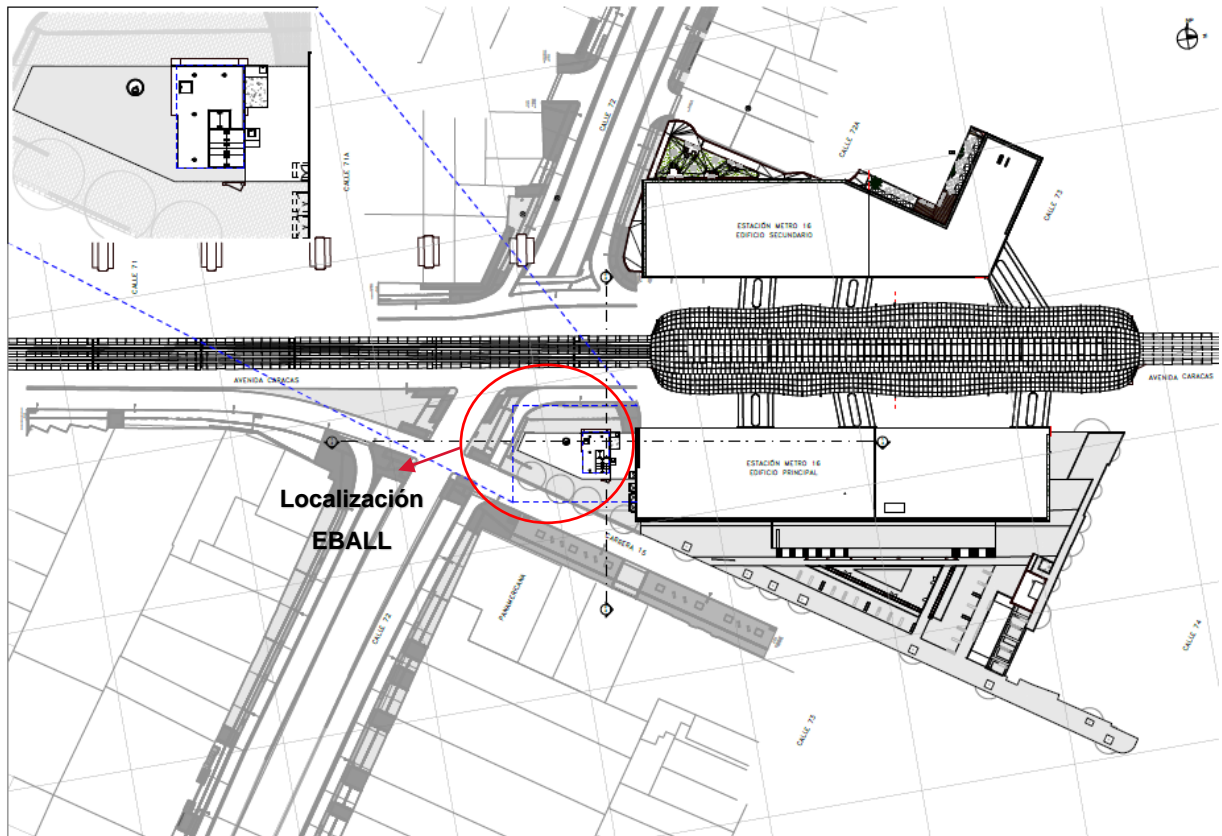


Figura 422 Localización geográfica de la Estación de Bombeo (EBALL)

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



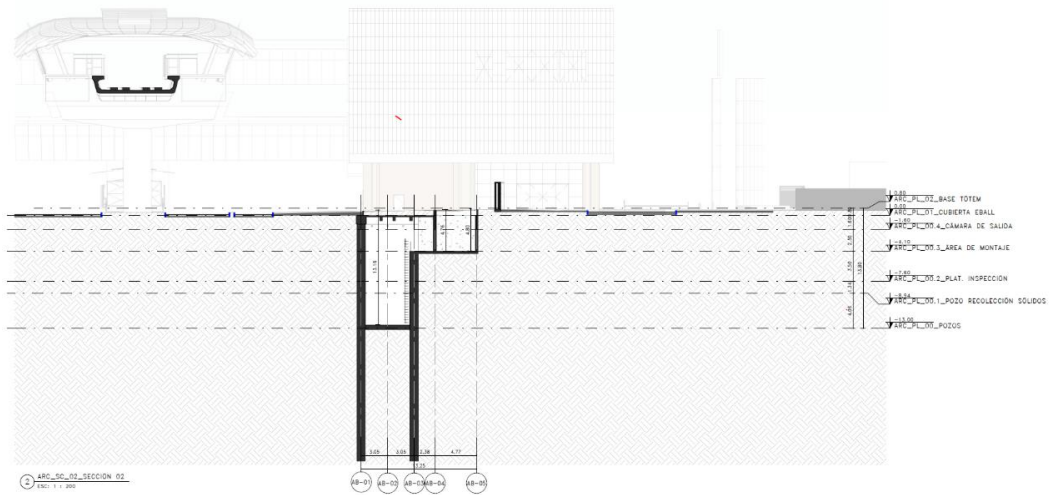


Figura 423 Vista en perfil – Estación de Bombeo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En las siguientes imágenes se muestra la planta y secciones transversales de la estación proyectada, presentando la distribución de la estación de bombeo y los diferentes espacios complementarios:

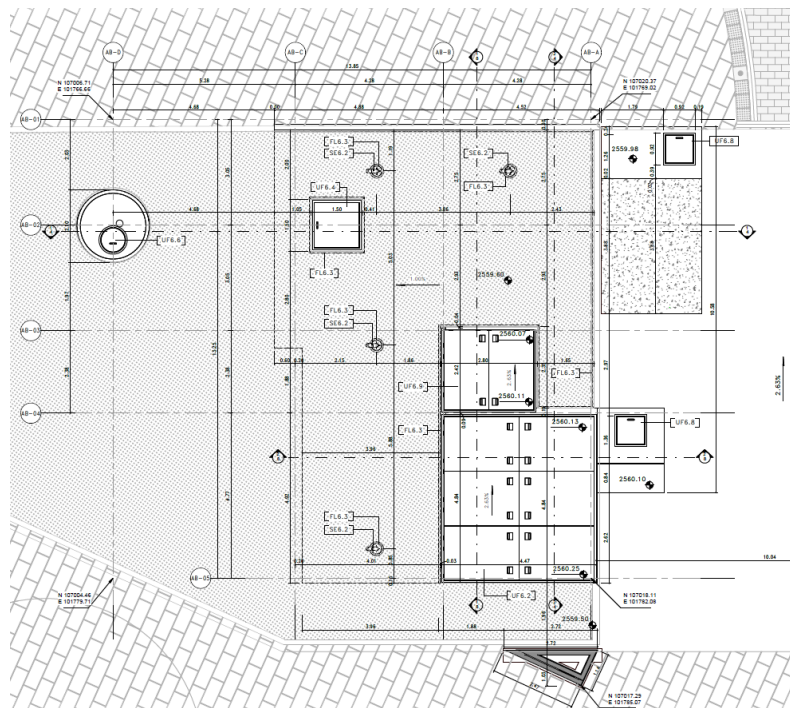


Figura 424 Vista en planta – Estación de Bombeo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

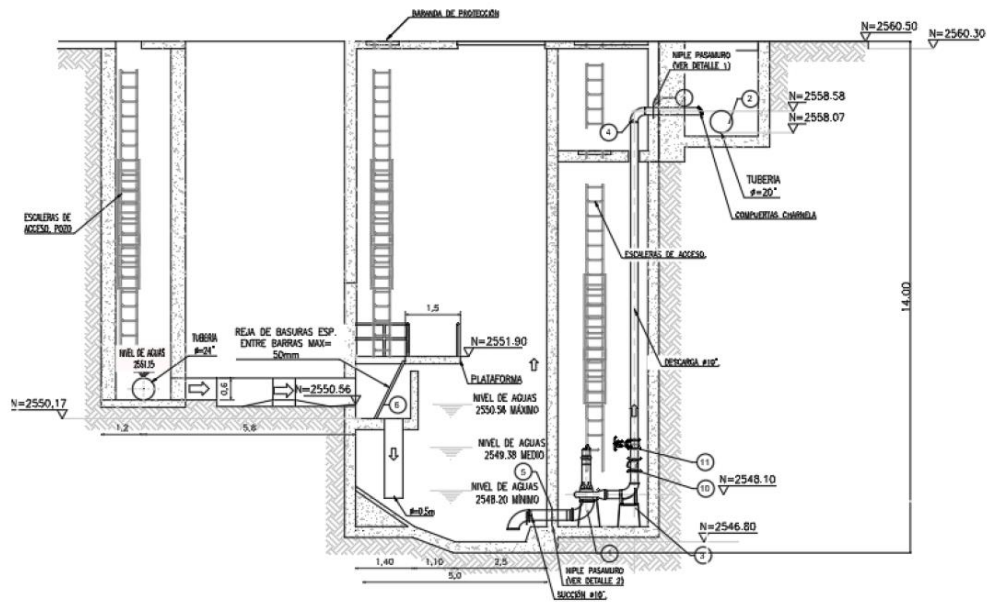


Figura 425 Corte A – A – Estación de Bombeo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Entre los espacios auxiliares para la operación y el mantenimiento se incluye un cuarto de control, un cuarto de baterías y un cuarto para la planta de emergencia, así como el espacio necesario para el tanque de combustible y el acceso para su llenado; entre los espacios dimensionados también se encuentran las cámaras de llegada y salida, secciones de acuerdo al número de bombas para garantizar la operación por lo menos de una de ellas en momentos de mantenimiento y remoción de lodos y los sólidos retenidos.

Pese a que la operación será automatizada y monitoreada de manera remota, en la sala de control los espacios deben ser suficientes para ubicación de los tableros de operación de la estación, interruptores, protecciones y en general los mecanismos que permitan energizar o desenergizar cualquier elemento relacionado con el sistema de bombeo, así como las facilidades de circulación y desplazamiento de cualquier equipo.

La estación contará también con una cámara de descarga, el cual deberá tener la capacidad suficiente para conducir el caudal máximo entregado por toda la estación, sin permitir el retorno del líquido bombeado, a través de una tubería de salida cuyo nivel de piso deberá estar localizado a una cota de elevación necesaria, que garantice una entrega por gravedad al colector de salida.

Dada la vida útil de la estación de bombeo, y teniendo en cuenta que se debe construir para que su funcionamiento sea por término indefinido, para evacuar aguas lluvias pertenecientes al sistema de drenaje pluvial del intercambiador, se considera una estación definitiva a la luz de la norma NS – 097, en cuanto al planteamiento necesario se emplea un sistema de bombeo con bombas tipo sumergibles

instaladas en pozo seco, para facilitar las labores de mantenimiento y reparación y para reducir el riesgo de afectación ante posibles inundaciones del sistema.

La estación de bombeo es dimensionada de acuerdo con los correspondientes equipos, una estructura de entrega de las aguas al sistema de colectores de salida, áreas para equipos eléctricos, ventilación, planta de emergencia para la subestación eléctrica, en cumplimiento de los requisitos señalados en la Norma NS – 097 de la Empresa de Acueducto de Bogotá.

En el marco del concurso para el diseño del Anteproyecto Arquitectónico del Nuevo Monumento a los Héroes, en el separador entre la Av. Caracas y la Carrera 15 se plantea una gran jardinera en el espacio público, la cual va a contener la implantación de la Estación de Bombeo en su interior.



Figura 426 Ubicación de la Jardinera donde se plantea la Estación de Bombeo Subterránea.

Fuente: scabogota.org

Esta intervención, se encuentra dentro de los límites de intervención del Proyecto Asociado Nuevo Monumento a los Héroes, y por fuera de los límites de intervención contractual de la intersección, de modo que este planteamiento se configura como un ajuste con la respectiva armonización a los diseños del Proyecto Asociado.

► Proceso constructivo

Los procesos de preparación, excavación e vaciado de pantallas son los mismos indicados en el numeral 3.2.19.2. Construcción muros pantalla

La modulación para construcción de las pantallas para esta estructura, si indica en la siguiente figura:

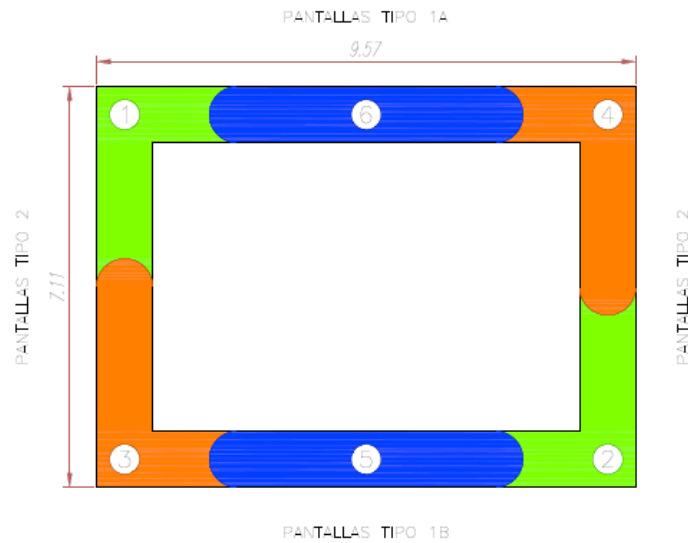
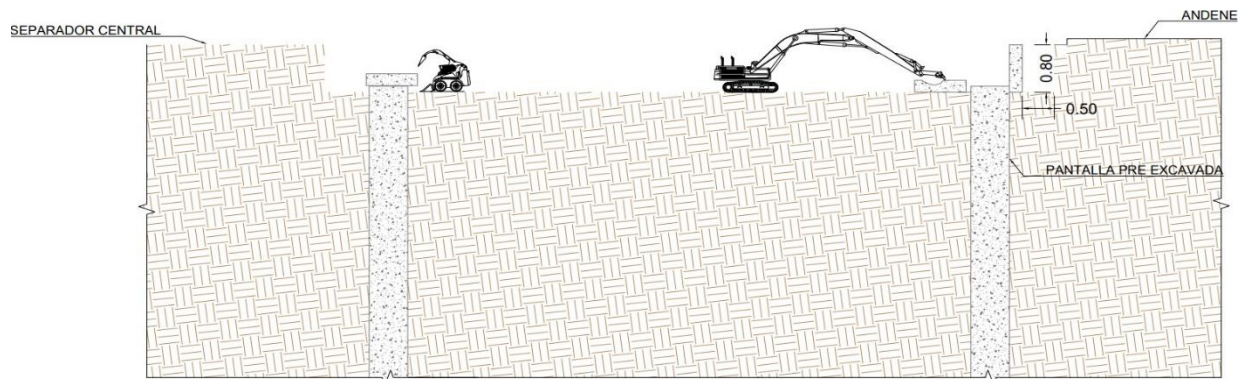


Figura 427 Modulación construcción muros pantalla estación de bombeo Subterránea.

Fuente: Request for design change 001-22

A continuación, se realiza la excavación y demolición de las pantallas para la construcción de la viga de coronamiento, que se realizara según el procedimiento de construcción de viga cabezal.





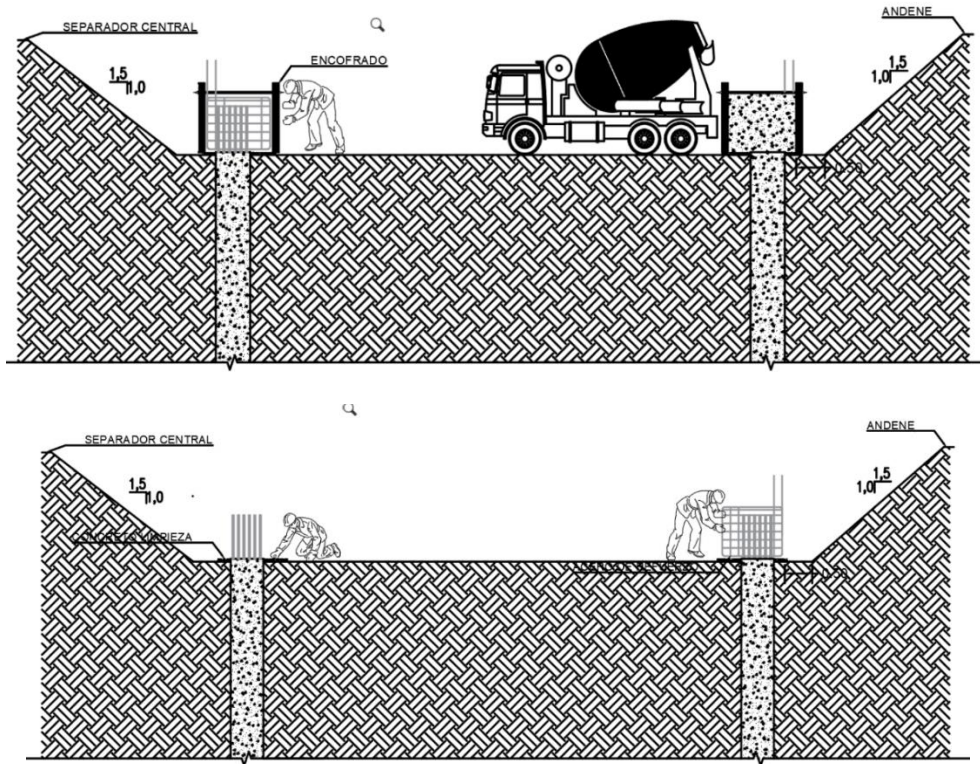


Figura 428 Proceso constructivo muros pantallas estación de Bombeo Subterránea.

Fuente: Procedimiento constructivo Viga Cabezales

Posteriormente se realiza la excavación del pozo, la cual se puede realizar con Grúa con cuchara clamshell.

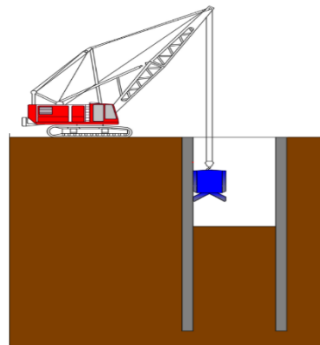


Figura 429 Excavación del pozo, construcción Estación de Bombeo Subterránea

Fuente: Procedimiento constructivo Viga Cabezales

Los siguientes pasos son la ejecución de la losa de fondo, y las vigas y losa intermedia. Estas estructuras se construirán según el procedimiento constructivo de vigas puntales y losa, agregándose únicamente la instalación de andamios, debido a la ubicación de las estructuras intermedias.

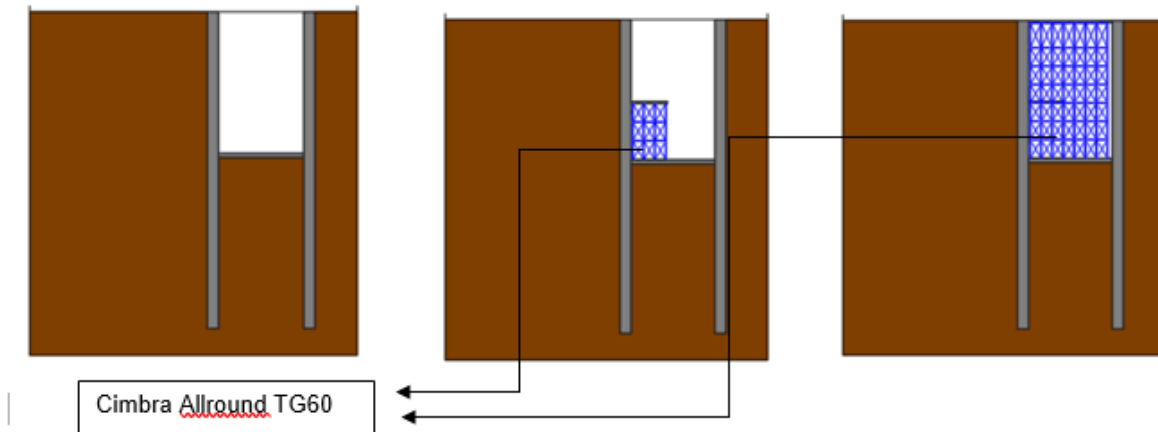


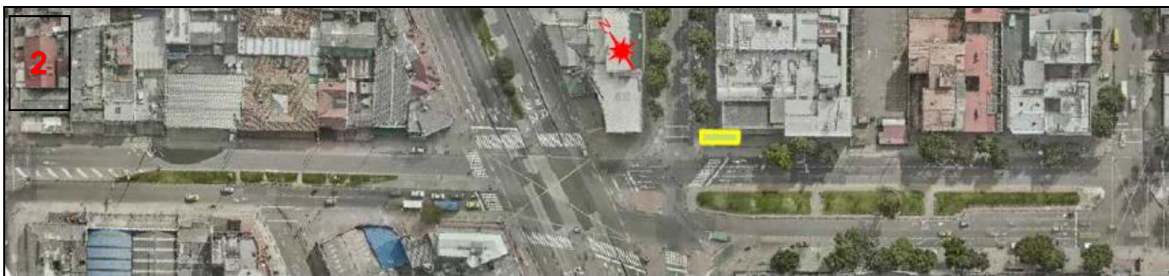
Figura 430 Proceso constructivo Estación de Bombeo Subterráneo

Fuente: Procedimiento constructivo Viga Cabezales

Acorde con la descripción, a continuación, se presenta la secuencia constructiva del intercambiador vial de la calle 72 para cada una de las actividades:



-Adecuación de la Malla Vial



-Traslado de Redes



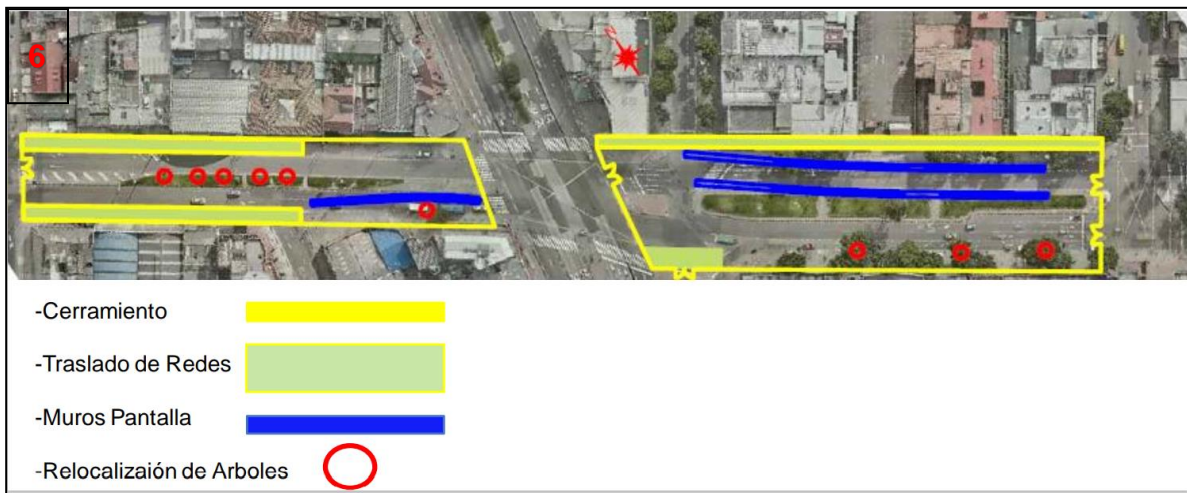
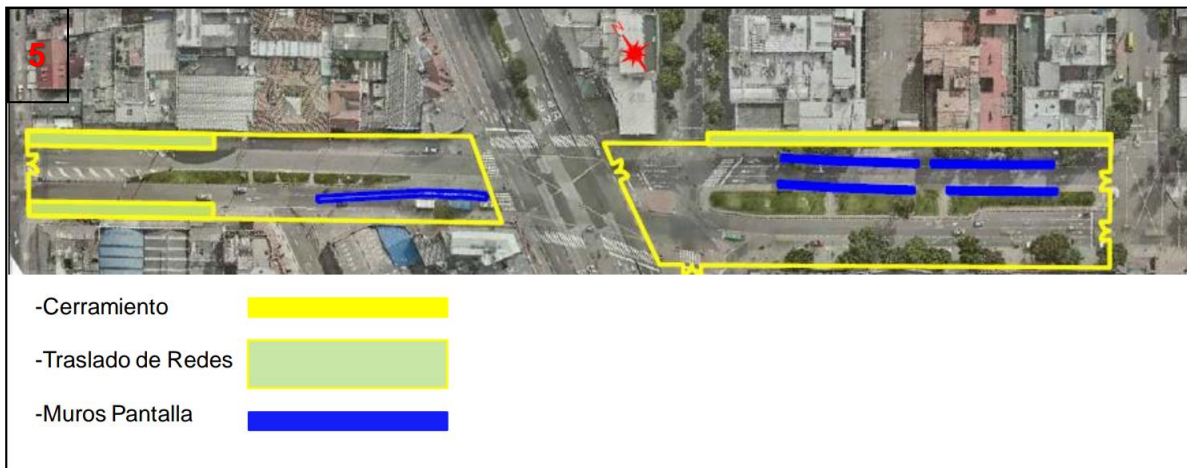
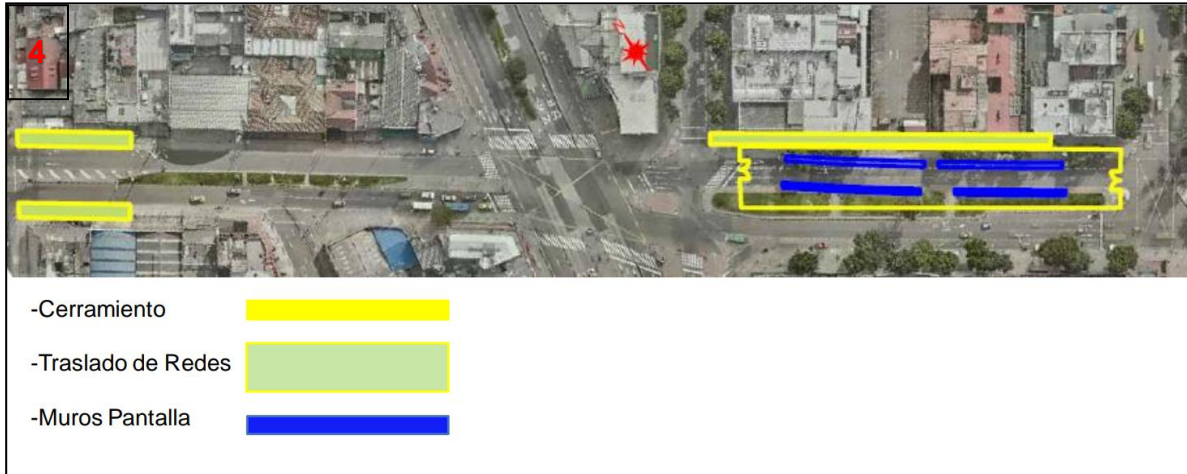
-Cerramiento

-Traslado de Redes

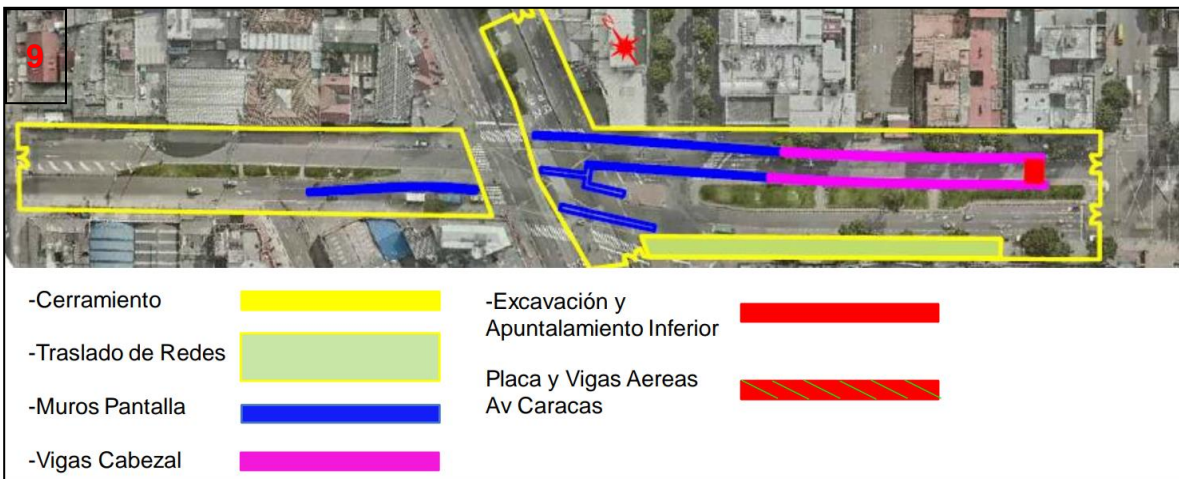
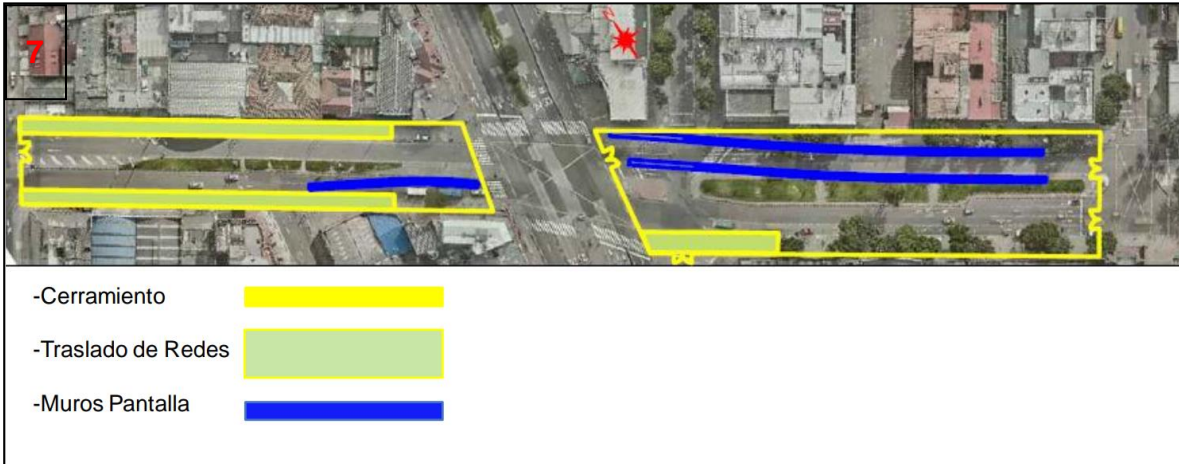
-Muros Pantalla

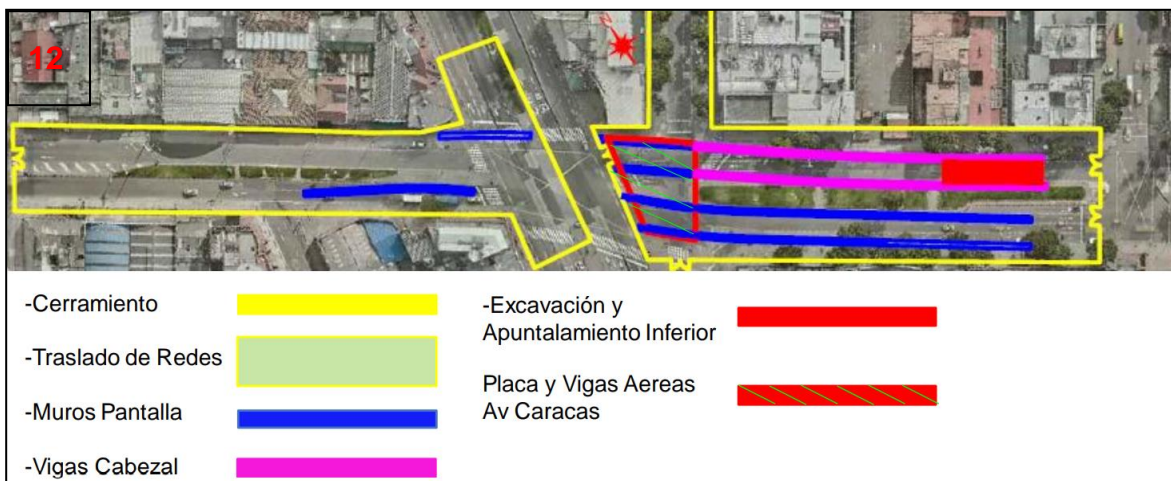
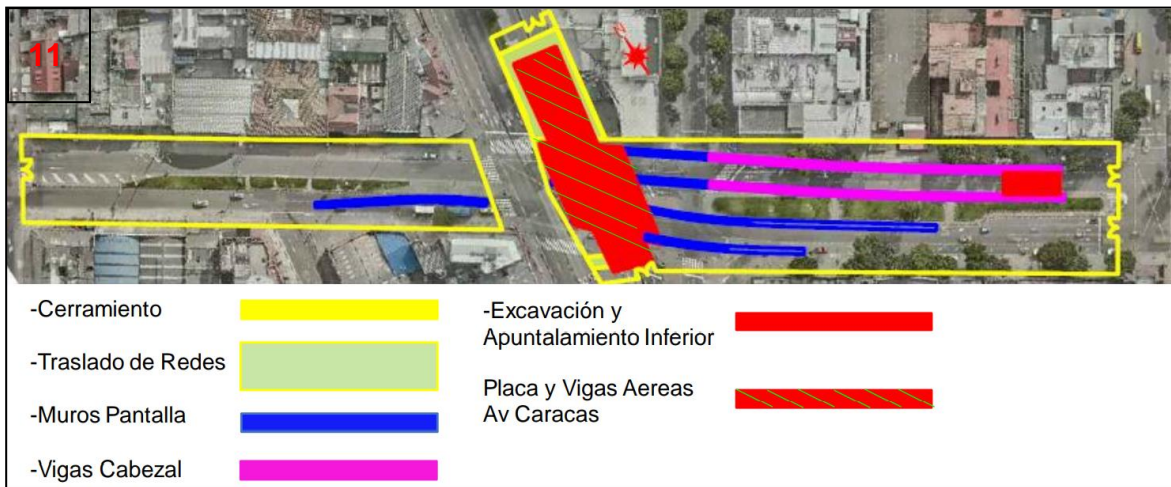
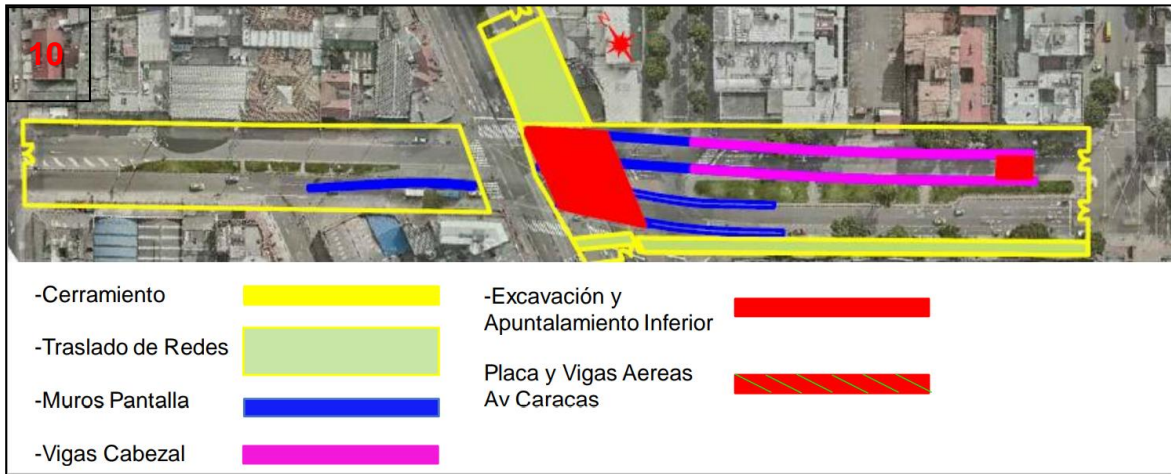
-Relocalización de Arboles



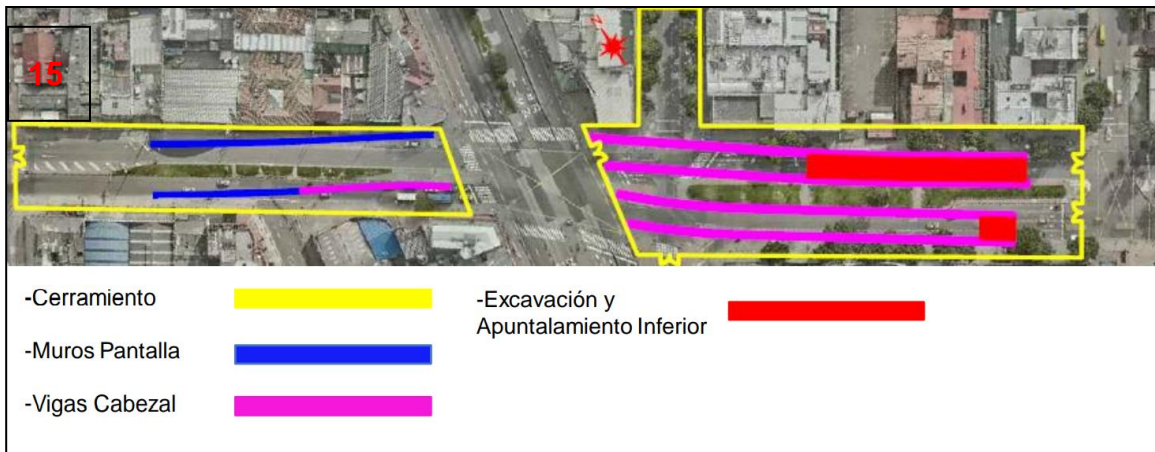
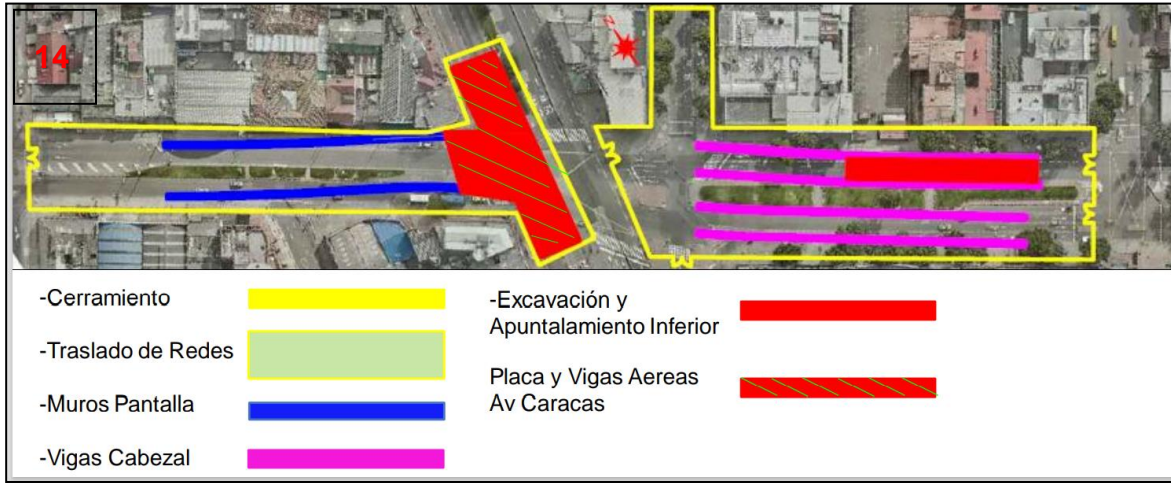
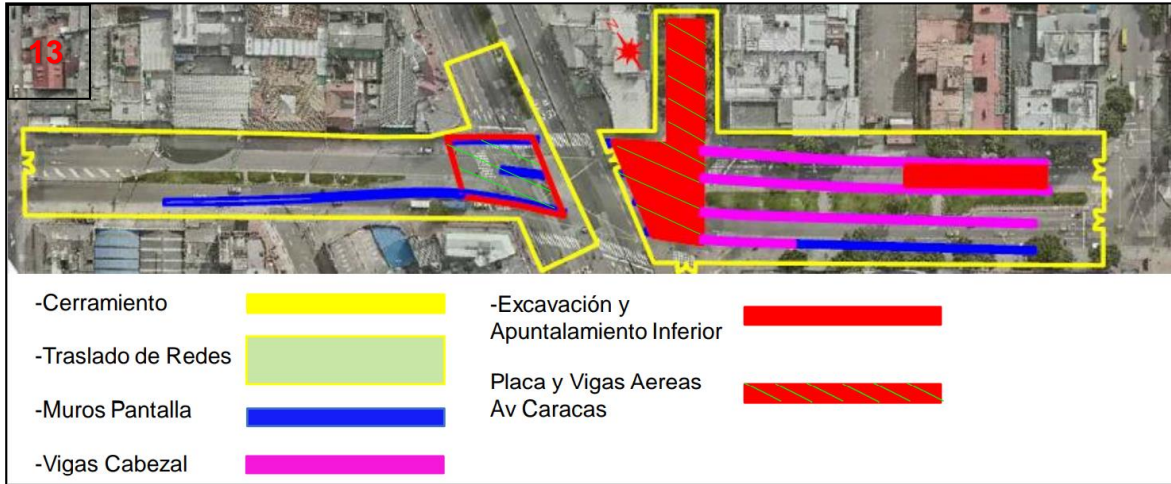












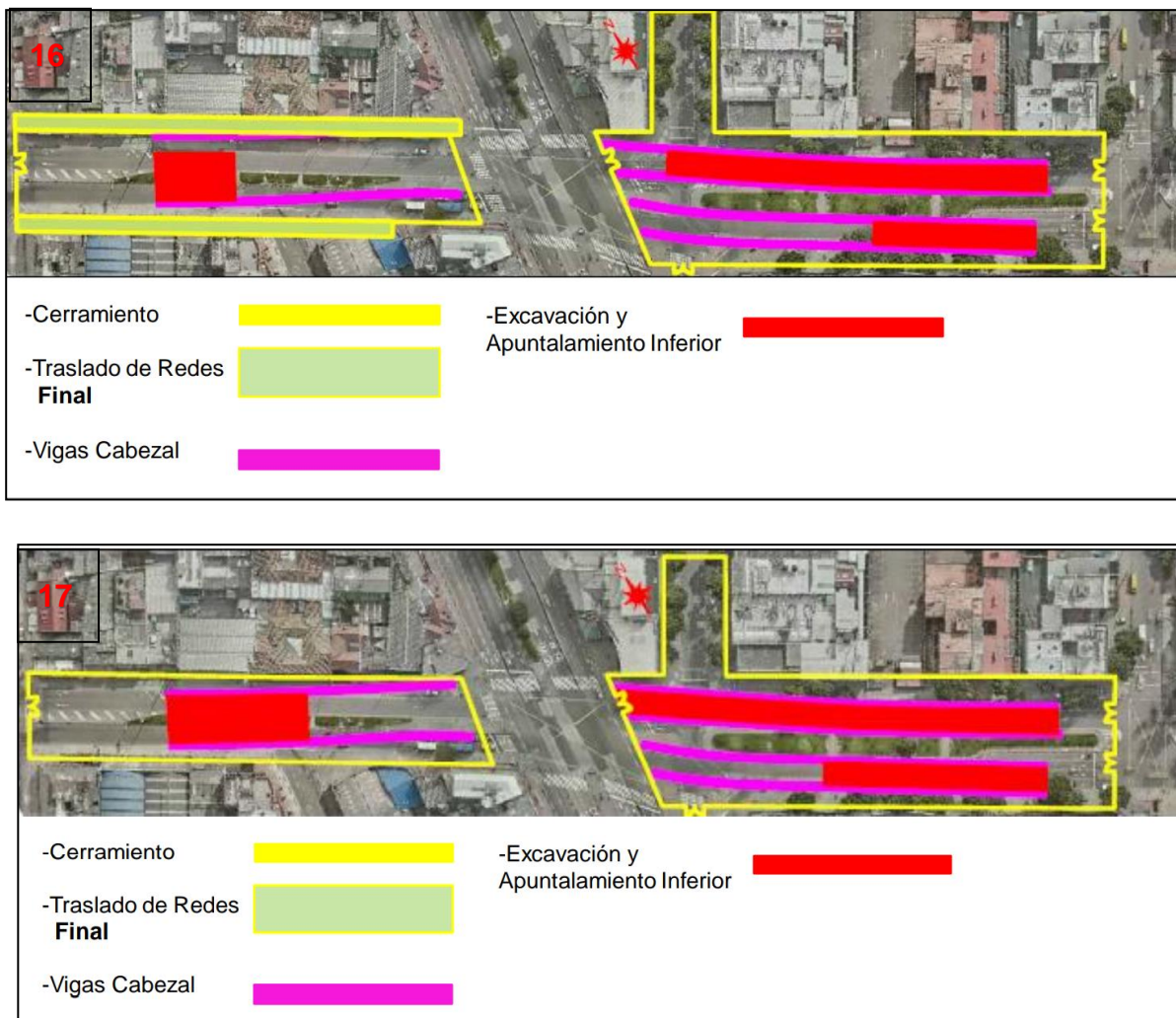


Figura 431 Etapas de construcción intercambiador vial calle 72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

### 3.2.20 Construcción puentes de la avenida primero de mayo con avenida 68. Actividades Plan de Manejo Ambiental

En el presente numeral se incluyen las actividades que estaban relacionadas en el en el PMAS “Plan de Manejo Ambiental para la Construcción de los puentes de la Avenida primero de mayo con avenida 68” y que no han finalizado, lo anterior con el fin de integrar los instrumentos ambientales de la construcción PLMB en el presente PMAS.

La obra consiste en adecuar la intersección de la Av. 1 de mayo con Av. 68, mediante la construcción de dos puentes vehiculares, el puente existente será demolido para darle paso a la construcción del viaducto de la PLMB, como se muestra en la Figura 432.





Figura 432 Esquema puente vehicular existente, puentes vehiculares proyectados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se presenta un resumen de las actividades que serán ejecutadas. Las obras iniciarán con la construcción del puente norte, ya que la construcción podrá realizarse sobre el espacio público sin afectar el tráfico del puente existente, permitiendo que se continúe usando el puente, posteriormente se demolerá el puente existente, ya que la construcción del costado occidental del puente sur se encuentra proyectado sobre una parte del puente existente, por lo tanto, es indispensable realizar la demolición del puente existente, desviar el tráfico sobre el puente norte y se finaliza con la construcción del puente sur. Las dimensiones de los distintos elementos que constituyen los puentes se describirán más detalladamente en el numeral de cada actividad.

El puente norte tendrá una longitud aproximada de 260 m, estará compuesto de 6 apoyos y 5 vanos de longitud variable. Los apoyos 1 y 6 se localizarán en los extremos del puente, los apoyos 2 y 5 se ubicarán a 29,6 m de los apoyos 1 y 6, los apoyos 3 y 4 estarán a 50 m de los apoyos 2 y 5, finalmente, la longitud del vano intermedio será de 100 m, como se puede observar en la Figura 433 Esquema Puente Norte

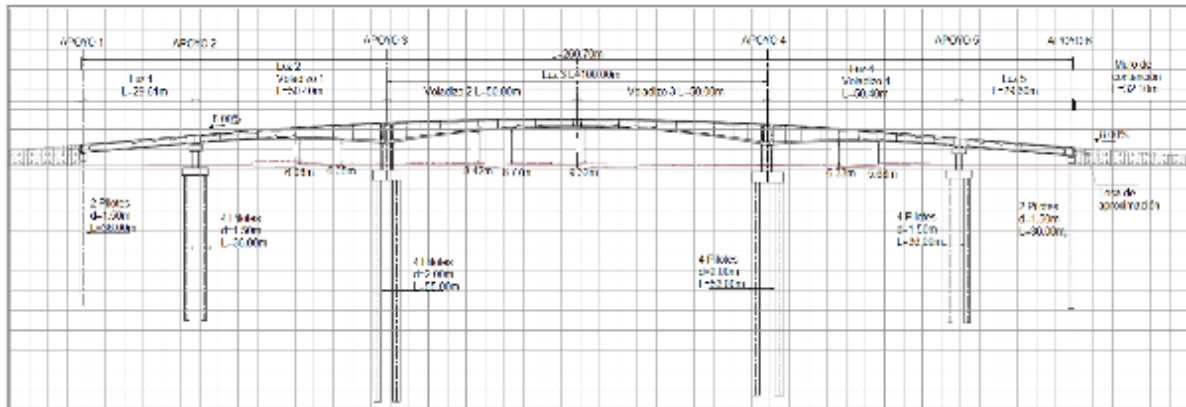


Figura 433 Esquema Puesto Norte

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El puente norte contará con una cimentación profunda, mediante la construcción de pilotes agrupados en dados rectangulares. Para los apoyos 2, 3, 4 y 5 se realizará la construcción de pilas rectangulares de altura variable; en el caso de las pilas de los apoyos 3 y 4 serán huecas y con un área mayor, en la parte superior de estas pilas se construirá una dovela que será parte de la superestructura para conformar un elemento monolítico, en los apoyos 2 y 5 se construirán pilas macizas de menor área a las proyectadas para las pilas de los apoyos 3 y 4, sobre las que se construirán una viga capitel en la que estará simplemente apoyada la superestructura mediante soportes elastoméricos de neopreno.

Para los apoyos 1 y 6 se realizará la construcción de un estribo sobre el que estará apoyada la superestructura del puente mediante soportes elastoméricos de neopreno, se construirán las losas de aproximación, que constan de un relleno y estructura en material granular, la construcción de muros de contención a los costados y la capa de rodadura sobre la estructura de material granular.

La superestructura constituida por dovelas construidas mediante el método de voladizos sucesivos, proyecta una sección transversal hueca, con altura libre que varía en función a su peso y con una placa superior que contará con un ancho de 13 m, este método constructivo será utilizado para las dovelas que se construirán entre los apoyos 2 a 5, las vigas de los extremos del puente serán construidas sobre cimbra, de la cual se deberá realizar un análisis un análisis estructural de los apoyos que sean instalados, considerando los elementos por soportar durante la construcción de la viga cajón.

Al finalizar la construcción del puente norte, una vez cumpla con las condiciones necesarias para entrar en funcionamiento, se realizará la demolición y desmantelamiento del puente vehicular existente.

Para el desarrollo de la demolición se preparará el terreno para el manejo de materiales, elementos estructurales, entrada de maquinaria y equipo necesario para el proceso, posteriormente, se realizará el montaje e instalación de andamios bajo la estructura superior del puente existente con el fin de que se pueda cortar la viga principal en varias partes de tamaño que permita su disposición y traslado, utilizando una sierra de alambre. Posterior al corte se realizará el desmonte de las partes mediante el izaje con grúa con el fin de ubicar cada elemento a nivel de suelo para completar su demolición.

Este procedimiento deberá realizarse hasta finalizar el desmonte y demolición de la estructura superior, posteriormente se procederá a retirar las pilas mediante cortes de bloque, los cuales serán desmontados a nivel de piso con ayuda de una grúa y demolidos con un martillo rompedor, al llegar a la base de las pilas, se excava y se demuele en el lugar de acuerdo con las necesidades de funcionamiento de la zona. Para finalizar el procedimiento se realizará la limpieza y restauración del sitio, según corresponda.

Al finalizar la demolición del puente existente se procederá con la construcción del puente sur, que tendrá una longitud de 306 m y tendrá una distribución similar al puente norte, contando con 6 apoyos y 5 vanos. Para el puente sur los apoyos 1 y 6 se localizarán en los extremos del puente, los apoyos 2 y 5 se localizarán a 29.6 m de los apoyos 1 y 6, los apoyos 3 y 4 estarán a 62.5 m de los apoyos 2 y 5, por último, la longitud del vano intermedio será de 125 m, como se observa en la Figura 434 Esquema Puentesur

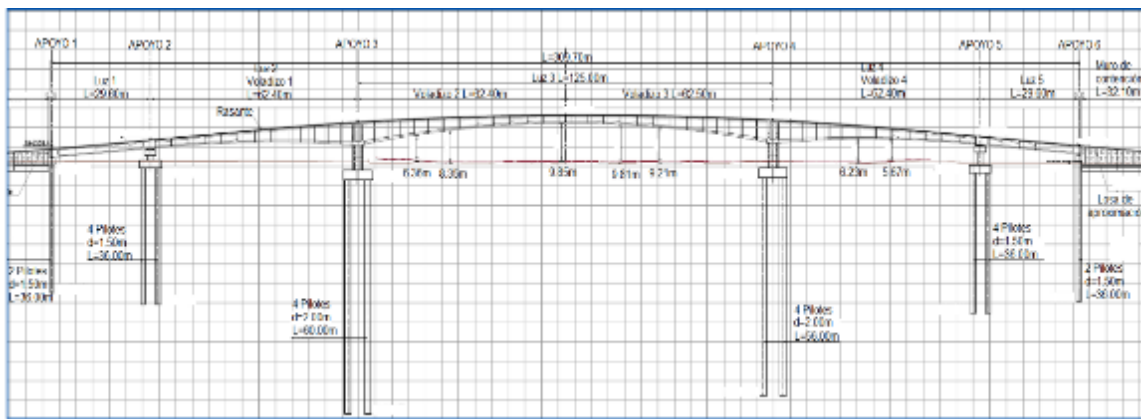


Figura 434 Esquema Puentesur

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El método constructivo del puente sur será muy similar al del puente norte, varían las distancias de los vanos y de las losas de aproximación, así como la profundidad de los pilotes y las dimensiones de los distintos elementos que conforman la subestructura y la superestructura del puente.

El estado de los permisos que serán necesarios para el desarrollo de las distintas actividades descritas a continuación se presenta en el numeral 6.2.1 Permisos y Licencias requeridas para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68.

En la Figura 435 Actividades para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av.68 se presentan las actividades que serán ejecutadas para la construcción de los puentes norte y sur:



Figura 435 Actividades para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av.68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 436 Actividades de demolición puente vehicular existente de la Av. Primero de mayo con Av.68 se presentan las actividades que serán ejecutadas para la demolición del puente vehicular existente:



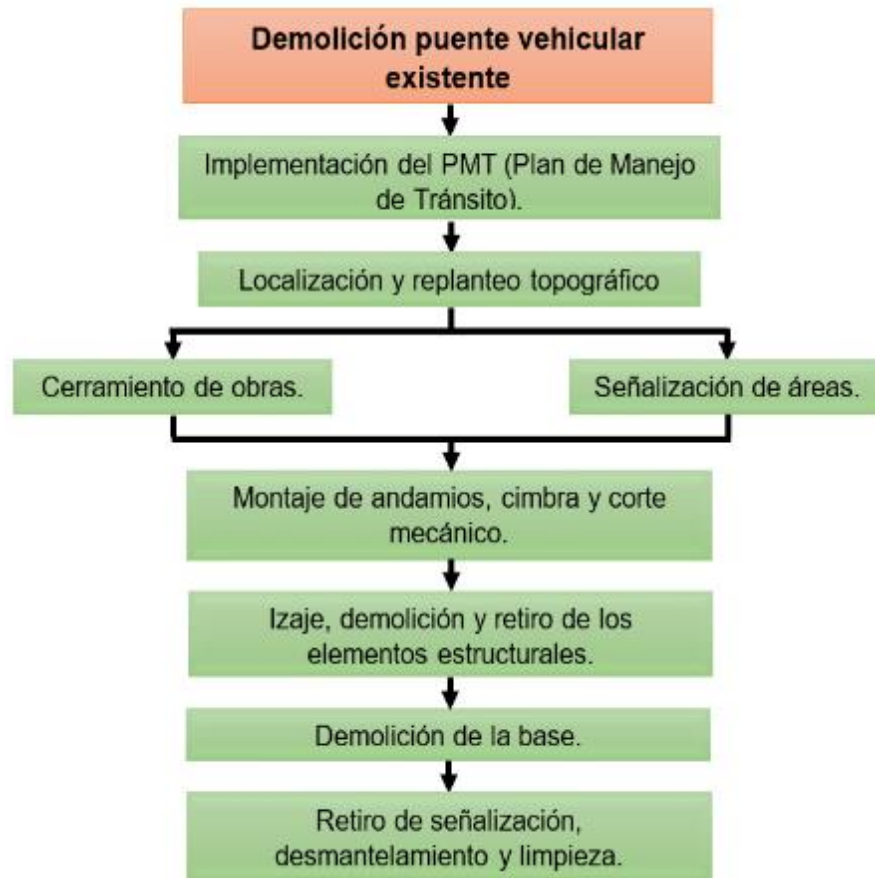


Figura 436 Actividades de demolición puente vehicular existente de la Av. Primero de mayo con Av.68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

A continuación, se describen cada una de las actividades que serán ejecutadas en el desarrollo de la construcción de los puentes de la avenida Primero de mayo con avenida 68.

Es importante mencionar que dentro del área de influencia directa e indirecta no se ubican cuerpos de agua; por tal motivo, se precisa que las actividades constructivas ejecutadas para la construcción de los puentes y demolición del puente existente no afectarán directa ni indirectamente a estas corrientes superficiales.

### 3.2.20.1 Excavación manual y/o mecánica

Para las labores de cimentación del puente y demolición del puente existente se deberán realizar actividades de excavación, ya sea manual o mecánica, dependiendo del tipo de actividad que se va a ejecutar.

Inicialmente se realizará la perforación para los pilotes los cuales tienen diámetros de 1.5m a 2m y una profundidad de entre 36 a 60m, continuando con la excavación para los dados de cimentación los cuales

serán de (8,6x8,6)m y 2,5m de profundidad y de (6,6x6,6)m y 2m de profundidad dependiendo del apoyo, puede ser mecánica o manual, del mismo modo se realizará excavación para la posterior construcción del urbanismo e implementación del paisajismo, teniendo profundidades de excavación diferentes para los distintos puntos que serán intervenidos, dependiendo de las obras que se realicen. Igualmente, para el desarrollo de la demolición de cimientos del puente existente se realizarán labores de excavación alrededor de estos elementos, estimando excavaciones de (3x3) m, de (6x6) m con profundidades de 2m. Se estima un volumen de excavación total de 18286,24 m<sup>3</sup>.

No se identifican suelos contaminados en las zonas que serán intervenidas, sin embargo, en caso de que el material retirado tenga alguna característica que pueda determinar que el suelo este contaminado se aplicarán todas las medidas que se especifican en el numeral 7.6.2.8. Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados.

El material resultante de la excavación será reutilizado mínimo en un 30% y el material sobrante deberá ser llevado a un sitio autorizado por la autoridad ambiental competente para su debida disposición, con el fin de generar la menor afectación posible. El material de disposición será transportado mediante volquetas que cuenten con todos los requerimientos a los sitios previstos para la disposición.

En el siguiente diagrama, se presenta el proceso para la ejecución de excavación manual y/o mecánica:

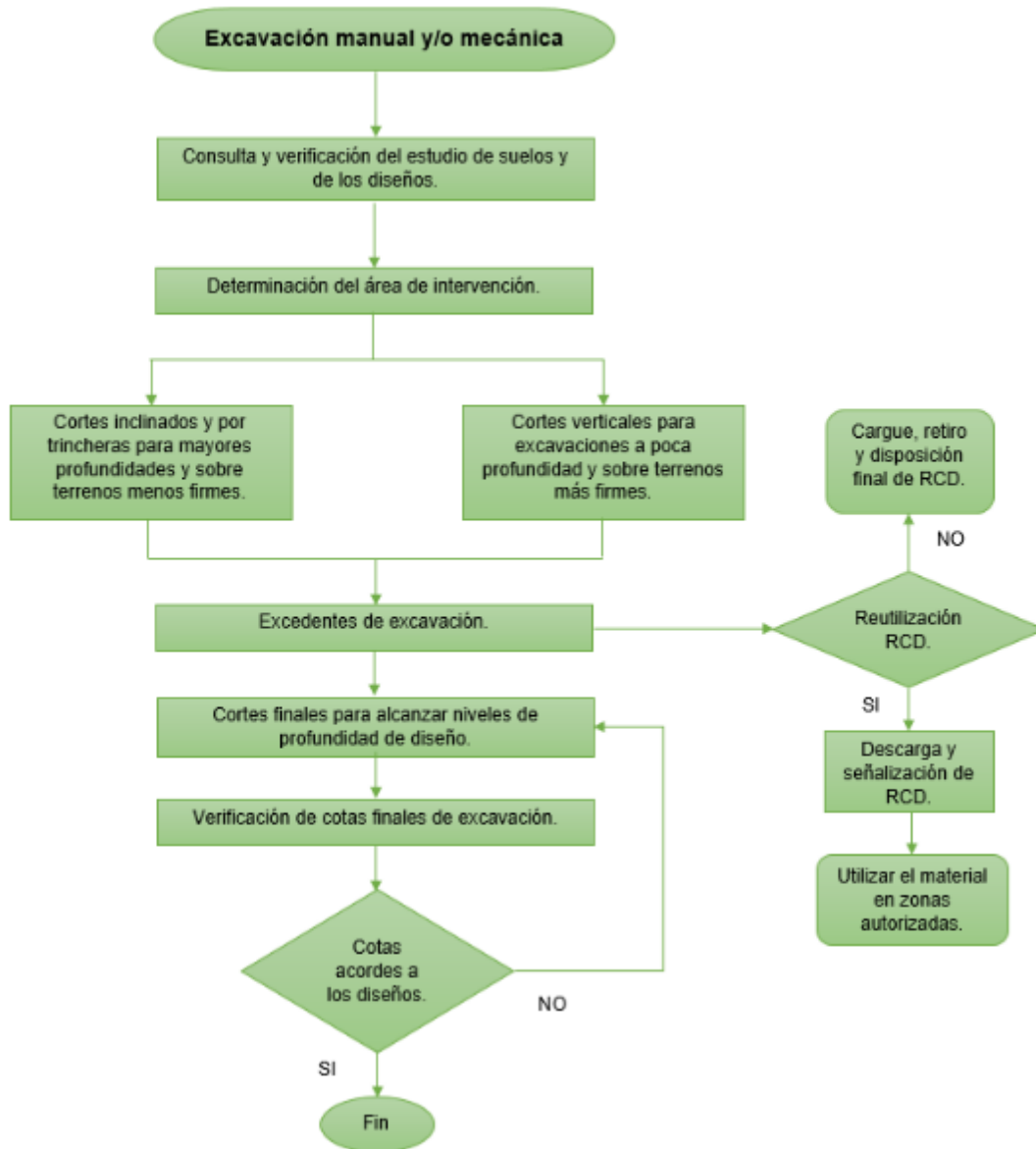


Figura 437 Diagrama Excavación manual y/o mecánica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

### 3.2.20.2 Nivelación y compactación

Esta actividad será realizada previo al inicio de las labores de cimentación, puede darse durante otras etapas de la construcción. Teniendo en cuenta que la nivelación y compactación será ejecutada para mejorar la capacidad portante del suelo donde será apoyada la maquinaria pesada y en caso de que el suelo natural y las condiciones climatológicas no permitan el normal uso de la maquinaria, deberá realizarse previamente esta actividad.

El material utilizado en la nivelación será en lo posible RCD proveniente de las actividades el cual cumpla con las capacidades de soporte necesarias, si se necesita material adicional de cantera este será transportado mediante vehículos autorizados. No se estima un volumen de material, ni una zona de intervención específica donde se realizará esta actividad, teniendo en cuenta que la ejecución depende de las condiciones propias del terreno en los distintos puntos.

En la Figura 438 se presenta el proceso para el desarrollo de la actividad de nivelación y compactación:

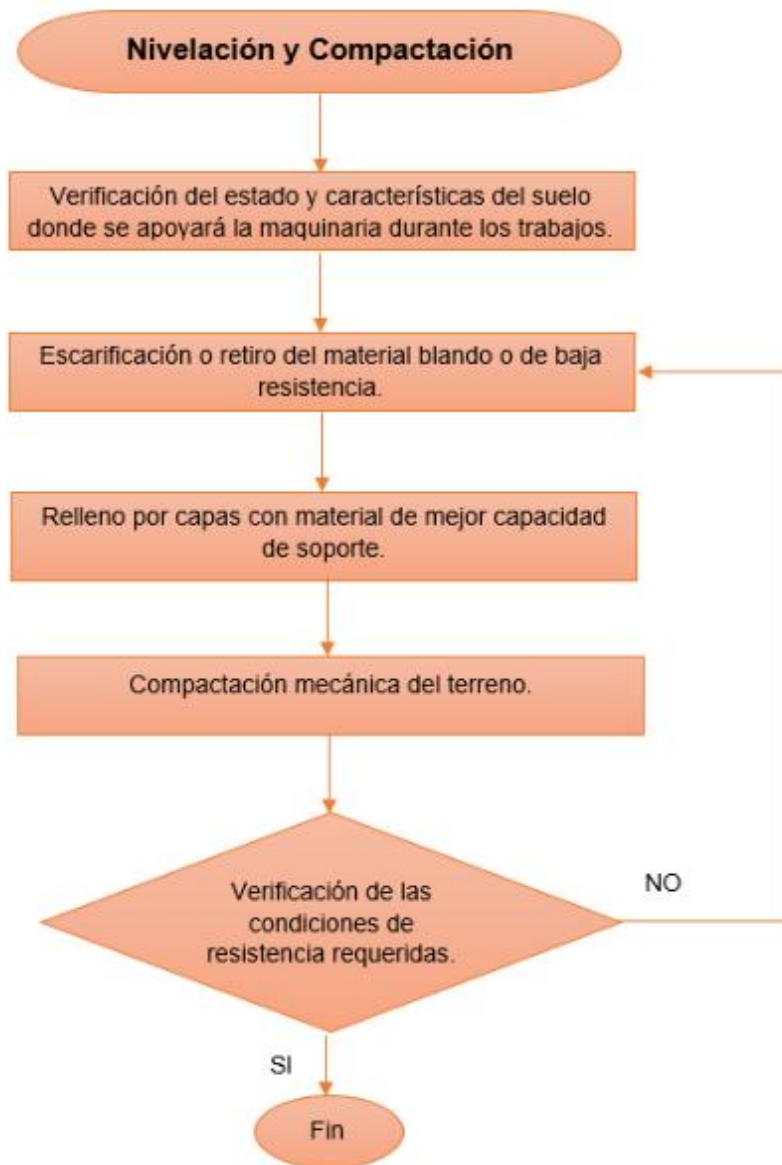


Figura 438 Diagrama Nivelación y compactación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022



### 3.2.20.3 Construcción de cimentación y estructura de contención

#### ▶ Construcción pilotes

Como se indica en los procedimientos para las actividades de instalación de los elementos que componen la planta de lodos polimerados, el procedimiento de instalación de los soportes para la tubería de lodos y el procedimiento de manejo de lodos en excavaciones y pilotaje, para las actividades de construcción de pilotes, en el proceso de excavación se considera la instalación y operación de una planta de preparación y almacenamiento de lodos poliméricos, la cual estará cerca al apoyo 4 desde donde se transportarán los lodos requeridos para estabilizar las excavaciones de los pilotes de cada uno de los dados que conforman el puente. La red de transporte de lodos se encuentra constituida por un juego de cuatro (4) mangueras de poliuretano las cuales serán dispuestas a lo largo del puente de la Av. 1 de mayo con 68 durante el proceso de excavación de los pilotes en los apoyos 1, 2, 3, 5 y 6.

#### ▶ Equipos y accesorios que componen la planta de lodos:

Para la conformación de la planta de lodos es necesaria la instalación de los siguientes equipos y accesorios:

- 10 Silos de almacenamiento de polímeros y agua: 9 silos para almacenar polímeros y 1 para agua, con capacidades de 45m<sup>3</sup>, 40m<sup>3</sup> y 35m<sup>3</sup>, estos silos tienen aproximadamente 10 m de altura y un diámetro de 2,2 m.
- Tanque de 40 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua.
- Tanque de mezclado de 25m<sup>3</sup>.
- Dos tanques decantadores.
- 8 bombas Sandpiper de aire comprimido.
- 4 bombas PDM.
- Tubería de poliuretano de 4”.
- Accesorios Victaulic para elaboración y unión mecánica de la red de distribución y transporte de lodos (válvulas de paso, codos, semi-codos y “T”.

A continuación, se relacionan los pasos a seguir para la instalación y conformación de la planta de polímeros:

- a) Se debe realizar una excavación del terreno para retirar la capa vegetal.
- b) Se rellena con grava de 2” a 4” y se nivela la zona sobre la que se instalaran los equipos y la zona sobre la que se conformará la losa de concreto que soportará los silos de almacenamiento.
- c) Se construye losa en concreto con un área de 17m x 7m y un espesor de 35 cm.
- d) Se realizan anclajes en la losa de concreto para sujetar los silos. Cada silo se sujeta a la losa de concreto con 3 o 4 anclajes elaborados de la siguiente manera; se realiza una perforación de 1” de diámetro y 25 cm de longitud, se adicionará epóxido en la misma y posteriormente se insertará una varilla de 1” de diámetro y 50 cm de longitud, el extremo libre será unido mediante soldadura al silo.

- e) Los silos de almacenamiento son transportados a obra en tracto camiones, cada juego de silos está compuesto por tres de estos que tienen capacidad variable de 45m<sup>3</sup>, 40m<sup>3</sup> y 35m<sup>3</sup>, cada juego tiene sus respectivos aparejos para ser descargados e izados en plataforma. El envío de los silos a obra se realiza cuando ya se cuente en la obra con la grúa que descargará e izará los mismos.
- f) Posteriormente serán ubicados el tanque mezclador, el taque de almacenamiento de agua de 60 m<sup>3</sup> y los tanques decantadores en su posición final.
- g) Luego de instalados todos los tanques principales se procede con la ubicación de las bombas PDM que impulsaran el lodo y conectaran el tanque mezclador con los tanques de almacenamiento y con los tanques decantadores.
- h) Según la disposición de la totalidad de los tanques, se procederá a construir toda la red de conducción y/o distribución dentro del sistema de recirculación de lodos, para esta actividad se utilizarán la de tubería de poliuretano de 4” y todos los accesorios tales como válvulas de paso, codos, semi-codos y “T”.
- i) Debido a que la planta de lodos estará ubicada dentro del cerramiento establecido para el apoyo 4 y esta no será trasladada durante la construcción de los pilotes en el resto de los apoyos, para los trabajos en los apoyos 1, 2, 3, 5 y 6, será necesario sujetar la tubería al voladizo de la parte norte de la estructura del puente vehicular de la avenida primera de mayo según lo establecido en el Procedimiento de Instalación de los soportes de la tubería de lodos, cabe aclarar que estos tramos de la red de distribución de lodos que pasarán sobre las vías y que estarán sujetos a la estructura del puente vehicular serán construidos con tubería nueva, con el fin de minimizar los riesgos de derrames de lodos sobre las vías en uso.
- j) A cada silo se le instalará un mecanismo mediante el cual se medirá el nivel de almacenamiento cuando estén en funcionamiento, dicho mecanismo está conformado por una polea ubicada en el borde superior de cada silo, por dicha polea pasará una manila de ¼” y de longitud conocida, esta manila llevará sujetado a cada uno de sus extremos una caneca o pimpina de 5 galones, de esta manera se tendrá un galón dentro y uno por fuera del silo, dependiendo del nivel de lodos que contenga cada silo, el galón de la parte exterior subirá o bajará y se tendrá referencia del nivel de lodo almacenado en cada tanque.
- k) La red de distribución de lodos que entra y sale en cada excavación será modificada, desplazada y/o extendida tanto como sea requerido para la excavación de cada uno de los pilotes, junto a estas modificaciones y según lo requerido serán desplazadas las bombas sandpiper y los compresores mediante los cuales operan las mismas.
- l) Se dispondrá de un área o contenedor para almacenar de manera exclusiva todos los insumos requeridos para la fabricación de los lodos, dichos insumos no podrán ser mezclados con insumos diferentes a los requeridos para la fabricación de lodos.
- m) El material que queda en los decantadores será dispuesto como material de excavación.
- n) En todo momento se debe controlar que no se sufra ningún tipo de derrame de los silos. Si esto llegara a suceder se deberá contener de manera inmediata este tipo de derrame, impidiendo que llegue a la vía.

- o) Se debe realizar una puesta a tierra de los tanques con una sola varilla coperweell y unidos mediante cable n2 desnudo entre los tanques.



Figura 439 Localización del Puente Av. 68, Localización aproximada tanques principales planta de lodos.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

La cimentación del puente norte y del puente sur estará constituida por pilotes profundos, localizados a diferentes profundidades y de diferentes medidas, de acuerdo con los diseños estructurales.

Para los dos puentes se presentan seis (6) apoyos como se puede observar en la Figura 440 Localización pilas.



Figura 440 Localización pilas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Para el puente norte en los apoyos 3 y 4 se construirán para cada uno, 4 pilotes de 2 m de diámetro, con una longitud de 53 m y 55 m respectivamente, para los apoyos 2 y 5 se construirán 4 pilotes para cada uno, con una longitud de 36 m y un diámetro de 1.5 m, finalmente, para los apoyos 1 y 6 se construirán dos pilotes de soporte para cada uno, con una longitud de 36 m y 1.5 m de diámetro.

Para el puente sur la longitud de los pilotes varía un poco con respecto al puente norte, los apoyos 3 y 4 contarán cada uno con 4 pilotes, de 60m y 56m de longitud, respectivamente, y con un diámetro de 2 m los apoyos 2 y 5 tendrán 4 pilotes cada uno, de 36 m longitud y un diámetro de 1.5 m. Finalmente, para los apoyos 1 y 6 se construirán 2 pilotes de 1.5 m diámetro y 33 m y 36 m de longitud, respectivamente, para estos apoyos, los pilotes servirán directamente como soporte de los estribos que serán construidos.

La construcción de los pilotes se realizará perforando mediante el uso de una máquina que retirará el material a la profundidad requerida, a continuación se instalará una camisa o se hará uso de lodo polimérico, se calcula que para la construcción de los puentes se usarán aproximadamente 3000 Kg de polímero, 550 Kg de floculante y 700L de soda caustica, los cuales deberán ser manejados y dispuestos de manera especial. Este material es utilizado con el fin de evitar que se derrumbe o se dañe la excavación realizada, posteriormente, se armará e instalará el acero de refuerzo de acuerdo con los diseños y se aplicará el concreto con las especificaciones requeridas hasta llegar a la altura definida, retirando el lodo polimerico o la camisa de soporte. Los materiales necesarios serán transportados en vehiculos hasta el lugar de almacenamiento o donde serán utilizados, así como la maquinaria.

► Operación de la planta de preparación y almacenamiento de lodos polimerados

El almacenamiento se realizará por medio de un conjunto silos metálicos con un diámetro aproximado de 2,3 m y 10 m de altura. Para ello se requiere de la construcción de una losa temporal, cuyos detalles de construcción y elementos de anclaje serán definidos de acuerdo con los espacios disponibles en cada actividad de pilotaje.

Es necesario el ingreso y posicionamiento de tanques, actividad que se realizará de acuerdo con lo descrito en el procedimiento para plan de izaje de armaduras de pilotes pre excavados, se requiere el almacenamiento de agua para tratamiento de lodos recirculados; así como las líneas de suministro de



lodos hasta el sitio de perforación por medio de mangueras de polietileno y las bombas de recirculación y movimiento de fluidos.

Para el suministro de lodo de perforación a los apoyos adyacentes se propone instalar bandejas o soportes fijados a la estructura existente del puente (procedimiento de instalación de los soportes de la tubería de lodos). Como ya se ha mencionado, los lodos poliméricos son reutilizados después de la corrección de sus características (viscosidad y pH) por medio de un tanque de recirculación durante toda la excavación. Una vez los lodos pierdan sus propiedades poliméricas o cuando existan excedentes de este, deberán ser transportados por vehículos tipo Vactor o carrotanques y llevados a gestores autorizados para su manejo.

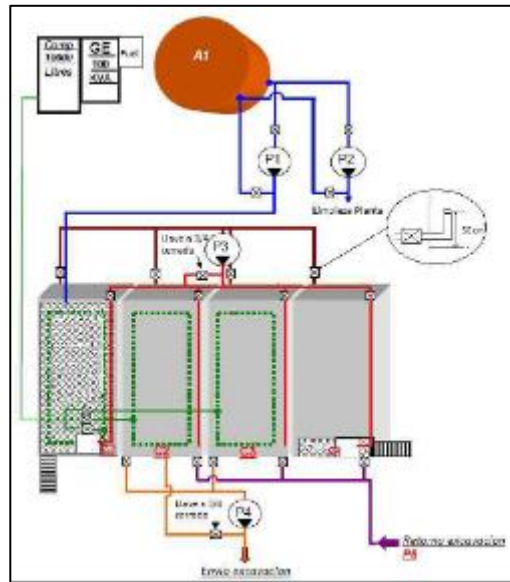


Figura 441 Sistema de transporte de lodo polimerizado desde y hacia silos de almacenamiento

Fuente: Metro Línea 1., 2023

Se deberá garantizar que, durante el proceso de generación de lodos poliméricos, se implemente el uso de tanques de almacenamiento para su reutilización; así como tanques sedimentadores, los cuales se instalarán de manera estratégica de acuerdo con los avances de la obra, y serán relocalizados de acuerdo con las necesidades que se vayan presentando.

El área de trabajo debe estar adecuada para el ingreso de los equipos que realizan la actividad de descargue, mezcla de materiales y retiro de estos, se instalará la señalización informativa, prohibitiva y reglamentaria de estos sitios de trabajo y se contará con un sistema de limpieza de llantas a la salida del frente de trabajo, garantizando que no se generen derrames sobre las vías al momento de trasladar el material de excavación a los sitios de disposición final.



Representación	Designación	Observaciones
A1	Silo de agua	Prever flotador de parada
C1	Tanque de fabricación	Prever: plataforma, barandillas, escalera Sistema de mangueras con aire comprimido
C2/C3	Tanque de almacén	Sistema de mangueras con aire comprimido
C4	Tanque de sedimentación	Prever: plataforma, barandillas, escalera
P1		Alimentación en agua de la Planta
P2		Limpieza de la Planta
P3	Versa-Matic Pump E3 – 3"	Para el transfer del fluido de perforación y la recirculación
P4	Versa-Matic Pump E3 – 3"	Alimentación de la excavación
P5	Versa-Matic Pump E3 – 3"	Retorno de excavación

Figura 442 Planta de almacenamiento y preparación de lodos  
poliméricos

Fuente: Metro SBC S.A.S., 2023

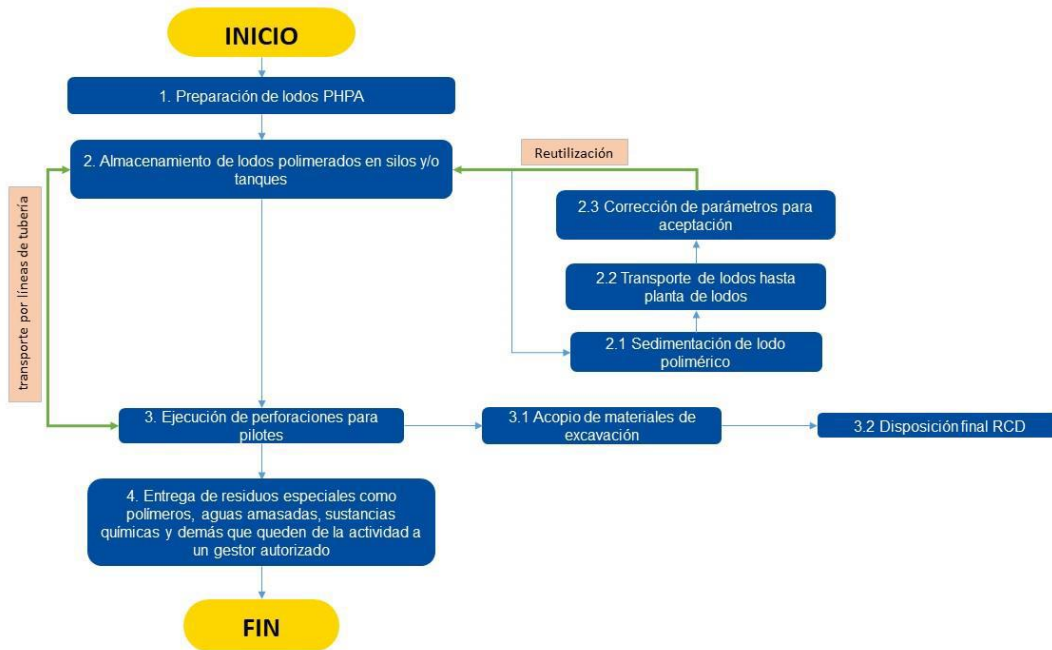


Figura 443 Flujograma de manejo de lodos en actividades de excavación de pilotes

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

El método constructivo puede observarse brevemente en la siguiente figura:

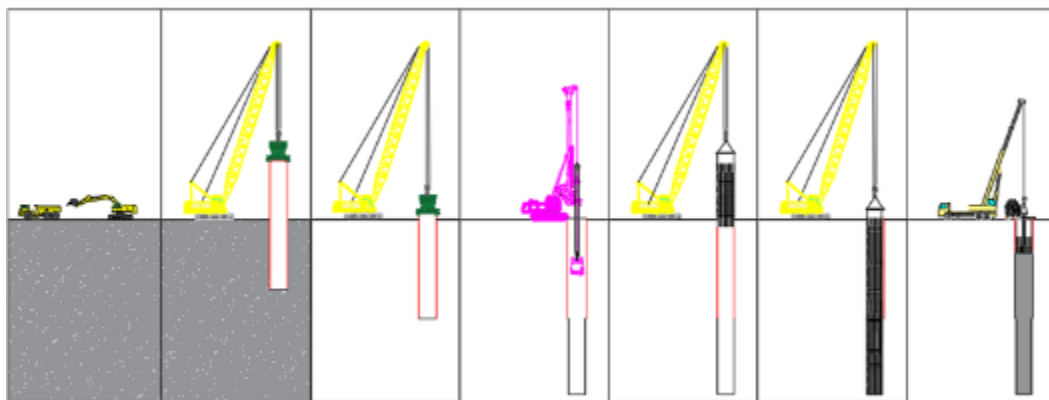


Figura 444 Método constructivo pilotes de cimentación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

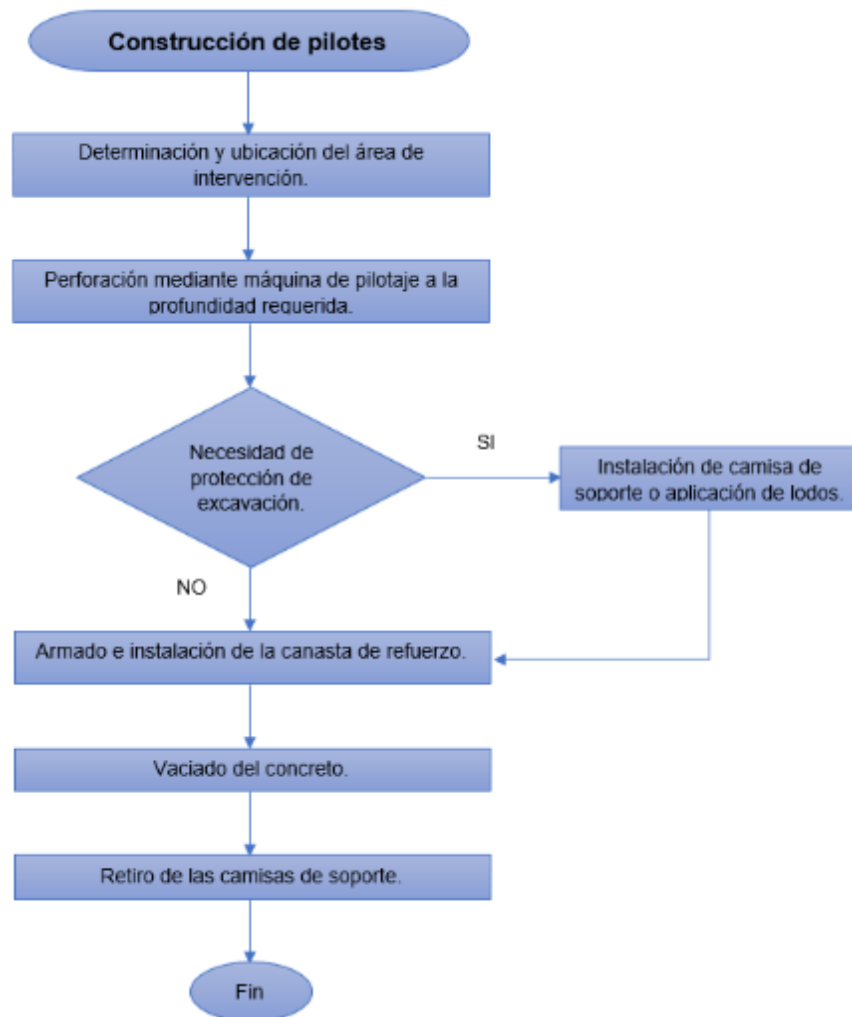


Figura 445 Diagrama Construcción de pilotes

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► Construcción dados de cimentación

Para poder dirigir las cargas producidas por la superestructura del puente a los pilotes de cimentación se realizará sobre cada grupo de pilotes la construcción de dados de cimentación enterrados. Teniendo en cuenta que el diámetro y cantidad de pilotes varía según el apoyo, las dimensiones de los dados de cimentación serán diferentes. Para el puente norte y para el puente sur las dimensiones de los dados son similares para los apoyos con la misma identificación, en los apoyos 3 y 4 se construirá un dado de cimentación de 8.6m x 8.6m y un espesor de 2.5m para cada uno, el cual estará enterrado 1.2m. Para los apoyos 2 y 5 se construirán dados de cimentación de 6.6m x 6.6m y un espesor de 2m, el cual estará enterrado 0.5m. Como se mencionó anteriormente, para los apoyos 1 y 6 no se construirán dados de cimentación, por el contrario, el estribo estará directamente apoyado sobre los pilotes a una altura aproximada de 0.7m sobre el nivel del piso.



Para la construcción de los dados de cimentación se realizará la instalación de un entibado que se denomina tablestacado, será instalado previo a la excavación y se enterrará alrededor del área de intervención de los dados evitando derrumbes y teniendo un mejor espacio de maniobra, los elementos para la instalación de este tipo de entibado serán en acero. Posteriormente se realizará la excavación de la zona donde será construido el dado de cimentación, continuando con el descabece de los pilotes construidos previamente, luego se procede a fundir el concreto pobre sobre el terreno fundido, continuando con el armado e instalación de acero, la instalación de la formaleta, el vaciado y vibrado de concreto y posteriormente desencofre y curado de los dados de cimentación. Los materiales provenientes de la excavación serán transportados a los sitios previstos en los vehículos autorizados.

En la Figura 446 se presenta el esquema de excavación de los dados de cimentación para su construcción:

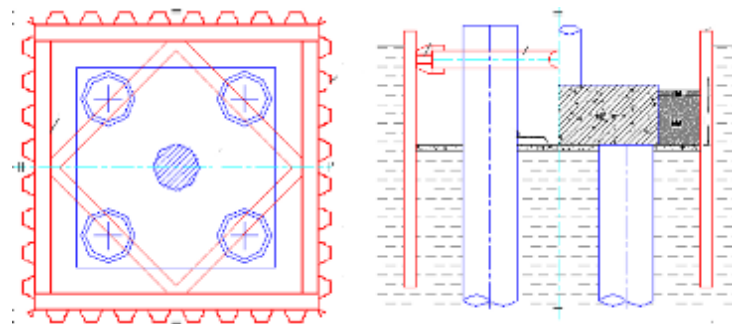


Figura 446 Esquema de excavación dados de cimentación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 447 Diagrama Construcción dados de cimentación se presenta el proceso de construcción para los dados de cimentación:

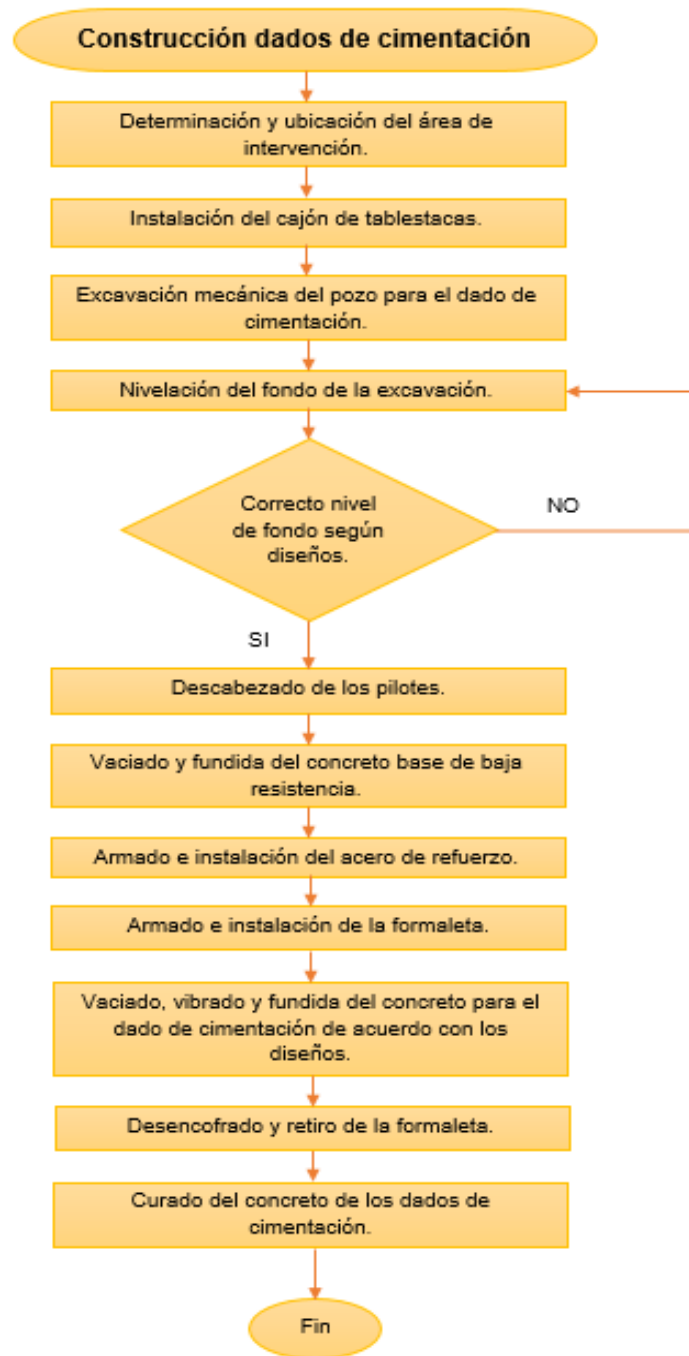


Figura 447 Diagrama Construcción dados de cimentación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► *Construcción de muros de contención*

Los muros de contención son independientes a la estructura del puente, serán construidos en concreto reforzado como estructura de soporte para la losa de aproximación al puente, en los costados de cada puente. Para la conformación de cada una de las losas de aproximación, se realizará la construcción de 3 muros, que podrán denominarse muros laterales y posterior. Los muros laterales tendrán una longitud de 73,5m para las dos aproximaciones del puente norte y para la aproximación oriental del puente sur, mientras que la aproximación occidental del puente sur tendrá una longitud de 63m, la pendiente de cada aproximación será construida de acuerdo con la pendiente diseñada para la interconexión con el puente. El muro posterior varia para cada una de las aproximaciones, para el puente norte será de 6,08m para la aproximación occidental y de 5,64m para la aproximación oriental, por otra parte, la aproximación occidental del puente sur tendrá una altura de 4,62m y 5,08m en la aproximación oriental, la parte inferior de los muros estará enterrada aproximadamente 2.25m, los muros laterales y posteriores tendrán un espesor de 0,40m. Para evitar el volcamiento del muro, la zarpa del muro será corrida, es decir que no estará centrada, sino que estará ubicada hacia la zona interior de la aproximación y tendrá un ancho de entre 3m a 5,10m de ancho el cual aumentará a medida que los muros laterales aumentan de altura, los muros posteriores tendrán una zarpa de 5,10m de ancho y el espesor de todas las zarpas es de 50 cm.

Para la construcción deberá realizarse la excavación con el ancho requerido para la zarpa del muro y la profundidad que se requiera para su estabilidad, se realizará el vaciado de un concreto pobre de base, continuando con la instalación del acero de refuerzo y de formaleta, se procederá a fundir la zarpa, asegurando que se deja el acero amarrado desde la base para poder instalarlo al resto del muro, posteriormente, se instalará el acero de refuerzo faltante y la formaleta, finalizando con la fundida del muro de acuerdo con las especificadas de los diseños.

En la Figura 448 se presenta el esquema del muro de contención que se será construido:

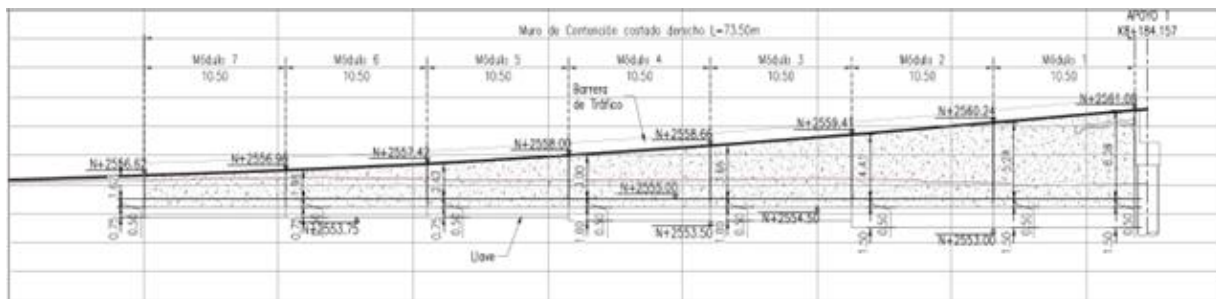


Figura 448 Esquema del muro de contención

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se presenta el procedimiento para la construcción del muro de contención:

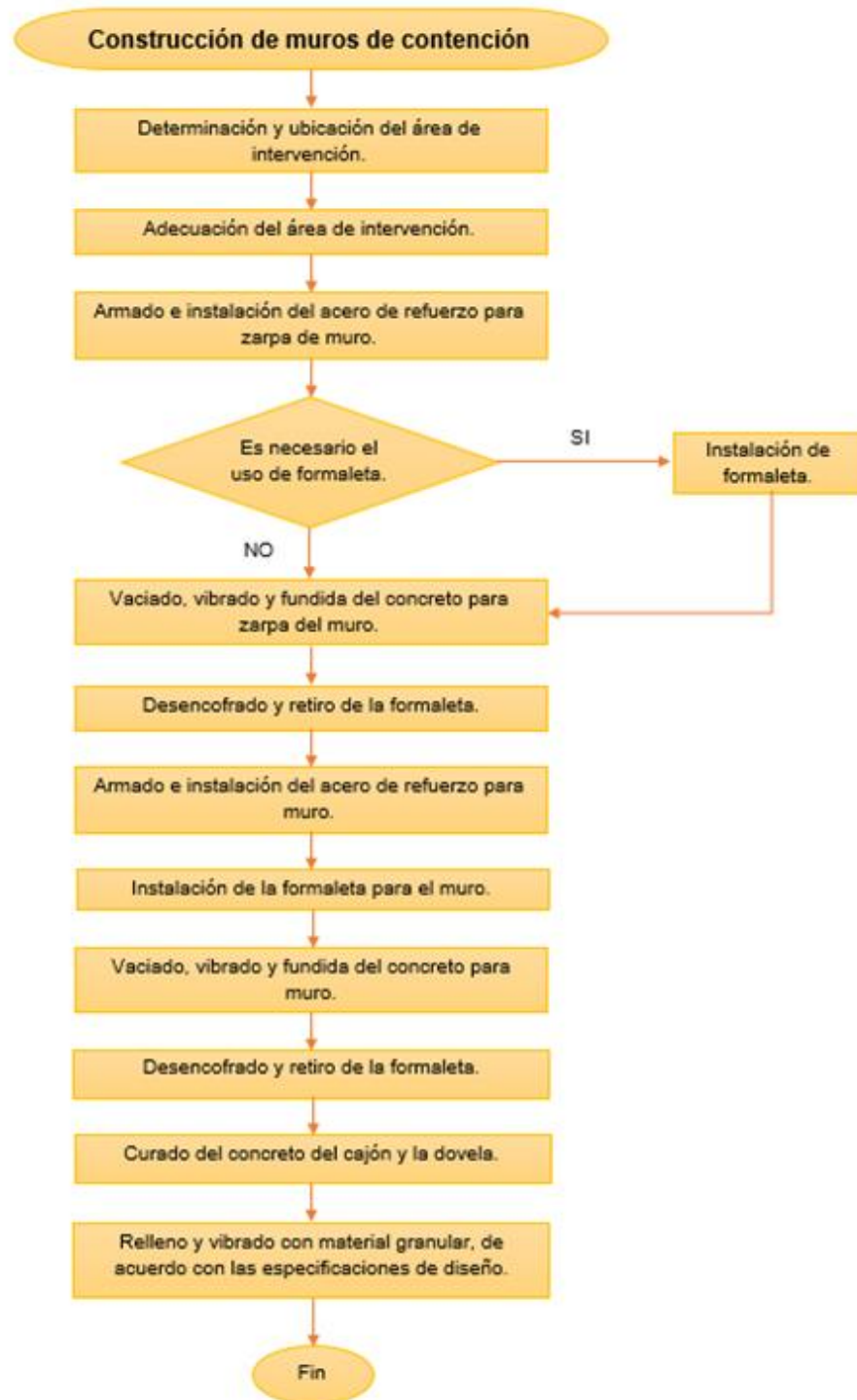


Figura 449 Diagrama Construcción de muros de contención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022



### 3.2.20.4 Construcción de pilas, vigas capitel, estribos, pilas y dovelas

#### ► Construcción de pilas

Para los apoyos 2, 3, 4 y 5 se realizará la construcción de pilas rectangulares, las cuales estarán directamente posicionadas sobre los dados de cimentación construidos previamente. Para los apoyos 3 y 4 se construirán pilas rectangulares huecas, en el caso del puente norte estas pilas tendrán unas dimensiones de 6m de largo, 3 m de ancho y una altura de 6.8m aproximadamente, mientras que para el puente sur la altura de las pilas será de 6.5 m. Para los apoyos 2 y 5 se construirán pilas rectangulares macizas, teniendo en cuenta que las dimensiones de estas pilas son inferiores a la de los apoyos centrales. Las medidas de las pilas macizas son 6 m de largo, 1.5 m de ancho y una altura aproximada de 5.6m.

Para la construcción de las pilas deberá realizarse el montaje de la formaleta junto con andamios o sistemas auto trepantes que permitan aumentar la altura del elemento, de igual manera deberá realizarse el armado e instalación de acero de acuerdo con los diseños; a medida que se vaya instalando la formaleta, al tener la altura deseada, se realizará el vaciado de concreto mediante el uso de una auto bomba de concreto, posteriormente el vibrado y nivelación del elemento, al finalizar y completar el fraguado se procede a desencofrar y se continúa el curado mediante la aplicación de agua.

En la Figura 450 se presenta la planta para la pila del apoyo 3 que se será construido:

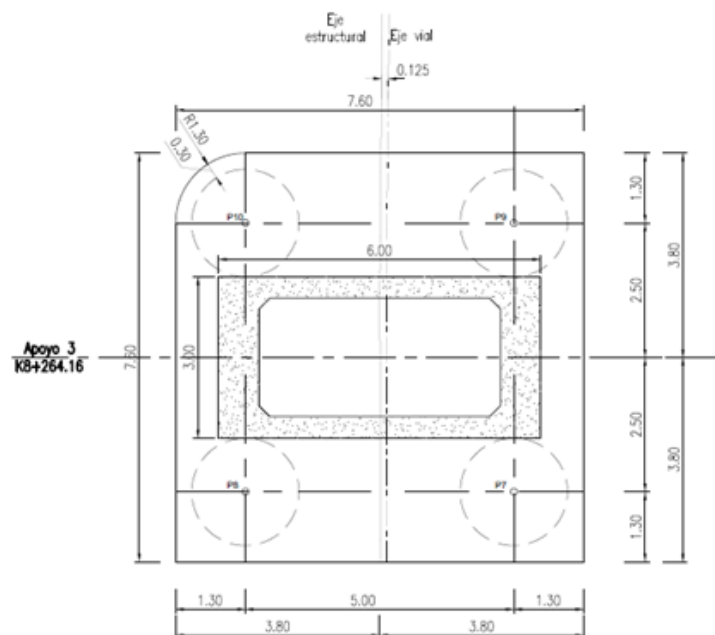


Figura 450 Planta pila apoyo 3

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 451 se presenta el proceso de construcción de las pilas para el puente sur y norte:

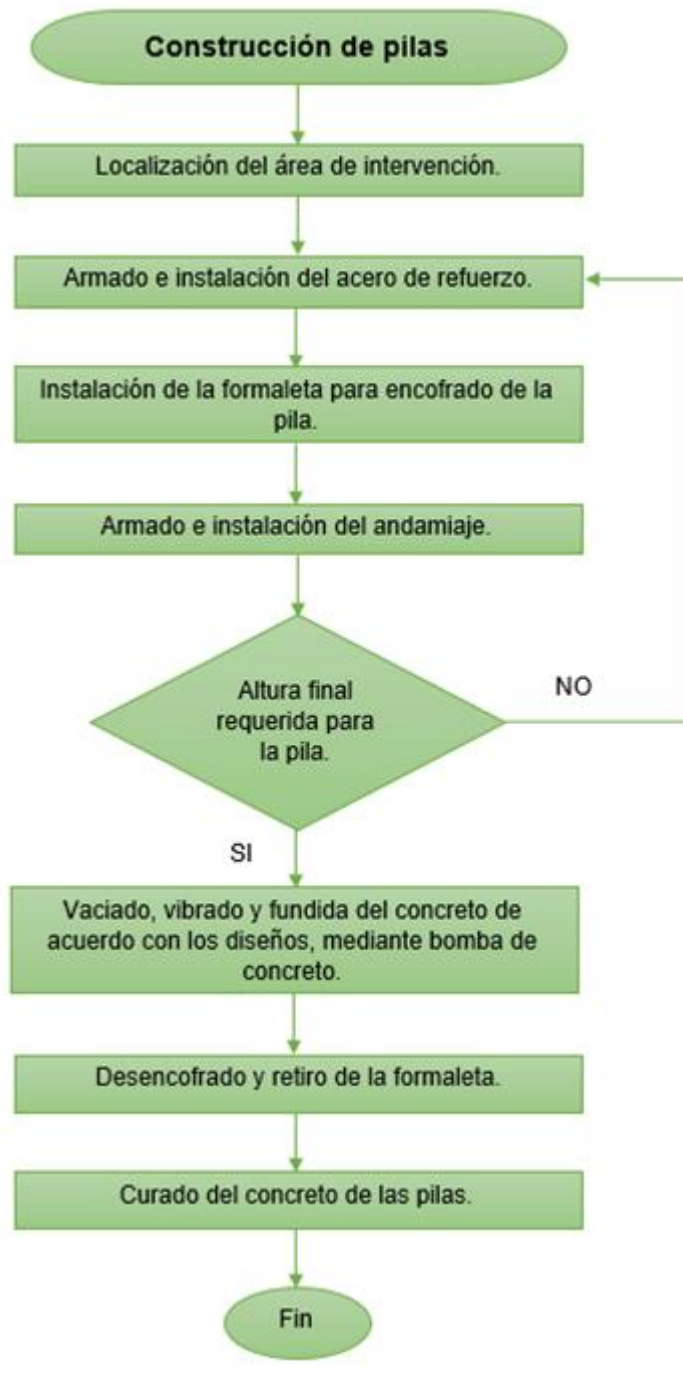


Figura 451 Diagrama Construcción de pilas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Al finalizar la construcción de las pilas se procede a realizar la construcción de los elementos de soporte, dependiendo de cada apoyo se construirá un elemento diferente. Para los apoyos 3 y 4 se realizará la construcción de la dovela inicial, la cual hará parte de la superestructura del puente, estas dovelas contarán con una altura libre del cajón de 4.5m.

Para los apoyos 2 y 5 se realizará la construcción de una viga capitel sobre la que se soportará la superestructura compuesta por dovelas, esta tendrá forma rectangular y contará con un largo de 6m, un ancho de 3m y una altura de, sobre esta viga capitel se instalarán apoyos en neopreno que permitirán que la superestructura sea apoyada sobre el elemento.

Finalmente, para los apoyos 1 y 6 se realizará la construcción de un estribo el cual estará apoyado sobre los pilotes de cimentación que serán construidos con una altura de 0.7m sobre el nivel del suelo, el estribo será el soporte para los extremos de la super estructura, igualmente, se instalarán apoyos en neopreno para que se pueda apoyar la super estructura del puente sobre el estribo, el elemento será como el que se relaciona en la siguiente figura.

La construcción de estos elementos puede iniciar cuando las pilas cuentan con 7 días de fraguado, al ser a una altura considerable sobre el nivel del suelo, para su construcción será necesario como primera medida realizar el montaje de andamios y elementos de cimbra, posteriormente se realizará el armado e instalación del acero de refuerzo y de la formaleta de acuerdo con la forma y necesidades de cada elemento, posteriormente, se realizará la fundida de los elementos mediante una autobomba de concreto, teniendo en cuenta la altura de los elementos, finalizando con el desencofrado después de que el concreto ha fraguado y el curado del concreto.

En la Figura 452 se presenta el tipo de elemento que será construido para los diferentes apoyos:

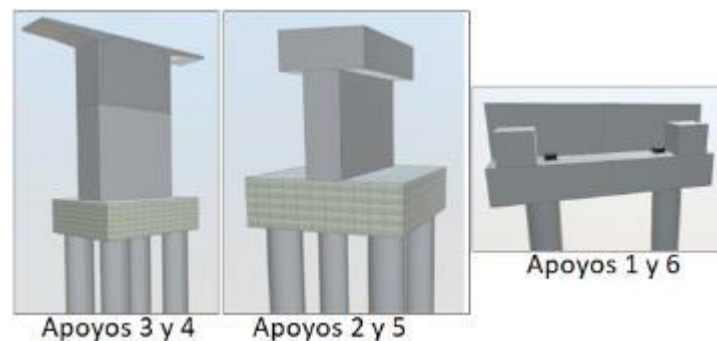


Figura 452 Esquema de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 453 se presenta la dovela inicial que será construida en el apoyo 3:

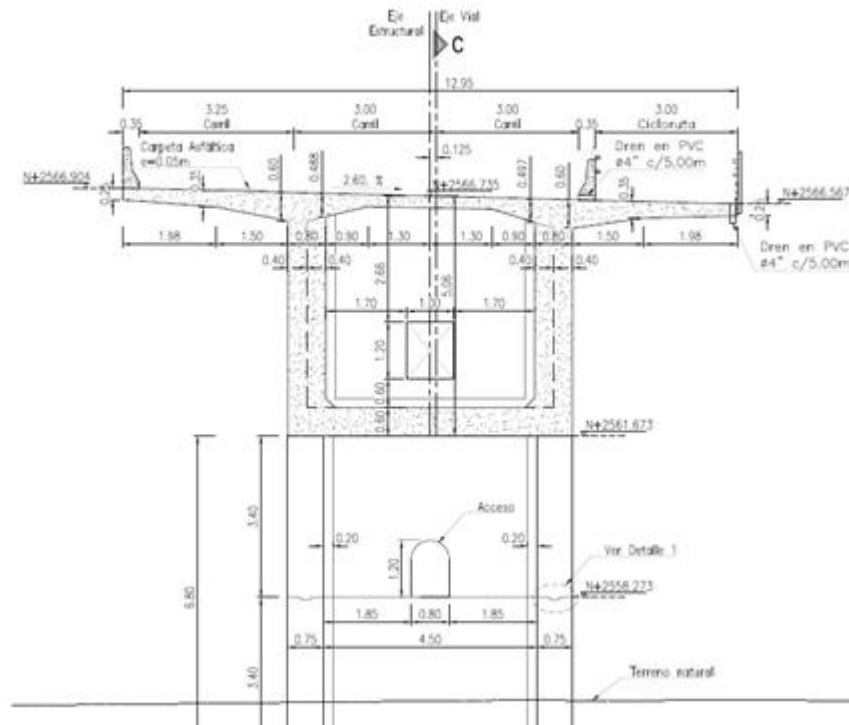


Figura 453 Esquema de dovela inicial

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022



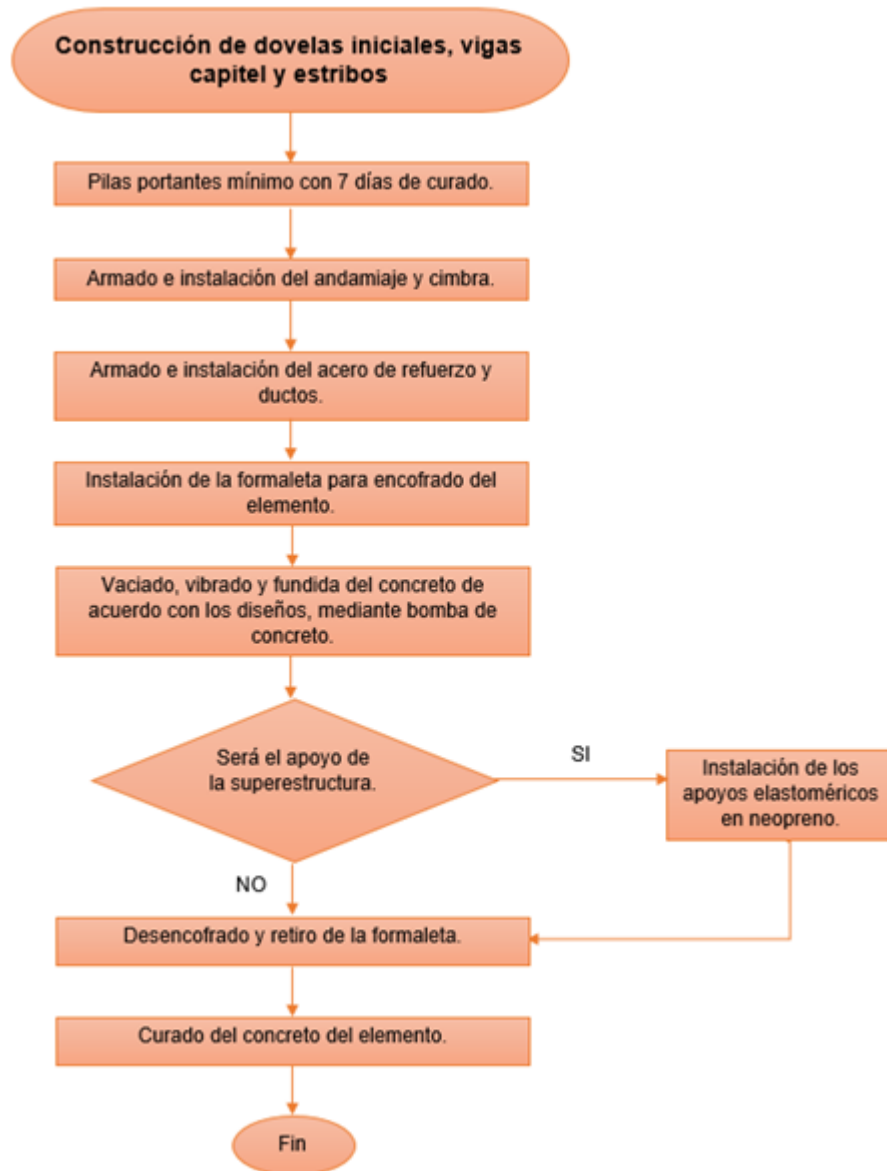


Figura 454 Diagrama Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Construcción de dovelas

Las dovelas que conforman la superestructura del puente serán construidas mediante el método de voladizos sucesivos, es decir que, para su construcción se hará uso de carros de avance que permitan realizar la construcción de estos elementos sin una estructura de soporte apoyada sobre el suelo. La construcción de los elementos iniciará en los apoyos 3 y 4 hacia el centro del puente, para

posteriormente continuar hacia los extremos. La altura del cajón hueco de los elementos será variable entre 2 y 5 m, la ubicación de la dovela será la que determine la altura libre; la placa o tablero superior contará con un ancho de 13 m y el ancho del cajón será de 6 m, en la Figura 455 se muestra un ejemplo de construcción mediante dovelas construidas mediante un carro de avance:



Figura 455 Construcción de dovelas

Fuente: (Peri, 2022)

La construcción de las dovelas podrá iniciar cuando las dovelas iniciales tengan 7 días de fraguado, posteriormente, se realizará el montaje de los carros de avance los cuales tienen la capacidad de ser ajustados para dar la altura libre al cajón de acuerdo con la zona de construcción, según corresponda; posteriormente se realizará el armado del acero de refuerzo acorde a los diseños y se funde la dovela mediante una autobomba. Al finalizar el fraguado y cuando la dovela recién construida adquiera la resistencia necesaria se realizará el desplazamiento de los carros de avance a la siguiente dovela para repetir nuevamente el procedimiento hasta completar la longitud requerida.

Como puede observarse en la Figura 456 a la altura del cajón libre de las dovelas disminuye a medida que se aleja de los apoyos 3 y 4, con el fin contrarrestar los momentos y cortantes, así como en función del peso.

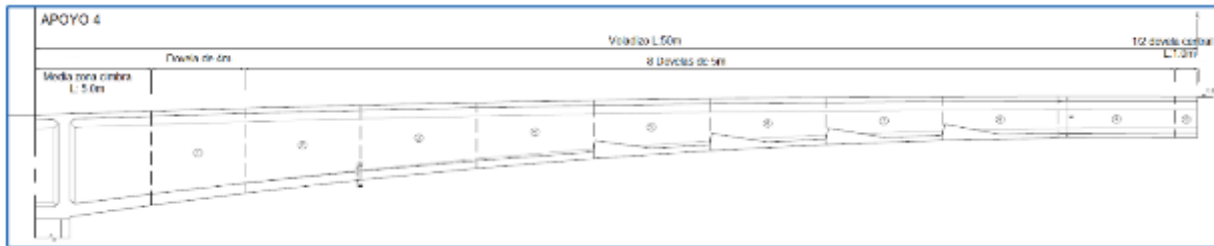


Figura 456 Configuración vano de dovelas viga central

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

► Tensionamiento de dovelas

El tensado no deberá comenzar hasta que las probetas de ensayo del hormigón (resistencia del concreto), hayan sido probadas e indiquen que el hormigón a alcanzado una resistencia requerida según recomendación del calculista para cada una de las etapas de tensionamiento. Todos los torones que componen cada cable serán tensados mediante un gato multitorón (tensado simultaneo del paquete de torones) activado por una central hidráulica equipada con un manómetro de presión hidráulica calibrado. Será satisfactoria una concordancia dentro de un 7% para un cable particular, o del 5% para la suma de todos los valores de los cables en la misma sección.

► Instalación de ductos

Los ductos por lo general tienen una longitud de 5.0m, luego se deben acoplar utilizando ductos de un diámetro mayor, estas uniones pueden ser de 20cm o 25cm y deben sellarse con cinta plástica para evitar que en el vaciado ingrese pasta de cemento a los ductos. Los ductos deben asegurarse mediante soportes mínimo cada 1.50m, para evitar desplazamientos y garantizar que las coordenadas de estos sean la de los planos de diseño. Durante el vaciado deben destinarse una cuadrilla que verifique constantemente los ductos, esto con el fin de evitar aplastamientos, desplazamientos, averías, etc., que dificulten el posterior enfilado de los torones. La separación de los ductos será tal que permita la adecuada colocación y compactación del hormigón, y garantice una correcta adherencia entre ellos y el hormigón.

► Instalación de platinas de apoyo (Trompetas o Culatas)

Las trompetas cuentan con un tubo de inyección, el cual debe protegerse en el vaciado para evitar que ingrese mezcla. Las trompetas deben fijarse perpendicular a la trayectoria del cable, es decir el tramo posterior a la trompeta debe ser recto, se recomienda una longitud recta mínima de 1,0m. Las trompetas deben estar bien aseguradas contra el encofrado, para evitar desplazamientos, giros y que ingrese mezcla. Igualmente deben sellarse con cinta plástica las uniones entre el ducto y el cono de aproximación (Para 19 torones de 0.6" en adelante). Se debe fijar junto con las trompetas el refuerzo de confinamiento, (espirales y barras), además de realizar un encofrado alrededor de la trompeta para generar los cajetines de tensionamiento, de las dimensiones necesarias para que entre sin ningún

problema el gato de tensionamiento, o en su defecto ménsulas dentro del cajón. El ducto debe penetrar dentro de la culata y la estanqueidad de la unión debe asegurarse con cinta plástica. Si la vaina es demasiado grande o pequeña para el orificio de la culata, puede ser necesario utilizar una vaina de acoplamiento interior o exterior al vaina tipo del cable, de manera que penetre en la culata ajustándose lo más posible.

- ▶ Vaciado del concreto

Luego de realizar la inspección de los ductos, trompeta, refuerzo y encofrado, se procede a vaciar el concreto, durante este proceso hay que verificar que los ductos y trompetas permanezcan en su sitio y no sufran averías. En la colocación del hormigón alrededor de las platinas de apoyo, es importante cuidar su compactación para que no se formen huecos ni hormigueros y todos los elementos de anclaje queden bien recubiertos y protegidos. No se deben apoyar los vibradores sobre los cables, tanto como sea posible evite el contacto entre sonda vibradora y cables durante la colocación y compactación del hormigón.

- ▶ Retiro del encofrado y limpieza

Una vez terminado el vaciado del concreto, se procede a retirar encofrado y a limpiar las zonas de anclaje y platinas de apoyo, eliminando cualquier rababa de concreto que haya podido filtrarse hasta dicha zona.

- ▶ Corte de torones

Se asegura el rollo de cable, utilizando una estructura metálica (Devanador). Se debe generar una planilla de corte teniendo en cuenta las puntas de tensado. Se recomienda cortar paquetes de cables completos, de esta forma se minimizan los desperdicios.

- ▶ Enfilado de los torones

Una vez cortadas todas las puntas de torón, se procede a enfilar una por una en los ductos, hasta conformar el cable, para anclaje móvil-móvil debe dejarse una punta de 1.0m a cada extremo para realizar el tensado y el retesado.

- ▶ Instalación de anclajes

Luego de finalizar el enfilado de todos los cables, el paso a seguir es instalar los anclajes, estos tienen una orientación, la misma que tiene el plato delantero de los gatos hidráulicos con los cuales se realizará el tensado, una mala orientación de estos podría generar esfuerzos no deseados en los torones. Los botones de anclaje deben quedar bien apoyados contra la platina de reparto de la trompeta.

- ▶ Colocación de cuñas:

Una vez instalado el anclaje se procede a colocar a mano un juego de cuñas troncocónicas en cada punta de torón y se ajustan mediante un tubo metálico en los orificios de los anclajes. Cuando son anclajes móvil-móvil y no serán tensados simultáneamente, se deben clavar muy bien las cuñas del extremo opuesto al que se va a realizar el tensado, para evitar que suelten el torón. Las cuñas a su vez



también tienen una orientación, están conformadas por dos casquetes cada uno con una estría central que una vez transferida la carga se prolonga para convertirse en una cuña de cuatro casquetes. La orientación correcta es un casquete al costado izquierdo y otro al derecho del torón, es decir la dilatación entre los casquetes debe ser vertical, de tal forma que las estrías queden en alineación horizontal.

▶ Instalación del equipo de tensado

Despejar adecuadamente la caja para instalación del gato, debe existir espacio suficiente para enhebrar el equipo. Se deberá también despejar la caja de barras de refuerzo que obstaculicen la normal operación del gato. Se enhebran las puntas de torón en el equipo, se ajustan las cuñas de arrastre de este, empujando el plato de arrastre.

▶ Tensado

Se tensará cada cable hasta introducir la carga que indica el cálculo estructural en los planos. Esta carga será verificada mediante el manómetro de presión hidráulica calculando la lectura manométrica. Una vez instalado el gato se introducirá una carga inicial (1000 psi) para acomodar todo el sistema. Se debe instalar una referencia a una distancia de un objeto fijo, ya sea la pared de concreto o el cilindro principal del gato, la cual sirva de partida para realizar las mediciones de elongación para cada rango de presión. A partir de este momento y sin liberar carga se continuará aplicando presión hasta llegar al 100% de la presión manométrica (carga de diseño). Durante el tensado se tomarán registros de elongaciones para cada 1000 psi. El promedio de los registros de elongación de los siguientes rangos siempre y cuando sean de 1000 en 1000, será asignado al rango de 0 a 1000, de este modo se eliminan los posibles errores en la medición de elongaciones originadas por acomodamiento del sistema. No se debe permitir que nadie se encuentre en la cercanía del gato o la bomba para prevenir accidentes en el caso que el cable o bien el hormigón falle durante el tensado.

▶ Transferencia de carga

Una vez alcanzada la tensión máxima se bloquearán las cuñas mediante auto bloqueo (bloqueo automático de las cuñas por arrastre causado por fricción entre el torón y la cuña de acuerdo con el sistema de anclajes VSL). Esta operación se lleva a cabo liberando la presión hidráulica lentamente, de esta forma se transfiere la carga del gato al anclaje VSL.

▶ Retiro gato hidráulico

Luego de transferir toda la carga al anclaje VSL, se sueltan las cuñas de arrastre del gato y se retira este último.

▶ Corte de puntas de tensado

Luego de ser aprobado el tensado de los cables, se procede a cortar las puntas, se cortan a unos cuantos centímetros (2 a 3cm) del borde de cuña.

Cortadas las puntas, se procede a tapar los anclajes con concreto, de esta manera se protegen de la corrosión y se evita que la mezcla de inyección se escape por las estrías de las cuñas.

► Inyección de los ductos

Los principales objetivos de la inyección de los tendones son evitar la corrosión del acero de pretensado y proporcionar una adherencia eficaz entre el hormigón y el acero. Se inicia la inyección por uno de los extremos del cable de manera continua realizar la operación hasta lograr flujo continuo por el tubo de desfogue en el otro extremo del cable. La inyección debe prolongarse hasta que la consistencia de la mezcla que rebosa por el extremo libre del conducto sea igual a la del producto inyectado y, una vez terminada, deben adoptarse las medidas necesarias para evitar pérdidas de la mezcla en el conducto.

En la Figura 457 se presenta el diagrama con el procedimiento para la construcción de dovelas:

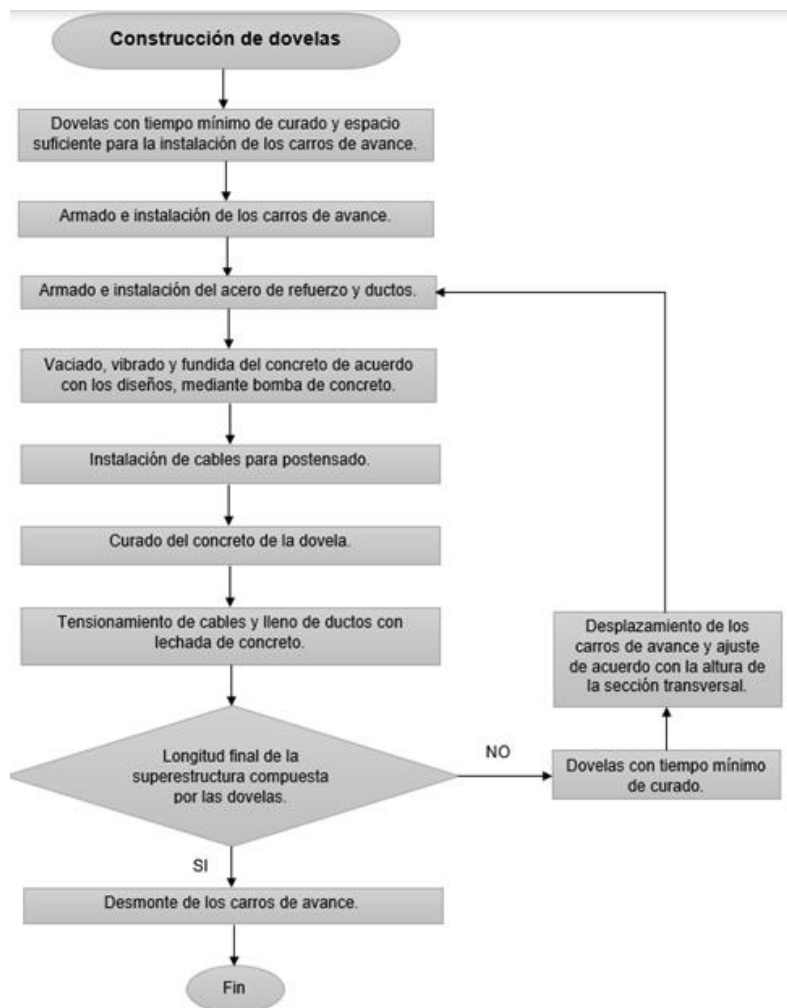


Figura 457 Diagrama Construcción de dovelas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Para las zonas donde se unen dos elementos se realizará la construcción de una dovela de unión o de cierre mediante elementos cimbrados o si se desea agilizar el proceso de construcción en otras zonas del puente. Para la construcción de estos elementos se deben mantener los mismos principios que con las dovelas en voladizos sucesivos, es decir que la altura del cajón libre varíe según los requerimientos de diseño.

Para la construcción mediante este método es primordial realizar un montaje de andamios y del cimbrado que será utilizado como apoyo de la superestructura para su construcción, posteriormente se realizará el armado del acero y la formaleta con las medidas requeridas y se realizará la fundida del elemento usando la autobomba de concreto, al fraguarse el concreto se realizará el desencofrado del elemento.

En la siguiente fotografía se presenta un ejemplo de construcción de viga cajón cimbrada:



Fotografía 72 Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 458 se presenta el diagrama con el proceso constructivo para las dovelas de cierre y viga cajón cimbrada:

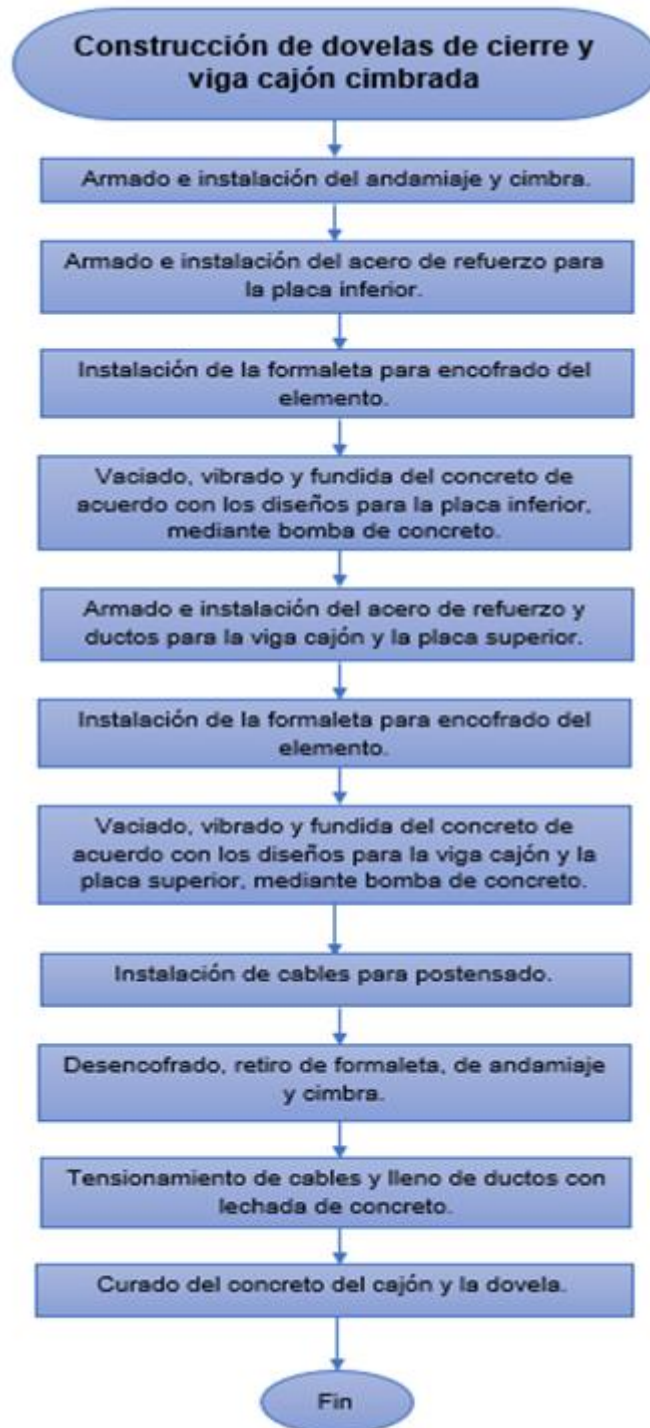


Figura 458 Diagrama Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022



### 3.2.20.5 Construcción de losas de aproximación

La losa de aproximación es la estructura que da acceso al puente por los extremos, la losa será construida en pavimento asfáltico, con el fin de que todo el puente tenga el mismo tipo de capa de rodadura, este pavimento estará confinada por los muros de contención y apoyado sobre bloques de poliestireno sobre los que se instalará y compactará la estructura de material granular que permita cumplir con las especificaciones técnicas necesarias para el correcto funcionamiento de las losas.

En el siguiente diagrama se presenta el procedimiento para la construcción de las losas de aproximación:

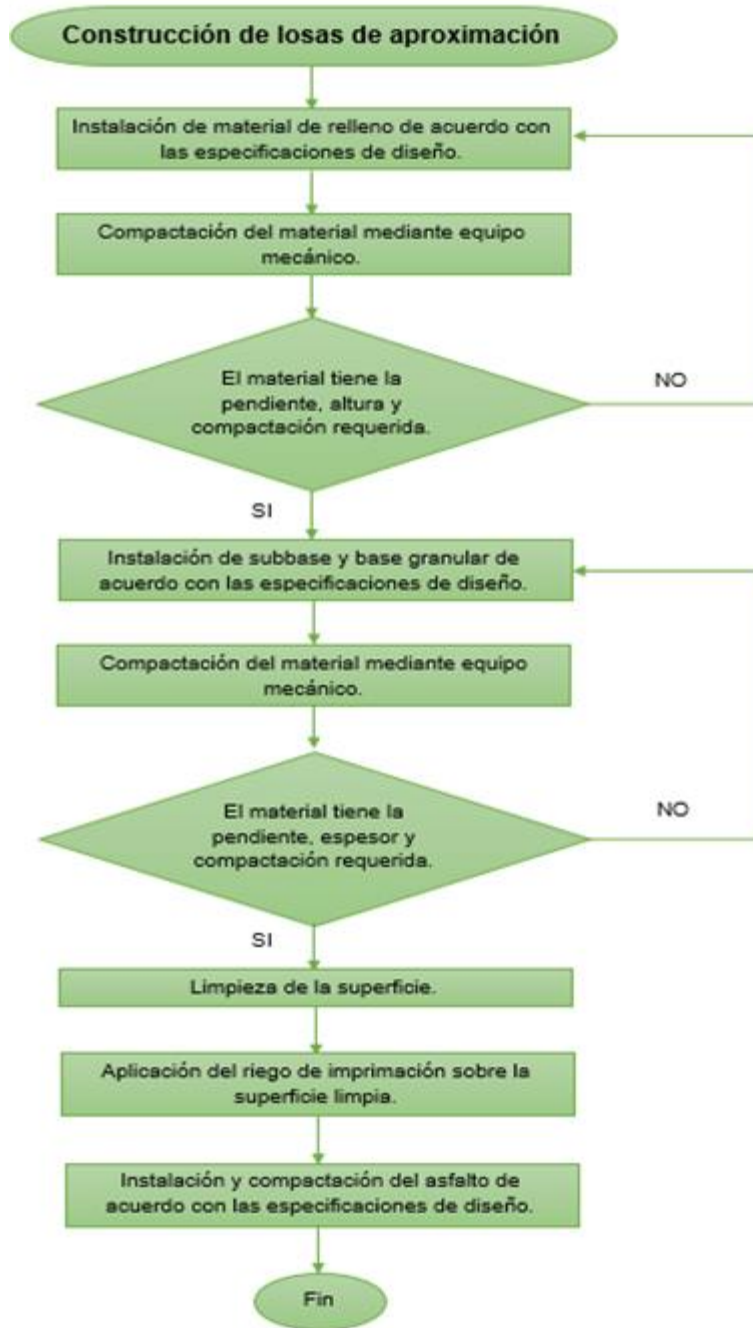


Figura 459 Diagrama Construcción de losas de aproximación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Instalación capa de rodadura

Sobre la viga que conforma la superestructura del puente deberá conformarse la capa de rodadura en pavimento asfáltico, la cual tendrá un espesor de 5 cm y deberá ser conformada a lo largo y ancho de toda la superestructura, deberá empatar con la capa de rodadura de la losa de aproximación, se debe unir mediante la junta de dilatación que se elija para realizar el empate. El pavimento utilizado para la capa de rodadura deberá contar con un 30% de granulo de caucho reciclado en su composición, con el fin de utilizar materiales reciclados, garantizando las condiciones del asfalto utilizado.

Para la construcción de la capa de rodadura se hace una limpieza general de la superficie, se aplica riego de imprimación sobre toda la placa de la superestructura, posteriormente se realiza el vaciado del asfalto con las características especificadas en los diseños, será esparcido y compactado con ayuda de la maquinaria especificada, garantizando que cumpla con todos los requerimientos.

Las cantidades de materiales necesarias para la instalación de la capa de rodadura se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016\_A09 / 9\_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016\_A12 / 12\_5.

En la Figura 460 se presenta el diagrama con el procedimiento para la actividad de Instalación de capa de rodadura:

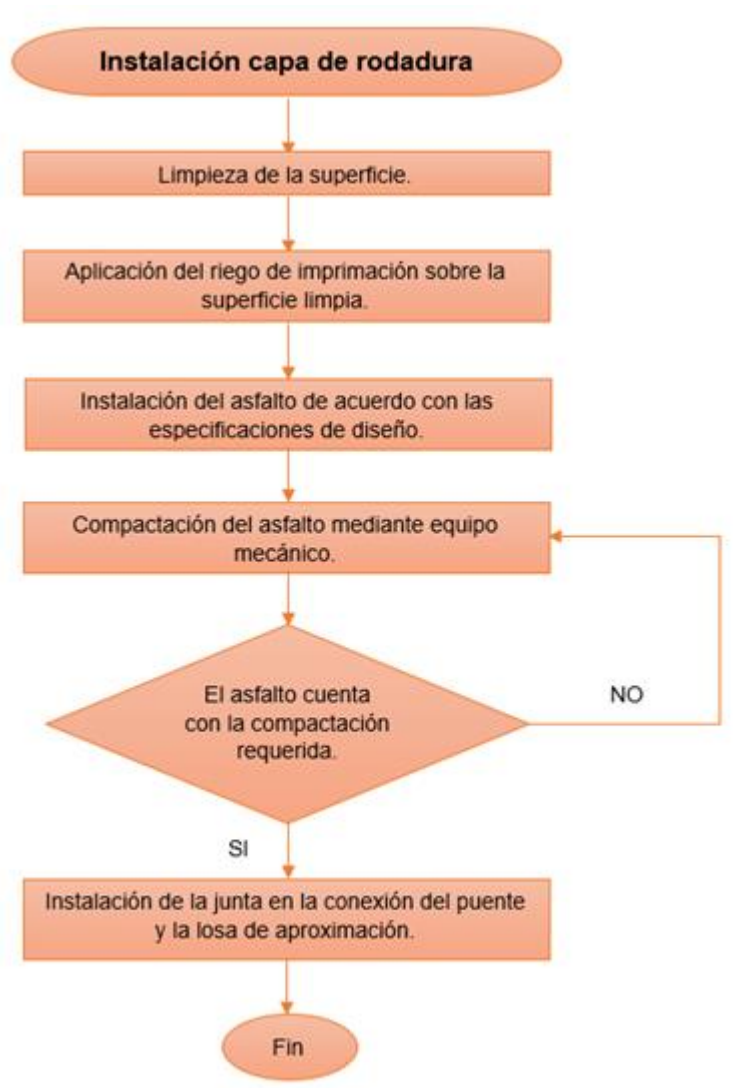


Figura 460 Diagrama Instalación capa de rodadura

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Ejecución de obras civiles menores

Para finalizar la construcción del puente y que pueda ser puesto en funcionamiento, se requiere la ejecución de obras menores de seguridad, estéticas y estructurales:

► Instalación de barreras de protección

Para la seguridad y protección de los usuarios deberá realizarse la instalación de barreras tipo new jersey sobre los costados del puente, las cuales podrán ser en concreto construidas in situ o prefabricadas. Del mismo modo, se hará la instalación de barreras para la definición de la ciclorruta, la cual será instalada para los dos puentes cuando se finalice su construcción.



▶ Señalización vial

Con el fin de brindar una mayor seguridad, se realizará la ejecución de las obras de señalización vial horizontal, es decir la instalación de tachas reflectivas y demarcación de carriles de acuerdo con los diseños de señalización y demarcación de la ciclorruta.

▶ Instalación de alumbrado público

Para garantizar una movilidad más segura tanto para peatones como para los vehículos, se realizará la instalación del alumbrado público para los dos puentes construidos, se instalarán los postes, las luminarias y las conexiones eléctricas. La instalación se hará de acuerdo con los diseños, garantizando que la iluminación sea acorde a las necesidades del proyecto.

▶ Resane de la estructura

Durante la construcción de la super estructura es posible que se presenten lugares en los que el concreto que ha sido fundido no cubra totalmente la superficie, debido a distintas situaciones que pueden presentarse durante el proceso de vaciado y vibrado del concreto, las pequeñas imperfecciones pueden ser tratadas mediante un proceso de resane, y se pueden rellenar los espacios con un material que sea especializado para este tipo de labores, mejorando las capacidades estructurales del elemento y estéticamente.

En las siguientes fotografías se presenta un ejemplo de tacha reflectiva y barandas de protección que podrían instalarse durante la construcción de los puentes:



Fotografía 73 Señalización vial

Fuente: (Neoland SAS, 2022)



Fotografía 74 Instalación de barreras de protección

Fuente: (Revista vial, 2022)

En la Figura 461 se presenta el proceso de ejecución de las obras civiles menores para la operación de los puentes:



Figura 461 Diagrama ejecución de obras civiles menores

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

- Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Las zonas duras existentes que se vean afectadas o que deban ser demolidas para poder realizar la construcción de estas estructuras, deberán ser reconfirmadas o reconstruidas para que nuevamente puedan estar al servicio de la comunidad, por lo que al finalizar la construcción de los puentes se intervendrán vías y andenes para que puedan ser puestos en funcionamiento.

Después de localizar el área a intervenir se extenderá y compactará el material granular acorde a las necesidades de cada zona en particular y de los diseños. Para el terminado de los andenes se plantean dos metodologías de construcción, la primera es la conformación de los andenes en concreto y la segunda mediante la instalación de adoquines y losetas. Para el terminado en concreto se realizará el armado del acero sobre la estructura en material granular y se fundirá el concreto debidamente vibrado, aplicando el terminado de acuerdo como se especifique. Para la terminación en adoquín y loseta se realizará la instalación de una base en arena de aproximadamente 4 cm de espesor, continuando con

la instalación de los adoquines y losetas que deberán ser debidamente posicionados, finalmente se realiza el sello en arena entre los elementos, finalizando de esta forma la instalación.

Para la reconfiguración de las vías con asfalto se realizará inicialmente una limpieza sobre el material granular instalado previamente que formará parte de la estructura del pavimento, posteriormente se aplicará el riego de imprimación sobre esta superficie en material granular, para finalmente extender y compactar el asfalto con las características que se especifican en los diseños.

En la Figura 462 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos:



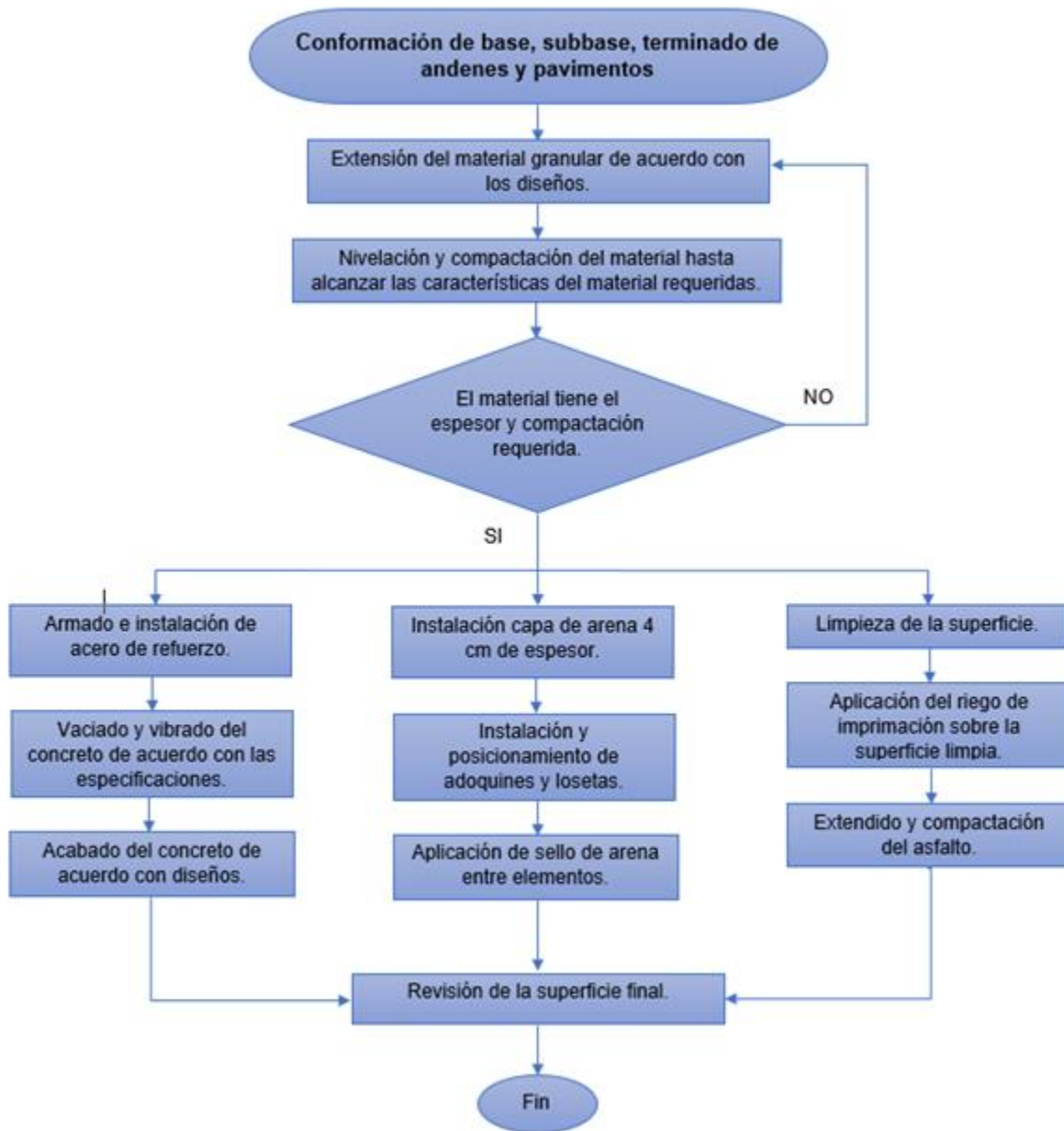


Figura 462 Diagrama de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

- ▶ Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Al finalizar la construcción de los puentes deberá realizarse la adecuación del espacio público y el mobiliario urbano para reestablecer el área de influencia directa que fue intervenida previamente. Del mismo modo, se implementará el diseño paisajístico establecido, el cual corresponderá a las nuevas necesidades de la zona. El diseño paisajístico propone la plantación de ciento dieciocho (118) individuos arbóreos de cinco (5) especies y treinta y seis (36) individuos arbóreos de permanencia, teniendo como balance final positivo de zonas verdes un total de 59,41 m<sup>2</sup>. se estableció que la plantación de individuos arbóreos en andenes y zonas duras se llevará a cabo en los andenes en contenedores de 0.86 metros por 2.35 metros libres (2.021 m<sup>2</sup>) para el buen desarrollo del sistema radicular de los árboles y los alcorques ubicados sobre las vías principales o de alto flujo. Adicionalmente, dentro del óvalo, en la plazoleta suroriental y en el arbolado de alineación cerca del carril BRT se emplean contenedores de raíces de 1.58 metros por 1.70 metros (2.68 m<sup>2</sup>) debido al tamaño de la especie empleada en este punto.

Conforme con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el arbolado nuevo propuesto y vale la pena resaltar que estas especies están sujetas a teniendo en cuenta que en el marco de la selección de las especies aptas por plantar se tienen en cuenta las descritas en el apéndice 15 anexo 1, sin embargo, cabe resaltar que el listado inicial de diecinueve (19) especies se amplió a sesenta y nueve (69) con el fin de garantizar lo establecido por el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaria Distrital de Ambiente que plantean que las compensaciones deben buscar generen bosques urbanos y presentar composiciones con diferentes portes, es decir una composición multiestrato (mezcla de ejemplares de tamaño bajo, medio y alto) para buscar generar conectividad ecológica. Dicho listado ampliado fue puesto a consideración de las entidades ambientales competentes y fue aprobado por la Banca multilateral.

En la siguiente tabla se presenta la jardinería propuesta teniendo en cuenta las especies a usar y la cantidad para cada una de ellas.

Tabla 49 - Arbolado aprobado por el Acta WR1225

Nombre científico	Nombre común	Franja control ambiental	Óvalo	Plaza estación	Anden av. 1° mayo	Total
<i>Ficus tequendamae</i>	Caucho Tequendama		X	X		2
<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales		X	X	X	46
<i>Liquidámbar Styraciflua</i>	Liquidámbar		X			16
<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo		X	X	X	32
<i>Schinus molle</i>	Falso pimiento		X	X		22
<b>TOTAL</b>						<b>118</b>

Tomado de: Acta de Aprobación diseños WR 1225 – 2022

Vale la pena resaltar que estas especies están sujetas a actualización teniendo en cuenta que en el marco de la selección de las especies aptas por plantar se tienen en cuenta las descritas en el apéndice 15 anexo 1, sin embargo, cabe resaltar que el listado inicial de diecinueve (19) especies se amplió a sesenta y nueve (69) con el fin de garantizar lo establecido por el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaria Distrital de Ambiente que plantean que las compensaciones deben buscar generen bosques urbanos y presentar composiciones con diferentes portes, es decir una composición multiestrato (mezcla de ejemplares de tamaño bajo, medio y alto) para buscar generar conectividad ecológica. Dicho listado ampliado fue puesto a consideración de las entidades ambientales competentes y fue aprobado por la Banca multilateral

Tabla 50 Jardinería aprobado por el Acta WR1225

Nombre científico	Nombre común	Densidad /m2	Área parcial
<i>Acanthus mollis</i>	Acanto	8	6,46
<i>Achyrocline satureioides</i>	Vira	2	4,86
<i>Agapanthus africanus</i>	Agapanto azul	8	120,98
<i>Agapanthus africanus albus</i>	Agapanto blanco	8	39,20
<i>Allium schoenoprasum</i>	Cebollín	8	52,75
<i>Asclepias curassavica</i>	Bencenuco	6	5,42
<i>Chlorophytum comosum</i>	Cinta amarilla	12	75,10
<i>Chrysanthemum sp.</i>	Crisantemo	10	5,41
<i>Clivia miniata</i>	Clivia	8	11,44
<i>Dietes vegeta</i>	Dietes	10	33,67
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Helecho macho	4	17,30
<i>Duranta repens</i>	Duranta amarilla	8	91,81
<i>Epidendrum elongatum</i>	Epidendro	12	5,58
<i>Hedera canariensis</i>	Hiedra hojiancha	12	4664,69
<i>Hemerocallis flava</i>	Lirio amarillo	8	93,05
<i>Lavandura angustifolia</i>	Lavanda	4	7,77
<i>Limonium sinuatum</i>	Limonio	10	21,36
<i>Lobularia maritimum</i>	Mielecita	16	24,82
<i>Malva sylvestris</i>	Malva silvestre	1	9,82
<i>Monstera deliciosa</i>	Balazo	2	17,48
<i>Nephrolepis pendula</i>	Helecho cespó	4	20,52
<i>Ornitogalum thyrsoides</i>	Estrella de Belén	16	3,94
<i>Osteospermum ecklonis</i>	Margarita punto azul	12	27,74
<i>Pennisetum setaceum</i>	Peniseto	6	10,24
<i>Philodendron undulatum</i>	Filodendro	2	10,86
<i>Phormium tenax</i>	Formio	1	17,25
<i>Salvia officinalis</i>	Salvia morada	4	5,72
<i>Sansevieria trifasciata</i>	Lengua de suegra	8	54,54
<i>Stipa tenuissima</i>	Estipa mexicana	6	11,20
<i>Verbena sp.</i>	Verbena negra	8	6,31

<i>Vicia atropurpurea</i>	Vicia	6	3,28
<i>Vinca major</i>	Vinca verde	12	682,76
<b>TOTAL</b>			<b>6113,32</b>

Tomado de: Acta de Aprobación diseños WR 1225 - 2022

Las especies para plantar y la cantidad de cada especie se especifican en el acta de aprobación por parte del jardín botánico WR 1225, puede encontrarse en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016\_A09 / 9\_5.

En las siguientes dos figuras se presenta el diseño paisajístico aprobado por el Jardín para la avenida 1 de mayo con avenida 68 posterior a la ejecución de las obras de construcción y demolición:

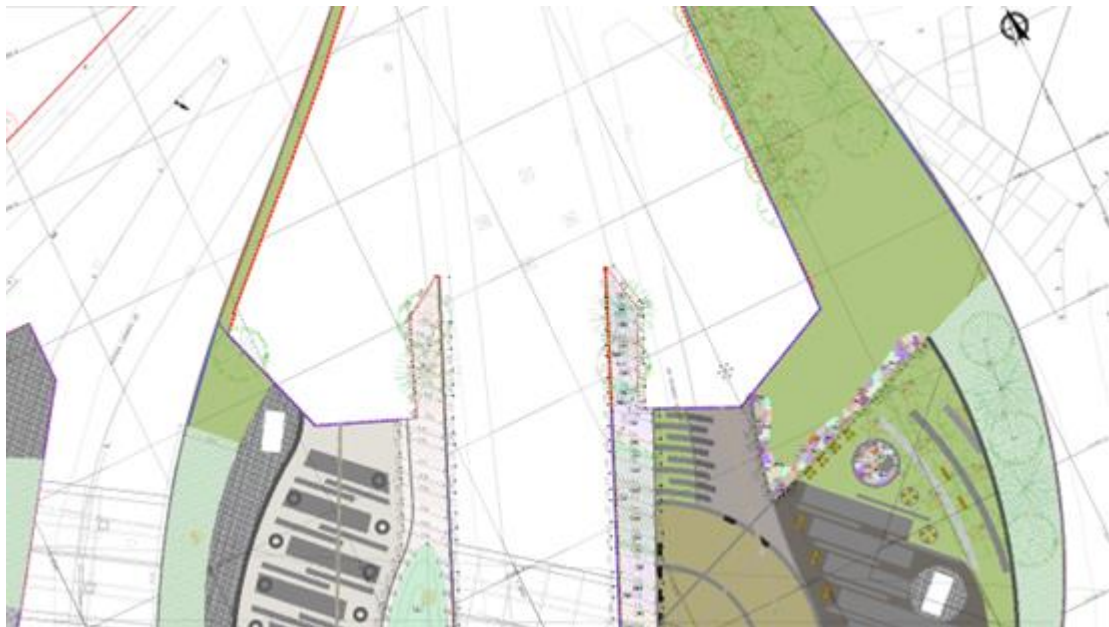


Figura 463 Esquema diseño paisajístico avenida 1 de mayo con avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022





Figura 464 Esquema diseño paisajístico avenida Primero de Mayo  
con avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 465 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico:



Figura 465 Diagrama de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Por último, al finalizar las actividades de construcción y demolición se deberá garantizar que el área intervenida se encuentre en las mismas o mejores condiciones que en el momento previo a la intervención, debido a esto, para las actividades de cierre se proyectan labores de limpieza, recolección de materiales, retiro de campamentos y cualquier otra intervención que deba realizarse para mantener las condiciones iniciales de la zona.

En la Figura 466 se presenta el diagrama con el proceso para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza:

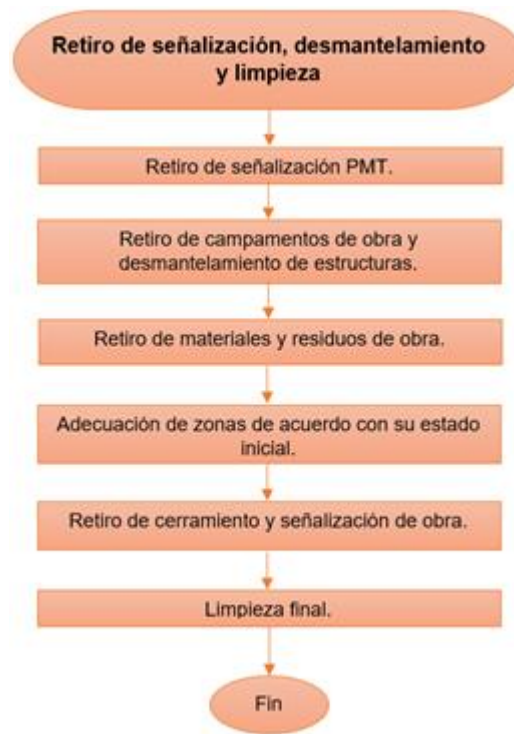


Figura 466 Diagrama de Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

### 3.2.20.6 Demolición y desmonte del puente existente

► *Montaje de andamios, cimbra y corte mecánico*

La demolición del puente existente iniciará cuando se haya terminado la construcción del puente norte, el puente será demolido empleando el sistema de desmonte seccionado de los vanos existentes, para su posterior demolición a nivel de suelo. Para poder iniciar la actividad, deberá realizarse un protocolo de demolición, el cual determinará la secuencia de desmonte que deberá emplearse, los andamios, cimbrado y maquinaria a emplear.

En la Figura 467 se presenta un ejemplo de cómo se realizaría el montaje de andamios y cimbra para la demolición, bajo los vanos del puente existente:

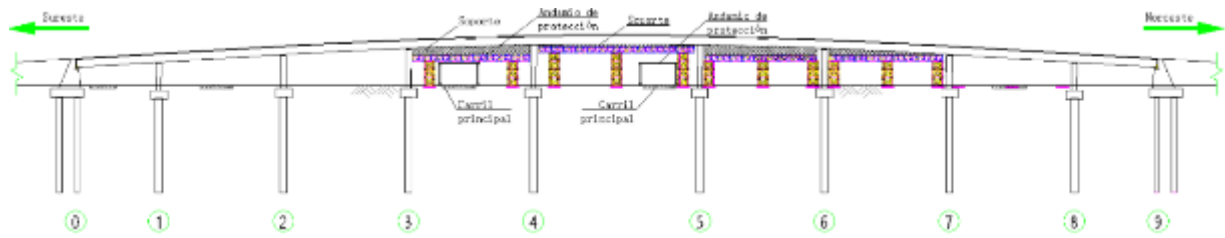


Figura 467 Montaje de andamios y cimbra

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al terminar el respectivo montaje de andamios y cimbra se procederá a realizar el corte de la viga principal mediante equipos pesados con las dimensiones que se encuentren establecidas en el protocolo de demolición, con el fin de que puedan ser levantadas y llevadas al suelo mediante una grúa, para su posterior demolición a nivel de piso.

En la Figura 468 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico:

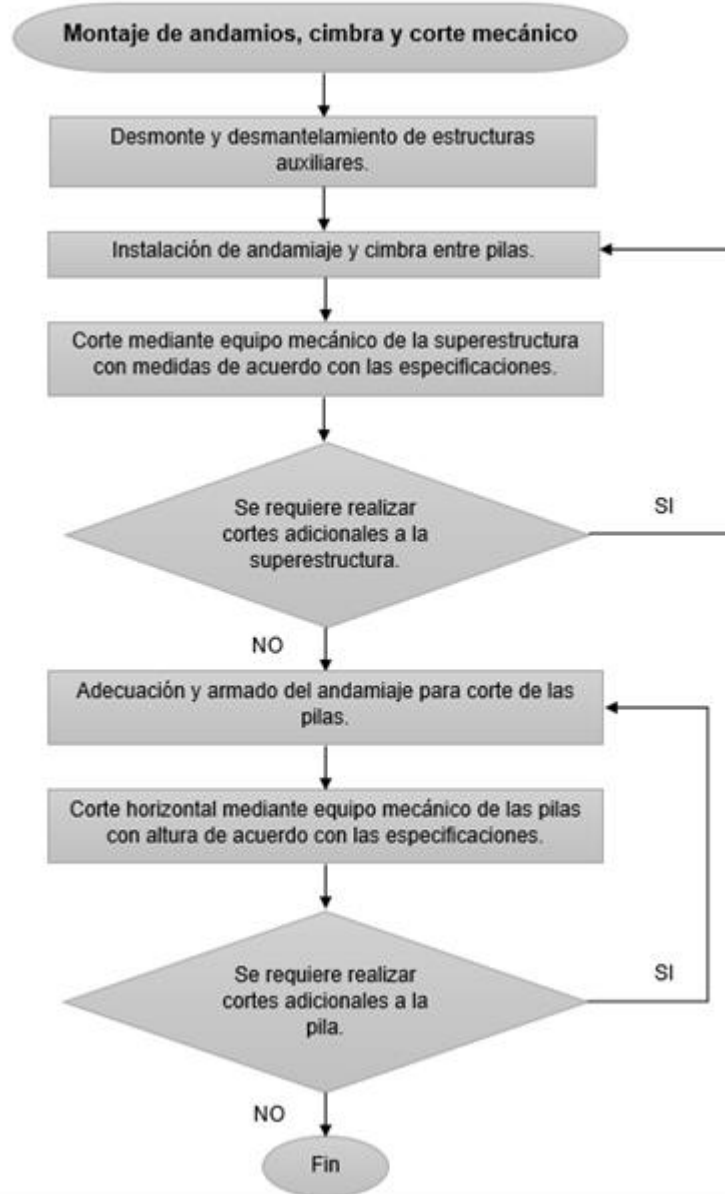


Figura 468 Diagrama de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022



► *Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales*

Al finalizar los cortes que se realizarán a la estructura y cuando las diferentes secciones estén separadas de esta, se procederá a desmontar cada elemento, llevándolos a nivel de piso en donde serán demolidos haciendo uso de maquinaria pesada para su posterior retiro y disposición adecuada. El área que será empleada para las actividades de demolición de estos elementos será primordialmente la zona suroriental de la glorieta, donde se cuenta con un espacio libre y puede ejecutarse la actividad, aplicando las medidas de manejo que sean necesarias para el control de posibles impactos.

En las siguientes dos figuras se puede observar un ejemplo de cómo se realizaría el procedimiento de izaje de la estructura del puente existente:

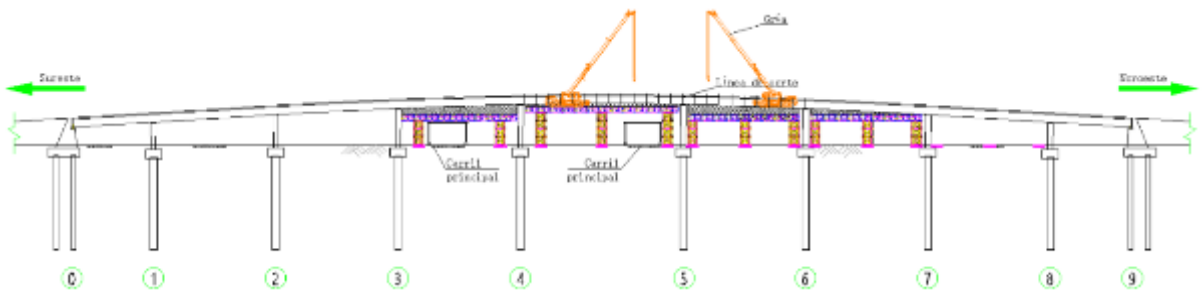


Figura 469 Izaje y demolición parte A

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Mediante el uso de grúas telescópicas situadas sobre el puente, se realizará el desmonte de cada una de las secciones cortadas, avanzando poco a poco hasta que finalmente se puede terminar de desmontar y demoler toda la superestructura del puente.

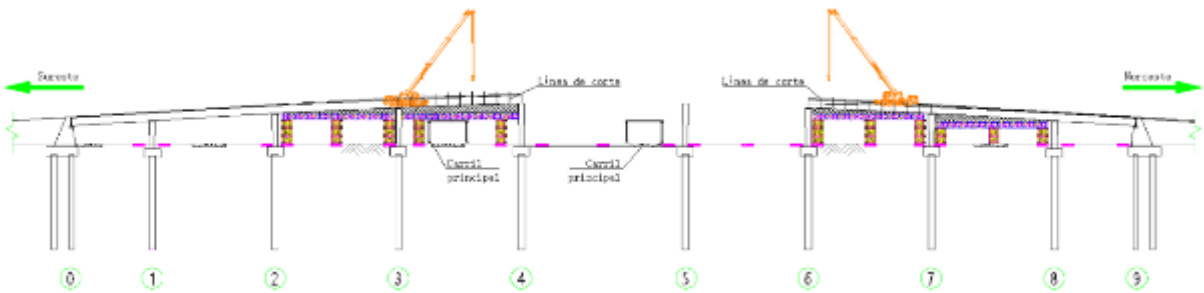


Figura 470 Izaje y demolición parte B

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al finalizar con la demolición de la viga principal se procederá a realizar un corte horizontal por secciones de las distintas pilas, continuando con el izaje de cada sección y llevándola a nivel de piso para que sea demolida dicha sección. Se realizará el mismo proceso para cada una de las pilas.

En la Figura 471 se presenta el esquema de izaje y demolición para las pilas:

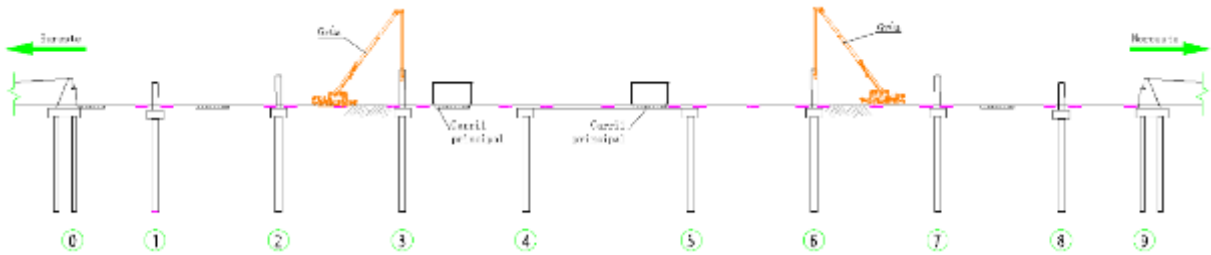


Figura 471 Izaje y demolición parte C

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En EL SIGUIENTE DIAGRAMA se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales:

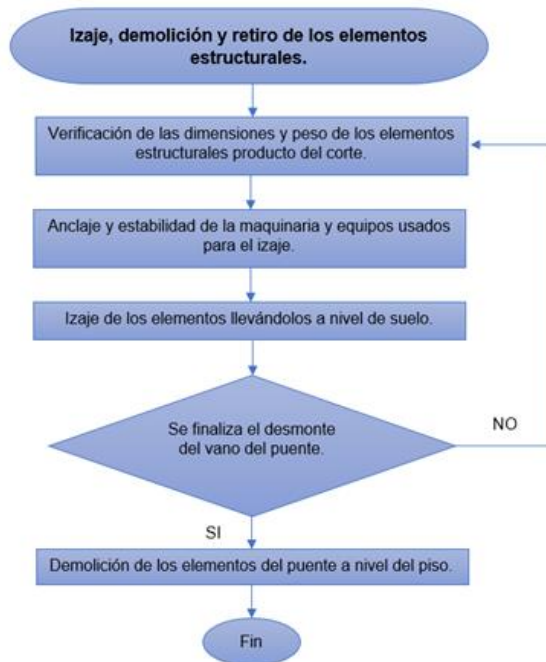


Figura 472 Diagrama de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

► *Demolición de la base*

Al finalizar la etapa de demolición y desmonte de las pilas se procederá a demoler la base y los cimientos de la estructura, iniciando con un proceso de excavación alrededor de cada cimiento para poder realizar la demolición correspondiente.

En la

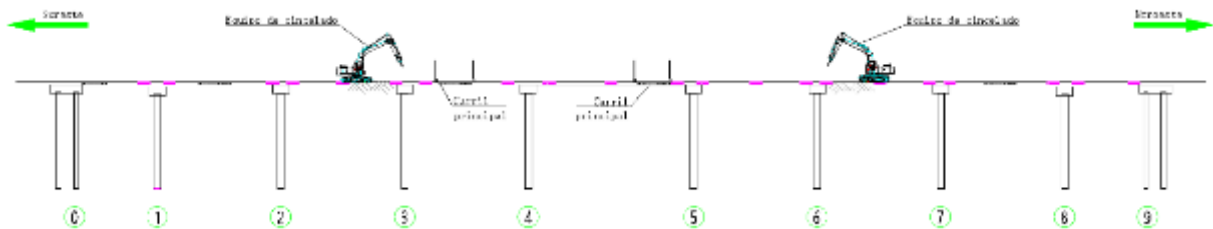


Figura 473 se presenta un diagrama de cómo se realizaría la demolición de la base de cada pila:

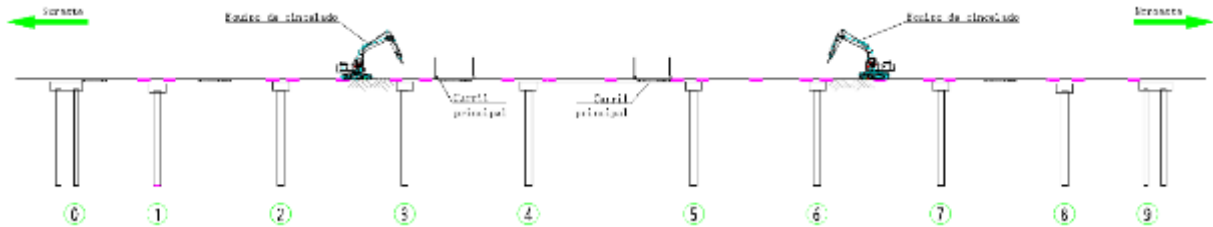


Figura 473 Demolición de base

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al finalizar la demolición se realizará un llenado con material específico para cada una de las excavaciones realizadas y posteriormente se procederá a reconstituir las zonas mediante el lleno con material de acuerdo con las especificaciones dadas, calculando que el material usado para el llenado será material RCD y se calcula que el volumen será muy similar al volumen retirado, es decir 561,6 m<sup>3</sup>. En la Figura 474 se presenta como sería la restitución de las diferentes zonas intervenidas:

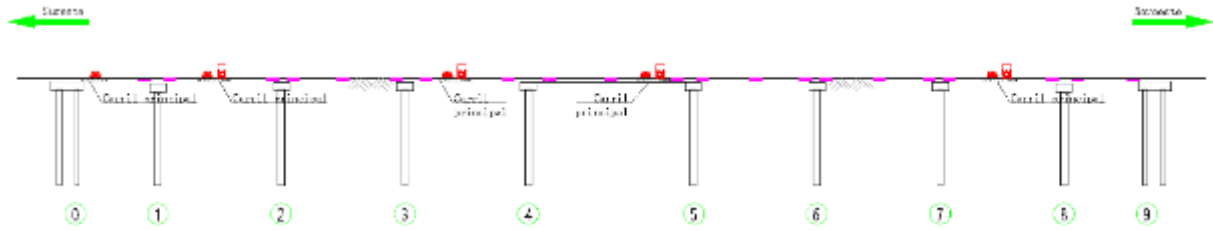


Figura 474 Relleno y restablecimiento de estructura de andenes y vías

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 475 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de demolición de la base:



Figura 475 Diagrama de demolición de la base

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

### 3.2.20.7 Conformación del urbanismo e implementación del espacio Público

En paralelo a la conformación de la malla vial se deberá realizar la construcción del urbanismo, espacio público y paisajismo de acuerdo con los diseños. Se conformarán los andenes y espacios públicos, así como las áreas verdes. Los diseños e implementación deberán estar armonizados con las construcciones y demás elementos presentes en el área de intervención.

La conformación de los andenes se realizará mediante el vaciado de material granular que deberá estar debidamente compactado con los espesores correspondientes a lo que se indica en los diseños, posteriormente se realiza la instalación de una capa de arena sobre la que se instalan los adoquines y losetas de acuerdo con los diseños, y se aplica arena nuevamente sobre la superficie, garantizando que los espacios entre cada elemento queden totalmente llenos de arena. Posteriormente se realiza la instalación de mobiliario urbano y se instala la cobertura vegetal en las zonas donde así se especifique. Estas actividades pueden producir un aumento en la generación de residuos que deberán ser dispuestos correctamente.

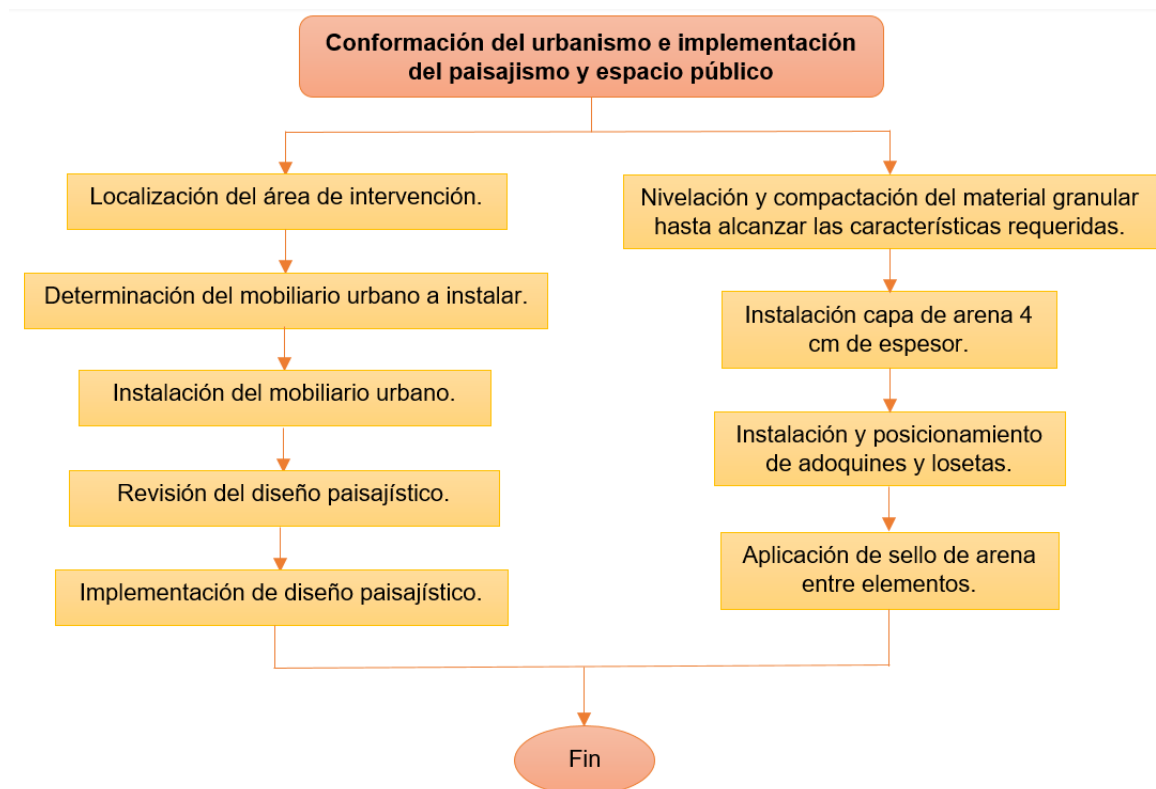


Figura 476 Proceso constructivo para la conformación del urbanismo e implementación del paisajismo y espacio público

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022