



METRO LINEA 1

## PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



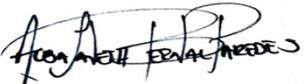
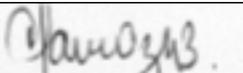
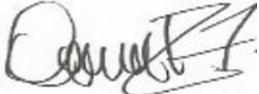
# PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN OBRA

L1T1-CON-AMB-PN-0009

CONTROL DE EMISIONES		
REV	FECHA	EMITIDO PARA
VDD	12/10/2021	Emitido para revisión y comentarios Banca Multilateral
VCC	22/06/2021	Emitido para revisión y comentarios por Interventoría
VBB	05/01/2021	Para revisión y comentarios de la autoridad ambiental
VA0	01/01/2021	Emitido para comentarios internos

El contenido de este documento no podrá ser divulgado a terceros ya sea en parte o en su totalidad sin autorización escrita de METRO LINEA 1 SAS  
The content of this document may not be disclosed to third parties either in part or in full without written authorization from METRO LINEA 1 SAS  
未经 METRO LINEA 1 SAS 的书面授权，不得将本文档的内容部分或全部透露给第三方

CONTROL DE CAMBIOS		
REV	FECHA	EMITIDO PARA
VDD	12/10/2021	Emitido para revisión y comentarios en atención de observaciones Banca Multilateral - Plan de Manejo Ambiental.
VCC	22/06/2021	Emitido para revisión y comentarios por Interventoría.
VBB	05/01/2021	Para revisión y comentarios de la autoridad ambiental.
VA0	01/01/2021	Emitido para comentarios internos.

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Alba Janeth Bernal Paredes	Residente Ambiental
REVISÓ		Claudia Marcela Diaz	Coordinador Ambiental
REVISÓ		Oscar Rene Avella	Director Ambiental y SST
REVISÓ		Dalila Córdoba	QA/QC
REVISÓ		Linda Patricia Fisco Londoño	Controlador Documental
APROBÓ		Alejandro Maya	Vicepresidente Ambiental, social y SST

## Tabla de Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>DESARROLLO.....</b>	<b>11</b>
2.1	OBJETIVOS.....	11
2.1.1	Objetivo General .....	11
2.1.2	Objetivos Específicos .....	11
2.2	ALCANCE .....	11
2.3	DEFINICIONES.....	13
2.4	ABREVIATURAS .....	15
2.5	RESPONSABLES .....	15
2.6	REFERENCIAS.....	16
2.6.1	Contractuales .....	16
2.6.2	Normativas .....	16
2.7	INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO .....	21
2.8	OBLIGACIONES DEL GENERADOR.....	22
2.9	ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTION DE RCD .....	23
2.9.1	Gestión Ambiental (RCD).....	23
2.10	PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....	25
2.10.1	Patio Taller.....	26
2.10.2	Intercambiador Calle 72 .....	15
2.11	TIPOLOGÍA DE LOS RESIDUOS GENERADOS .....	35
2.11.1	TIPO I – Residuos mezclados .....	37
2.11.2	TIPO II – Residuos de material fino.....	37
2.11.3	TIPO III – Residuos orgánicos de pedones y cespedones .....	37
	TIPO III – No pétreos y de carácter metálico .....	37
2.11.4	TIPO IV – Residuos Peligrosos (RESPEL).....	37
2.11.5	TIPO V – Residuos especiales .....	38
2.11.6	Residuos Tipo I y II.....	39
2.11.7	Residuos Tipo III.....	41
2.11.8	Residuos Tipo IV y VI.....	44
2.11.9	Residuos Tipo V .....	45

2.11.10	Residuos Tipo VII .....	46
<b>2.12</b>	<b>OPERACIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>47</b>
2.12.1	Medidas de prevención y minimización en la generación de residuos .....	47
2.12.2	Medidas de manejo para la minimizar la generación de residuos de construcción y demolición. ..	48
2.12.3	Almacenamiento. ....	51
<b>2.13</b>	<b>ESTIMACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN REQUERIDOS.....</b>	<b>62</b>
<b>2.14</b>	<b>ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA</b>	<b>63</b>
<b>2.15</b>	<b>ESTIMACIÓN DE RCD ETAPA DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>2.16</b>	<b>SEGUIMIENTO .....</b>	<b>66</b>
<b>2.17</b>	<b>INDICADORES .....</b>	<b>66</b>
2.17.1	Indicador de eficiencia .....	67
2.17.2	Indicadores de eficacia .....	67
2.17.3	Indicador de efectividad .....	67
<b>3</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1	Impactos y aspectos al medio ambiente.....	12
Tabla 2	Datos Básicos del Proyecto .....	21
Tabla 3	Residuos De Construcción y Demolición RCD.....	24
Tabla 4	Residuos de Construcción y Demolición – RCD- Susceptibles de Aprovechamiento .....	24
Tabla 5	Residuos de Construcción y demolición – RCD- NO Susceptibles de Aprovechamiento. ....	25
Tabla 6	Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Propias Del Proyecto PLMB.....	36
Tabla 7	Potencialidades de Manejo de Residuos.....	38
Tabla 8	Sitios de disposición final de RCD's autorizados a nivel distrital y municipal .....	40
Tabla 9	Centros de aprovechamiento de material reciclable .....	44
Tabla 10	Sitios de disposición final de Residuos Peligrosos autorizados a nivel distrital y municipal...	45
Tabla 11	Sitios de disposición final para la disposición de residuos especiales.....	46
Tabla 12	Gestores para el manejo de aguas residuales .....	46
Tabla 13	Acciones de minimización y manejo de RCD's desde la fase de ejecución del proyecto .....	49

Tabla 14 Responsabilidad por generación de RCD .....	51
Tabla 15 Proveedores de agregados pétreos a partir de RCD y plantas de aprovechamiento.....	59
Tabla 16 Estimación de materiales de construcción requeridos .....	62
Tabla 17 Generación de residuos de excavación y construcción-RCD .....	63
Tabla 18 Cantidades de excavación y demolición.....	64
Tabla 19 Estimación de Generación de residuos domiciliarios Kg/mes.....	65
Tabla 20 Cantidad de residuos peligrosos.....	65
Tabla 21 Cantidad de m3 por tratamiento silviculturales aprobados por la CAR.....	66
Tabla 22 Estimación De Residuos Generados en etapa de construcción .....	66

## Índice de Figuras

Figura 1 Patio Taller .....	26
Figura 2 Estado actual – Patio Taller.....	28
Figura 3 Actividades de construcción fase previa – Patio Taller .....	31
Figura 4 Plan Manejo de Trafico – Ruta de Acceso al Patio Taller .....	32
Figura 5 Plan Manejo de Trafico – Acceso al Patio Taller.....	33
Figura 6 Rutas para disposición de RCD - Plan Manejo de Trafico .....	35
Figura 7 Rutas de acceso proveedores – Plan Manejo de Tráfico.....	36
Figura 8 Diagrama de descripción de implementación del Plan de Manejo de Tráfico .....	37
Figura 9 Diagrama de descripción de Actividad de Topografía.....	38
Figura 10 Plano de la ubicación del cerramiento perimetral .....	39
Figura 11 Esquema de cerramiento perimetral .....	40
Figura 12 Dispositivos de señalización y demarcación de obra .....	41
Figura 13 Diagrama de descripción de actividad de cerramiento y señalización de obra .....	41
Figura 14 Plano de ubicación del campamento.....	42
Figura 15 Pendiente y ubicación sobre campamento de obra ML1 .....	43
Figura 16 Distribución de áreas del campamento .....	44
Figura 17 Plano en planta de la estructura para el generador eléctrico.....	46
Figura 18 Plano en perfil de la estructura para el generador eléctrico.....	46

Figura 19 Detalle de ubicación del generador eléctrico.....	48
Figura 20 Diagrama de descripción de actividad de instalación de campamentos .....	49
Figura 21 Hincado de postes con camión grúa .....	52
Figura 22 Plano de relocalización Red MT - Patio Taller .....	53
Figura 23 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes aéreas .....	54
Figura 24 Ubicación vía de acceso – Patio Taller .....	55
Figura 25 Diagrama de descripción de adecuación vía de acceso .....	58
Figura 26 Diagrama de conformación de la plataforma de trabajo .....	59
Figura 27 Conformación de áreas de trabajo – Patio Taller .....	60
Figura 28 Adecuación final – Patio Taller .....	61
Figura 29 Área de drenaje de la plataforma .....	67
Figura 30 Sección transversal terraplén del Tatio Taller .....	68
Figura 31 Planta general de drenaje de la plataforma en la etapa de construcción .....	1
Figura 32 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma .....	1
Figura 33 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma .....	2
Figura 34 Sección transversal Cuneta Norte 01 .....	3
Figura 35 Sección transversal Cuneta Sur 01 .....	3
Figura 36 Sección transversal Cuneta Oriental .....	3
Figura 37 Sección transversal Pondaje .....	4
Figura 38 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción .....	5
Figura 39 Esquema de las inclusiones rígidas. ....	7
Figura 40 Proceso de inclusión rígida con desplazamiento lateral del Suelo .....	8
Figura 41 Arreglos comúnmente usados para inclusiones.....	11
Figura 42 Distribución de las Inclusiones Rígidas .....	11
Figura 43 Perfiles Inclusiones Rígidas.....	12
Figura 44 Sección transversal.....	13
Figura 45 Ubicación de drenes franceses .....	14
Figura 46 Detalles de los subdrenes franceses.....	14
Figura 47 Vista general del Intercambiador Vial Calle 72 .....	16

Figura 48 Etapas y obras Intercambiador vial Calle 72 .....	17
Figura 49 PMT transicional .....	18
Figura 50 Diagrama de implementación del Plan de manejo de tránsito Transicional .....	20
Figura 51 Diagrama, demolición y/o retiro de estructuras .....	22
Figura 52 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes .....	23
Figura 53 Esquema general de localización de pantallas .....	24
Figura 54 Diagrama, construcción muros pantalla .....	26
Figura 55 Manejo de aguas lluvias aguas durante la construcción .....	28
Figura 56 Diagrama de construcción de vigas y lozas inferiores .....	29
Figura 57 Diagrama de Construcción de muros de limpieza.....	30
Figura 58 Construcción de espacio público .....	31
Figura 59 Diagrama de flujo del proceso de construcción de pavimento asfáltico .....	32
Figura 60 Diagrama de construcción de pavimentos en concreto .....	34
Figura 61 Esquema de punto de manejo de residuos y canecas.....	41
Figura 62 Plano planta de campamento preliminar de obra Calle 72 (Identificación de áreas de almanecamiento).....	42
Figura 63 Localización campamento Patio Taller (Identificación de áreas de almanecamiento) .....	43
Figura 64 Medidas de prevención y minimización .....	47
Figura 65 Etapas para el manejo de los RCD .....	48
Figura 66 Almacenamiento temporal tipo RESPEL y aceites usados.....	52
Figura 67 Almacenamiento temporal tipo de aceite usados.....	53

## Índice de Fotografías

Fotografía 1 Estado actual predio del Patio Taller.....	27
Fotografía 2 Estado actual vía de acceso al Patio Taller .....	29
Fotografía 3 Sistema de Drenaje existente – Patio Taller .....	30
Fotografía 4 Conformación del cerramiento de seguridad perimetral en el Patio Taller .....	40

Fotografía 5	Excavación para instalación de postes .....	51
Fotografía 6	Traslado de postes eléctricos .....	52
Fotografía 7	Escarificación de vía.....	56
Fotografía 8	Compactación de vía .....	57
Fotografía 9	Equipos de localización y replanteo .....	63
Fotografía 10	Descapote del área de trabajo .....	64
Fotografía 11	Procedimiento ilustrativo de mezcla del material existente con Cal .....	65
Fotografía 12	Imagen ilustrativa del equipo a utilizar .....	10

## 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, por circunstancias de cultura y de mercado, tanto la aplicación de criterios de minimización como la cantidad de producto procedente de residuos de obra y de demolición que se recicla son casi inapreciables. No existe, en este ámbito, una mentalidad generalizada de protección del medio ambiente, no se han tomado las disposiciones legales y administrativas adecuadas para conseguirlo y todavía no se han desarrollado los suficientes códigos de buena práctica para mejorar esta situación y concienciar al sector de la construcción.

La falta de sensibilidad al respecto da lugar a situaciones lamentables en las que los residuos de construcción, inicialmente inertes, se mezclan con residuos banales y contaminantes y se depositan en sitios de disposición final no autorizados ni preparados para ello (con las consiguientes contaminaciones, de todo orden). Estas situaciones no se pueden resolver únicamente con una legislación ambiental drástica y una policía ambiental que realice una muy buena vigilancia, sino que necesitan de una concienciación generalizada a todo el gremio constructor.

La generación de los residuos de construcción y demolición, es uno de los aspectos ambientales de gran interés en el desarrollo de los proyectos de obra, por cuanto es considerado como uno de los impactos más importantes en la ejecución de proyectos de construcción, por tal motivo a nivel Nacional y Distrital se han implementado normas, guías y procedimientos para llevar a cabo la gestión de los residuos, contemplando tres aspectos fundamentales la disposición, reutilización y el reciclaje de los mismos. Lo anterior, con el compromiso que tenemos con el medio ambiente y aportar al desarrollo sostenible, definiendo acciones para prevenir, mitigar, corregir o compensar los posibles impactos que la mala gestión de los residuos pueda generar.

El plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición en obra es un conjunto de medidas ambientales que establecen las acciones para prevenir, minimizar, mitigar y controlar cualquier impacto generado por los residuos de Construcción y demolición provenientes del desarrollo del proyecto de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

La metodología de la elaboración del PGIRCD se estableció teniendo en cuenta la estructuración del Contrato de Concesión por etapas y fases, es importante resaltar que el presente documento es dinámico y por ende a medida que se establezca el cambio de actividades y fases descritas a continuación, se irá actualizando desde todo aspecto, de acuerdo a los tiempos establecidos en la Etapa Preoperativa (Fase de construcción – Fase de pruebas, certificaciones y puesta en Marcha) y Etapa de Operación y Mantenimiento.

A continuación, se da a conocer las fases que el contrato de referencia tendrá hasta la culminación y puesta en marcha de la primera Línea del Metro de Bogotá.

## Etapa Preoperativa

- ▶ Actividades Fase Previa (construcción de Patio Taller e Intercambiador Vial Calle 72) con una duración de veinte (20) meses.
  
- ▶ Actividades Fase de Construcción duración de veinticuatro (24) meses, en esta fase se desarrollarán las siguientes actividades:
  - ▶ Av. Villavicencio: Construcción de infraestructura del corredor, construcción de Box Coulver, construcción de pilas del viaducto, construcción de vías, construcción de red de ciclorrutas bidireccionales sobre los andenes norte y sur, paisajismo y mobiliario.
  - ▶ Av. Villavicencio entre Troncal Cali (Carrera 86) y Av. 1 de mayo: construcción de pilas del viaducto sobre el separador central, construcción de ciclorruta bidireccional de 3 metros bajo el viaducto y construcción de andenes con franja de paisajismo y mobiliario y franjas de circulación peatonal sobre los andenes norte y sur.
  - ▶ Av. 1 de Mayo entre Av. Ciudad de Villavicencio y Autopista Sur (NQS): Construcción de pilas del viaducto sobre el separador central con el fin de no generar interferencias ni afectaciones prediales, construcción de ciclorruta bidireccional de 3 metros bajo el viaducto y construcción de andenes con franja de paisajismo y mobiliario y franjas de circulación peatonal sobre los andenes norte y sur, en los dos costados de las calzadas, construcción de calzada por sentidos de tres carriles para vehículos mixtos.
  - ▶ NQS entre Av. 1 de Mayo y Calle 8 Sur: Construcción de pilas de viaducto adentro de estación de Transmilenio Sena, demolición y/o ampliación estación Sena, construcción de ciclorruta bidireccional.
  - ▶ Calle 8 Sur entre NQS y Carrera 27: Construcción de pilas del viaducto sobre el separador central, construcción de ciclorruta unidireccional de 2 metros bifurcada por la presencia de las pilas en el medio, construcción de andenes con franja de paisajismo y mobiliario y franjas de circulación peatonal.
  - ▶ Calle 1 entre Carrera 27 y Av. Caracas: Construcción de pilas del viaducto sobre el separador central, se mantiene ciclorruta unidireccional sobre el separador siempre que se cuente con la presencia de las pilas del viaducto sobre el separador central de 9 metros, construcción de andenes con franja de paisajismo y mobiliario y franjas de circulación peatonal.
  - ▶ Av. Caracas entre Calle 1 y Calle 76: Los perfiles adoptados para la Av. Caracas desde la Calle 1 hasta la Calle 76 serán de dos tipos:  
El primero va desde la calle 1ª hasta la Calle 26, mientras el segundo va desde la Calle 26 hasta la Calle 76. Cada uno de los dos tipos presenta una variación dependiendo de si cuenta con la presencia física o no de las diferentes estaciones de Transmilenio a lo largo del corredor.

- ▶ Actividades Fase de pruebas, certificaciones y Puesta en marcha con una duración de seis (6) meses.

Para este caso, se proyectan las cantidades y medidas para la primera fase denominada Fase Previa, en la cual se encuentran definidas las actividades de estudios y diseños, e inicio de obras de adecuación del terreno Patio Taller y el Intercambiador Vial de la Calle 72.

Las características de este contrato de concesión hacen que no se presenten las condiciones ideales de todo proyecto, que consiste en adelantar los diseños al 100% para que posteriormente se construya y opere, lo que hace que en el PGIRCD en algunos apartes no se cuente con el nivel de detalle que se requiere y sea necesario actualizarlo cuando se cuente con esta proyección.

En caso tal que surjan cambios de diseños dentro de la ingeniería de detalle o durante la ejecución de las obras, se identifique la necesidad de desarrollar actividades en obra que no hubiesen estado identificadas en el PGIRCD vigente, o modificar el alcance, metodología o tecnología utilizada en las actividades previstas, el Concesionario complementará y actualizará el PGIRCD de ser necesario y notificará dicha actualización en la SDA.

## 2 DESARROLLO

### 2.1 OBJETIVOS

#### 2.1.1 Objetivo General

Implementar las herramientas necesarias y adecuadas para garantizar un manejo correcto de los Residuos de Construcción y Demolición generados en obra, de tal manera, que permita adoptar estrategias para minimizar la disposición y maximizar el aprovechamiento y reutilización de los estos, en cumplimiento de la normatividad ambiental, las obligaciones contractuales, guías y manuales, estableciendo los lineamientos para la correcta clasificación en la fuente, almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos acorde a la normatividad ambiental vigente y las salvaguardas ambientales, sociales y de salud y seguridad en el trabajo de las Entidades Multilaterales para las obras de la fase previa establecidas para el Contrato de la Referencia.

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- ▶ Garantizar el manejo eficaz de los residuos generados en la Fase previa o Actividades tempranas del contrato de la referencia desde su generación hasta su disposición o tratamiento.
- ▶ Identificar medidas de manejo ambiental para los residuos de construcción y demolición generados en el proyecto de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB de la empresa METRO LINEA 1 SAS que se ajusten a los requerimientos de normativa ambiental.
- ▶ Implementar estrategias para la correcta separación de los residuos de acuerdo con su tipología, con fin de evitar contaminación cruzada entre los diferentes residuos sólidos a reutilizar, reciclar, tratar o disponer.
- ▶ Documentar y evaluar cantidades de obra, generación de residuos y volúmenes de aprovechamiento de Residuos.

### 2.2 ALCANCE

El Plan integral de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene como alcance contribuir a la minimización, adecuada administración y disposición de los residuos generados en nuestra actividad económica, que tiene impactos directos al entorno en el cual se desarrolla el proyecto, identificamos la necesidad de implementar mecanismos de reciclaje, de reutilización de materiales y otras herramientas que nos permitan reducir el impacto a la comunidad, al medio ambiente y dar cumplimiento a la

Resolución 01115 de 2012, Resolución 932 de 2015 y las salvaguardas ambientales, sociales y de salud y seguridad en el trabajo de las Entidades Multilaterales, cabe resaltar que el presente documento abarca las Obras establecidas para la Fase Previa del Contrato de Concesión No. 163 de 2019 (Patio Taller e Intercambiador Vial de la Calle 72), de igual manera, el presente Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición es dinámico y será ajustado de acuerdo a los tiempos establecidos en la Etapa Preoperativa (Fase de construcción – Fase de pruebas, certificaciones y puesta en Marcha) y Etapa de Operación y Mantenimiento.

Tabla 1 Impactos y aspectos al medio ambiente

IMPACTOS	ASPECTOS
<b>Alteración de la calidad del agua</b>	Derrames de aceites, combustibles y sustancias no biodegradables.
	Presencia de residuos sólidos en los cuerpos de agua.
<b>Alteración de la calidad del Aire</b>	Generación de gases.
	Generación de ruido.
	Generación de material particulado.
<b>Alteración de la calidad del suelo</b>	Disposición final de residuos sólidos ordinarios (plásticos, telas,)
	Derrames de aceites, combustibles y sustancias no biodegradables.
	Fenómenos de erosión y pérdida de suelo.
<b>Impactos al Paisaje</b>	Proliferación de vectores.
	Tala o Afectación de individuos arbóreos presentes en el lugar.
<b>Alteraciones sociales</b>	Generación de material particulado.
	Generación de gases.
	Proliferación de vectores.
	Alteración al Trafico

Fuente: Metro Línea 1. 2021

## 2.3 DEFINICIONES

- ▶ Acabados: son todos aquellos materiales que se colocan sobre una superficie de obra negra para darle terminación a las obras, quedando ésta con un aspecto habitable. Es decir, son los materiales finales que se colocan sobre pisos, muros, plafones, azoteas, huecos o vanos como ventanas y puertas de una construcción. Tienen como función principal proteger todos los materiales bases o de obra negra, así como de proporcionar belleza, estética y confort; estos materiales deben corresponder a funciones adecuadas con el uso destinado y en las zonas en donde la obra requiere su colocación, por lo que es importante conocer sus características y su procedimiento constructivo de colocación.
- ▶ Almacenamiento o acopio: Es la acción de colocar temporalmente los residuos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final. Res. 1115 de 2012.
- ▶ Aprovechamiento: Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los residuos, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje. Res. 1115 de 2012
- ▶ Centro de Aprovechamiento de RCD: Sitio autorizado destinado para realizar actividades de transformación de los RCD aprovechables para la producción de materiales de construcción a través de plantas fijas y/o móviles.
- ▶ Centro de Transferencia: Sitio adicional autorizado propiedad de un Centro de Aprovechamiento de RCD destinado para el acopio temporal de RCD's aprovechables, cuya operación está dirigida a acortar distancias para el transportador, es de aclarar que el traslado del material a los Centros de Aprovechamiento se convierte desde allí en responsabilidad del operador del Centro de transferencia.
- ▶ Construcción: actividades relacionadas con la construcción y/o montaje de estructuras que involucran el manejo de grandes volúmenes de concreto (edificaciones, pontones, puentes, pavimentos rígidos, entre otros).
- ▶ Demolición: en esta actividad se derriban o deshacen las estructuras existentes, tales como acabados, mampostería, estructuras, andén, pavimentos e infraestructura de servicios, que serán reemplazadas con la nueva obra. Estos residuos deben clasificarse para reciclar la materia prima para la elaboración de nuevas mezclas.
- ▶ Descapote y remoción: consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural del área intervenida por la obra. Se remueve el rastrojo, maleza, pastos, tocones, raíces y residuos ordinarios, de modo que el terreno quede limpio y su superficie resulte apta para iniciar los trabajos. El residuo se debe clasificar con el objeto de reutilizarlo o de reciclarlo. Esta actividad también incluye la disposición final y adecuada de los mismos. Para esto solamente se deben utilizar predios que cuenten con la respectiva autorización por parte de la autoridad ambiental o del Departamento Administrativo de Planeación Distrital.
- ▶ Disposición final: Es el proceso de aislar y confinar los residuos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente

autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. Dec. 4741 de 2005.

- ▶ Estructura: es el ensamblaje de elementos que mantienen su forma y su unidad. Sus objetivos son resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a un cuerpo, obra civil o máquina.
- ▶ Escombros: Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas. Res. 1115 de 2012.
- ▶ Generador: Persona natural o jurídica que realiza actividades de construcción y/o demolición, produciendo volúmenes de RCD para su aprovechamiento o disposición final según sus características.
- ▶ Instalaciones: se define como el conjunto de aparatos y conducciones de los servicios (gas, electricidad, agua) u otros elementos destinados a complementar las condiciones de habitabilidad de un edificio o prestar un servicio. Durante el proceso constructivo las tareas de instalaciones se realizan en paralelo con otras del inicio de obra. Los trabajos de las instalaciones no se observan a simple vista, ya que muchas de ellas van ocultas o empotradas dentro de la edificación (por exigencia del reglamento, por motivos de seguridad o por ocultarlas según criterios estéticos).
- ▶ Obra gris: es la etapa en la que se realiza la construcción, colocación de soportes estructurales horizontales y verticales, losas, entrepisos, paredes, escaleras, entre otros.
- ▶ Reciclaje: Proceso mediante el cual se procesan y transforman los residuos de construcción y demolición, para valorizar su potencial de reincorporación como materia prima o insumos para la obtención de nuevos productos. Res. 1115 de 2012.
- ▶ PIN: Número único de inscripción ante la Secretaría Distrital de Ambiente para generadores, transportadores, centros de aprovechamiento, sitios de disposición final y gestores integrales. (Res. 1115 de 2012.)
- ▶ Recolección: Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por el concesionario del servicio.
- ▶ Residuo o desecho: Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o deósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. Dec. 4741 de 2005
- ▶ Residuos de Construcción y Demolición – RCD: se refiere a los residuos de construcción y demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo. Es todo residuo sólido sobrante de las actividades de construcción, reparación, demolición y excavación, de las obras civiles o de otras actividades conexas. Res. 1115 de 2012.
- ▶ Residuos ordinarios: Son la parte de los residuos urbanos generada en los edificios, con excepción de: animales domésticos muertos, muebles y enseres; residuos peligrosos y residuos de construcción y demolición, procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

- ▶ Residuo o desecho peligroso: Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.
- ▶ Reutilización: Es la prolongación de la vida útil de los residuos recuperados que se utilizan nuevamente, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación.
- ▶ Separación en la fuente: Clasificación de los residuos sólidos en el sitio en donde los generan. Tiene como objetivo separar los residuos que tienen un valor de uso indirecto de aquellos que no lo tienen.
- ▶ Sitio de Disposición Final: Lugar autorizado destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

## 2.4 ABREVIATURAS

- ▶ SDA: Secretaría de Ambiente de Bogotá
- ▶ RCD's: Residuos de construcción y demolición

## 2.5 RESPONSABLES

Los responsables de la elaboración y seguimiento de este Plan son todos los profesionales contractuales del equipo ambiental de Metro Línea 1, así como contratista y subcontratistas que interviene en la ejecución del contrato. A continuación, se dan a conocer las responsabilidades más relevantes que intervienen en el Manejo de RCD:

- ▶ Director de Obra: Verificar la implementación y suministrar los recursos logísticos y humanos para la implementación del presente plan.
- ▶ Director Ambiental: Verificar, coordinar y supervisar la implementación del presente plan y gestionar con el Director de Obra las medidas necesarias para corregir eventuales deficiencias detectadas en los frentes de trabajo en la aplicación del PGIRCD.
- ▶ Residente e Inspector de Obra: Coordinar y supervisar la implementación del presente plan y tomar las medidas necesarias para corregir eventuales deficiencias detectadas en su aplicación.
- ▶ Coordinador y Residente Ambiental: Coordinar y supervisar las actividades de gestión de RCD.
- ▶ Personal Subcontratista y brigada de orden aseo y limpieza: Deben realizar la respectiva revisión, selección, acopio y uso de los RCD aprovechables; Acatar las directrices impartidas por el área de Gestión Ambiental; Participar en todas las capacitaciones y entrenamientos definidas por el equipo de Gestión Ambiental.

## 2.6 REFERENCIAS

A continuación, se relacionan las referencias contractuales, normativas y documentales relacionadas con la actualización del Plan de Manejo Ambiental para la Fase Previa de la Etapa Preoperativa de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

### 2.6.1 Contractuales

Las referencias contractuales corresponden al Contrato No. 163 de 2019 PMLB entre la Empresa Metro de Bogotá S.A. y el Concesionario Metro Línea 1 S.A.S. y los respectivos Apéndices Técnicos, principalmente el Apéndice Técnico No 15 - Gestión Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo y su Anexo 1; el “MANUAL DE SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO -SST”.

### 2.6.2 Normativas

A continuación, se presenta la normatividad aplicable para la elaboración de este documento.

- ▶ CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA, Capítulo III del título II Consagra lo referente a los derechos colectivos y del ambiente.
- ▶ LEY 9 DE 1979 “Código Sanitario Nacional”- Es un compendio de normas sanitarias relacionadas con la afectación de la salud humana y el medio ambiente. Ésta fue tal vez la primera norma que trabajó el tema, estableciendo restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos. Quien genere residuos de características especiales debe ser responsable de su recolección, transporte y disposición final.
- ▶ DECRETO LEY 2811 DE 1974 “Código de los Recursos Naturales”- Consagra el derecho a un ambiente sano al determinar que el Artículo 34 trata sobre los residuos, basuras, desechos y desperdicios, se establecen las reglas con relación a los mismos.
- ▶ Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y de capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- ▶ Decreto Distrital 112 de 1994 “Por el cual se fijan lineamientos para el tránsito de vehículos de carga e industriales, en el área urbana del Distrito Capital”.
- ▶ Decreto Nacional 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente “Por el cual se reglamenta en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire”.
- ▶ Decreto Distrital 357 de 1997 “Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción”.
- ▶ Ley 769 de 2002 “Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre”.

- ▶ Acuerdo 79 de 2003 del Concejo de Bogotá “Por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá”. Artículo 85.
- ▶ Resolución 556 de 2003 del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente “Por la cual se expiden normas para el control de las emisiones en fuentes móviles”.
- ▶ Decreto Distrital 312 de 2006 “Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital”.
- ▶ Decreto 620 de 2007, que complementa el Decreto 312 de 2006 de residuos sólidos.
- ▶ Ley 1259 de 2008 “Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”.
- ▶ Acuerdo 417 de 2009 del Concejo de Bogotá, “Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”
- ▶ Resolución 01115 de 2012 de la Secretaría Distrital de Ambiente, “Por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición en el Distrito Capital”.
- ▶ Resolución 932 de 2015 de la Secretaría Distrital de Ambiente, “Por medio de la cual se modifica y adiciona la Resolución 1115 de 2012”.

Adicionalmente, al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente Metro Línea 1, garantizará el cumplimiento de las Salvaguardas Ambientales establecidas por los organismos multilaterales que financia el proyecto, las cuales se enuncia a continuación:

#### **Políticas de Salvaguardas activadas del Banco Mundial – BM para el Proyecto**

- ▶ Evaluación Ambiental - OP 4.01 - Esta salvaguarda tiene como objetivo garantizar una adecuada evaluación ambiental y social de los proyectos con financiamiento del Banco Mundial. Incluye pautas para la categorización inicial, evaluación, consulta pública y divulgación, y capacidad institucional. Permite la toma de decisiones sobre la evaluación de riesgos e impactos ambientales potenciales dentro del área de influencia del proyecto y el establecimiento de medidas ambientales y sociales para asegurar la gestión sostenible del proyecto.
- ▶ Hábitats Naturales - OP 4.04 - Esta salvaguarda busca promover la conservación de hábitats naturales, y otras medidas para proteger, mantener y rehabilitar hábitats naturales en proyectos financiados por el Banco Mundial.
- ▶ Manejo de Plagas - OP 4.09 - Esta política contiene lineamientos para la gestión de plagas, incluyendo estrategias de promoción de métodos de control biológico y reducción de la dependencia de biocidas sintéticos.
- ▶ Recursos Físicos y Culturales - OP 4.11 - Esta salvaguarda, orienta las medidas de manejo, con

el fin de mitigar los impactos negativos sobre los recursos físicos y culturales de los proyectos que financia. Aborda los recursos físicos y culturales que se definen como objetos móviles o inmuebles, sitios, estructuras, grupos de estructuras, y características naturales y paisajes que tienen características arqueológicas, paleontológicas, significado histórico, arquitectónico, religioso, estético u otro significado cultural.

- ▶ Reasentamiento Involuntario OP/BP 4.12 - Esta política busca mitigar los riesgos económicos y sociales que puede sufrir la población en los casos de reasentamiento físico involuntario.

**Política de salvaguardas activadas del Banco Interamericano de Desarrollo – BID para el proyecto**

- ▶ Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas: OP-703: (B.01, B.02, B.03, B.04, B.05, B.06, B.07, B-08, B-09, B.10, B.11, B.15 y B.17) - La Política contiene tres objetivos específicos: (i). Potenciar la generación de beneficios de desarrollo de largo plazo para los países miembros, a través de resultados y metas de sostenibilidad ambiental, así como del fortalecimiento de las capacidades de gestión ambiental de los países miembros prestatarios, (ii) asegurar que todas las operaciones y actividades del Banco sean ambientalmente sostenibles e (iii) incentivar la responsabilidad ambiental corporativa dentro del mismo Banco. La política contiene directivas de salvaguardias específicas que están dirigidas hacia:
  - ▶ El cumplimiento de las políticas del Banco (B.1)
  - ▶ El cumplimiento de la legislación y regulaciones nacionales (B.2)
  - ▶ La preevaluación y clasificación de las operaciones (B.3),
  - ▶ Otros factores de riesgo, relacionados a la capacidad institucional (B.4)
  - ▶ Los requerimientos de evaluación ambiental (B.5)
  - ▶ Los requerimientos de consulta (B.6),
  - ▶ Los aspectos de supervisión y cumplimiento (B.7)
  - ▶ Los impactos transfronterizos (B.8),
  - ▶ La protección de hábitats naturales y sitios culturales (B.9),
  - ▶ La gestión de materiales peligrosos (B.10),
  - ▶ La prevención y reducción de la contaminación (B.11)
  - ▶ Aspectos relacionados a las operaciones con cofinanciamiento (B.15), y
  - ▶ Aspectos relacionados a Adquisiciones
- ▶ Política de Gestión del Riesgo de Desastres Naturales - OP-704 - La política tiene como propósito orientar la acción de la institución para asistir a sus prestatarios en la reducción de riesgos derivados de amenazas naturales y en la gestión de desastres, a fin de favorecer el logro de sus objetivos de desarrollo económico y social. La política prevé dos cursos de acción que se refieren a: (i) la prevención y mitigación de desastres que tengan lugar como resultado de amenazas naturales, mediante la programación y una labor proactiva en los proyectos a nivel regional, nacional y local, y (ii) la intervención posterior para hacer frente a los efectos de los

fenómenos naturales y a los daños materiales (como derrumbes de estructuras o explosiones) causados por accidentes tecnológicos u otros tipos de desastre dimanados de la actividad humana.

- ▶ Política Operativa sobre Reasentamiento Involuntario - OP-710 - Esta política abarca todo desplazamiento físico involuntario de personas causado por un proyecto del Banco. El objetivo de la política es minimizar alteraciones perjudiciales en el modo de vida de las personas que viven en la zona de influencia del proyecto, evitando o disminuyendo la necesidad de desplazamiento físico, y asegurando que, en caso de ser necesario el desplazamiento, las personas sean tratadas de manera equitativa y, cuando sea factible, participen de los beneficios que ofrece el proyecto que requiere su reasentamiento.
- ▶ Igualdad de Género en el Desarrollo - OP-761 - El objetivo de la Política es fortalecer la respuesta del Banco a los objetivos y compromisos de sus países miembros en América Latina y el Caribe de promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer. La Política identifica dos líneas de acción: (i) la acción proactiva, que promueve activamente la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer a través de todas las intervenciones de desarrollo del Banco; y (ii) la acción preventiva, que integra salvaguardias a fin de prevenir o mitigar los impactos negativos sobre mujeres u hombres por razones de género, como resultado de la acción del Banco a través de sus operaciones financieras.
- ▶ Política de Acceso a la Información - OP-102 - Mediante esta Política el Banco busca maximizar el acceso a los documentos e información que produce o está en su posesión que no está en la lista de excepciones. Esta Política es un instrumento para incrementar los estándares de transparencia del Banco al más alto nivel de las prácticas internacionales.

#### **Estándares activados del Banco Europeo de Inversiones – BEI para el proyecto**

- ▶ Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales - Resalta la importancia de gestionar los impactos y riesgos ambientales y sociales a lo largo de la vida de un proyecto, a través de la aplicación del principio de precaución. Este estándar busca la aplicación de medidas ambientales y sociales, para fomentar la mejora continua; asimismo, incluye los requisitos para la participación y divulgación de las partes interesadas en todo el Vida del proyecto.
- ▶ Prevención y reducción de la contaminación - El objetivo de este estándar es prevenir y minimizar la contaminación procedente de las actividades propias del proyecto; así como, el uso eficiente de los recursos naturales implementando las mejores prácticas de gestión ambiental.
- ▶ Norma sobre Biodiversidad y Ecosistemas - Menciona las medidas que se deben desarrollar a

lo largo de un proyecto, con el fin de proteger y conservar los ecosistemas. El estándar se aplica a todos hábitats, sean o no previamente intervenidos o protegidos.

- ▶ Normas relacionadas con los cambios climáticos - Menciona las medidas que se deben desarrollar en el proyecto para no contribuir al cambio climático.
- ▶ Patrimonio Cultural - Tiene como objetivo la identificación, gestión y protección del patrimonio cultural tangible e intangible que puede verse afectado por actividades del proyecto.
- ▶ Reasentamiento involuntario - Tiene por objeto el respeto y protección de los derechos de propiedad y vivienda adecuada de las personas y comunidades afectadas por el desarrollo del proyecto. Busca mitigar cualquier impacto negativo, derivado de su pérdida de activos o restricciones de uso del suelo. Asimismo, busca ayudar a todas las personas afectadas por el desarrollo del proyecto, con el fin de mejorar o restaurar sus medios de subsistencia y compensar adecuadamente las pérdidas incurridas.
- ▶ Normas laborales - Tiene como objetivo, asegurar que los promotores de los proyectos cumplan con las normas fundamentales del trabajo establecidas por la Organización Internacional del Trabajo y con las normas y Leyes nacionales en materia laboral.
- ▶ Seguridad y Salud Pública y de los Trabajadores - Busca que los promotores protejan y aseguren la salud pública y laboral; así como, proteger la dignidad de la comunidad afectada en relación con las actividades ejecutadas en el desarrollo del proyecto, con especial atención a los grupos vulnerables.
- ▶ Información y consulta pública - Busca que los promotores mantengan un diálogo abierto, transparente y responsable con todas las comunidades afectadas por el desarrollo del proyecto. El valor de la participación pública, en el proceso de toma de decisiones se enfatiza a lo largo de las fases de preparación, implementación y monitoreo del proyecto a desarrollar.

## 2.7 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este documento se tiene en cuenta los procesos constructivos de la Fase Previa del proyecto para la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB, los cuales se encuentran desglosados en el numeral 2.10.1 y 2.10.2 del Presente Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (PGIRCD).

Tabla 2 Datos Básicos del Proyecto

<b>DATOS BÁSICOS</b>	
<b>Localización Oficinas Administración:</b>	Avenida Calle 100 No 8 A – 49. Piso 11. Torre B. Oficina 1101 y 1102.
<b>Empresa Constructora:</b>	METRO LINEA 1 SAS
<b>NIT:</b>	901.339.011
<b>Correo electrónico:</b>	oscarrene.a@metro1.com.co claudiamarcela.d@metro1.com.co
<b>Teléfonos:</b>	6 467343
<b>PIN de la Secretaría de Ambiente:</b>	<b><u>19428</u></b>
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Nombre de la Obra</b>	CONTRATO DE CONCESIÓN NO 163, ENTRE LA EMPRESA METRO DE BOGOTÁ Y METRO LINEA 1 S.A.S, PARA LA CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PRIMERA LINEA DE METRO DE BOGOTÁ
<b>Modalidad de la Obra:</b>	Construcción Patio Taller, de vías e intercambiador (deprimido)
<b>Localidad de la Obra:</b>	Bosa, Chapinero y Barrios Unidos
<b>Dirección de la Obra:</b>	Predio El Corzo – Calle 49 sur No. 95 <sup>a</sup> - 90. Calle 72 con Avenida Caracas.
<b>Barrios:</b>	Bosa – Sector el Corzo (Patio Taller) y Chapinero (Intercambiador Calle 72)
<b>Chip Catastral:</b>	AAA0140DJJZ - Predio El Corzo Intercambiador de Calle 72 será ejecutado en vía y espacio público, razón por la cual no cuenta con Chip Catastral)
<b>Área del Lote del proyecto Patio Taller:</b>	2'924.293,60 m <sup>2</sup>
<b>Área Intercambiador Calle 72</b>	21.713,333 m <sup>2</sup> .
<b>Área Total a construir:</b>	2'945.952,933 m <sup>2</sup>
<b>Tiempo estimado de ejecución de la obra:</b>	20 meses
<b>Fecha de Inicio de la Obra:</b>	17 de agosto de 2021 (Patio Taller)

	16 de septiembre de 2021 (Intercambiador Calle 72)
<b>Fecha estimada de finalización de la obra:</b>	20 de abril de 2023
<b>Presupuesto total del proyecto:</b>	\$ 13'830.000.000.000=
<b>Presupuesto para la Gestión de RCD</b>	\$ 34.754.394.228,60=
<b>Descripción general del proyecto</b>	<p>En la fase previa se tiene establecido la construcción de Patio Taller en el cual se realizarán los siguientes trabajos constructivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Retiro del suelo orgánico y cobertura vegetal.</li> <li>▶ Aprovechamiento forestal.</li> <li>▶ Excavaciones.</li> <li>▶ Demolición de estructuras existentes.</li> <li>▶ Transporte y retiro de material de excavación.</li> <li>▶ Transporte y retiro de material de demolición.</li> <li>▶ Construcción de estructuras hidráulicas.</li> <li>▶ Transporte de material de construcción.</li> <li>▶ Colocación de material granular.</li> <li>▶ Instalación de sistemas de drenaje de suelos.</li> <li>▶ Instalación de inclusiones rígidas.</li> <li>▶ Imprimación.</li> <li>▶ Colocación de mezcla asfáltica.</li> <li>▶ Colocación de Concreto.</li> <li>▶ Operación de Maquinaria y Equipos.</li> <li>▶ Construcción de deprimido (muro pantallas)</li> <li>▶ Construcción de obras de arte</li> <li>▶ Construcción de andenes</li> <li>▶ Instalación de señalización</li> </ul> <p>Se aclara que la descripción de todas las actividades constructivas se encuentra en el numeral 10.2.1 y 10.2.2 del presente documento.</p>
<b>Tipo de uso:</b>	Residencial.

Fuente: Metro Línea 1

## 2.8 OBLIGACIONES DEL GENERADOR

Como generadores de RCD, y de acuerdo a lo establecido en la legislación vigente, son las siguientes las principales obligaciones que se tienen. Adicionalmente se deberá cumplir todo lo establecido en los documentos contractuales.

- ▶ Registrarse ante la SDA.
- ▶ Elaborar su propio Plan de Gestión de RCD por cada proyecto que ejecute.

- ▶ Inscribir cada uno de los proyectos: Por ejecutar y/o en ejecución y obtener el PIN correspondiente.
- ▶ Reportar mensualmente la cantidad de RCD generado en cada proyecto, a través del aplicativo web de la SDA.
- ▶ Reutilizar y/o aprovechar los RCD, como mínimo en el porcentaje definido en la Resolución 1115 de 2012, de igual manera, dar cumplimiento a la obligación contractual establecida en el Anexo Técnico No. 15, Capítulo 2 Obligaciones Generales Ambientales y de Seguridad y Salud en el Trabajo, numeral 2.1. Obligaciones Generales del Concesionario, literal x el cual enuncia: *“Realizar el aprovechamiento de mínimo del treinta por ciento (30%) de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados por el Proyecto, los cuales deberán cumplir las características mínimas con el fin de ser utilizados como insumos para las obras descritas en el Apéndice Técnico 4.”*
- ▶ Tener en el frente de obra un inventario actualizado de la cantidad, tipo de RCD generados y/o poseídos (Recibidos). Contar con las Certificaciones correspondientes, según sea el caso.
- ▶ Entregar los RCD debidamente clasificados y separados para ser transportados.
- ▶ Utilizar (contratar) los vehículos de transporte de RCD diseñados para tal fin.
- ▶ Utilizar (contratar) los transportadores que estén debidamente registrados ante la SDA y tengan su PIN.
- ▶ Garantizar la entrega y/o disposición final a Plantas de Tratamiento y/o Escombreras legalmente constituidas.

## 2.9 ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTION DE RCD

El Plan de Gestión Integral de RCD se basará en las actividades propias del proyecto establecidas para la Fase Previa de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB de la empresa **METRO LINEA 1 SAS**, por medio del cual, se buscará establecer e implementar medidas de manejo ambiental acordes a lo establecido en normativa ambiental, Salvaguardas Ambientales y directriz de la empresa para actividades constructivas en Patio Taller e Intercambiador Vial de la Calle 72.

### 2.9.1 Gestión Ambiental (RCD)

En el desarrollo del programa de manejo de residuos de construcción y demolición para el proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB de la empresa **METRO LINEA 1 SAS** se debe tener claro cuáles son los tipos de residuos que se generan, para esto se requiere la definición y tipos de residuos generados en el desarrollo del proyecto, tipos de residuos de construcción y demolición, tipos de residuos RCD susceptibles de aprovechamiento y residuos RCD no susceptibles de aprovechamiento.

Dentro de un proyecto constructivo se generan diferentes tipos de residuos, en la **Tabla 2**, se realiza una clasificación de estos.

Tabla 3 Residuos De Construcción y Demolición RCD

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN – RCD		
TIPO	CLASIFICACIÓN	ELEMENTOS
I	Inertes Pétreos NO Asfálticos	Concreto
		Lozas
		Cerámicos
		Ladrillos
II	Inertes Pétreos Asfálticos	Mezclas pétreas con asfalto
III	Inertes Arcillosos	Arcillas no expandibles
		Arcillas expandibles
		Recebo
IV	Residuos No Peligrosos	Madera
		Plástico
		PVC
		Otros residuos de demolición de estructura (No de infraestructura)
V	Residuos Peligrosos - RESPEL	Asbestos / Amiantos
		Lodos de Sistema Sanitario
VI	Horizonte Orgánico	Pedones de suelo orgánico (Tierra Negra)
		Cespedones (pasto Kikuyo y otras especies)
VII	Metálicos	Acero
		Aluminio
		Cobre

Fuente: Guía Ambiental Elaboración Plan de RCD – Secretaria Distrital de Ambiente

Luego de establecer de manera general cuales son los residuos se generan en actividades de construcción, se debe dar claridad acerca de los residuos susceptibles de aprovechamiento, en la **Tabla 3** se definen estos.

Tabla 4 Residuos de Construcción y Demolición – RCD- Susceptibles de Aprovechamiento

TIPO	ELEMENTOS
<b>Productos de Excavación, Nivelaciones y Sobrantes de la Adecuación del terreno</b>	Tierras y materiales pétreos no contaminados productos de la excavación, entre otros.
<b>Productos Usados para Cimentaciones y Pilotajes.</b>	Arcillas
<b>Pétreos</b>	Arenas
	Gravas

TIPO	ELEMENTOS
	Gravillas
	Trozos de ladrillos y bloques.
	Cerámicas.
	Sobrantes de mezcla de cementos y concretos
No Pétreos	Vidrios
	Aceros
	Hierros
	Madera
	Plásticos
	Metales
	Cartones
	Yesos
	Dry Wall

Fuente: Resolución 1115 de 2012 – Secretaria Distrital de Ambiente

De igual manera se debe dar manejo adecuado y disposición final a otros residuos de construcción y demolición RCD no susceptibles de aprovechamiento, los cuales se debe seguir recomendaciones establecidas en normativa ambiental por su posible efecto en el medio ambiente al realizar un manejo inadecuado, estos residuos son los que se relacionan a continuación en la **Tabla 4**.

Tabla 5 Residuos de Construcción y demolición – RCD- NO Susceptibles de Aprovechamiento.

CLASIFICACION	TIPO
Residuos de Construcción y Demolición – RCD- NO susceptibles de aprovechamiento	• Materiales aprovechables contaminados con residuos peligrosos.
	• Materiales que por su estado no pueden ser aprovechados.
	• Materiales aprovechables contaminados con residuos peligrosos.
	• Materiales que por su estado no pueden ser aprovechados.
	• Residuos peligrosos: este tipo de residuo debe ser identificado y manejado de acuerdo a los protocolos establecidos para cada caso.
	• Otros residuos con normas específicas: Amianto, asbesto cemento (tejas) electrónicos, biosanitarios, etc. y demás que aparezcan en terreno.

Fuente: Resolución 1115 de 2012 – Secretaria Distrital de Ambiente

## 2.10 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

A continuación, se presentan los procesos constructivos a desarrollar en la Etapa Preoperativa (Fase Previa) en Patio Taller e Intercambiador Calle 72.

### 2.10.1 Patio Taller

El Patio Taller se define como un equipamiento del sistema metro que corresponde a un complejo unificado que agrupa los talleres y las cocheras de estacionamiento del material rodante de la línea, con objeto de dar servicio de la forma más funcional al mantenimiento del material rodante, vehículos auxiliares de mantenimiento, la infraestructura de vía y los diferentes subsistemas que integran la línea. El Patio Taller incluye los espacios de estacionamiento para la flota de trenes prevista, túnel de lavado (lavado automático – máquina de lavado fija), zona de talleres para mantenimiento mayor y menor, Playas de vías de acceso a cocheras y talleres, vía de pruebas y edificio administrativo y de servicios generales que también incluirá el puesto de maniobras del taller.

El área del Patio Taller se encuentra en la parte 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 36.14 Ha, mientras que el área de diseño donde se ejecutaran las obras propuestas es de 34.45 Ha. Limita por el norte con el Río Bogotá que tiene un Jarillón para prevenir las inundaciones; por el sur con el Canal Cundinamarca; por el oriente con la Calle 54 Sur y por el Occidente con la Avenida Longitudinal de Occidente – ALO.

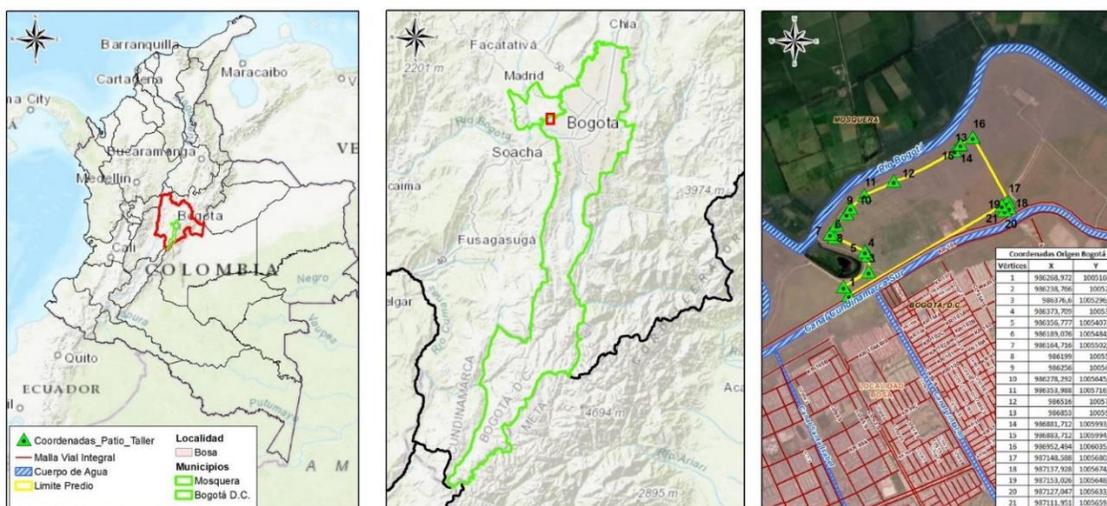


Figura 1 Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Descripción de estado actual

El predio se encuentra ubicado en una zona de expansión urbana (25,03 ha) y una zona urbana (11,25 ha) según el Decreto Distrital 190 de 2004 y sus modificaciones de acuerdo con las Resoluciones SDP 228 de 2015 y 1985 de 2017, con jurisdicción ambiental compartida correspondientes a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, (Figura 2).

En la Fotografía 1 y Figura 2 Estado actual – Patio Taller, se muestran el estado y las características actuales del predio donde se desarrollarán las actividades del Patio Taller.



Fotografía 1 Estado actual predio del Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

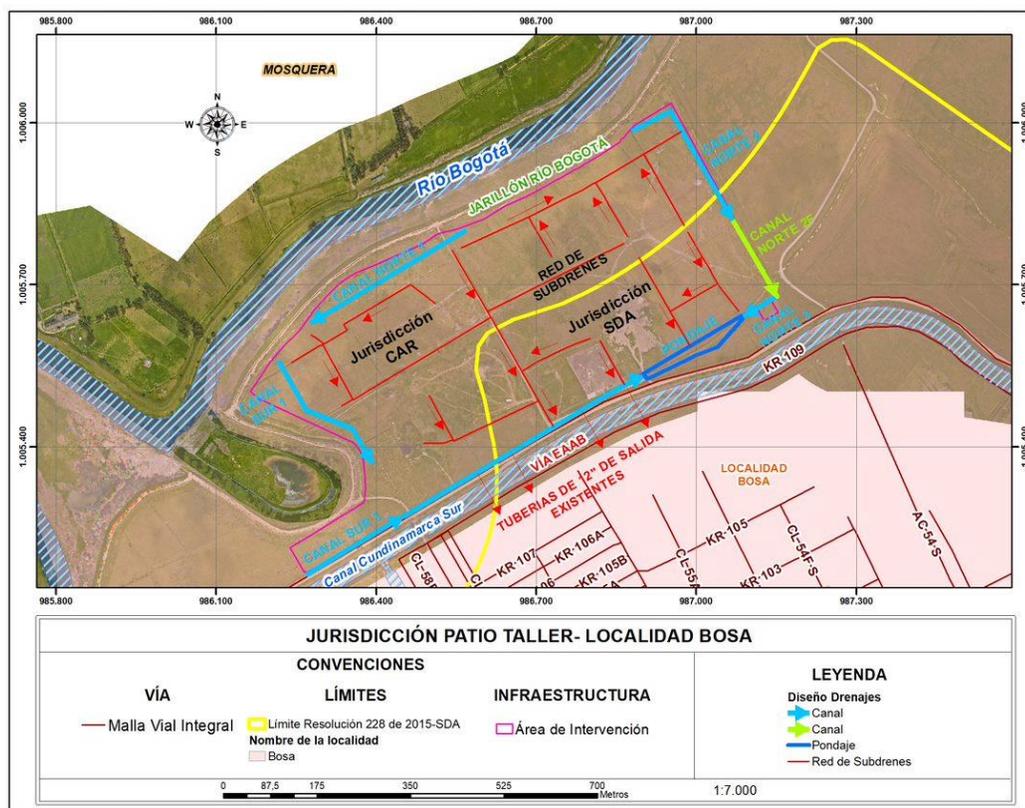


Figura 2 Estado actual – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Cobertura Vegetal

Se identifica un predio con suelos transformados, pastos limpios, con 66 árboles de los cuales 10 se encuentran ubicados en la jurisdicción de la SDA y ya cuentan con permiso de tratamiento silvicultural (Resolución 2128 del 123 de julio de 2021 – “Por la cual se autorizan los tratamientos silviculturales en espacio Privado y se dictan otras disposiciones”), los restantes 56 árboles se encuentran en jurisdicción de la CAR, 31 árboles y ya se cuenta con de permiso de tratamiento silvicultural ( Resolución DRBC No. 01217000072 del 13 de agosto de 2021 – “Por medio de la cual se otorga permiso de Aprovechamiento Forestal de Bosque Natural Único y se toman otras determinaciones”) y 25 de ellos son especies que por su diámetro inferior a 10 cm no requieren de este permiso para definir tratamiento.

► Vía de acceso

El acceso al predio se realiza a través de una vía privada de 1,4 Km con poco tráfico, paralela al Canal Cundinamarca que se encuentra sin pavimentar y se encuentra en estado regular. A esta se puede acceder desde la Avenida Longitudinal de Occidente - ALO y por la Carrera 49. El estado actual de la vía se puede ver en la Fotografía 2.



Fotografía 2 Estado actual vía de acceso al Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Interferencia con otros proyectos

El área de intervención se encuentra en un predio privado y no tiene interferencia con otros proyectos.

► Sistema de drenaje de aguas lluvias

Este predio fue propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB, entidad que lo utilizó como zona de disposición de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Cuenta con vallados naturales cubiertos por pastos limpios, así como un sistema de drenaje en desuso con tubería de 12" y decantadores en concreto de un antiguo sistema de drenaje cuyas terminaciones llegan hasta el Canal Cundinamarca. (Ver, Fotografía 3), en la construcción del Patio Taller se 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 a lo establecido en la norma NS-085 de la EAAB para este tipo de desarrollo 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, teniendo en cuenta lo anterior, Metro Línea 1 realizará la construcción de drenajes temporales con el fin de dar un tratamiento adecuado al caudal de infiltración bajo la plataforma a construir, para ellos se establece la implementación de sus sistema de subdrenaje mediante la implementación de un grupo de canales preferenciales conformados por drenes tipo francés (con tuberías de seis (6") perforadas), estos se localizarán bajo la plataforma y tendrán descarga sobre las obras de drenaje existentes en el predio, las actividades constructivas anteriormente expuestas en el numeral 2.10.1 Reconformación de Vallados existente / adecuación de nuevos, cunetas perimetrales y construcción de drenajes temporales. Así mismo, se cuenta con comunicación de la EAAB, donde se autoriza el uso de salidas existentes al Canal Cundinamarca para el manejo de aguas lluvias, teniendo en cuenta que este funciona como embalse y su descarga es totalmente dependiente de la operación de la estación de bombeo de Gibraltar, de igual manera se expresa que se utilizarán salidas existentes que se encuentran en la jurisdicción de la CAR por la ubicación de la plataforma en el Predio el Corzo. (Anexo 1).



Fotografía 3 Sistema de Drenaje existente – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

#### 2.10.1.1 Descripción de las obras

En el Patio Taller, para la Fase Previa, se proyecta la conformación de una plataforma de trabajo sobre la cual se puedan llevar a cabo la construcción de las obras definitivas previstas. Se trata por tanto de una obra de adecuación que permitirá la circulación de equipos, la ubicación de puntos de almacenamiento de materiales y de toda infraestructura que permita construir la solución de mejoramiento del suelo y la plataforma definitiva.

Las actividades y obras principales para realizar en el Patio Taller y sobre las cuales se desarrollará el presente Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición, se pueden evidenciar en la Figura 3.

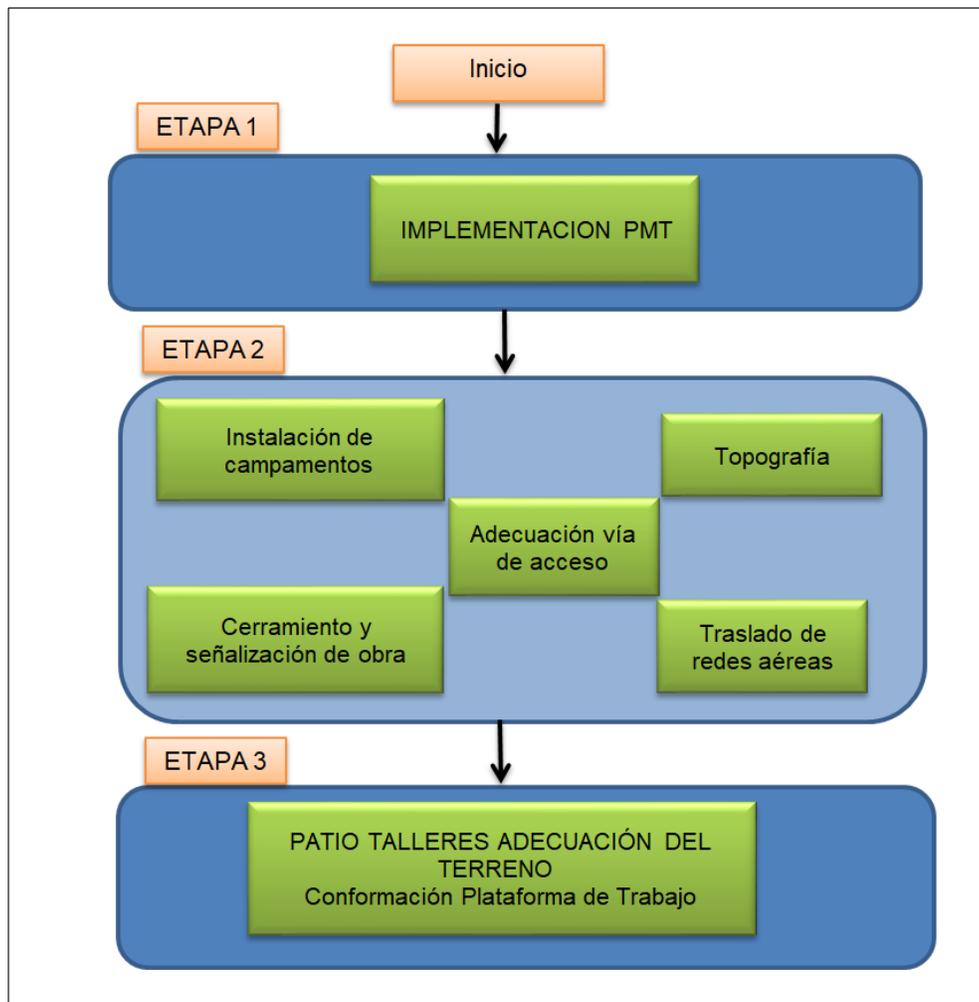


Figura 3 Actividades de construcción fase previa – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Para las actividades de Patio Taller se tiene en cuenta 3 etapas, la cuales se relacionan a continuación:

- ▶ En la primera etapa, se desarrollarán aquellas actividades para implementación del Plan de Manejo de Tráfico.
- ▶ En la segunda etapa, se desarrollaran las siguientes actividades: topografía, cerramiento y señalización de obra, adecuación del terreno para instalación de campamentos, instalación de campamentos, instalación e cerramiento en malla eslabonada (campamento), instalación de unidades sanitarias, servicio de energía, Sistema de abastecimiento de agua potable, adecuación de almacenamiento (materiales y residuos) traslado de redes aéreas y adecuación de vías de acceso, estas actividades se pueden implementar de manera paralela y se requieren para liberar el área de trabajo en la totalidad del predio.
- ▶ Finalmente, en la etapa 3, corresponde a la conformación de la plataforma de trabajo. Lo anterior, acorde con el cronograma de ejecución del Patio Taller.

A continuación, se especifican las actividades a desarrollar en cada etapa.

► **Etapa 1**

► **Implementación del Plan de Manejo de Tráfico**

Mediante COI No.19 del 13 de mayo de 2021, la Secretaría Distrital de Movilidad, autorizó el Plan de Manejo de Tráfico para la entrada y salida de volquetas del predio del Patio Taller del Proyecto, con vigencia desde el 17 de mayo de 2021 hasta el 12 de mayo de 2022.

El Plan de Manejo de Tráfico, de acuerdo con lo establecido en el concepto técnico para gestionar los planes de manejo de tránsito por obra de la Secretaría de Movilidad (SDM), establece como área de alcance el área inmediata de entrada y salida de volquetas. Para este caso, corresponde al cruce la de AK 86, la Calle 49 sur y la vía del acueducto que corresponde a una vía semiprivada donde no transitan vehículos particulares sino únicamente vehículos de carga.

El Concesionario implementará dicho PMT, previo al inicio de las actividades descritas en el presente Plan. En la Figura 4 y Figura 5, se presenta un esquema del Plan de Manejo de Tráfico (PMT) que se implementará para la adecuación de las obras.

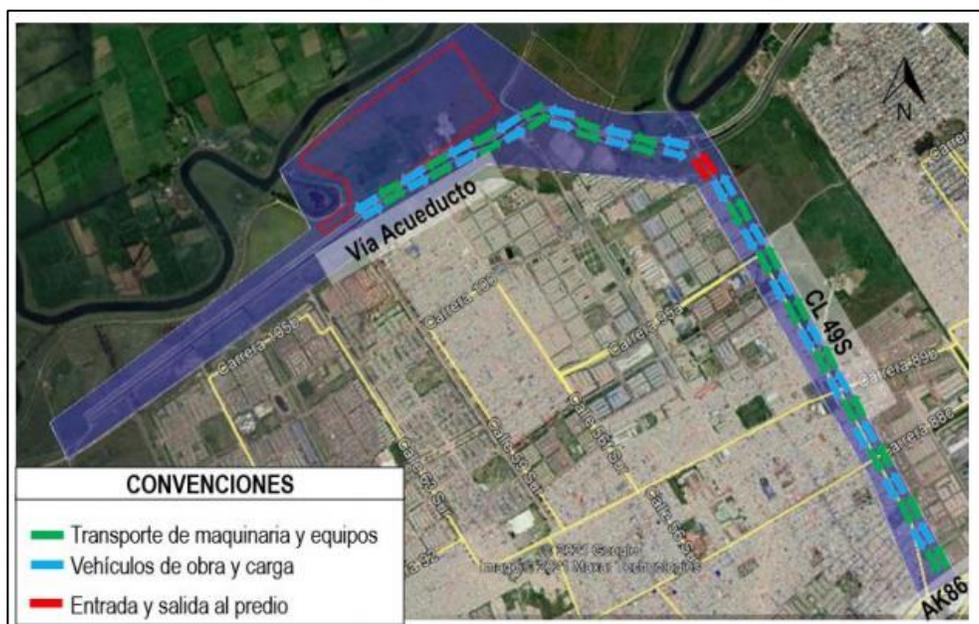


Figura 4 Plan Manejo de Trafico – Ruta de Acceso al Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

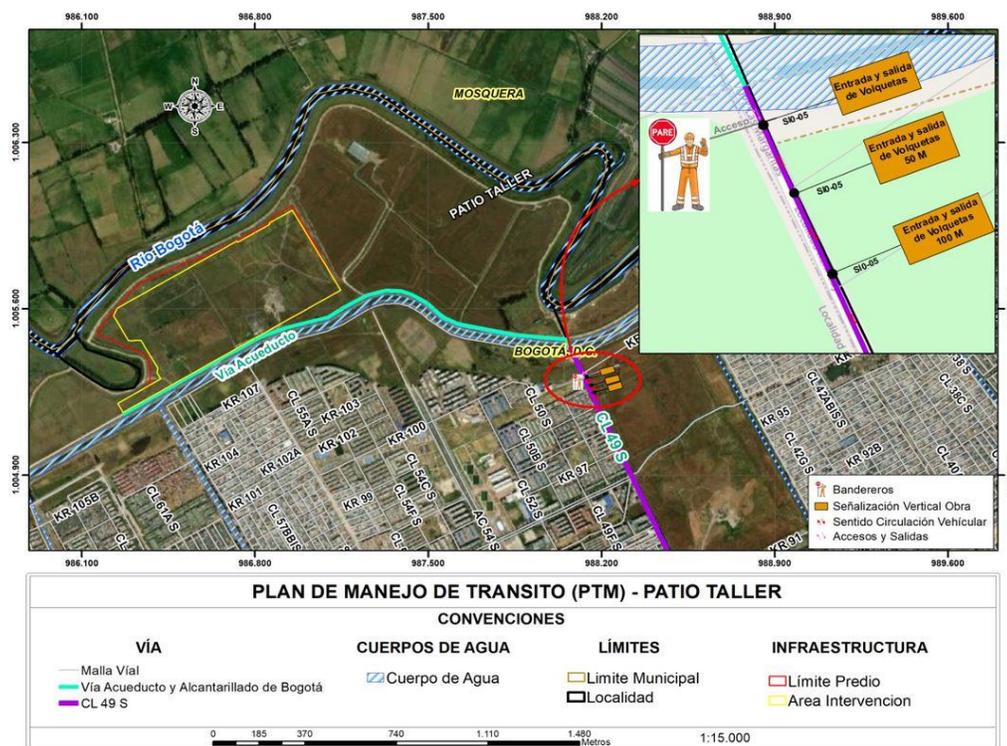


Figura 5 Plan Manejo de Trafico – Acceso al Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Para los trabajos que se plantean en la vía a intervenir, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- ▶ La seguridad de los peatones que circulen por las zonas de espacio público es fundamental, y por tanto se tomarán las medidas necesarias para aislar su tránsito en los diferentes accesos hacia el frente de obra y segregarlos del tránsito vehicular, con la utilización de elementos que garanticen la seguridad de todos los usuarios.
- ▶ Se garantizará el acceso peatonal y vehicular durante el tiempo de obra. (En el caso del acceso hacia el Patio Taller por la Calle 49sur, no se realizarán cierres de las entradas hacia los garajes ubicados por esta vía principal)
- ▶ La señalización será implementada de tal forma que tanto los peatones como conductores tengan la claridad necesaria para su desplazamiento en la obra y su área de influencia.
- ▶ Los trabajos de instalación de señalización se realizarán de acuerdo a los planos aprobados por la Secretaría de Movilidad, donde se encuentran los sitios exactos para la ubicación de los dispositivos de señalización. Este trabajo se realiza por medio de la cuadrilla de tráfico de Metro Línea 1 quien, con herramienta manual, instalará estos dispositivos de forma adecuada y con la información necesaria que dé cumplimiento al PMT. (Para implementación de señalización y dispositivos de control se establecen los siguientes niveles de señalización: Primer nivel:

señalización informativa, tipo pasavías instaladas antes del inicio de la obra. Segundo nivel: corresponde a la señalización planteada en el PMT vigente, ubicada dentro del área de influencia. Tercer nivel: corresponde a las señales ubicadas en la zona de obra).

- ▶ La señalización contará con un mantenimiento periódico de limpieza o cambio en caso de ser necesario. Para esta actividad, se dispondrá de un sitio de acopio de dispositivos de señalización ubicado en el campamento, así como de un punto de almacenamiento de los elementos deteriorados, los cuales serán entregados posteriormente a una empresa recicladora debidamente autorizada.
- ▶ Los criterios de seguridad tanto de los peatones y bicicletas como de los vehículos que circulen por el área de influencia del proyecto estarán presentes en todas las afectaciones (alteraciones) a realizar, garantizando el normal desenvolvimiento de los habitantes y usuarios del área del proyecto.
- ▶ Se realizará la adecuación de las vías señaladas en Plan de Manejo de Tránsito, Señalización y Desvíos, previo a la utilización del desvío. (La Calle 49sur para el acceso a la vía de la EAAB que conduce hacia Patio Taller es una vía que se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad (pavimentada), para lo cual Metro Línea 1, garantiza que esta vía al finalizar los trabajos se encuentre en las mismas condiciones que fue inicialmente verificada y tomada en servicio por el proyecto).
- ▶ La comunidad (peatones, ciclo usuarios, conductores, residentes, comerciantes y transportadores) debe estar permanentemente informada sobre los cambios que afecten su movilidad en el transcurso y desarrollo de las obras; para ello se cuentan con programas de divulgación liderados por el área social de Metro Línea 1, donde la comunidad se encuentra enterada de todas las necesidades y requerimientos de tránsito del proyecto.
- ▶ Todas las señales que se utilicen durante la ejecución de las serán retroreflectivas. Para las señales verticales se utilizarán materiales retroreflectivos Tipo I o de características superiores.
- ▶ Durante la ejecución e implementación de las labores del Plan de Manejo de Tránsito, Metro Línea 1 contará con cuadrilla de personal para Brigada de mantenimiento de la señalización. Esta brigada es el grupo de personas que se encarga de forma permanente de mantener, revisar y reemplazar la señalización y dispositivos de control de tránsito, (incluyendo senderos peatonales y canalizaciones), instaladas de acuerdo con lo establecido en el PMT aprobado. Adicionalmente, se tendrá personal de apoyo (bandereros) quienes son el grupo de personas que prestan apoyo en la vía para el manejo de peatones y del tránsito en donde se considere necesario y deben permanecer durante todo el tiempo de ejecución de los trabajos. (Estos trabajadores contarán con su correcta indumentaria que los identifique como trabajadores de Metro Línea 1 y siempre tendrán sus EPP's para desarrollar su

actividad. También contarán con todos los elementos necesarios para el desempeño y manejo del tránsito vehicular y peatonal por la zona de la Vía de Acceso a Patio Taller – Calle 49sur).

- ▶ Teniendo en cuenta estas actividades, la implementación del Plan de Manejo de Tráfico requerirá un alto volumen de movimiento de maquinaria, equipos, vehículos livianos y vehículos pesados, por lo cual, se requiere su cumplimiento durante cualquier jornada de trabajo en la zona del Patio Taller. Para ello, Metro Línea 1 garantizará su óptimo cumplimiento de acuerdo a lo establecido con la Secretaría de Movilidad con el fin de no generar afectaciones a la comunidad vecina de la calle 49sur por donde se accede al predio del Patio Taller.
- ▶ Para la ejecución de las actividades previas se tiene previsto 60 viajes diarios de volquetas tipo doble troque y en las etapas más críticas hasta 200 viajes diarios.
- ▶ Los equipos que se emplearán para la ejecución de las actividades previas son; motoniveladora, compactadores, Bulldozer, retro excavadoras, minicargadores, volquetas tipo doble troque y carrotanque.
- ▶ Después de terminada la ejecución de la obra, Metro Línea 1 retirará toda la señalización provisional de obra que fue implementada durante su ejecución, y reestablecerá las condiciones afectadas o alteradas por el Plan de Manejo de Tránsito – PMT.

Adicionalmente, en la Figura 6 se presenta la ruta para disposición final de RCD's y en la Figura 7 se presenta las rutas de acceso de los proveedores de materiales al Patio Taller.

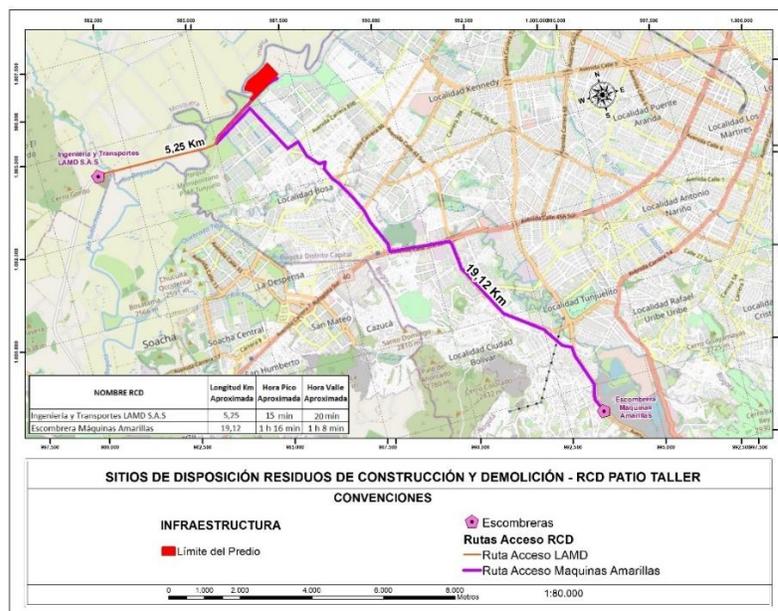


Figura 6 Rutas para disposición de RCD - Plan Manejo de Tráfico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

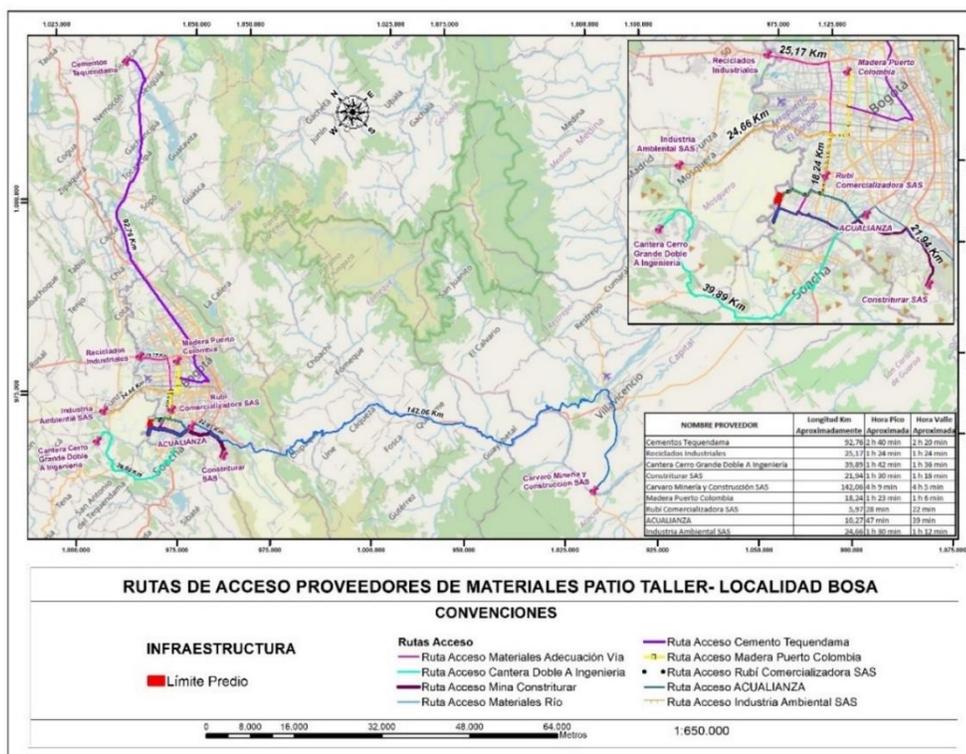


Figura 7 Rutas de acceso proveedores – Plan Manejo de Tráfico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

En cuanto a las posibles afectaciones a las vías utilizadas, el Concesionario realizará previo al inicio de las obras, un inventario vial que registra el estado actual de las vías aledañas al proyecto y por donde transitarán los vehículos de carga. La responsabilidad del Concesionario frente a estas vías es la de no generar deterioros más allá de los encontrados en el inventario.

Para acotar el alcance de esta responsabilidad, es importante aclarar que la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial del Instituto de Desarrollo Urbano, tiene a cargo las vías de Bogotá, tanto de la Malla vial Troncal, como no troncal (SITP). En cuanto a las vías de la Malla Vial Intermedia y Local, comparte su responsabilidad con las Alcaldías locales.

Por lo anterior, debido a esta condición de la infraestructura vial, el Concesionario no puede realizar actividades de reparación, mantenimiento o mejoramiento de vías a menos que surja una queja o reclamo del Instituto de Desarrollo Urbano.

Es así como el Concesionario ML1 acotará sus actividades a la inspección periódica de las vías de acceso y salida de vehículos de carga desde el Patio Taller como la Calle 49 sur y la vía del acueducto. Esta última al no estar pavimentada, recibirá un mejoramiento inicial con material de base y

posteriormente recibirá mantenimiento periódico en la medida en que lo requiera. Las actividades previstas en estas vías son:

- ▶ Registro fotográfico y fílmico inicial el Estado de la Vía
- ▶ Inspección del estado de la vía
- ▶ Protección de sumideros en la calle 49 sur (salida y entrada de volquetas)
- ▶ Limpieza de llantas de los vehículos de carga a la salida hacia la Calle 49 sur

En la Figura 8 se presenta la figura con el flujograma de los trabajos a realizar para la Implementación del Plan de Manejo de Tráfico:

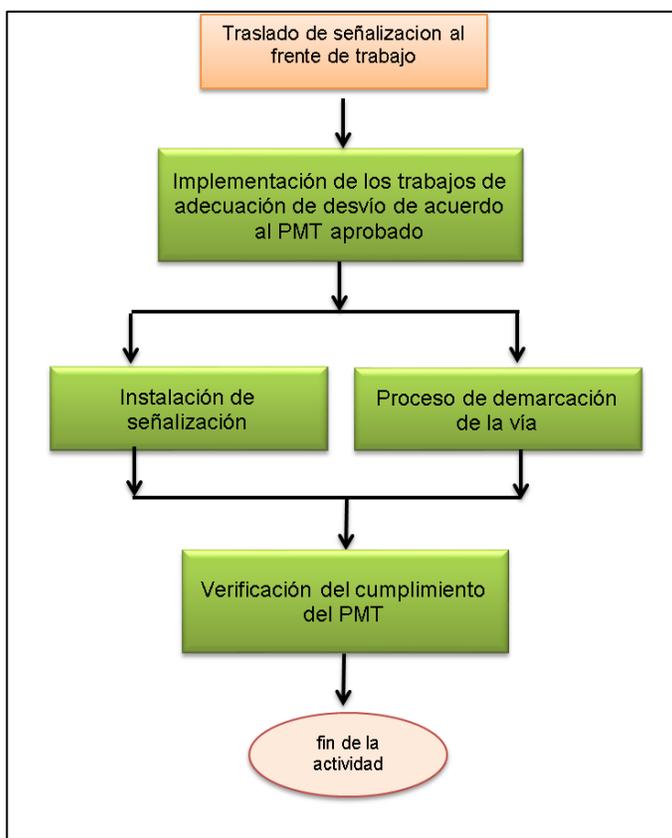


Figura 8 Diagrama de descripción de implementación del Plan de Manejo de Tráfico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Etapa 2

► Topografía

Las actividades de topografía consisten en la marcación y definición de distancias en el terreno, las alturas en diferentes cotas, que permitirán desarrollar el diseño de la plataforma de trabajo.

Se realiza la identificación de límites del predio, cotas de altura, distancia con elementos naturales como el río Bogotá, el Canal de Cundinamarca, límites de las áreas naturales, ubicación de árboles, construcciones existentes y bordes de vías, entre otros referentes que servirán para definir durante el diseño.

En la segunda etapa, una vez se cuente con el diseño, se realiza la marcación de los puntos y cotas de diseño con el fin de que se pueda iniciar las obras. A continuación, se presenta la Figura 9 con el flujograma de los trabajos a realizar para las actividades de topografía:

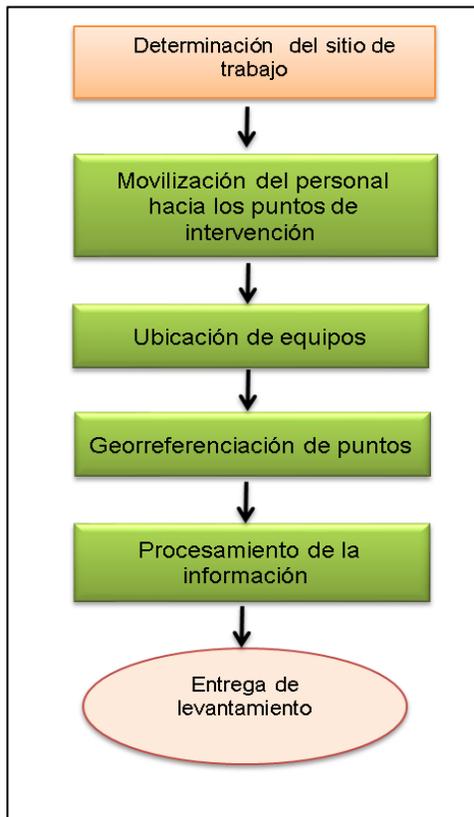


Figura 9 Diagrama de descripción de Actividad de Topografía

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Cerramiento y señalización de obra

En cuanto al cerramiento del Patio Taller, se realizará a través de 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 estarán distanciados cada 2.20 metros y el cerramiento tendrá una longitud de 3.008 metros. (Ver Figura 10 y Figura 11). El cerramiento se realizará según planos de ubicación los cuales se replantearán y localizarán para dejar estacas guía.

Para instalar los postes se abrirán huecos de 20cm de diámetro y 40cm de profundidad de manera manual, para posteriormente ubicar el poste y rellenar el contorno con concreto fundido in situ. El material resultante será reutilizado como atraque de la instalación del poste y el relleno del contorno que será realizado en concreto fundido in situ. Cuando ya se tenga una longitud de postes instalados de aproximadamente 300 metros se instalará y se templará el alambre de púa. En cada cambio de sentido se ubicarán 2 postes diagonales como templete.

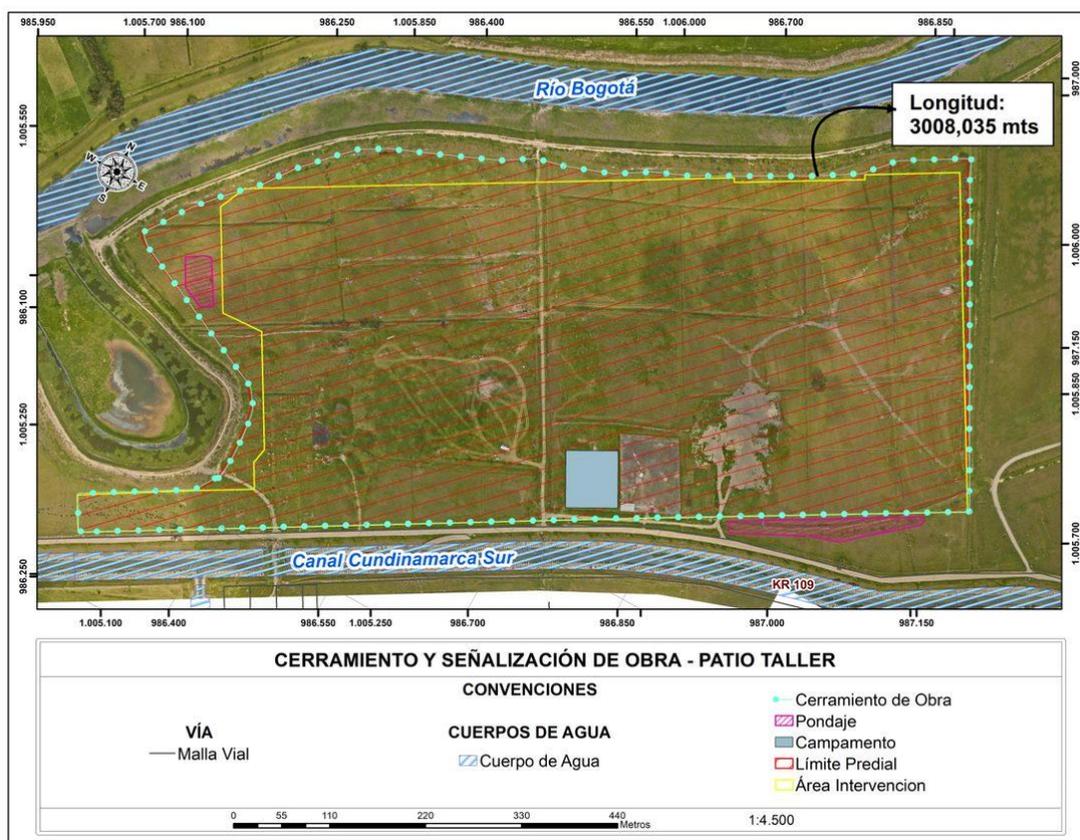


Figura 10 Plano de la ubicación del cerramiento perimetral

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

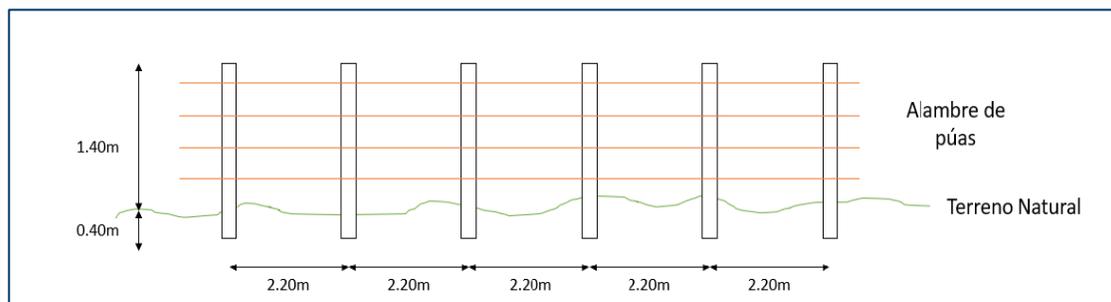
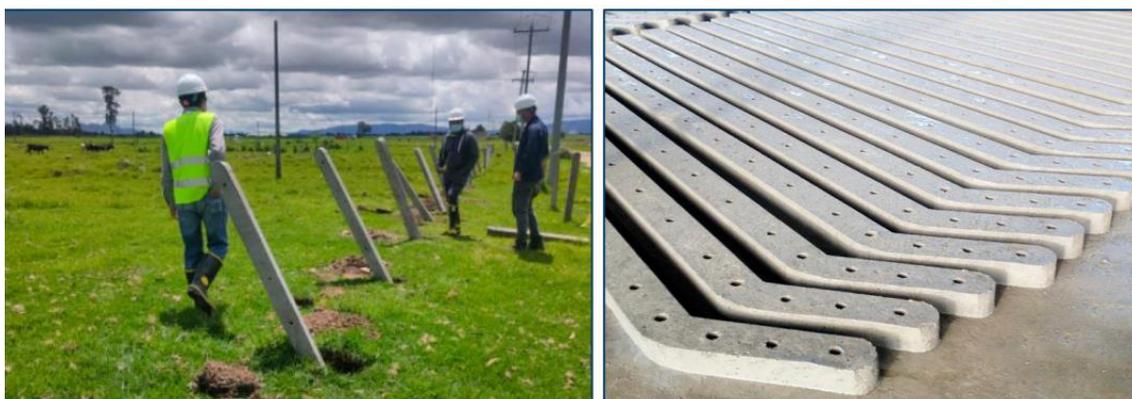


Figura 11 Esquema de cerramiento perimetral

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021



Fotografía 4 Conformación del cerramiento de seguridad perimetral en el Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

La señalización de obra estará compuesta de señales preventivas de trabajos en la vía, dispositivos de seguridad y aislamiento. Dentro de las señales a instalar se tendrán en cuenta las siguientes: Señales de Prohibición, obligación, advertencia y salvamento y las demás requeridas. Adicionalmente los contenedores empleados como campamento se mantendrán señalizados con las rutas de acceso y evacuación, dotados con los equipos de control de incendios y primeros auxilios.

De igual manera, para las zonas establecidas para acopios temporales tanto de materiales, RCD's, residuos convencionales, reciclables, acopio de sustancias químicas, zona de campamentos, unidades sanitarias, parqueadero de maquinaria y vehículos, zonas de mantenimiento correctivo de equipos y maquinaria y demás, se garantizará la correcta señalización.

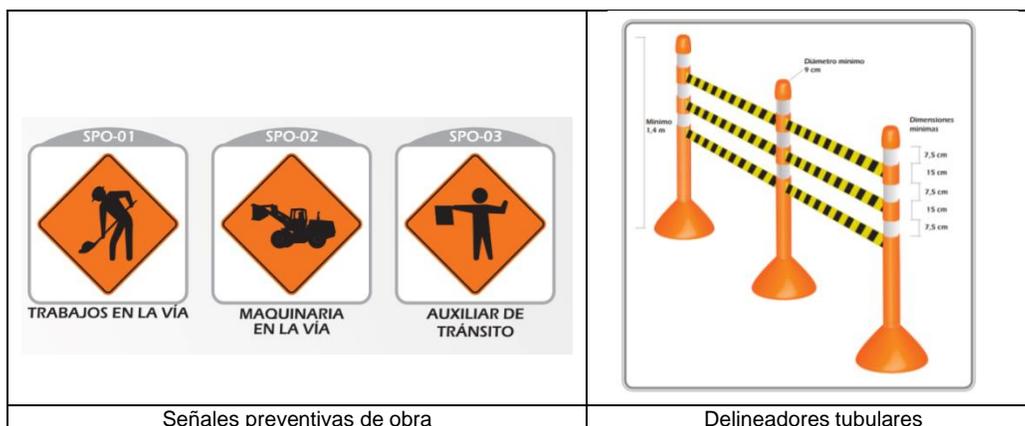


Figura 12 Dispositivos de señalización y demarcación de obra

Fuente: Manual de señalización vial 2015, INVIAS

A continuación, se presenta la descripción de actividades de cerramiento y señalización de obra para actividades previas en el contrato de referencia para el predio Patio Taller.

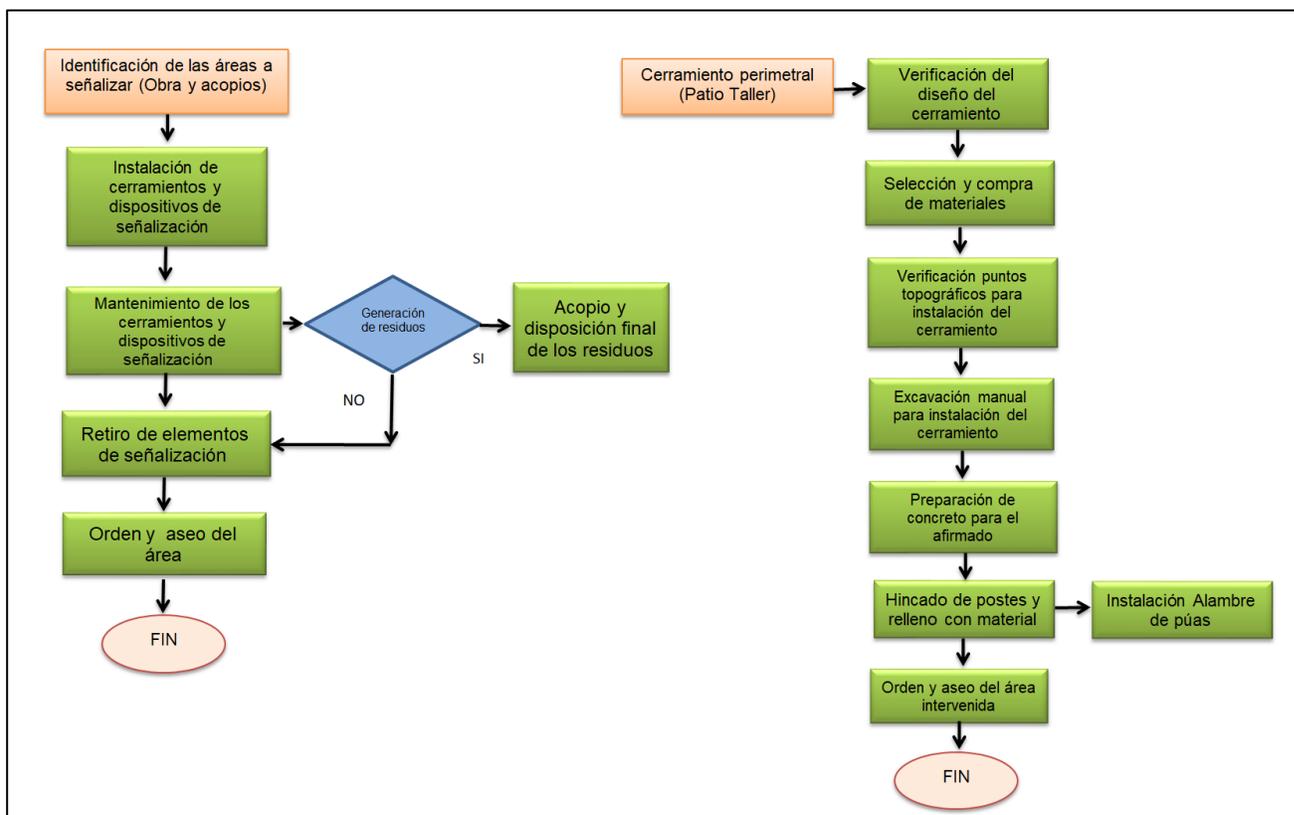


Figura 13 Diagrama de descripción de actividad de cerramiento y señalización de obra

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Instalación de campamentos

En la Figura 14 se presenta la ubicación del Campamento dentro del Patio Taller.

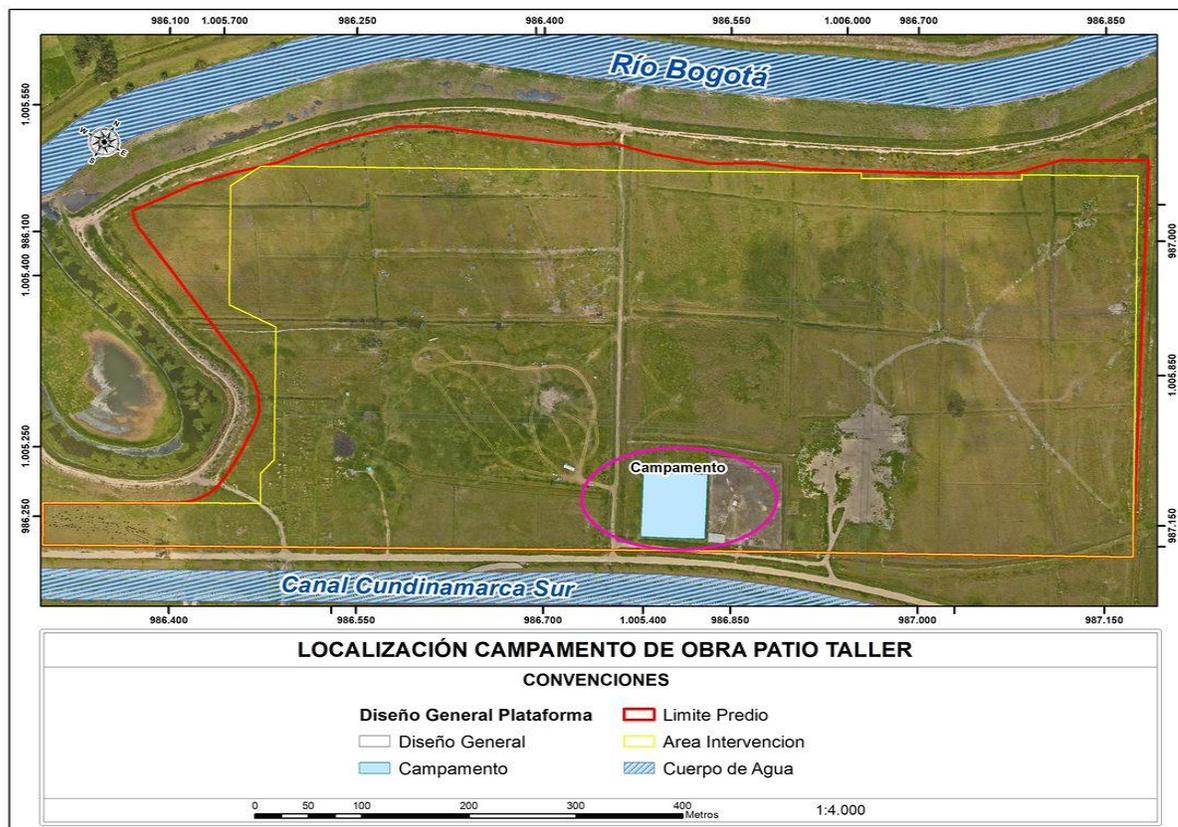


Figura 14 Plano de ubicación del campamento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

El proyecto contará para su ejecución, con un área de 3948 m<sup>2</sup> para el campamento, que tendrá un cerramiento en malla eslabonada. En este, se instalarán contenedores para las áreas de acopio temporal de materiales de construcción, áreas de acopio de residuos de excavaciones y demoliciones, áreas para el acopio y clasificación de residuos reciclables, zonas de parqueo de vehículos y parqueo de maquinaria, entre otras.

► Adecuación del terreno para instalación de campamentos

Para la adecuación del terreno se realizará exactamente el mismo proceso constructivo empleado para la construcción de la plataforma de trabajo.

Considerando que la primera zona en la cual se ejecutará el descapote, será el área de prueba y/o área de campamento ML1, en esta área se garantizará la pendiente sobre la Plataforma de trabajo conformada, tal y como se ilustra en la Figura 15. Además de lo anterior, se podrá adelantar la

construcción de los drenes franceses cerca al área del campamento, lo anterior, para garantizar temporalmente el drenaje del Campamento de obra de ML1.

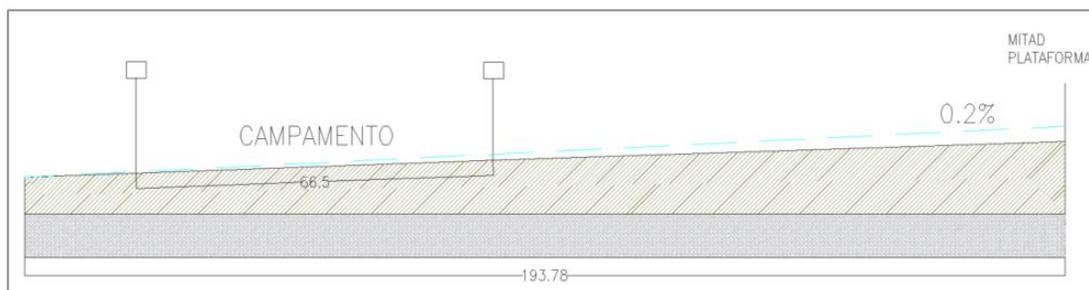


Figura 15 Pendiente y ubicación sobre campamento de obra ML1

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Cerramiento en malla eslabonada (Campamento)

Este cerramiento para la adecuación de campamento será en malla metálica eslabonada en alambre galvanizado calibre No 12 con aberturas de 2 pulgadas y una deflexión en la vertical de 30° de 0.50 metros. Se utilizarán postes metálicos de 2.50 metros de altura y diámetro de 2 pulgadas. Los tubos estarán separados cada 10 m y los amarres a la malla se realizarán con alambre galvanizado calibre No 12 con espaciado de 0.30 metros. Estos postes irán enterrados 0.40 m para su estabilidad. En la deflexión vertical se instalarán 3 líneas de alambre de púas calibre No 14. Este cerramiento debe contar con una puerta para ingreso de vehículos de 5 metros de ancho (dos secciones) y una puerta de ingreso peatonal de 1.30 metros.

Para la instalación de los postes, se realizará una excavación manual de 10 cm de diámetro y 40 cm de profundidad para ubicar el poste y rellenar el contorno con concreto fundido en sitio. Teniendo en cuenta que, para la instalación de los postes metálicos se debe realizar un ahoyado manual, y el material resultante será reutilizado como atraque del ahoyado. Posteriormente se instala la malla eslabonada asegurándola a los postes con los amarres. Finalmente se templará e instalará el alambre de púas en la parte superior para mejorar las condiciones de seguridad del predio.

► Instalaciones (Campamento)

En la Figura 16 se presenta la localización y distribución de las áreas del campamento



Figura 16 Distribución de áreas del campamento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Las instalaciones del campamento contemplan modulares de oficina prefabricados de un tamaño de 20 pies, los cuales cuentan con sus instalaciones eléctricas e iluminación. Se utilizarán este tipo de modulares para construir oficinas, almacén, laboratorio, zona de vestidores, área de servicios generales, salas de reuniones, seguridad privada, área de primeros auxilios, comedores y demás requeridas para la administración de la obra. Estos espacios estarán ubicados sobre pedestales en concreto y escalera metálica con baranda para el acceso.

Una vez se cuente con la infraestructura del campamento, se iniciará con el proceso de instalación de la señalización informativa y preventiva con el fin de identificar las áreas, rutas de evacuación, extintores, ente otras.

A continuación, se realiza una descripción de la estructura con que contará el campamento de interés ambiental:

▶ Baños

Los baños para los campamentos funcionarán bajo la modalidad de unidades sanitarias portátiles.

Para la limpieza y mantenimiento se tendrán las siguientes consideraciones:

- ▶ Para el procedimiento de limpieza se utilizará un vector el cual succionará desde el tanque de almacenamiento. El proveedor de limpieza deberá contar con todos los permisos ambientales de recolección, transporte y vertimiento de estos residuos. Se tiene planeado realizar limpieza del tanque de almacenamiento 2 veces a la semana en un horario donde no se encuentre el personal de oficina para mitigar el control de olores en el momento de realizar dicha labor.
- ▶ Para la disposición de estos residuos se utilizará un proveedor autorizado para tal fin, el cual debe cumplir con todos los requerimientos establecidos en materia ambiental.
- ▶ Una vez desalojados los residuos y vaciados en el vector, serán transportados hacia el de disposición final.
- ▶ El proveedor deberá certificar la disposición de los residuos.

En el caso que, durante el desarrollo de las actividades, se requiera el ingreso adicional de un proveedor para suministro de unidades sanitarias y para el manejo de disposición de aguas residuales, se notificará y remitirá la respectiva documentación a Interventoría.

▶ Servicio de Energía (Campamento)

Se utilizará una planta eléctrica regulada de 35 KW para el suministro de energía a los campamentos. 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.). Las especificaciones técnicas de la planta eléctrica se encuentran en el anexo 3.2 Especificaciones técnicas equipos.

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.

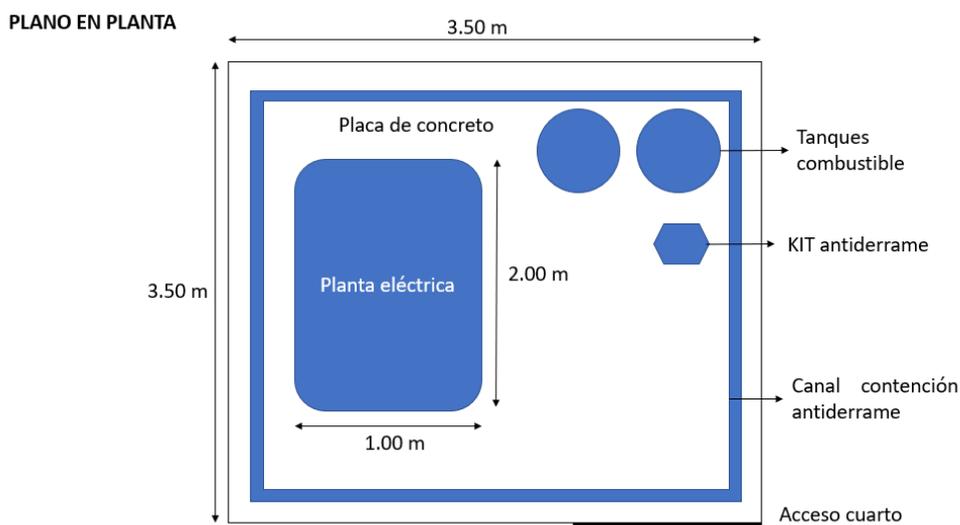


Figura 17 Plano en planta de la estructura para el generador eléctrico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

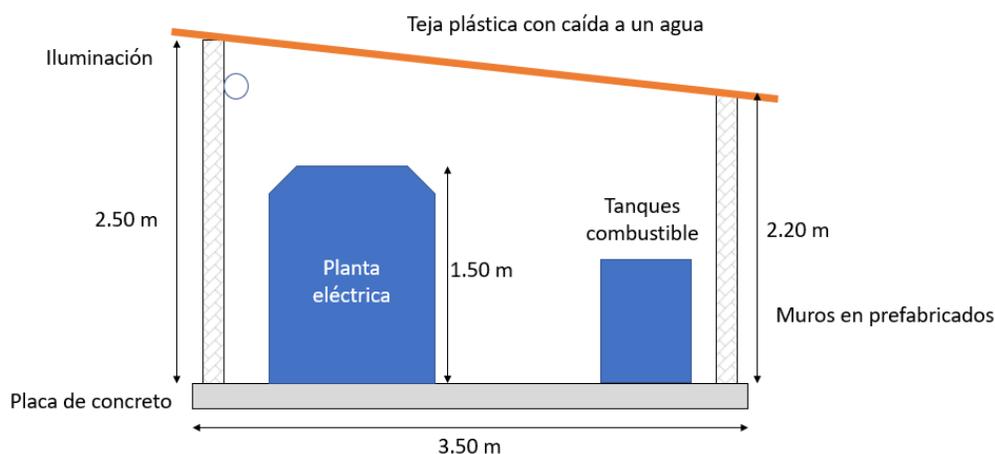


Figura 18 Plano en perfil de la estructura para el generador eléctrico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

A continuación, se enlista como mitigar diferentes problemáticas relacionadas con el cuarto de energía y la planta eléctrica:

- ▶ Ruido: Al tener un cuarto realizado en materiales prefabricados, el ruido que pueda producir la planta se encuentra contenido. La puerta de acceso debe permanecer cerrada para evitar la propagación del ruido.
- ▶ Inundación: En cuanto a aguas lluvias, el cuarto cuenta con una cubierta en tejas a un agua con suficiente pendiente para evitar aposamiento de agua que puedan causar alguna falla. La cubierta debe contar con una excentricidad con el fin de garantizar que las aguas lluvias descarguen sobre el terreno natural. Al igual la placa del piso debe quedar fundida por encima del terreno natural con el fin de mitigar posibles inundaciones a causa de las lluvias.
- ▶ Incendios: Los tanques de almacenamiento de combustible deben tener su correspondiente rotulación. Para el tanqueo de la planta solamente lo puede realizar personal autorizado y debidamente capacitado para control y manejo de sustancias. Se contará con un Kit de derrames y un extintor.
- ▶ Iluminación: provendrá de fuente eléctrica por medio de bombillos y además la teja de plástico permite el ingreso de iluminación natural por la cubierta.
- ▶ Emisiones: El generador eléctrico se encuentra ubicado a una distancia de 45 metros aproximadamente de las oficinas, con el fin de evitar contaminación puntual hacia el personal.

En la Figura 19 se detalla la ubicación del generador eléctrico y el ducto de emisiones dentro del campamento.

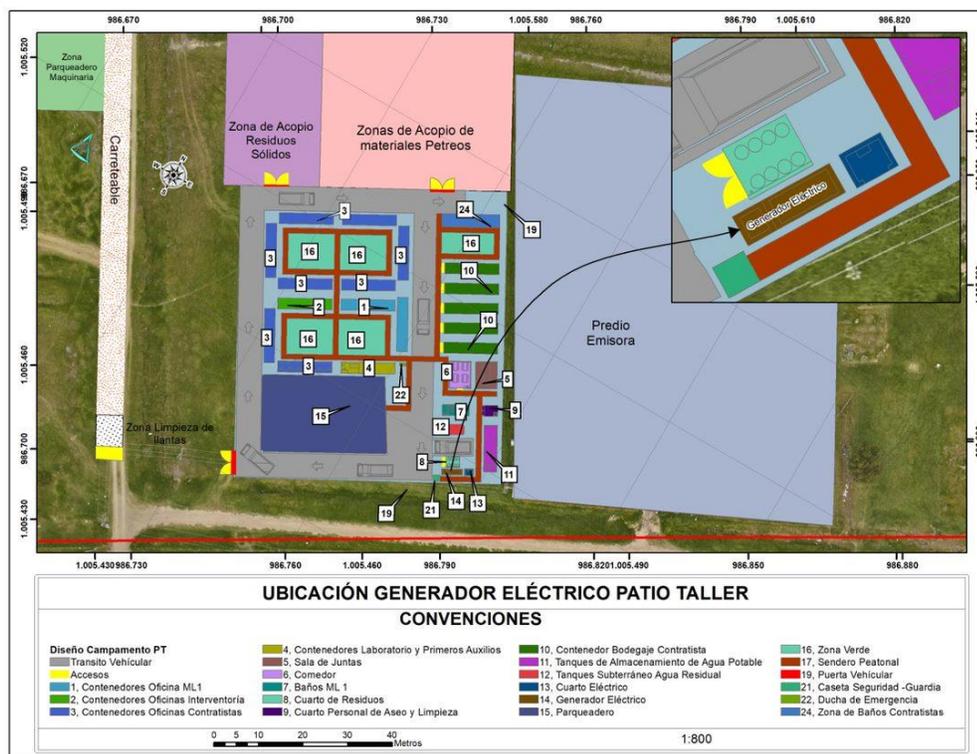


Figura 19 Detalle de ubicación del generador eléctrico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Sistema de abastecimiento de agua potable

Para las baterías de baños y comedor se tendrá un sistema de almacenamiento de agua con tres tanques de 5000 litros. El suministro de esta agua se realizará por medio de carrotaques de agua. Se instalarán tuberías de PVC de 2 pulgadas subterráneas a una profundidad de 60cm realizando excavaciones mecánicas de 40cm de ancho por una longitud total de 150 metros aproximadamente. No se generarán RCD's del proceso de excavación ya que se realizará el correspondiente relleno para cubrir la tubería. Para impulsar el agua de los tanques a los diferentes puntos hidráulicos se utilizará una bomba eléctrica a 110V de 2 pulgadas. Las especificaciones técnicas de los tanques se encuentran en el anexo 3.2 Especificaciones técnicas equipos.

Los tanques de agua estarán ubicados sobre una estructura en prefabricados y madera para garantizar al menos 1.50 metros de altura.

La hidratación del personal se realizará por medio de botellones de agua potable.

► Adecuación de almacenes (materiales de construcción y residuos)

Para el almacenamiento de materiales como la cal, el cemento y demás productos que puedan sufrir daños en contacto con el agua, se dispondrán contenedores de 20 pies para el almacenamiento de

estos materiales. Esto con el fin de garantizar que el producto, mientras se encuentre en stock, no tenga problemas.

Las áreas dispuestas para los acopios de material prefabricado, granular y los RCD's, serán cubiertos con polietileno con el fin de proteger el suelo, para la adecuación de las zonas para acopio de residuos y sustancias químicas. Se construirá una placa en concreto empobrecido, con el fin de permitir un aislamiento del suelo. Para la zona de parqueo y comedor, se construirá una zona dura en concreto la cual contará con desagües perimetrales para la recolección de aguas lluvia. Se adecuarán vías internas de circulación con el debido manejo de niveles para evitar empozamientos de agua.

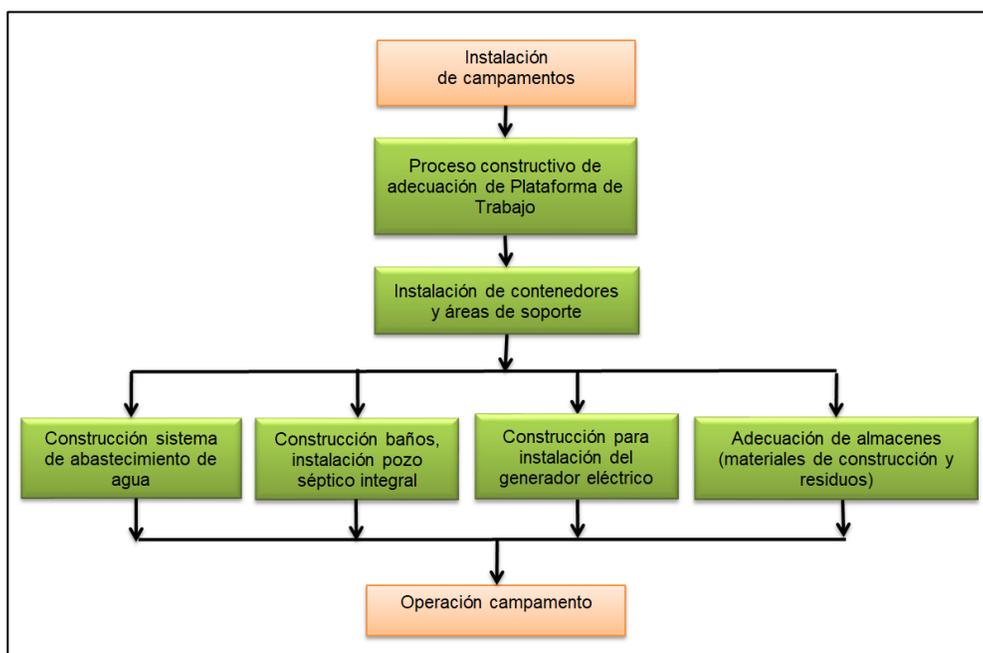


Figura 20 Diagrama de descripción de actividad de instalación de campamentos

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Traslado de redes aéreas

Durante el inventario llevado a cabo en la zona del Patio Taller, se logró identificar la presencia de una red eléctrica de Media Tensión aérea de 11.4 Kv/ 13.2 Kv, instalada por medio de postes de concreto tipo línea de 12 metros de altura con un peso de 510 Kg conectados entre sí a través de un cable 4/0 AAAC monopolar. La red se encuentra localizada en el eje central del predio atravesando de manera transversal el patio desde el lindero ubicado en el costado oriente hasta el lindero ubicado en el costado occidente, con una longitud total de interferencia de aproximadamente 420 metros lineales.

Para dar solución a esta interferencia eléctrica se ha planteado la siguiente alternativa con el fin de cumplir con las obligaciones contractuales establecidas en el Apéndice Técnico 13. En esta alternativa se proyectó el trazado de reubicación bordeando el lindero del predio a lo largo del costado occidental

y sur del patio, generando una línea en forma de L hasta empatar/conectar con la red existente ubicada en el costado occidental paralelo al canal Cundinamarca.

Esta solución consiste en la instalación de una red aérea de Media Tensión 11.4 Kv/ 13.2 Kv con una longitud de desarrollo de aproximadamente 1,026 metros lineales, para lo cual es necesario efectuar la instalación de 25 postes en acero tipo línea de 12 metros de altura, los cuales estarán conectados por medio de un cableado cuya especificación corresponde a 240 mm<sup>2</sup> AL. Adicional a esto es necesaria la instalación de un tramo subterráneo con una longitud de 15 metros lineales, para lo cual se requiere ejecutar la construcción de 2 cajas de inspección dobles tipo CS276, la instalación de 6 ductos de Ø 6" en PVC y de cable tipo 2/0 ACSR desnudo.

Las actividades por ejecutar para efectuar la reubicación de la interferencia eléctrica de Media Tensión aérea contemplan la localización y el replanteo de los puntos con coordenadas georreferenciadas de la infraestructura proyectada por medio de una comisión topográfica utilizando herramientas como nivel de precisión, GPS y/o estación total. Posteriormente se procede a desmontar y retirar la infraestructura de red eléctrica existente que está generando la interferencia, la cual se comprende por postes y cableado eléctrico.

Se procede a realizar los trabajos de excavación para construir la cimentación de los postes de concreto y la excavación para las cajas de inspección. Consecutivamente, se realiza la construcción de las cajas de inspección y la instalación, nivelación y aplome de los postes eléctricos. Una vez instalada esta infraestructura, se efectúa el tendido del cableado eléctrico y se realiza la instalación de los dispositivos necesarios para la correcta operación de la red, como por ejemplo la malla de puesta a tierra.

Posteriormente, se procede a realizar las pruebas y ensayos necesarios con el fin de obtener la certificación y constancia por parte de la ESP (Enel-Codensa) en donde se especifique que la red se encuentra apta para su puesta en operación. Finalmente, se realizan las maniobras de conexión entre la red proyectada instalada y la infraestructura de red eléctrica existente en el costado occidente del Patio Taller, con el fin de disponer la red para su operación.

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 (Ver Fotografía 5). El fondo de la excavación deberá ser plano y suficientemente compactado a fin de distribuir adecuadamente las cargas verticales actuantes. Estas excavaciones deben permanecer con demarcación de área que impida el acceso con la respectiva señalización preventiva de peligro y de restricción de acceso.

La cantidad de los huecos y postes a instalar estará establecida de acuerdo con el diseño definitivo de tendido de las redes eléctricas que se encuentra en previa aprobación por la empresa de servicios públicos de la ciudad de Bogotá. La actividad de excavación se hará manual y se desarrollará a través de la cuadrilla del personal eléctrico de Metro Línea 1, quien realizará la actividad cumpliendo con todos los protocolos de Seguridad y Salud en el Trabajo y medio Ambiente establecidos para el proyecto.



Fotografía 5 Excavación para instalación de postes

Fuente: Tomado de Inproelectric 2021

Los postes serán transportados en un tractocamión y descargados con una grúa para su correcta ubicación. El transporte se hará de modo tal que los postes queden colocados de forma apropiada sobre la caja del vehículo cuidando que no ocurran desequilibrios por puntos de apoyo mal ubicados lo cual ocasionaría rajaduras o fisuras en los postes debido a su longitud. Los postes deben ser cargados y descargados con grúa, sujetándolos en su centro de gravedad con bucles de cable de acero de extra alta resistencia (Estrobo). Las operaciones de cargue y descargue de los postes debe efectuarse lentamente y deben colocarse por capas en las que los postes de la capa se encuentren orientados de la misma forma, es decir, bases a un lado y puntas de postes al otro. Los separadores garantizan un espacio conveniente para rodear el poste con el estrobo, en el centro de gravedad. Los postes para cargar y descargar deben estar completamente libres de separador superior. Los equipos utilizados para la manipulación de los postes deben tener la capacidad adecuada. Hay que tener en cuenta que la capacidad va disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la que se opera el equipo, es decir, a mayor distancia de manipulación, menor la carga que soporta. (Ver, Fotografía 6 Traslado de postes eléctricos y Figura 21 Hincado de postes con camión grúa)



Fotografía 6 Traslado de postes eléctricos

Fuente: Tomado de Inproelectric 2021

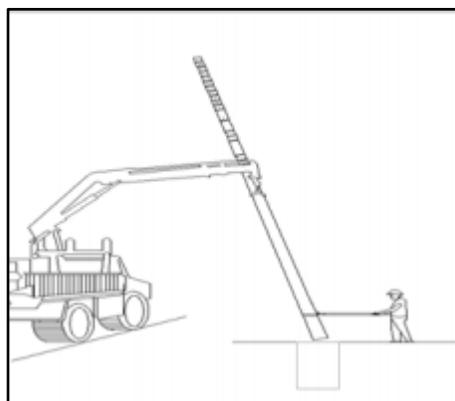


Figura 21 Hincado de postes con camión grúa

Fuente: Tomado de Inproelectric 2021

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. Si en el momento de realizar las excavaciones se aprecia que las características del terreno difieren a las indicadas en el proyecto, se construirán cimentaciones que se realizarán con concreto de 21Mpa (3000 psi). El mezclado del concreto se realizará siempre sobre superficies impermeables cuando se realice a mano, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. El poste será sostenido a plomo adecuadamente hasta que el concreto haya fraguado evitando así pérdida de verticalidad o de alineación.

Luego se realizan las puestas a tierra, en donde los apoyos deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el diseño aprobado por la empresa de servicios públicos de Bogotá. Luego de instalada la puesta a tierra, se realizarán las mediciones pertinentes para verificar que el valor de la

resistencia del electrodo cumpla con los requerimientos estipulados en la normativa vigente. (Estos trabajos son actividades manuales que se desarrollarán por las cuadrillas eléctricas de Metro Línea 1).

La instalación de herrajes tales como crucetas metálicas, pernos de ojo, tuerca ojo, grapas de suspensión, espigas de acero galvanizado, grapas de anclaje, tuercas y arandelas etc., se realizarán con el mayor cuidado a fin de evitar que el galvanizado sea afectado durante su manipulación. El ajuste final de todos los pernos se efectuará, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial. A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas, los ajustes deberán ser hechos con las llaves adecuadas. (Estas labores serán desarrolladas por el personal eléctrico de Metro Línea 1, para ello se evaluarán las condiciones de seguridad y salud en el trabajo del sitio de trabajo y se determinará si es posible el ingreso de un carro canasta o la actividad se desarrollará a través de escalera telescópica portátil. Las actividades se desarrollarán cumpliendo con todos los procedimientos y protocolos de seguridad establecidos por Metro Línea 1 en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SGSST.

En la Figura 22 se muestra el traslado de la infraestructura eléctrica para el Patio Taller, de igual manera en la Figura 23 se presenta el diagrama de descripción de actividad de traslado de redes aéreas.

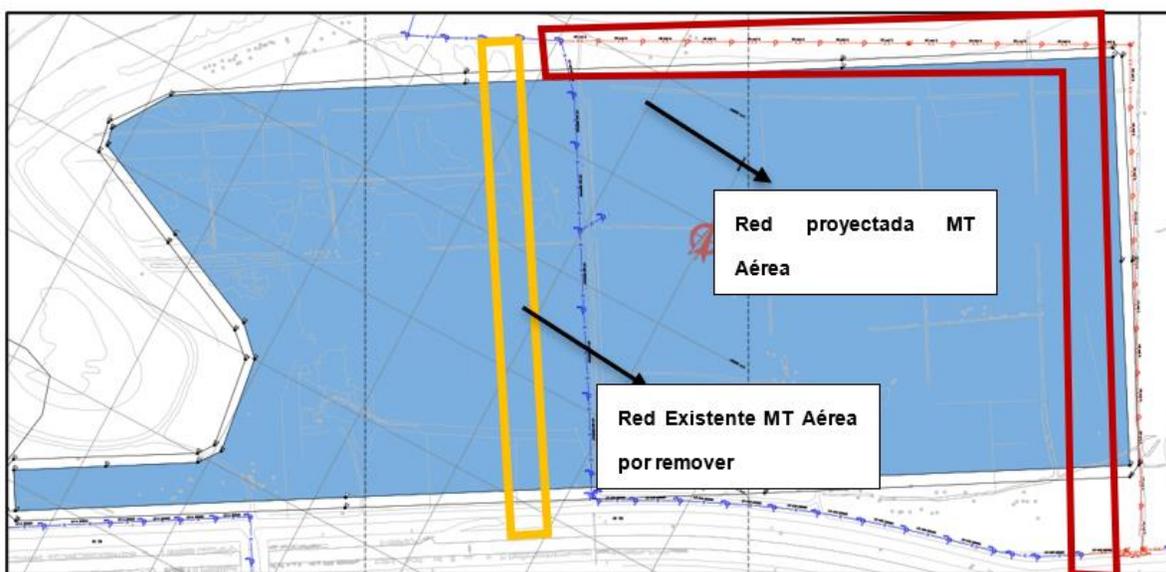


Figura 22 Plano de relocalización Red MT - Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

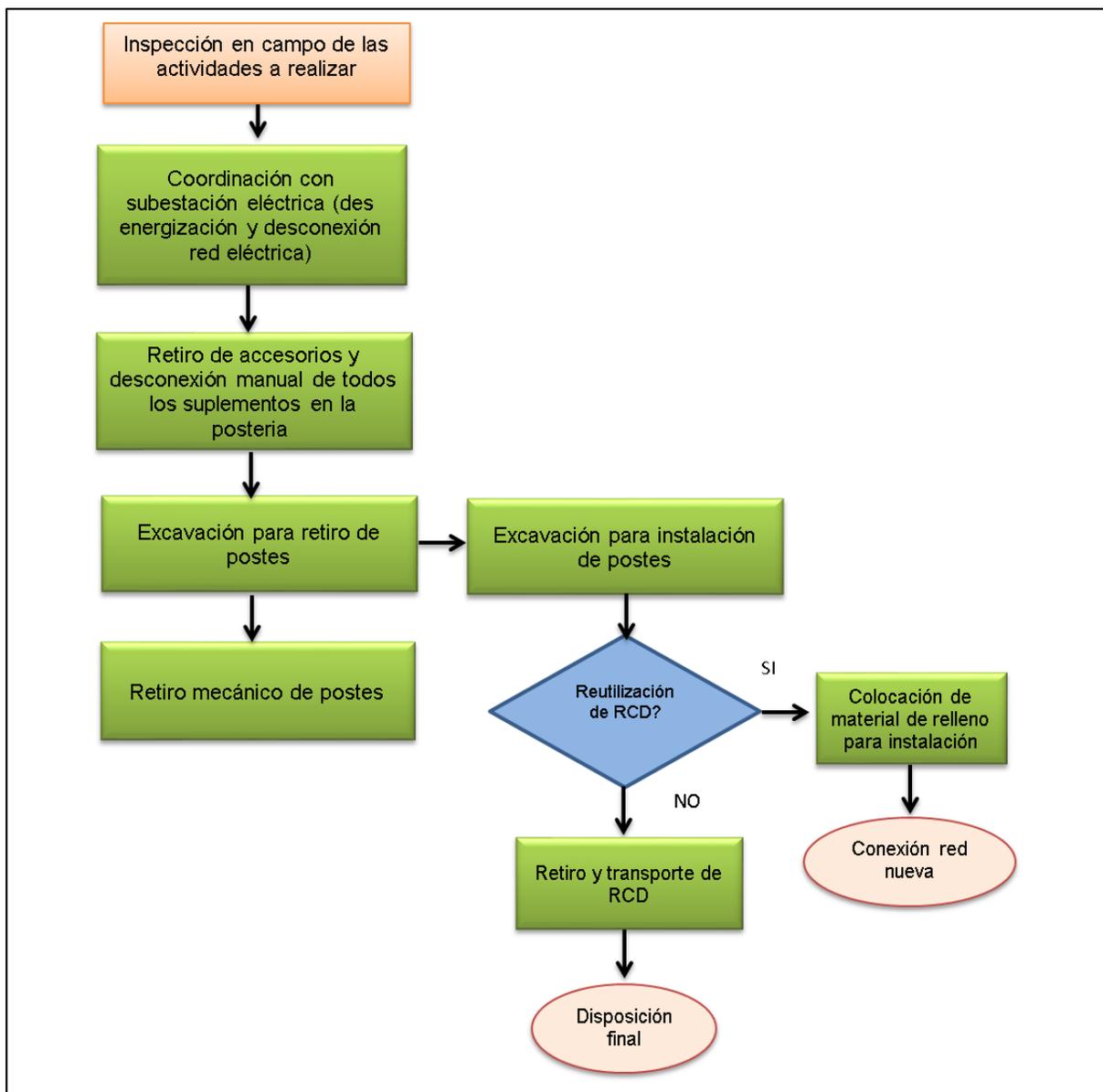


Figura 23 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes aéreas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Adecuación de vía de acceso

Para garantizar el acceso directo a la zona de Patio Taller, el Concesionario realizará, previo al inicio de las obras tempranas, actividades de adecuación y mejoramiento de la vía de servicio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, paralela al Canal Cundinamarca. En la Figura 24, se muestra la vía de acceso al Patio Taller.

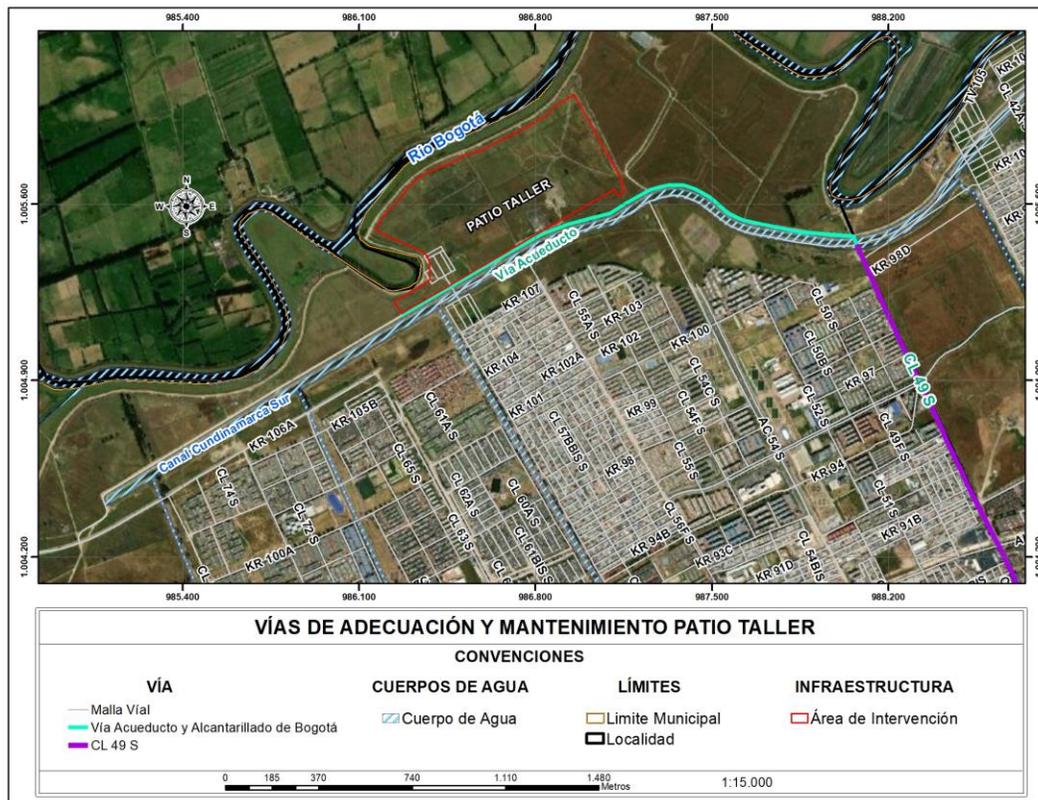


Figura 24 Ubicación vía de acceso – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Estas actividades de adecuación y mejoramiento corresponden a una escarificación de 7cm del material existente y un mejoramiento o estabilización del suelo con mezcla de SBG-B, CAL y cemento al 5% del peso. Para el manejo de aguas de escorrentía y con el fin de garantizar un drenaje hacia el canal Cundinamarca, se adecuara una pendiente de 18 cm de espesor al costado norte y 12cm de espesor al costado sur para la conducción de las aguas. Esta actividad se realizará desde el broche del acueducto de la Calle 49 sur hasta la intersección de la avenida longitudinal de occidente ALO.

Este mejoramiento se realizará en razón a que se espera un tránsito promedio de vehículos de carga pesada, tipo doble-troque de 15 toneladas de capacidad, estimado en 200 vehículos diarios por carril durante los primeros dos (2) años de la construcción del Patio Taller. La longitud aproximada de la vía es 3.750 m.

De acuerdo con lo anteriormente descrito, se utilizará una motoniveladora con escarificador para soltar 7 cm del material existente en la vía. Se suministrará material SBG-B según especificaciones IDU 500-18 y 510-18, con espesor aproximado entre 12 cm a 18 cm proveniente de canteras que cuenten con sus permisos ambientales y mineros vigentes. Este material será transportado en vehículos de carga y se descargará a manera de cordón con una separación óptima entre los viajes. Posteriormente, se

mezclará cemento (suministrado por un proveedor) en bolsa por metro cúbico según la dosificación exigida y Cal para la estabilización del terreno.

En el proceso de mezclado (realizado mecánicamente con una excavadora), se garantizará una humectación óptima por medio de riego de agua suministrada a través de carro tanque de agua comprada directamente a la EAAB.

El suministro del cemento será de forma manual, retirando el producto de los sacos y dando el manejo ambiental y disposición final adecuado a estos. Cuando el material este mezclado de forma homogénea, se extenderá con motoniveladora para garantizar los niveles finales y se compactará hasta alcanzar la densidad de compactación requerida.

Los materiales granulares serán suministrados durante las jornadas laborales con las cantidades necesarias para su utilización inmediata, por lo que no se requiere el uso de acopio provisional.



Fotografía 7 Escarificación de vía

Fuente: Gobernación de Casanare. Infraestructura de red vial secundaria, 2021

El trabajo se deberá realizar desde las cunetas hacia el centro de la calzada para recuperar y reutilizar todo el material granular que el tránsito haya desplazado a los costados.

Se revuelve el material resultante del escarificado aireándolo o agregándole agua según sea necesario, para que alcance la humedad apropiada para su compactación. En seguida, el material se deberá extender a lo ancho de la vía de forma que la capa alcance un espesor uniforme, con una pendiente transversal entre tres por ciento (3 %) y cuatro por ciento (4 %) para facilitar el escurrimiento del agua superficial. Finalmente, se deberá compactar hasta alcanzar, como mínimo, el 95 % de la densidad seca máxima del ensayo de laboratorio.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo del vibro compactador. En las zonas con peralte, la compactación se hará del borde inferior al superior.



Fotografía 8 Compactación de vía

Fuente: Gobernación de Casanare. Infraestructura de red vial secundaria, 2021

El perfilado de las cunetas presentes en la vía de acceso de la EAAB debe garantizar la remoción de los materiales acumulados en ellas, asegurándoles una sección transversal uniforme, una pendiente longitudinal libre de obstáculos y descoles adecuados. La reconfiguración de las cunetas debe estar precedida de la remoción de todo material inadecuado que se encuentre depositado en ellas.

En caso de existir una generación de RCD producto de esta actividad, estos serán llevados a los sitios de disposición final registradas en el Plan de Manejo Ambiental y Social del contrato de la referencia.

Los trabajos de adecuación de la vía de acceso al Patio Taller se realizarán en una zona la cual ya se encuentra en material afirmado y que cuenta con un uso permanente del tránsito de vehículos pesados de transporte de residuos de la EAAB.

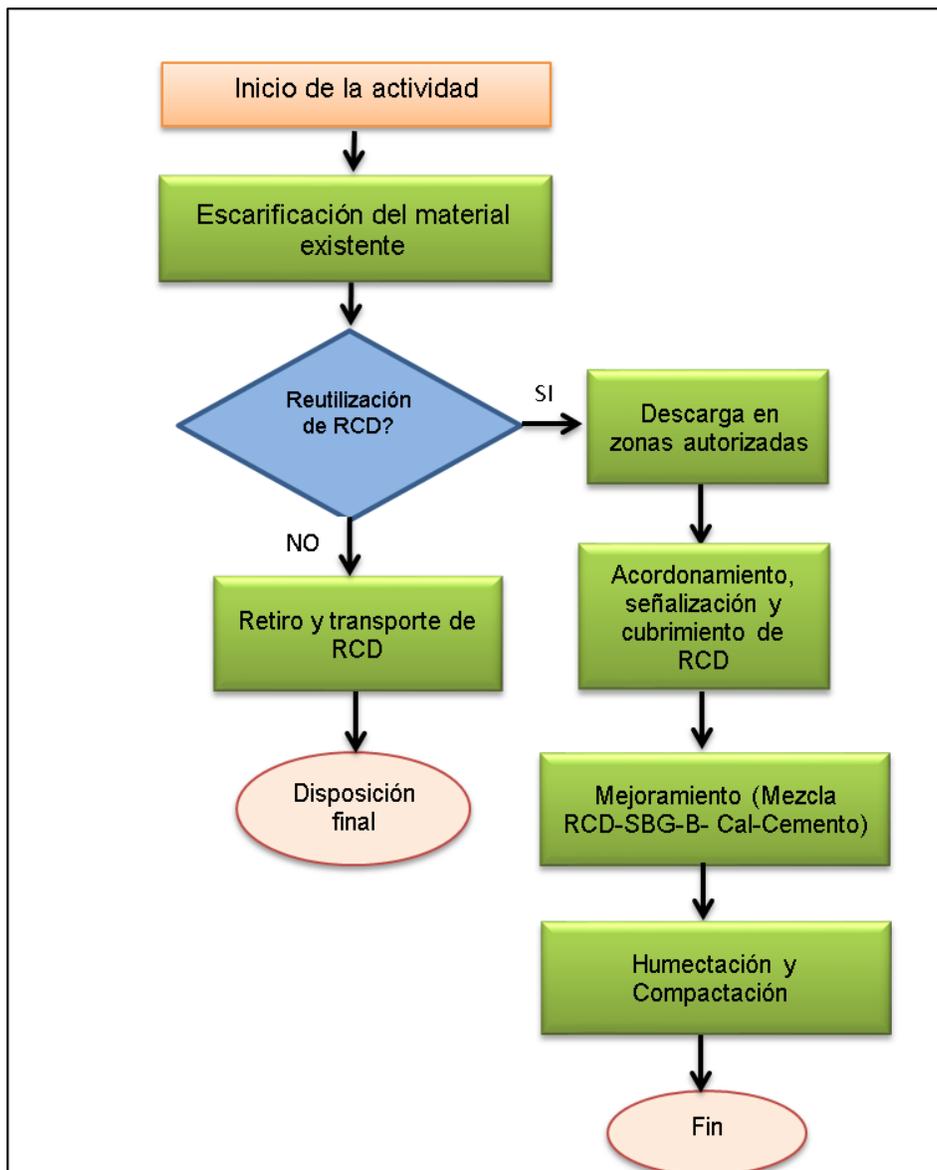


Figura 25 Diagrama de descripción de adecuación vía de acceso

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Etapa 3

► Conformación de plataforma de trabajo

La Plataforma de trabajo es la primera actividad constructiva dentro de la alternativa de mejoramiento considerada en los Estudios & Diseños Geotécnicos. Considerando el estado actual del terreno, la plataforma de trabajo buscará formar una capa óptima para realizar las actividades de construcción posteriores en las mejores condiciones.

En línea con lo anterior, el alcance hace referencia a las obras propuestas para conformar una plataforma de trabajo en la zona del Patio Taller, esta plataforma permitirá ejecutar la construcción del mejoramiento del suelo previsto para la siguiente etapa constructiva, así como de las obras complementarias que permitan la construcción del relleno final sobre el terraplén que alojará el Patio Taller de La Primera Línea de Metro de Bogotá.

En la Figura 26, se presenta el diagrama con las obras a ejecutar para la conformación de la plataforma y más adelante se describirá cada una de ellas.

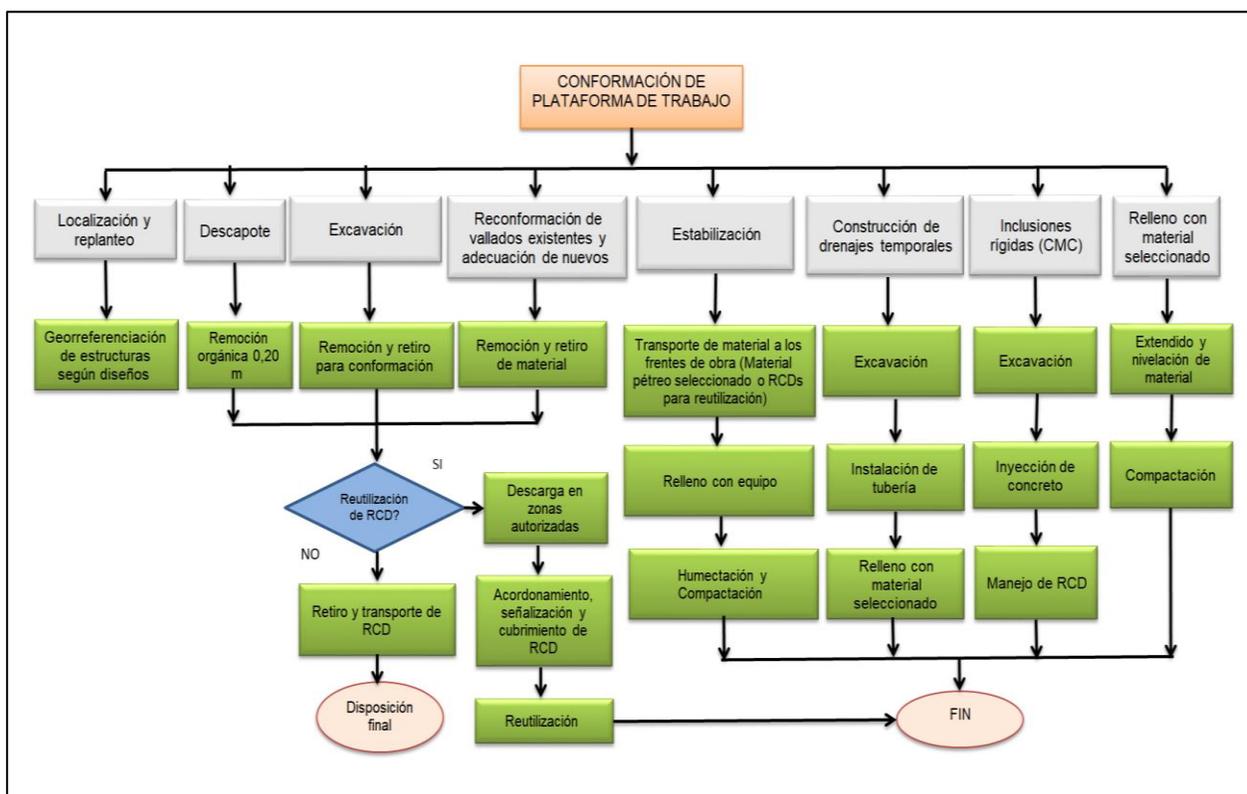


Figura 26 Diagrama de conformación de la plataforma de trabajo

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

Se trabajará de manera paralela, por franjas de conformación de la plataforma de aproximadamente 3.500 m<sup>2</sup> donde se realizarán las actividades de descapote inicial, excavaciones, revisión del material existente, homogenización con CAL, cimentaciones profundas tipo CMC y compactación final. Así mismo, se irá implementando el sistema de drenaje de aguas lluvias aprovechando la presencia de vallados naturales y sistema antiguo de drenaje existente en el predio. El proceso y metodología constructiva en franjas de avance considera un procedimiento constante de estas actividades que serán repetitivas franja a franja hasta alcanzar el área completa del área de intervención. Ver Figura 27.

Inicialmente se realizarán movimientos de tierra sobre los carretables de acceso previamente establecidos para el fácil acceso y maniobrabilidad sobre el área de intervención. Se planifica que el

proceso de mejoramiento de terreno para los carretables de acceso y el área temporal del campamento de obra sea el mismo proceso de mejoramiento definido para la “Plataforma de trabajo” con un nivel más alto de relleno. Esto con el fin de que, con el tiempo, se compacte hasta el esperado o finalmente revisar la compactación necesaria. La metodología anterior busca minimizar reprocesos sobre las mismas áreas y trabajos de mejoramiento innecesarios.

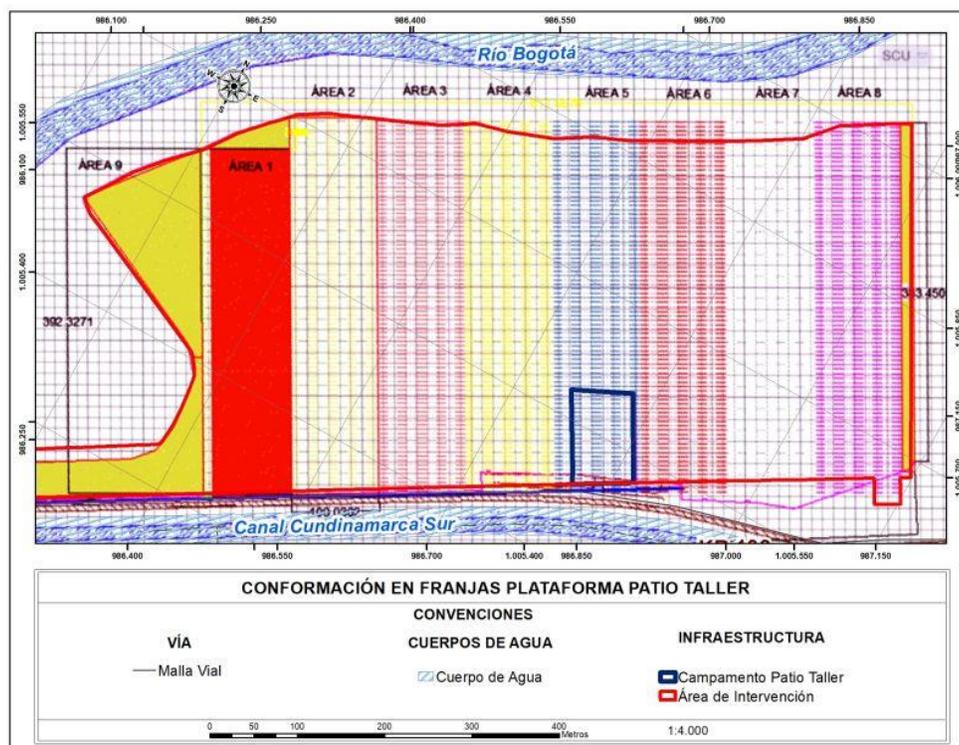


Figura 27 Conformación de áreas de trabajo – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

En la Figura 28 , se muestra la adecuación final de las actividades de construcción del Patio Taller, actividades que se describen a continuación:

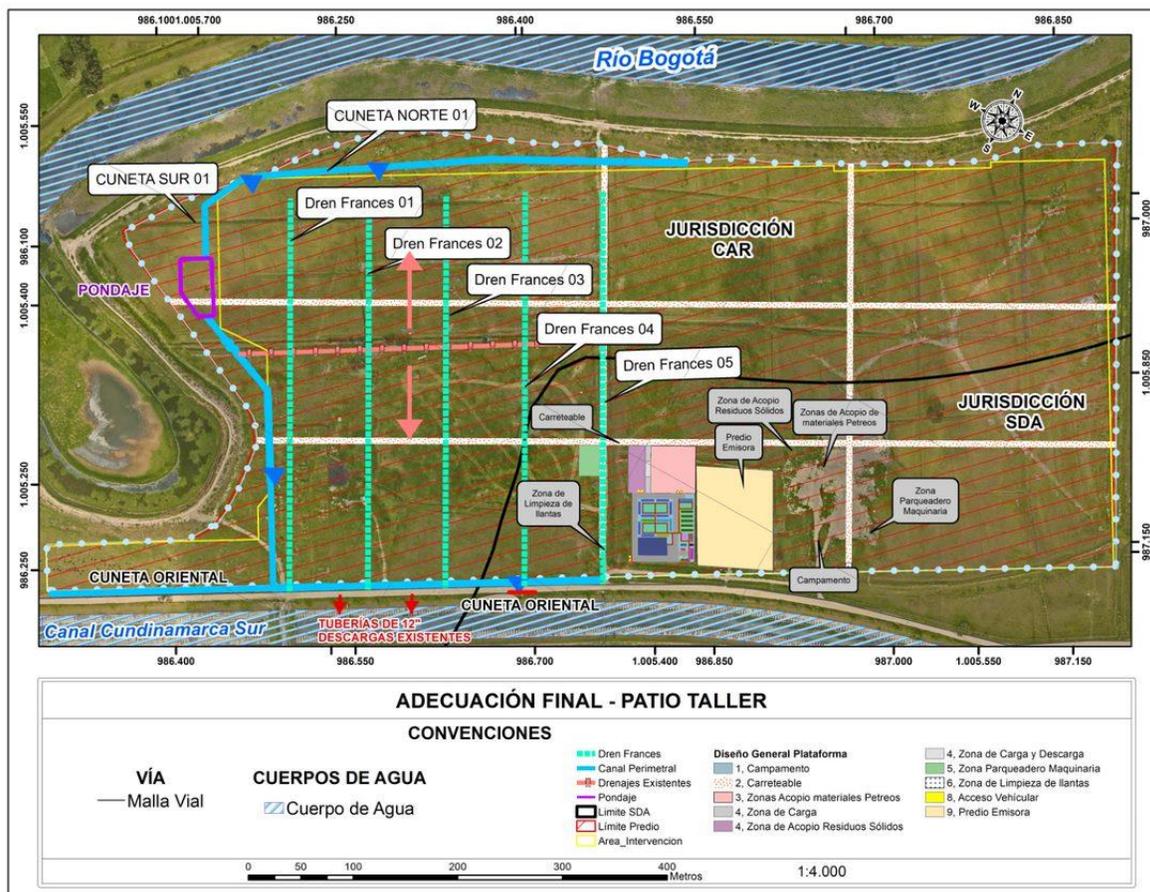


Figura 28 Adecuación final – Patio Taller

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

En las actividades de las obras de la fase previa de la presente etapa se realizarán las siguientes actividades:

► Localización y replanteo

Se refiere a la localización planimétrica por coordenadas aprobada para el proyecto mediante estación total y altimétrica por nivelación de precisión utilizando como base los distintos puntos de control topográfico aprobados para el desarrollo del proyecto. Todas las obras previstas deberán ser localizadas y replanteadas antes de su ejecución. Para lo anterior, los equipos empleados debe ser dispositivos de topografía de alta precisión con mínimo de error. Así mismo, el replanteo del área de ejecución consiste en trazar o marcar sobre el terreno o sobre el elemento constructivo, todos los elementos de la obra que se describen en el proyecto de la obra y más específicamente en los planos.

Los ejes de replanteo son dos líneas imaginarias que se ubican en el terreno. Todas las cotas acumuladas serán distancias entre un punto que marque la cota y el eje correspondiente. En línea con lo anterior, La localización y replanteo se desarrollarán en la forma más técnica posible, con el objeto

de situar en el terreno mediante un estacado y con la ayuda de niveles, los alineamientos y cotas establecidos desde fases previas, tomando como base las dimensiones, niveles y referencias indicadas en los planos, los que se encuentren en el terreno o las que sean colocadas a medida que se vayan ejecutando los trabajos de construcción

Para la ejecución de la actividad se requieren los siguientes materiales para su ejecución:

- ▶ Estacas de madera de 4x4x50cm o elemento distintivo similar
- ▶ Puntilla de 2"
- ▶ Esmalte sintético color rojo para señalización
- ▶ Herramienta menor (Maceta, punta de acero)

Los equipos y herramientas de montaje y construcción necesarios para realizar los trabajos a su cargo que incluyen:

- ▶ Estación total, bastones y prismas
- ▶ Nivel automático y mira
- ▶ Plomadas
- ▶ Cinta métrica

Dentro del procedimiento de ejecución de actividades de localización y replanteo:

- ▶ Verificación de datos y localización de los puntos de control de donde se amarra el replanteo a realizar.
- ▶ Chequeo o verificación de precisión y estado de equipos
- ▶ Presentación del certificado de calibración de equipos
- ▶ Emplazamiento de equipos para trabajo de replanteo planimétrico y lectura de puntos de control topográfico.
- ▶ Replanteo o localización de los puntos del proyecto por medio de coordenadas e instalación de nuevos puntos de control.
- ▶ Establecimiento de cotas, realizando amarre a BM o punto de control topográfico con cota.
- ▶ Identificación y/o marcación de los puntos replanteados en concordancia con los planos de proyecto.
- ▶ Cualquier detalle que se muestre en los planos o en los APU y no figuren en las especificaciones tendrá tanta validez como en cualquiera de los tres documentos

Los elementos utilizados para este replanteo, como pinturas, estacas y demás tendrán su sitio de acopio en el área de campamentos – cubículo de topografía.



Fotografía 9 Equipos de localización y replanteo

Fuente: Google, 2021

► Descapote

Consiste en el retiro de 0.2 m de espesor del terreno natural y remoción de la capa de suelo orgánico superficial. Esto incluye remoción de pastos, tocones, raíces y material orgánico (tierra negra), de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

La capa de material vivo (suelo orgánico y capa vegetal) del material inerte se clasificará para lograr un porcentaje de reutilización. En caso de que éste se considere de una calidad aceptable, se almacenará apropiadamente en el área de acopio destinada en el interior del predio de del Patio Taller para tal fin.

Con el fin de dar cumplimiento a las medidas de manejo ambiental en la actividad de descapote y movimiento de tierras, se dará seguimiento estricto a todo lo relacionado en el Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación que se encuentra en el capítulo 7.6 de este documento. Allí se encuentran los sitios de disposición final de materiales junto con sus permisos y autorizaciones ambientales para su correcto funcionamiento, expedidas por las autoridades ambientales nacionales.



---

Fotografía 10 Descapote del área de trabajo

Fuente: Google, 2021

El material vegetal producto del descapote de Patio Taller será retirado del proyecto hacia sitios de disposición final autorizados con el propósito de conformar las capas finales superficiales de los sistemas de terrazas y conformación empleados por cada sitio de disposición. Para ello, se realizará el acercamiento con cada uno de ellos con el fin de verificar los requerimientos de este tipo de material en sus actividades.

Las cantidades aproximadas de material que se va a generar se encuentran descritas en el presente programa de manejo ambiental de RCD.

Continuando con las medidas de manejo ambiental, se dará seguimiento estricto a todo lo relacionado en el Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación que se encuentra en el Plan de Ambiental y Social del contrato de la referencia.

▶ Excavación

Los taludes de corte que se generen deberán ser verticales. Con esta actividad se pretende eliminar parte del material que ha sido acumulado haciendo una excavación en el lote. En su mayoría, este material corresponde a arcillas y limos de alta plasticidad y consistencia firme a muy firme debido a la pre-consolidación de estos materiales; sin embargo, durante la ejecución de las excavaciones pueden aflorar algunos lentes arenosos, material para disposición final de construcción y basuras que también deberán ser retirados.

Si al ejecutar la excavación al nivel previsto persiste la presencia de material de disposición final, materiales orgánicos o materiales muy sueltos, la supervisión o el consultor de diseño definirá las áreas y profundidades de las nuevas excavaciones que en ningún caso podrán superar el 10% de la excavación total prevista. Se destaca que existen zonas cuya cota actual es inferior a la cota prevista (2539.5 msnm) y que serán cubiertas. De acuerdo con la clasificación propuesta por la especificación IDU 300-18, las excavaciones proyectadas en el Patio Taller corresponden a “Excavaciones en material común para la conformación de la subrasante”. La cota de 2539.5 msnm fue definida con el propósito reducir los materiales de corte a disponer en sitios autorizados y esta cota, en general, corresponde al nivel original del terreno.

▶ Estabilización.

Ejecución de la plataforma de trabajo hasta la cota 2539.80 msnm (con material de excavación estabilizado con cal al 2%)

El núcleo del terraplén deberá proyectarse desde la cota 2539.50 msnm hasta la cota 2539.80 msnm con los materiales obtenidos de la excavación estabilizados con cal al 2%. La estabilización del material y la colocación de este deberán seguir las recomendaciones de la especificación particular EP-02, a saber:

- ▶ Los materiales del núcleo del relleno deberán compactarse hasta alcanzar una densidad

equivalente al 90% de la obtenida en la prueba del Proctor Modificado (PM).

- ▶ Los taludes de los rellenos conformados se podrán ejecutar con una pendiente 1H:1V.

El material de excavación se ubicará en una franja previamente descapotada para realizar el proceso de estabilización con cal al 2% del peso. Para esto, se adicionará cal hidratada para garantizar una estabilización y así continuar al proceso de mezclado. En el proceso de mezclado (realizado mecánicamente con una excavadora) se debe garantizar una humectación óptima por medio de riego de agua de suministro y el retiro manual de los restos de los sacos de cal que serán dispuestos en acopio para residuos especiales. Paralelo, se debe adicionar agua para alcanzar el punto de humedad óptimo del material mezclado. Luego se realizará el trasiego del material mezclado de regreso a la capa excavada y su correspondiente extendida y compactación con motoniveladoras y vibrocompactadores.



Fotografía 11 Procedimiento ilustrativo de mezcla del material existente con Cal

Fuente: Google, 2021.

A continuación, se describen los procedimientos para la aplicación de la CAL:

- ▶ Aplicación cal en polvo

Se realizará mezclado inicial, para disgregar el suelo a tamaños menores de 5 cm, que preferentemente se hará con máquinas rotatorias. Luego del mezclado inicial, se conformará la capa de suelo tratado con cal y se realizará su humedecimiento inicial con agua, hasta 5% por encima de la humedad óptima de la mezcla estabilizada (suelo-cal).

Posteriormente, se realizará un curado inicial para permitir que el agua y la cal rompan los grumos de arcilla. Luego de este curado, se realizará el mezclado final y la disgregación del material hasta que todos los grumos pasen por el tamiz de 1 pulgada y al menos el 60% pase el tamiz No. 4. La compactación se realizará inmediatamente después del mezclado final, en capas de 15 cm de espesor máximo, utilizando rodillos neumáticos pesados o rodillos vibratorios. En caso de que el equipo disponible consista de rodillos neumáticos ligeros, el espesor de la capa no superará los 5 cm.

Previo a la compactación, se adicionará agua a la mezcla para alcanzar la humedad óptima de compactación. Igualmente, el supervisor verificará la resistencia a la compresión simple del material compactado, la cual no debe ser inferior a 1.0 kg/cm<sup>2</sup> (100 kPa). Finalizada la compactación, se realizará su curado final mediante rociado de agua en forma periódica. No se ejecutará la estabilización con cal cuando la temperatura sea inferior a 10°C.

▶ Aplicación cal en forma de lechada

La lechada de cal se fabricará con un mezclador apropiado en proporciones aproximadas en masa de 65 % de agua y 35 % de cal, con una anticipación no mayor a 30 minutos de su utilización. La lechada de cal se añadirá al suelo en forma simultánea con la ejecución de la mezcla con el suelo por estabilizar. Esta alternativa deberá tener en cuenta la humedad del material a estabilizar y la humedad necesaria para poder compactar la mezcla.

▶ Reconformación de los vallados existentes y adecuación de nuevos

Se trata de cortes y rellenos necesarios para reconformar los vallados principales, garantizando las pendientes mínimas y las direcciones de drenaje.

El drenaje para la etapa de construcción de la plataforma tiene como propósito drenar por gravedad el área de intervención de manera adecuada y eficiente hacia los puntos de entrega disponibles en las aproximaciones del predio.

En la etapa de construcción de la plataforma se ha previsto que la escorrentía generada por la plataforma y las áreas adyacentes se recolecten mediante la implementación de cunetas perimetrales que transitan el caudal de escorrentía superficial alrededor de la plataforma; ya que, el predio donde se localiza plataforma se encuentra confinado por elementos de mayor elevación como lo son los Jarillones del río Bogotá y la vía de acceso al canal Cundinamarca, en medio de las cuales se genera un área de drenaje, para la etapa inicial de construcción, es de 21.47 hectáreas. El área total que contemplará el diseño de la fase final de construcción es de 42.27 hectáreas. Ver Figura 29.



Figura 29 Área de drenaje de la plataforma

Fuente: Metro Línea 1

Mediante una sección de corte entre el río Bogotá, el predio de la plataforma y el canal Cundinamarca, se puede observar la modificación del terreno existente y la necesidad de evacuación de las aguas de escorrentía que queden confinadas por los diques del río al occidente y la vía de acceso al oriente (Ver Figura 30).

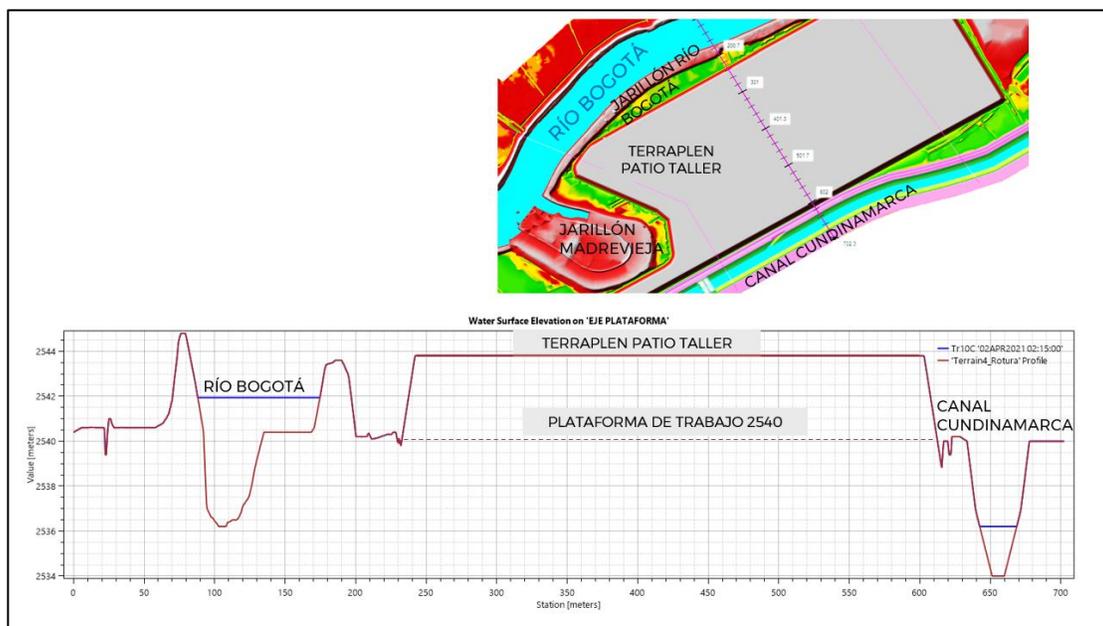


Figura 30 Sección transversal terraplén del Tatio Taller

Fuente: WSP, 2021

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 31 y Figura 32.

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.

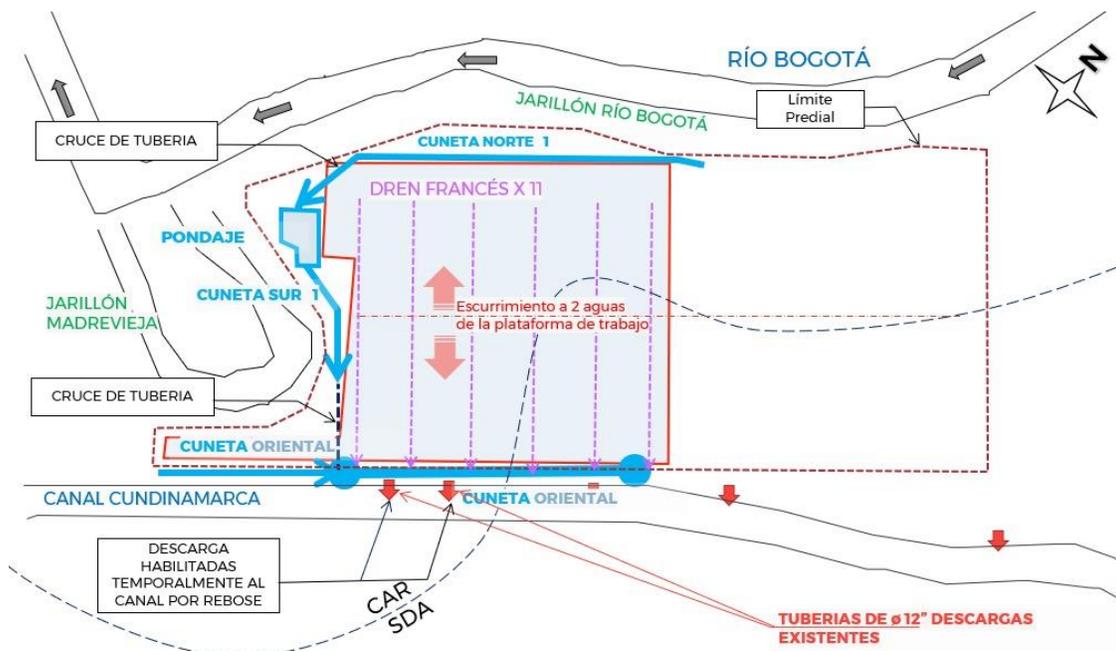


Figura 31 Planta general de drenaje de la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

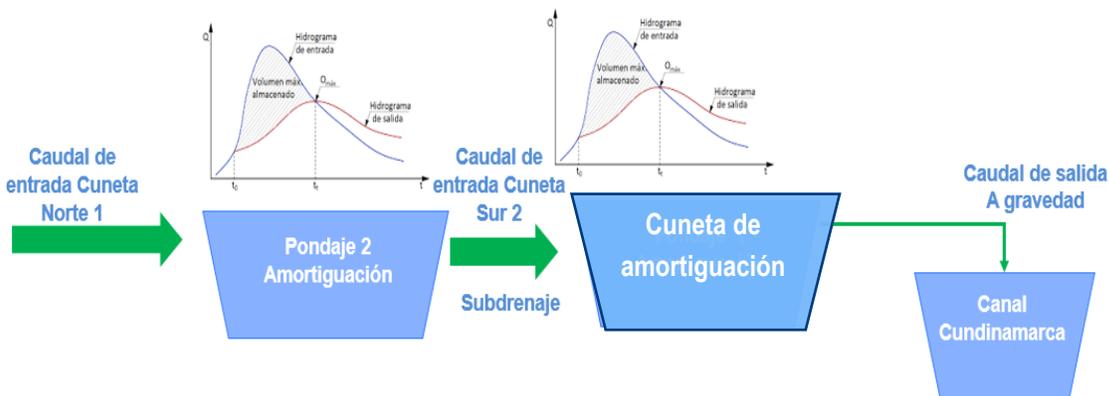


Figura 32 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma

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 reconformación 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.

En la Figura 33 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 33 Concepto hidrológico del drenaje de la plataforma

Fuente: WSP, 2021

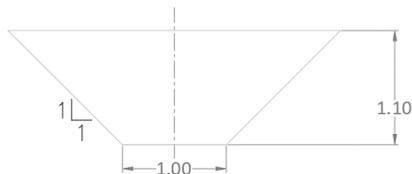
► Cunetas perimetrales

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 34, Figura 35, Figura 36 y Figura 37).

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



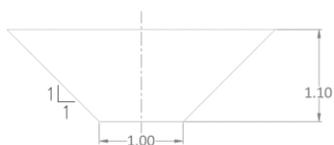
SECCIÓN TRANSVERSAL  
CUNETAS NORTE 01

Figura 34 Sección transversal Cuneta Norte 01

Fuente: WSP, 2021

► Cuneta Sur 01 y Cuneta Sur 01A

- Canal en tierra



SECCIÓN TRANSVERSAL  
CUNETAS SUR 01



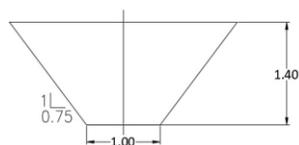
SECCIÓN TRANSVERSAL  
CUNETAS SUR 01A

Figura 35 Sección transversal Cuneta Sur 01

Fuente: WSP, 2021

► Cuneta Oriental

- Canal en tierra



SECCIÓN TRANSVERSAL  
CUNETAS ORIENTAL  
VOLUMEN ÚTIL: 660.00 m<sup>3</sup>

Figura 36 Sección transversal Cuneta Oriental

Fuente: WSP, 2021

- ▶ Pondaje
  - Revestimiento con geomembrana de HDPE de 1.5 mm

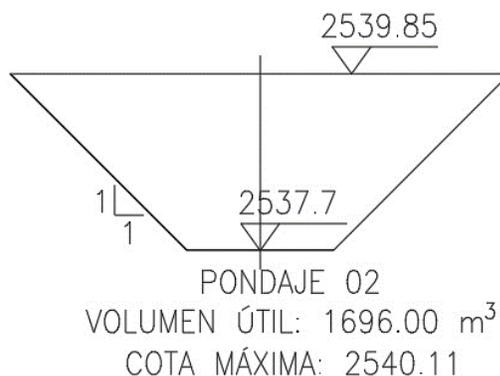


Figura 37 Sección transversal Pondaje

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.

Con el fin de reutilizar el agua lluvia dentro del el Patio Taller, se proyectan sistemas de almacenamiento temporal de agua (pondajes), y esta agua se empleará en actividades de obra tales como la humectación del relleno, riego de vía y control de emisiones atmosféricas entre otras. Este sistema de retención o amortiguamiento previsto garantiza la mejora en la calidad del agua que se espera por el escurrimiento de agua con sedimentos, provenientes de la plataforma en construcción y puntos de acopio de materiales (RCD). Las áreas de retención garantizan que los sólidos sedimentables reduzcan la concentración de valores típicos estimados entre 30 a 50 ml/L a valores de 5 ml/L, con lo cual se esperan eficiencias mayores al 80%, para el reúso e incluso en la descarga al Canal Cundinamarca.

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 eyectoras 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 38. 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.

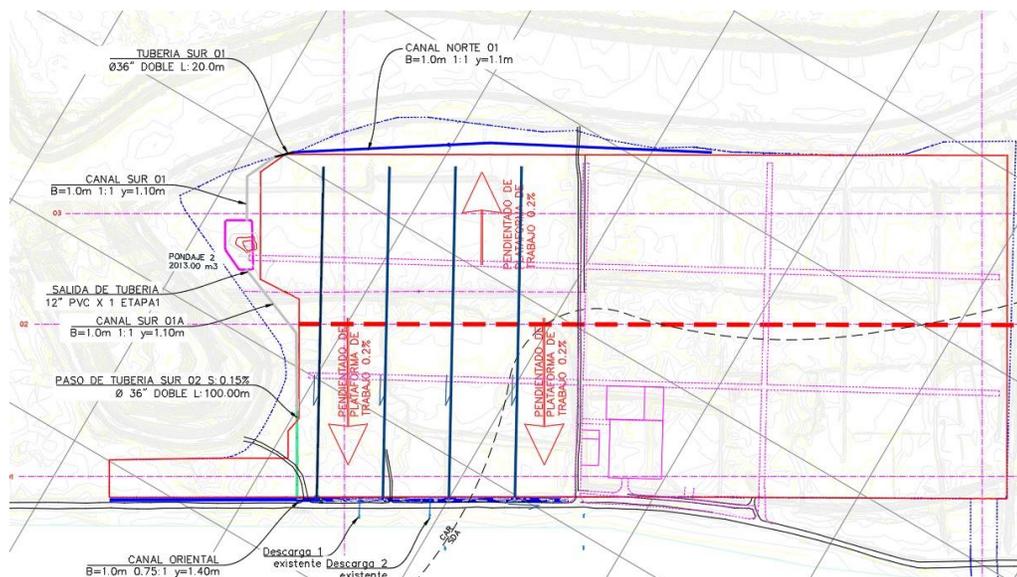


Figura 38 Localización de obras de drenaje en la plataforma en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2021

► Inclusiones Rígidas (IR)

La inclusión rígida es un elemento vertical de concreto simple colado en sitio, con sección circular y de profundidad definida, que se utiliza de forma masiva como mejoramiento de suelos, reforzando al terreno. Las IR incrementan la capacidad de carga y reducen las deformaciones del suelo.

La solución de refuerzo del terreno se orienta hacia una técnica de inclusiones semirrígidas construidas bajo el concepto de Columnas de Módulo Controlado (CMC), conformadas con concreto de resistencia 14 MPa bombeado a través de la herramienta de perforación.

Este tipo de inclusiones permite, a futuro, la construcción de un relleno de 4.0 m de altura sobre el cual se adelantarán las obras que conformarán el Patio Taller para la Línea 1 del Metro, de forma de mantener controlados los asentamientos generados por las cargas actuantes sobre un terreno original de baja capacidad de soporte.

Las columnas de módulo controlado se ejecutan expulsando el terreno hacia los laterales con la ayuda de una herramienta de penetración hueca, la cual permite la alimentación continua, en este caso, de concreto por la punta. Se trata de un tornillo de inyección que expulsa y comprime el terreno hacia los laterales.

Las columnas se ejecutan una vez dispuesta una plataforma de trabajo de 50 cm de buen material, que asegure las condiciones de estabilidad, seguridad y rendimientos requeridos para iniciar con el proceso de construcción de las Inclusiones rígidas.

Esta solución de mejora del suelo por medio de CMC no tiene como objetivo la creación de elementos rígidos tipo pilotes que soporten cada uno directamente las solicitaciones de la estructura, sino que obtiene una reducción de la deformabilidad global del terreno gracias a elementos semirrígidos repartidos regularmente y en densidad suficiente en la superficie a tratar.

Para la realización de esta actividad se contempla la instalación y montaje de una planta de concreto para la producción del concreto de las columnas CMC, se instalará una planta móvil con capacidad de producción de 60 m<sup>3</sup>/hr, conformada por los siguientes elementos básicos:

- ▶ Planta Concreto AT11 Altron AD60S3A
- ▶ Bascula para pesaje de materiales (agregados/cemento/ceniza)
- ▶ Tolvas para agregados
- ▶ Silos de almacenamiento (cemento/ceniza)
- ▶ Planta eléctrica (275KW/145KW)
- ▶ Tanques para almacenamiento de agua
- ▶ Tanques para recirculación de agua

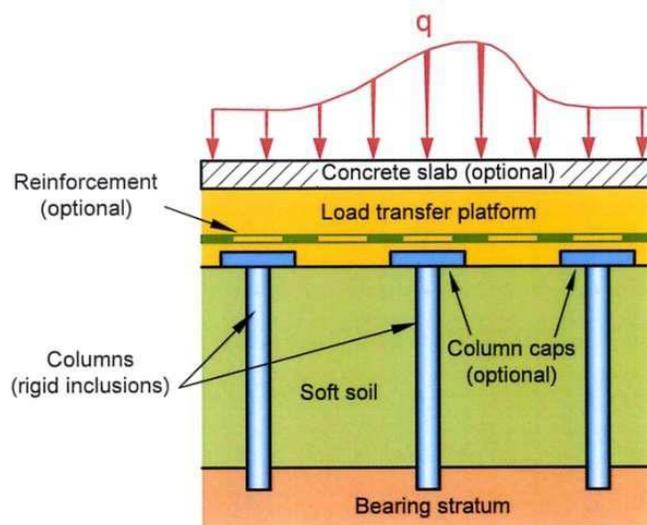


Figura 39 Esquema de las inclusiones rígidas.

Fuente: Simón, B. (2012)

#### ► Ejecución

Para la construcción de las IR, se utiliza una perforadora normalmente del tipo CFA sobre orugas, ver Figura 39 Esquema de las inclusiones rígidas. Este equipo consiste en un cabezal de giro, movido por un motor hidráulico, el cual acciona una barrena de desplazamiento especial que empuja y comprime el terreno hacia los laterales. Esta herramienta de penetración hueca evita la extracción del volumen de suelo perforado y permite la alimentación continua de concreto por la punta.

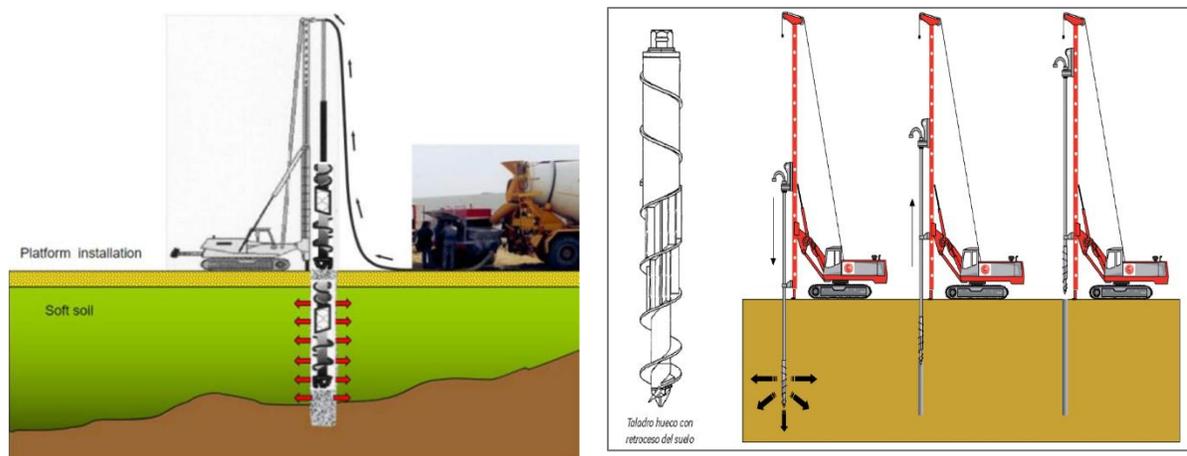


Figura 40 Proceso de inclusión rígida con desplazamiento lateral del Suelo

Fuente: Simón, B. (2012)

La técnica de las Columnas de Módulo Controlado utiliza un sistema de atornillado especial con retroceso del suelo ejecutado con máquinas que desarrollan pares de rotación muy elevados, combinados con importantes fuerzas de apoyo. La penetración del taladro genera un movimiento lateral del suelo por retroceso, sin vibración ni ascenso de materiales durante la perforación. Los diámetros utilizados generalmente se sitúan entre 250 y 450 mm, para el caso específico del Patio taller, será de 300mm.

Cada equipo tiene una configuración estándar en cuanto a su cuerpo base, y contarán con los kits especiales de perforación para generar el desplazamiento lateral del suelo hacia la periferia de cada columna y crear así el efecto de mejoramiento deseado. Es de anotar que, aunque la barrena de perforación genera el efecto de “compresión/desplazamiento” lateral de suelo, si se genera una salida de material con unos volúmenes muy bajos.

El proceso de ejecución de inclusiones tipo CMC está basado prácticamente en dos (2) etapas o fases bien definidas:

- ▶ Perforación (descenso)
- ▶ Extracción (ascenso)

Para la fase de perforación, y teniendo en cuenta los estratos de arenas compactas que se localizan en los primeros metros de cada inclusión, los equipos estarán configurados con sistemas PUII-Down los cuales permiten aplicar un mayor torque y empuje para atravesar esas capas densas de forma más fácil y rápida.

En la etapa de extracción, se hace el vaciado de concreto a medida que la herramienta asciende. Es de vital importancia, en esta etapa, sincronizar muy bien la velocidad de ascenso con el caudal de bombeo de concreto, de forma que se configure de forma correcta el cuerpo de cada columna, ya que se pueden generar bulbos o sobreconsumos importantes de concreto (en caso de que la velocidad de ascenso sea muy inferior al caudal de bombeo), o generar vacíos o reducciones de sección (en caso de que la velocidad de ascenso sea muy superior al caudal de bombeo).

Acorde con lo anterior, la herramienta se atornilla en el suelo hasta alcanzar la profundidad deseada y luego se remonta lentamente sin escombros. Entonces, se incorpora una lechada o mortero en el suelo a baja presión (generalmente inferior a 0.5 MPa) a través del taladro hueco para constituir una columna de material cementado. En ciertos casos, el retroceso se puede obtener mediante la hincas de un tubo cerrado en su base. Las Columnas de Módulo Controlado son dimensionadas, realizadas y controladas según un pliego de especificaciones técnicas, validado por un dictamen sobre el procedimiento de construcción. El diámetro de las inclusiones rígidas es de 0.3 m y su profundidad esta entre 20, 25 y 30 metros, según los diseños que se encuentran en revisión.

#### ► Colocación del concreto

Cuando la perforación ha alcanzado su máximo nivel, se inicia la colocación del concreto por bombeo, a través de la parte interior de la barrena.

El llenado de la perforación con concreto se hace de forma continua, con un mínimo de presión y al tiempo que se va subiendo la barrena para extraerla del terreno. Solo hasta que la barrena está totalmente fuera del terreno es cuando se puede dar por terminada la colocación del concreto. Durante la operación de colocación del concreto, en cada IR se debe registrar algunos parámetros, entre ellos: la presión de inyección de concreto y el volumen colocado. Estos parámetros deben ser monitoreados y graficados en tiempo real por medio de un sistema electrónico equipado a la perforadora, con lo que el operador puede verificar en todo momento la ejecución de todos y cada uno de los elementos.

En algunos casos, con el fin de establecer la cabeza de las inclusiones rígidas (IR) a cierto nivel (correspondiente al proyecto), será necesario retirar algo del concreto de la perforación para que la cabeza de la IR quede al nivel especificado. El retiro de este concreto se hará cuando aún esté fresco y podrá realizarse con ayuda de una pala, una cuchara especial, o cualquier otra herramienta fabricada para tal propósito (en caso de que sea necesario realizar este descabece).

La parte alta de la inclusión debe alcanzar la cota 2540 msnm.

Para el Patio Taller, preliminarmente se considera la inclusión aproximada de 58.000 elementos que sumarán aproximadamente 1.250.000 metros lineales durante la ejecución. En cuanto a la separación de estos elementos, los diseños en revisión muestran separaciones de 2.5m y 1.7m con un diámetro de 0.3 m. Para el concreto, se consideran cantidades aproximadas de 1.5 m<sup>3</sup> por inclusión, lo que arroja una aproximación de 87.000 m<sup>3</sup> para toda el área de intervención del Patio taller.

Para los residuos de construcción y demolición RCD, estos estarán supeditados al equipo que se utilice para la construcción. Si esta maquinaria extraerá la totalidad de material de excavación, se podrá generar una cantidad aproximada de 87.000 m<sup>3</sup> de material de RCD, además de una consideración de 6.000 m<sup>3</sup> de concreto sobre superficie de ejecución. Ahora bien, también podría ser un proceso de inclusión rígida con desplazamiento lateral del suelo sin excavación de las cantidades mencionadas anteriormente.

### ► Equipos

Para adelantar el procedimiento columnas de módulo controlado, es necesario contar con equipos especializados de construcción como: (i) Equipo pesado de inclusión mediante rotación; (ii) Mixer de concreto para el provisionamiento de material final. Ahora bien, en cuanto a los operarios de la maquinaria, deberá ser personal especializado y con experiencia en la construcción de este tipo de metodologías de mejoramiento.



Fotografía 12 Imagen ilustrativa del equipo a utilizar

Fuente: Google, 2021

### ► Descripción de las obras

- Diámetro de las inclusiones rígidas: 0.3 m.
- Profundidad de las inclusiones rígidas: 20, 25 y 30 m según los planos de diseño
- Esfuerzo de trabajo máximo de las inclusiones rígidas y resistencia a la compresión:  $f'_c = 14$  MPa a los 28 días.
- La malla de la inclusión debajo del terraplén: Separaciones de 1.7 y 2.5 m según los planos del proyecto.
- La estimación del espaciamiento de las inclusiones: El punto inicial para determinar el espaciamiento es definir el arreglo de la distribución de las inclusiones en el área a tratar para asociar el área tributaria del suelo que rodea cada columna. Generalmente se consideran dos tipos de arreglo, el primero es rectangular o cuadrada y el segundo triangular, ver [Figura 41](#). Para el área del Patio Taller, se plantea usar una distribución cuadrada de las inclusiones.

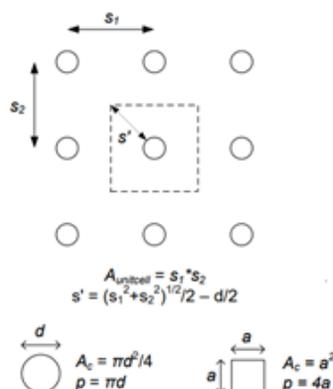


Figura 41 Arreglos comúnmente usados para inclusiones.

Fuente FHWA. Ground Modification Methods Reference Manual. Chapter 6. Column Supported Embankments.

A continuación, se muestra en la Figura 42 y Figura 43 la distribución y perfiles de las inclusiones rígidas de acuerdo con su profundidad.

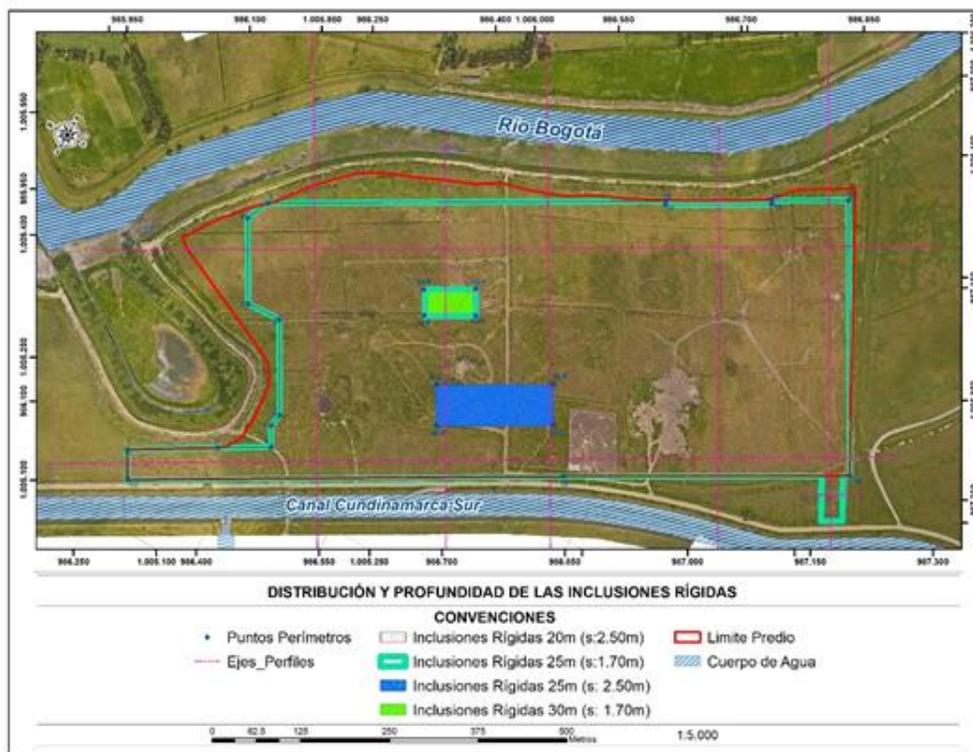


Figura 42 Distribución de las Inclusiones Rígidas

Fuente: Metro Línea 1

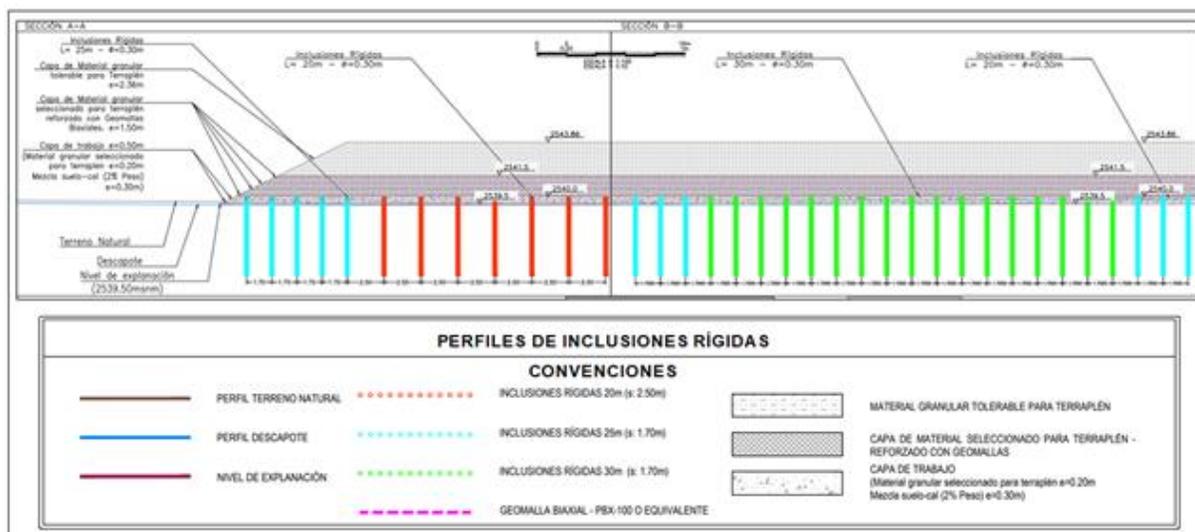


Figura 43 Perfiles Inclusiones Rígidas

Fuente: Metro Línea 1

► Aprovechamiento del material de excavación - Relleno con material seleccionado

Se trata de la remoción y retiro de material de excavación. El material por remover se clasificará según su calidad como material aceptable o material inaceptable.

El núcleo del terraplén deberá proyectarse desde la cota 2539.50 msnm hasta la cota 2539.80 msnm con los materiales obtenidos de la excavación estabilizados con cal al 2%. La estabilización del material y la colocación de este deberán seguir las recomendaciones de la especificación particular EP-02. Los materiales del núcleo del relleno deberán compactarse hasta alcanzar una densidad equivalente al 90% de la obtenida en la prueba del Proctor Modificado (PM). Los taludes de los rellenos conformados se podrán ejecutar con una pendiente 1H:1V.

La corona del terraplén tendrá como mínimo 0.2 m de espesor y se proyecta con los materiales "Seleccionados" de la mencionada especificación hasta llegar a la cota 2540.00, (ver Figura 44). No se considera el uso de materiales "Marginales" o de sobretamaños, como el rajón, por cuanto estos materiales interferirían con la ejecución de las actividades posteriores de mejoramiento del suelo. Algunas de las condiciones previstas para estos rellenos son:

- Los materiales de la corona deberán compactarse hasta alcanzar una densidad equivalente al 95% del PM.
- Los taludes de los rellenos conformados se podrán ejecutar con una pendiente 1H:1V.
- El tráfico sobre el material de corona del terraplén en conjunción con condiciones climáticas adversas puede generar daños en la superficie que podrán repararse mediante renivelaciones y compactación adicional.

Se darán pendientes al nivel final de la plataforma para facilitar la escorrentía de aguas lluvias que caen sobre la misma, la cual se trabajará a dos aguas en sentido norte-sur con pendientes del 0.2% tomadas hacia los canales perimetrales Norte y Sur. A su vez serán recogidas, transportadas y evacuadas en condiciones hidráulicas favorables, evitando así laminas permanentes de agua dentro de la plataforma.

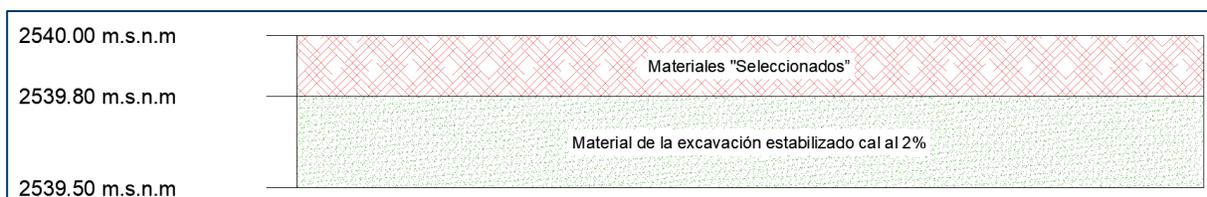


Figura 44 Sección transversal

Fuente: Metro Línea 1

► Consideraciones de fuentes de materiales y zonas de disposición de cortes

Todos los materiales petreos que se usen para la conformación de los rellenos previstos deberán satisfacer los requerimientos técnicos indicados en las especificaciones relacionadas en el numeral anterior, adicionalmente los proveedores de estos materiales deberán estar activos en el registro de proveedores del IDU, (<https://www.idu.gov.co/page/siipviales/ambiental/portafolio>) y contar con todos los permisos ambientales y de ley.

Sobre la disposición de materiales de corte, esta deberá llevarse a cabo en sitios autorizados, registrados en la base de datos del IDU, (<https://www.idu.gov.co/page/siipviales/ambiental/portafolio>) y que cuenten con los permisos ambientales vigentes durante el periodo de duración de la construcción de la plataforma. Los materiales por disponer serán los que no se puedan emplear en los rellenos mejorados con cal.

► Construcción de drenajes temporales

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 45 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 45 Ubicación de drenes franceses

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

En la Figura 46 se muestran detalles los subdrenes franceses proyectados.

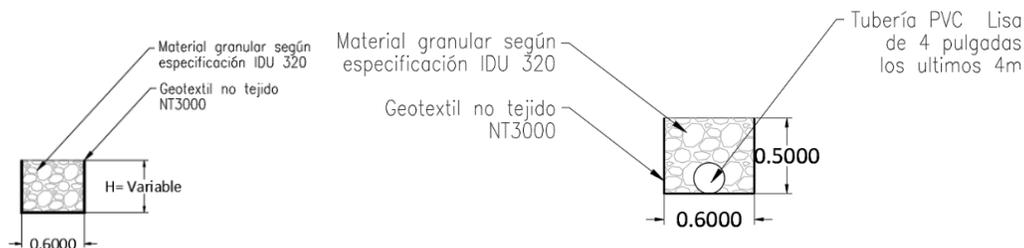


Figura 46 Detalles de los subdrenes franceses

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

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.

## 2.10.2 Intercambiador Calle 72

### 2.10.2.1 Descripción de las obras

La obra, corresponde a la construcción del Intercambiador vial por debajo de la Avenida Caracas, Figura 47, 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 47.

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.

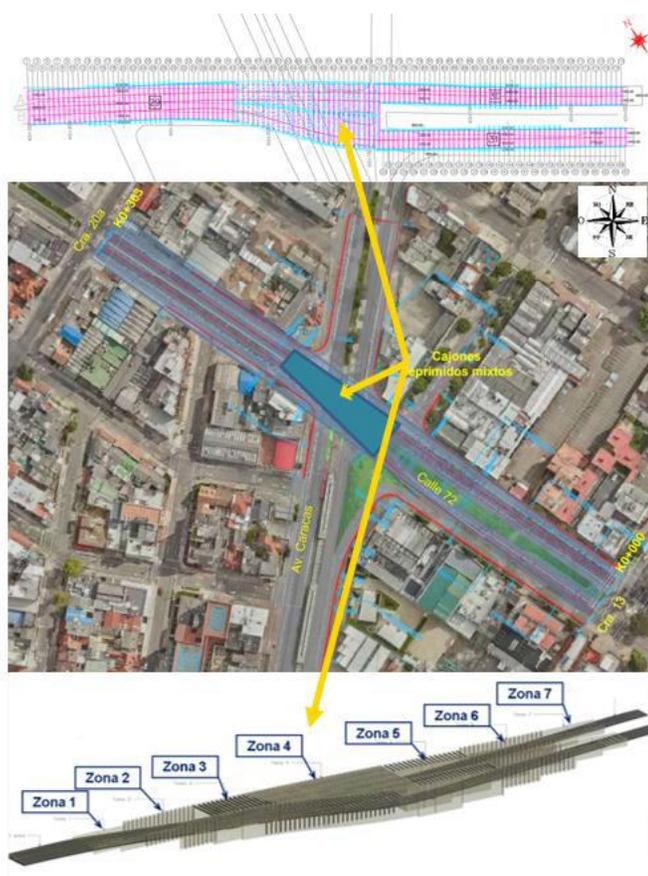


Figura 47 Vista general del Intercambiador Vial Calle 72

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.

Es importante mencionar en cuanto a los campamentos o instalaciones temporales, que se utilizaran predios aledaños al proyecto alquilados por el contratista, esto debido a que las áreas de intervención no podrían contar con una instalación temporal con todos los requerimientos por el poco espacio con que se cuenta.

A continuación, en la Figura 48 se detallan aquellas obras o actividades generales iniciales:

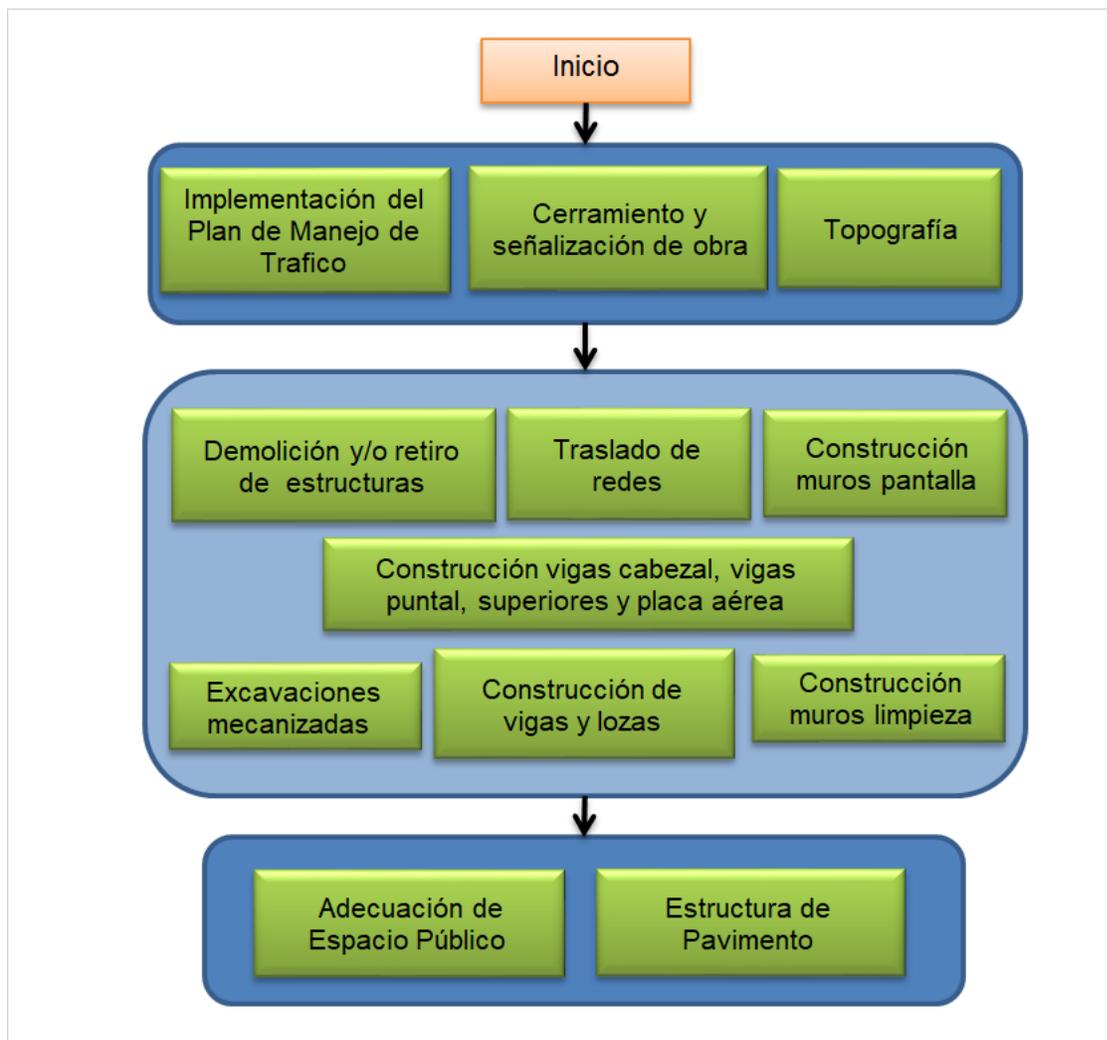


Figura 48 Etapas y obras Intercambiador vial Calle 72

A continuación, se describen las actividades a desarrollar en cada etapa.

- ▶ Implementación del plan de manejo de tránsito – PMT
  - ▶ FASE 1 – Intervención Separador (Demolición, Ajuste y Construcción Carril)

Teniendo en cuenta el cierre y el contraflujo que requiere la obra sobre la calzada E-W de la AC 72 entre KR 13 y AK 15, resultan necesarias varias obras preliminares, las cuales tienen como finalidad armonizar las obras con al tráfico existente, de tal forma que se minimice el impacto de estas sobre la movilidad del entorno.

Para esta fase se tendrán obras de adecuación de malla vial como: Adecuación de un cuarto carril en la calzada W-E de la AC 72 entre la AK 15 y KR 13, demoliendo parcialmente el separador central, para que opere en doble sentido, dos carriles por sentido. Comprende el corte del separador existente, la demolición de la placa de concreto y perimetral rampas o cualquier otra irregularidad que tenga el separador, el retiro del recebo, el entresuelo. El trabajo incluye la remoción vegetación (pasto) situadas en áreas que son objetos de desmonte y limpieza y Adecuación de radios de giro en la KR 13 y AK 15



Figura 49 PMT transicional

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► FASE 2 – Intervención Separador (Adecuación Sendero Peatonal y Separador)

Una vez culminada la fase anterior se realizará la adecuación del separador central de la AC72 al oriente de la KR13, por lo que se ajustará un sendero peatonal nuevo dentro del separador con el fin de adecuar la trayectoria segura de los usuarios. Adicional a esto se ajustará los bordes del separador central entre la KR13 y AK15. En esta misma fase se hará traslado del semáforo en la intersección de la AC 72 – KR 13 costado occidental separador ubicando el nuevo en base portátil.

▶ FASE 3 – Intervención Rampas

Teniendo la adecuación de separador requiere ajuste de rampas para el sendero peatonal nuevo por lo que se realizaran en AC72 al oriente de la KR13 calzada norte y sur.

▶ FASE 4 – Señalización Horizontal (Borrado y Demarcación)

Dado que se realiza un nuevo sendero peatonal en las fases anteriores se hace necesario el ajuste de la señalización horizontal, por lo que se hace la intervención por carriles no simultáneos sobre la AC 72 al oriente de la KR 13 en la calzada norte y sur.

▶ FASE 5 – Señalización Horizontal (Borrado y Demarcación)

Dado que se realiza un nuevo sendero peatonal en las fases anteriores se hace necesario el ajuste de la señalización horizontal, por lo que se hace la intervención por carriles no simultáneos sobre la AC 72 al oriente de la KR 13 en la calzada norte y sur.

▶ FASE 6 – Traslado de Semáforos

Debido al ajuste en la señalización y con la implementación del nuevo sendero peatonal se hará el respectivo traslado de semáforos en la intersección de la AC 72 – KR 13 costado oriental dejándolos ajustados con el paso seguro del peatón y realizando un cambio en el semáforo de la ménsula (costado S-W) por uno de cuatro módulos para más adelante poderlo usar con el giro izquierdo.

▶ FASE 7 – Intervención Separador (Demolición y Ajuste de Separador)

Teniendo en cuenta que para esta fase ya existe un sendero peatonal seguro para los usuarios con su respectiva señalización, se intervendrá el separador central sobre la AC 72 al oriente de la KR 13 con el fin de ajustar su geometría y adecuar su trayectoria para el paso de las siguientes fases al momento de utilizar la calzada sur de la KR 13 hasta la AK 15 en contra flujo. Así mismo se hará ajuste de geometría en el separador central de la AC 72 entre AK 15 y Av. Caracas.

▶ FASE 8 – Señalización Horizontal

En esta fase se llevará a cabo el borrado de la señalización horizontal que no aplique en las calzadas de que corresponda; adicionalmente, se implementará la señalización horizontal de obra en el mismo tramo previamente.

▶ FASE 9 – Señalización Horizontal

En esta fase se llevará a cabo el borrado de la señalización horizontal que no aplique en las calzadas de que corresponda; adicionalmente, se implementará la señalización horizontal de obra en el mismo tramo previamente. Existen dos fases para la señalización horizontal por la cantidad de carriles que la

vía presenta, con el fin de hacer cierres por carriles no simultáneos. En esta fase también se hará el giro de la ménsula del semáforo en la intersección de la AC 72 – AK 15 en separador costado oriente con el fin de que al pasar a la siguiente fase la calzada sur funcione en contraflujo y este pueda hacer el respectivo control; por lo que será el día inmediatamente antes de pasar a la Fase 10.

A continuación, se presenta la figura con el flujograma de los trabajos a realizar:

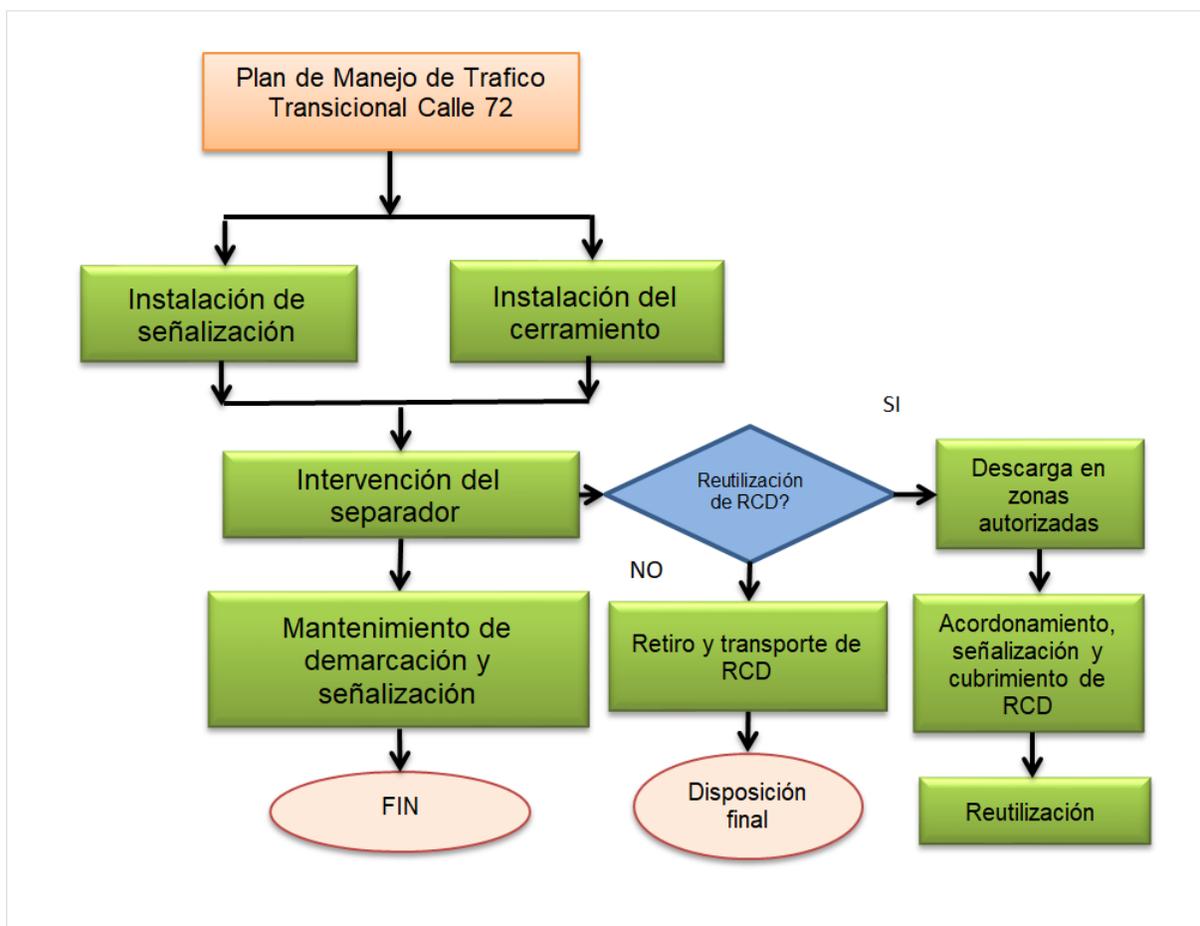


Figura 50 Diagrama de implementación del Plan de manejo de tránsito Transicional

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2021

► Topografía

Las actividades de topografía consisten en la marcación y definición de distancias en el terreno, ubicación de redes existentes, localización de todos los elementos a construir (muros de pantalla, vías,

espacio público, urbanismo entre otras). Estas actividades están presentes durante toda la ejecución de la obra.

Posteriormente, se realiza la marcación de los puntos y cotas de diseño con el fin de que se pueda iniciar las obras. Este seguimiento topográfico estará presente durante toda la ejecución de las actividades.

► Cerramiento y señalización de obra

El cerramiento principal de obra para la Calle 72, seguirá los lineamientos del Manual de Marca de la Empresa Metro de Bogotá, que establece que para minimizar el impacto de las obras se deben instalar para los cerramientos metálicos.

Igualmente, para los cerramientos más provisionales de las áreas de trabajo, se demarcarán con colombinas extendidas, instaladas una tras otra cada dos metros, con cinta de señalización también según diseño del Manual de Marca.

Asimismo, se implementará señalización la cual estará compuesta de señales preventivas de trabajos en la vía, dispositivos de seguridad y aislamiento (delineadores tubulares, cinta de señalización, maletines entre otros). Dentro de las señales a instalar se tendrán en cuenta las siguientes: Señales de Prohibición, obligación, advertencia y salvamento y las demás requeridas. Adicionalmente las instalaciones temporales utilizadas por los contratistas se mantendrán señalizados con las rutas de acceso y evacuación, dotados con los equipos de control de incendios y primeros auxilios.

De igual manera, para las zonas establecidas para acopios temporales tanto de materiales, RCD's, residuos convencionales, reciclables, acopio de sustancias químicas, zona de campamentos, unidades sanitarias, parqueadero de maquinaria y vehículos, zonas de mantenimiento correctivo de equipos y maquinaria y demás, se garantizará la correcta señalización.

► Demolición y/o retiro de estructuras existentes

Corresponde a la demolición total o parcial de construcciones existentes en toda el área de intervención, que sea necesario eliminar para la correcta ejecución de las obras, se realizará de manera manual o mecánica de acuerdo con las necesidades frente a los diseños finales de la Calle 72. Estas estructuras pueden ser: losas en concreto, andenes, vías, bolardos, canecas, y otros elementos del espacio público, los cuales serán entregados a las entidades del Distrito que correspondan.

Durante de las demoliciones se garantizará el cumplimiento de las medidas ambientales, de seguridad y de manejo de tráfico aplicables al contrato tanto para sectores de tránsito vehicular, como para los sectores de tránsito vehicular.

En la siguiente figura siguiente, se presenta el proceso para la demolición y/o retiro de estructuras existentes:

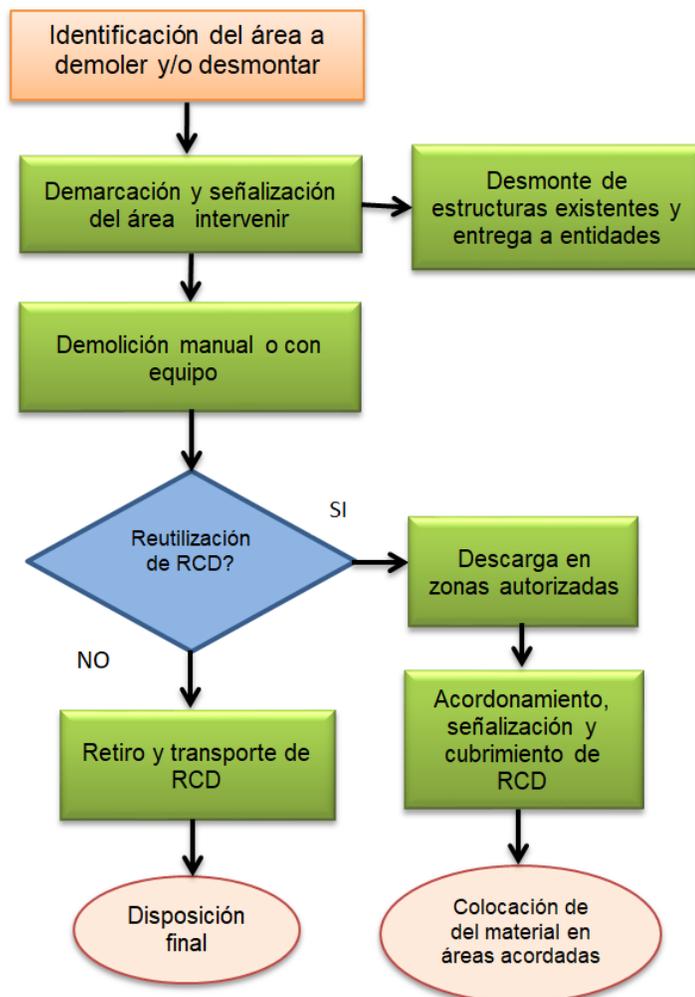


Figura 51 Diagrama, demolición y/o retiro de estructuras

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► 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.

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.

A continuación, se presenta el procedimiento a seguir para el traslado de redes de servicio público:

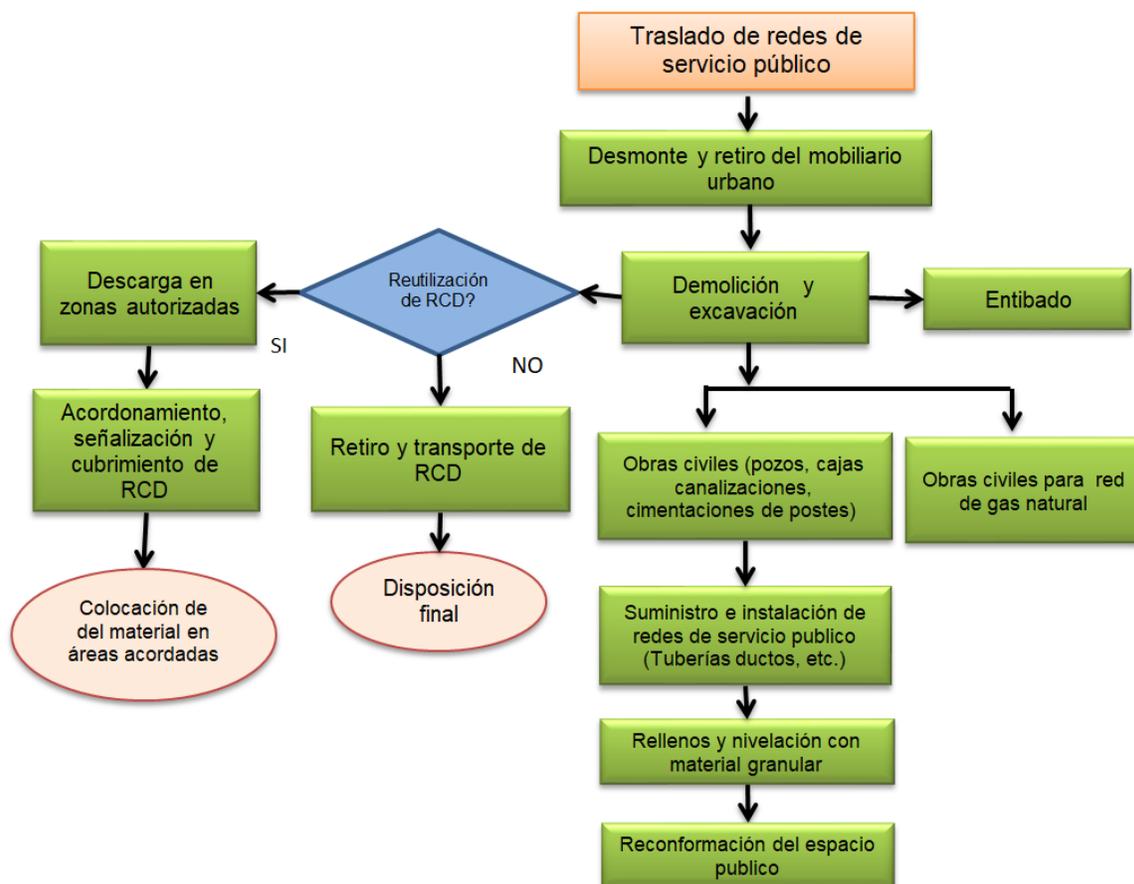


Figura 52 Diagrama de descripción de Actividad de traslado de redes

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► 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 53 se presenta el esquema general de la localización de los muros pantalla.

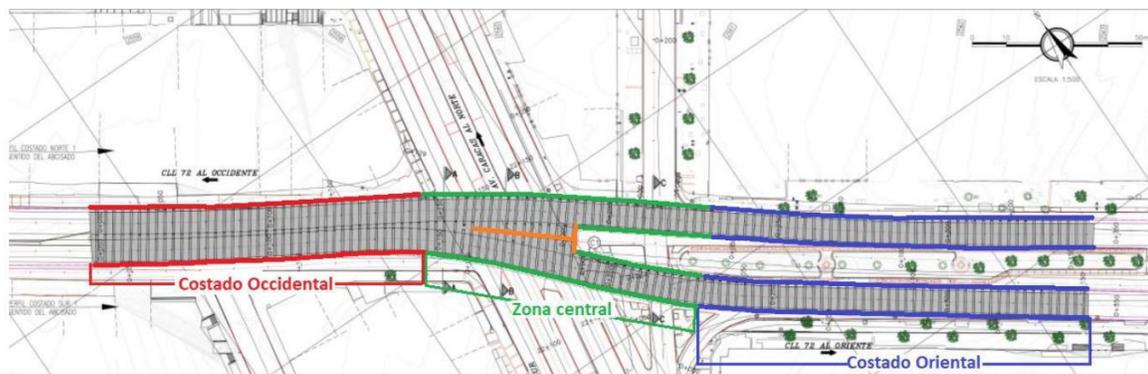


Figura 53 Esquema general de localización de pantallas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

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

▶ 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.

▶ 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.

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.

▶ 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 pre-excavadas.

▶ 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 pre-excavadas.

A continuación, se presenta el diagrama de construcción de muros pantallas que se implementara en el contrato de la referencia:

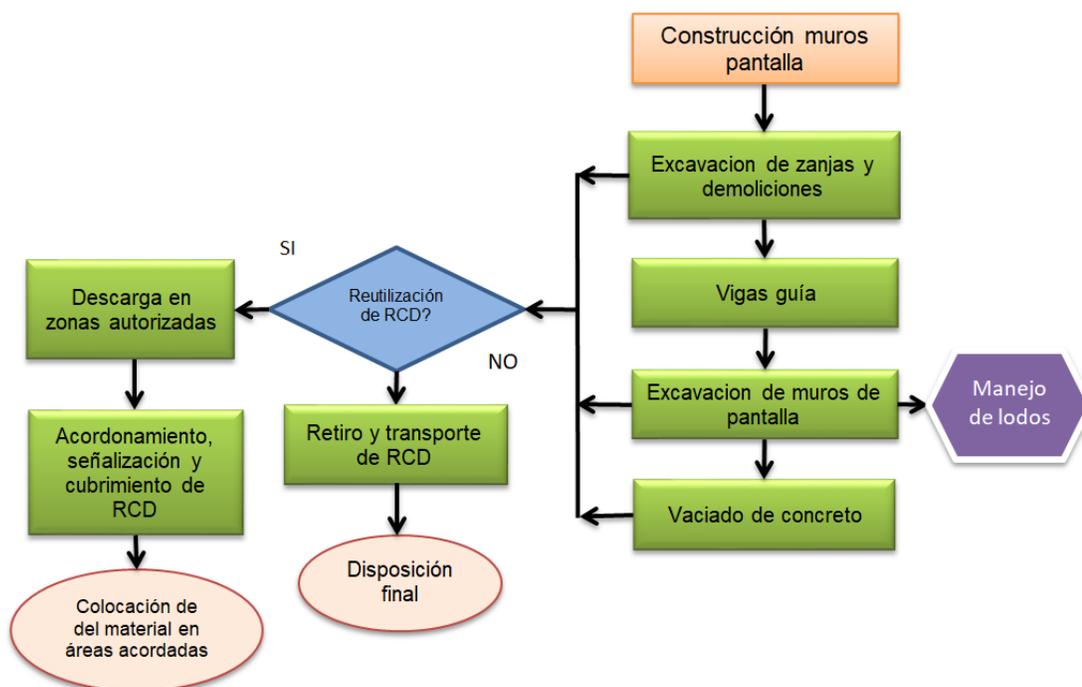


Figura 54 Diagrama, construcción muros pantalla

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► 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.

► 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.

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 a continuación. Este proceso de drenaje de aguas se ira implementando a medida que avanza la obra.

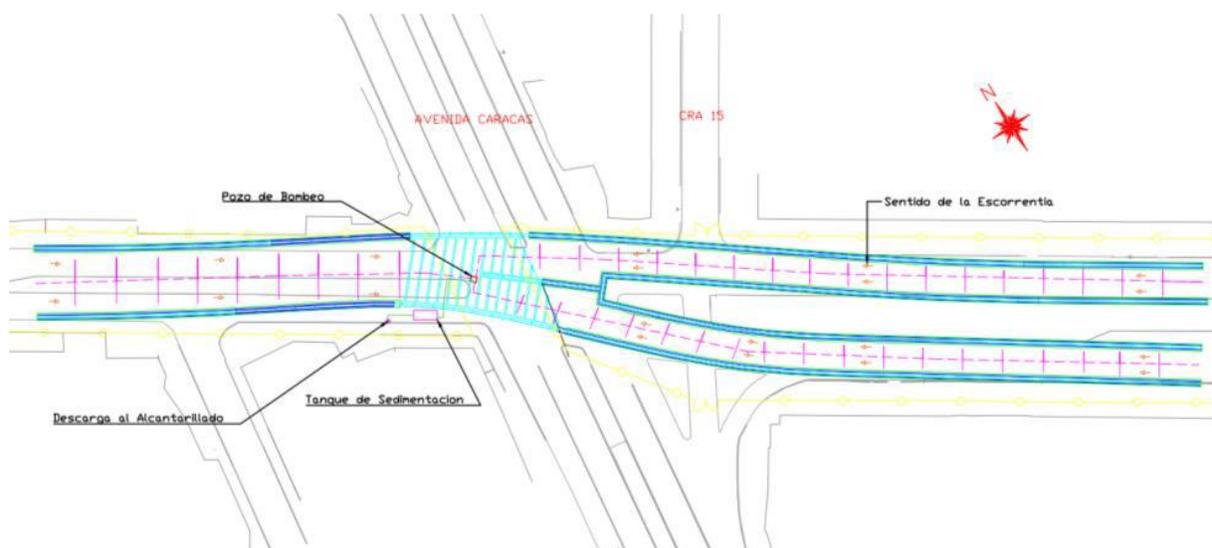


Figura 55 Manejo de aguas lluvias durante la construcción

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

#### ► 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 juntas 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.

A continuación, se presenta el diagrama de construcción de vigas que se implementara en el contrato de la referencia;

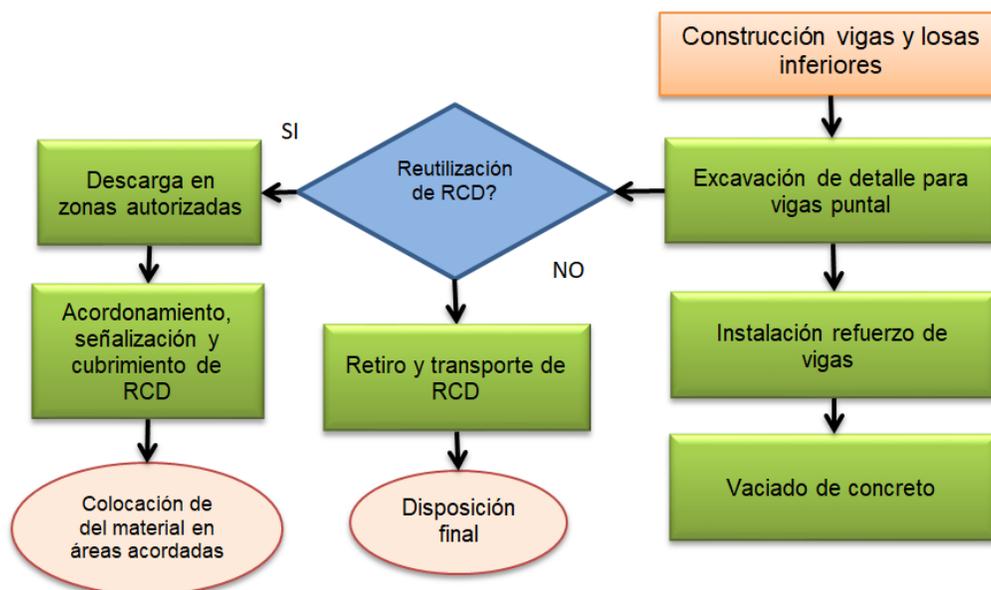


Figura 56 Diagrama de construcción de vigas y losas inferiores

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

### ► 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.

A continuación, se presenta el diagrama del proceso constructivo de muros de limpieza:

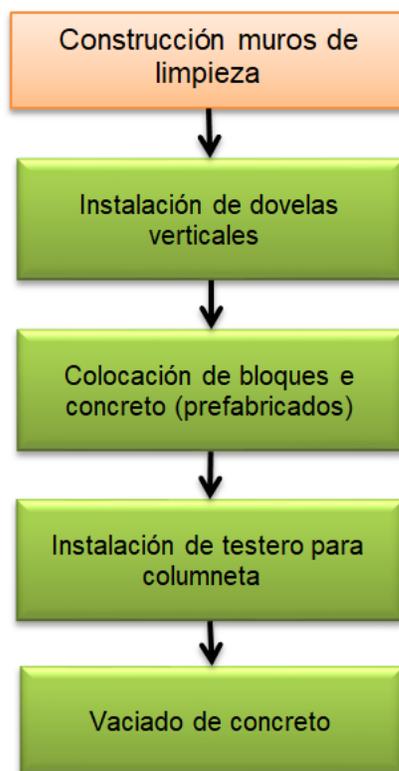


Figura 57 Diagrama de Construcción de muros de limpieza

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► 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 extendida 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 da a conocer el diagrama de construcción de espacio público:

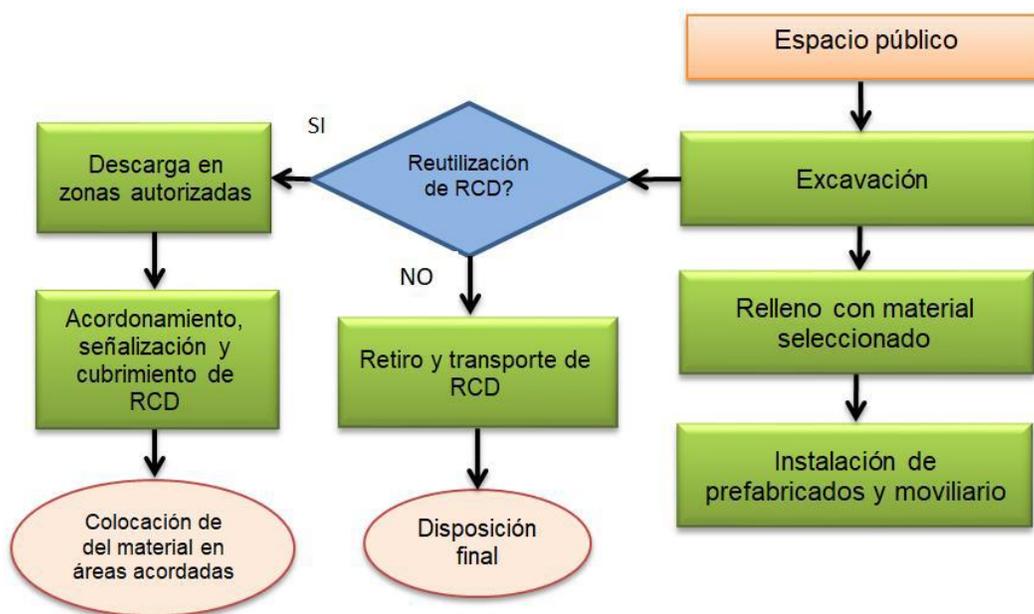


Figura 58 Construcción de espacio público

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► 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:

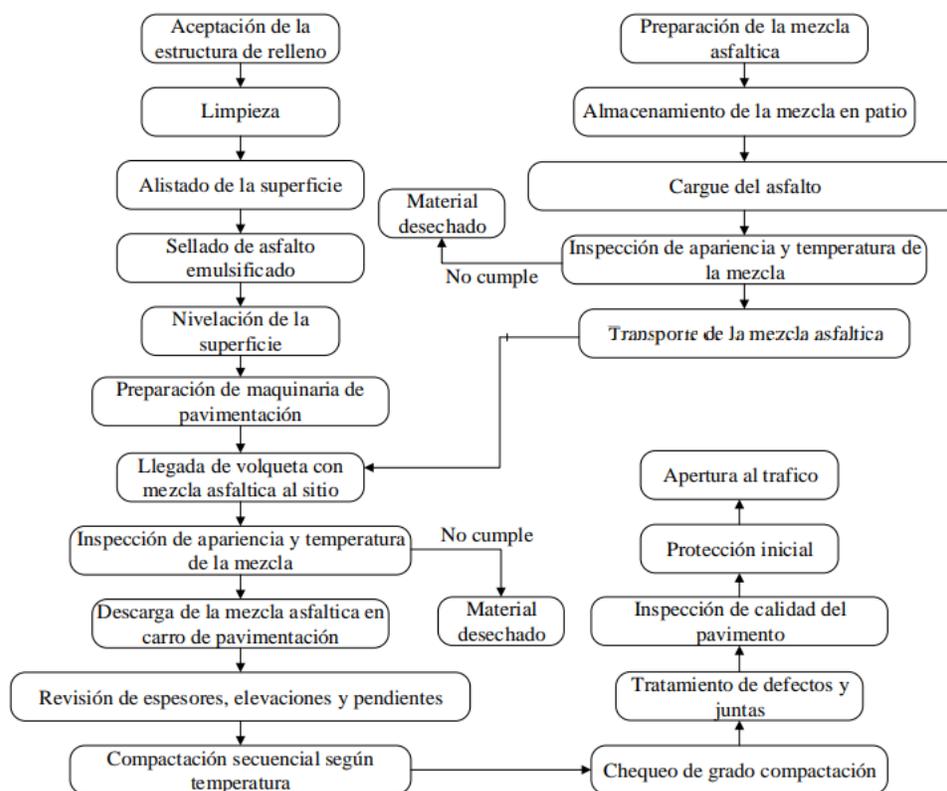


Figura 59 Diagrama de flujo del proceso de construcción de pavimento asfáltico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

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.

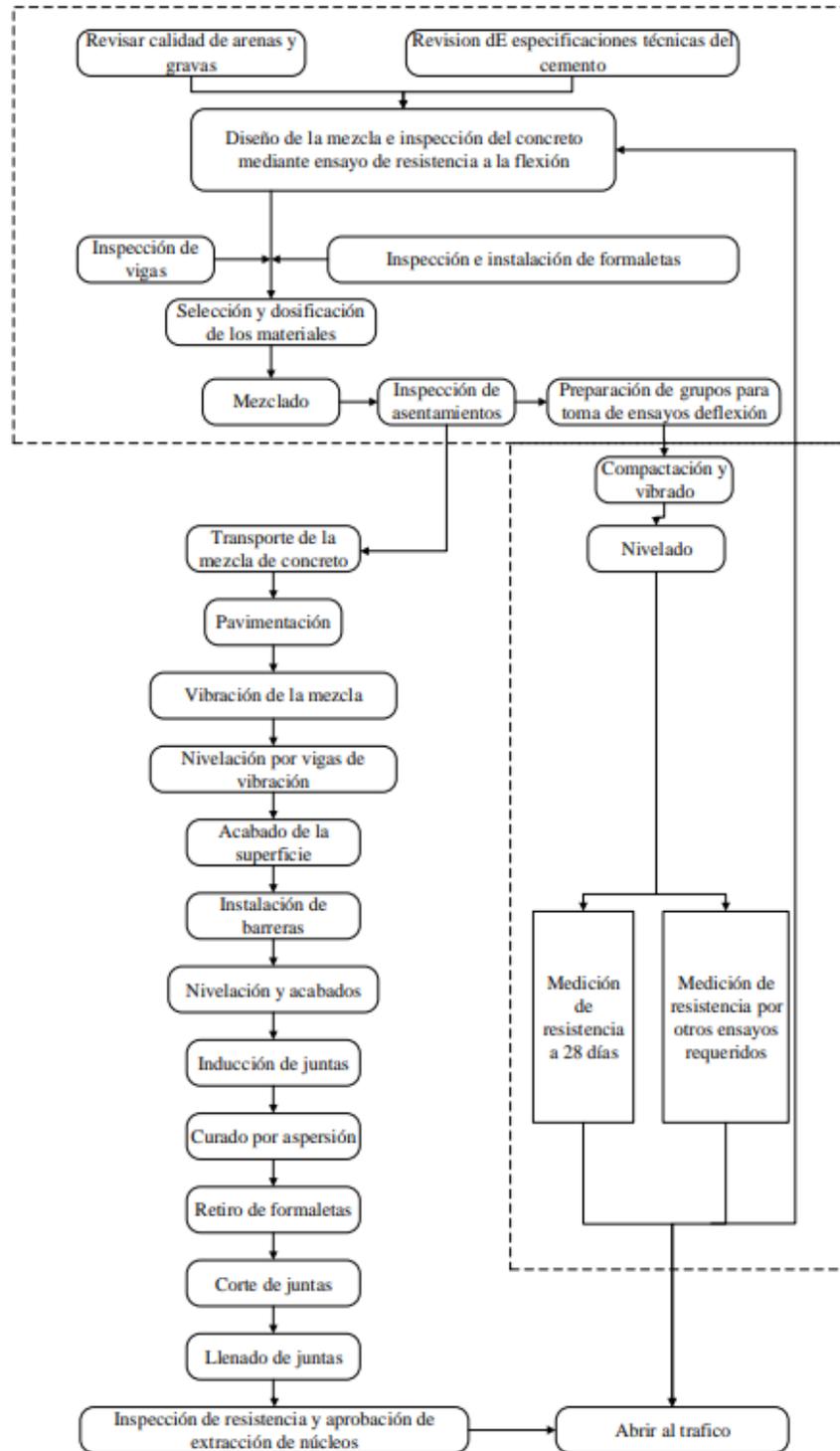


Figura 60 Diagrama de construcción de pavimentos en concreto

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S.

► **Construcción drenaje pluvial (Estación de Bombeo)**

Para el drenaje de las aguas pluviales del intercambiador vial de la calle 72, se requiere implementar una estación de bombeo de aguas lluvias, la cual se ubicará bajo tierra, en el área correspondiente al separador entre la Av. Caracas y la Carrera 15, en el costado sur del ala oriental de la Estación Metro 16.

Cabe destacar que la intervención, la cual se establece para el Escenario 2028, 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.

Esta estación, tomará las aguas lluvias recogidas en el intercambiador a través de colectores planteados desde el punto más bajo del mismo y que por cota del sistema de alcantarillado existente no es posible llevarlas por gravedad. Estas aguas lluvias serán conducidas a la estación para su bombeo el agua de la red pluvial existente cerca a la intersección y cuya capacidad ha sido evaluada previamente.

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.

Para la nueva 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.

## 2.11 TIPOLOGÍA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Durante el desarrollo de las actividades propias del alcance del proyecto se generarán los siguientes residuos de acuerdo a las tipologías establecidas en la guía ambiental para la elaboración del plan de gestión integral de RCD.

Tabla 6 Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Propias Del Proyecto PLMB

Residuos de Construcción y Demolición (RCD)			
<b>RCD APROVECHABLES</b>	TIPO I	Residuos mezclados	Residuos pétreos (concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques, mortero y materiales inertes)
	TIPO II	Residuos de material fino	Residuos finos no Expansivos (arcillas, limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos) Residuos finos expansivos (Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos)
	TIPO III	Residuos no pétreos.	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
		Residuos orgánicos de cespedones.	Residuos vegetales y otras especies bióticas
	<b>RCD NO APROVECHABLES</b>	TIPO IV	Residuos Peligrosos Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)
TIPO V		Residuos especiales	Poliestireno - Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros
TIPO VI		Residuos contaminados con otros	Residuos contaminados con residuos peligrosos. Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos. Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.
TIPO VII		Otros residuos	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reúso en las obras.

Fuente: Metro Línea 1. 2020. Extraído de resolución 1115 de 2012

#### 2.11.1 TIPO I – Residuos mezclados

- ▶ **Residuos pétreos:** Estos residuos se originarán en las zonas de soporte de las estructuras anteriores que se encontraban en pavimento rígido. Se contempla su reutilización como material de relleno donde esto sea técnicamente factible.

#### 2.11.2 TIPO II – Residuos de material fino

- ▶ **Residuos finos expansivos y no expansivos:** Estos residuos se originarán en las excavaciones realizadas en los frentes de trabajo que soportaban las vías actuales. Se contempla su reutilización como material de relleno donde esto sea técnicamente factible.

#### 2.11.3 TIPO III – Residuos orgánicos de pedones y cespedones

- ▶ **Residuos orgánicos de pedones (tierra negra) y cespedones:** Estos residuos se originarán en la actividad de descapote, actividad inicial en Fase Previa. Se contempla su reutilización donde sea técnicamente factible o donado a entidades legalmente constituidas.

#### TIPO III – No pétreos y de carácter metálico

- ▶ **Papel y Cartón:** libros, hojas impresas, cuadernos, revistas, papel regalo, cartulinas, envases de bebidas (Tetrapak, tetrabrik), cajas de cartón, corrugado, tubos de cartón, plegadizas (empaques de bienes y productos), periódicos y directorios, estos serán entregados a empresas de reciclaje legalmente constituidas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente.
- ▶ **Plástico, PVC:** Envases, tubería, tapas, recipientes, material de empaque, estos serán entregados a empresas de reciclaje legalmente constituidas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente.
- ▶ **Vidrio:** envases de vidrio de toda clase: blanco, verde, ámbar, azul; cristalería: vasos, estos serán entregados a empresas de reciclaje legalmente constituidas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente.
- ▶ **Metales:** Se encuentran residuos tales como Aluminio, latas, chatarra, tapas, acero los cuales se encuentran clasificados por su naturaleza y serán entregados a la empresa de reciclaje autorizada.

#### 2.11.4 TIPO IV – Residuos Peligrosos (RESPEL)

- ▶ **Residuos contaminados con hidrocarburos:** Se generarán en caso de presentarse algún derrame, y consiste en material absorbente empleado para el control del derrame. Serán entregados a empresas con permisos ambientales vigente en relación al manejo de residuos peligrosos.
- ▶ **Residuos biológicos:** Se generan este tipo de residuos en el momento en el que exista una atención de primeros auxilios y se tengan residuos de la atención primaria que se realizó. Serán

entregados a empresas con permisos ambientales vigente en relación al manejo de residuos peligrosos.

#### 2.11.5 TIPO V – Residuos especiales

- ▶ **Poliestireno - Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros:** Se generarán por uso de los mismos en actividades constructivas y desmantelamiento de estructuras existentes, Serán entregados a empresas con permisos ambientales vigentes en relación al manejo de estos residuos.

Tabla 7 Potencialidades de Manejo de Residuos

RESIDUO	REUTILIZACIÓN	RECICLAJE	DONDE	COMO
<b>METÁLICOS (ACERO – ALAMBRE HIERRO)</b>	La reutilización de estos materiales en la obra es poca casi nula.	Fabricación de nuevos elementos metálicos, como varillas, tarros de metal etc.	Fuera de la obra.	A través del gestor ambiental de empresas recicladoras encargadas de estas labores.
<b>VIDRIO</b>	La reutilización en la obra es nula.	Fabricación de nuevos artículos en vidrio como envases.	Fuera de la obra.	A través del gestor ambiental de empresas recicladoras encargadas de estas labores.
<b>PAPEL Y CARTÓN</b>	La reutilización de hojas de papel por ambas caras.	Fabricación de papeles reciclados.	El reúso es viable en el Área Administrativa. El reciclaje es viable fuera de la obra	A través del gestor ambiental de empresas recicladoras encargadas de estas labores.
<b>EXCAVACIÓN</b>	Aplica para reúso como material de relleno en algunas actividades, además de su reciclaje en otros proyectos.	Como relleno o soporte para otro tipo de proyectos o en las adecuaciones de carretables en los sitios de disposición final.	Este proceso se realiza al interior de la obra, o en el exterior en obras o sitios de disposición final que lo necesiten.	Disponiendo de sitios de acopios que cuenten con la infraestructura necesaria para su almacenamiento y posterior utilización. En caso de no ser viable su utilización en otros sitios, se realiza el transporte mediante volquetas que lleven el material al sitio de disposición final.

RESIDUO	REUTILIZACIÓN	RECICLAJE	DONDE	COMO
<b>DEMOLICIÓN DE PREDIOS Y DE CONCRETO RIGIDO.</b>	Aplica para reuso como material de relleno en algunas actividades y soporte para las grúas piloteadoras en obra, además de su reciclaje en otros proyectos.	Como relleno o soporte para otro tipo de proyectos o en las adecuaciones de carretables en los sitios de disposición final.	Este proceso se realiza al interior de la obra, o en el exterior en obras o sitios de disposición final que lo necesiten.	Disponiendo de sitios de acopios que cuenten con la infraestructura necesaria para su almacenamiento y posterior utilización. En caso de no ser viable su utilización en otros sitios, se realiza el transporte mediante volquetas que lleven el material al sitio de disposición final.
<b>PLÁSTICO</b>	Se reutiliza para cubrimiento de materiales, una vez ya se desgaste el material se procede a acopiar en los sitios de reciclaje.	Fabricación de bolsas plásticas, mangueras y empaques.	Se reutiliza dentro de la obra, para el reciclaje este aplica por fuera de la obra llevado por el gestor autorizado.	A través del gestor ambiental de empresas recicladoras encargadas de estas labores.

Fuente: Metro Línea 1. 2021

A continuación, se relaciona el manejo que se dará a cada uno de los residuos identificados:

#### 2.11.6 Residuos Tipo I y II

Se dispondrá de un lugar para la clasificación y almacenamiento de los RCD en la obra, la cual estará sujeta al espacio y características del frente de trabajo, los residuos se ubicarán en los lugares de soporte para mejorar el suelo en la zona en donde se ubicarán las grúas piloteadoras y como material para la conformación de las vías de acceso a para las volquetas de obra; el volumen de material de disposición final restante será retirado del frente de obra en las volquetas hacia los sitios de disposición final autorizados y con los permisos ambientales requeridos. Sin embargo, en el momento de requerir algún acopio de RCD's, se realizará bajo previa autorización de la interventoría.

La disposición de RCD generados en el proyecto se realiza en lugares autorizados destinados para recibir y acopiar de forma definitiva el RCD pétreo que por sus características físicas no puede ser objeto de aprovechamiento.

Tabla 8 Sitios de disposición final de RCD's autorizados a nivel distrital y municipal

Proveedores a Nivel Distrital	Permiso y/o Autorización Ambiental	Autoridad que lo vigila	Tipo de material autorizado
<b>LAS MANAS MAQUINAS AMARILLAS</b>	Resolución 1480 de 2014 (ANLA) Resolución 228 de 2016 (ANLA)	ANLA	Disposición final de RCD, Escombros, excavación y materiales pétreos
<b>INGENIERIA Y TRANSPORTES LAMD SAS</b>	Resolución 0280 de 1 febrero de 2019 (CAR) Resolución 0726 de 18 marzo 2019 (CAR)	CAR	Suelo orgánico, material de excavación
<b>SAN ANTONIO-REX INGENIERIA</b>	Resolución 1506 de 28 de julio de 2006 (ANLA) Resolución 01110 del 12/09/2017 (ANLA) RADICADO SDA: 2016ER198164	ANLA	Disposición final de RCD, escombros, excavación, y materiales estériles
<b>CEMEX LA FISCALA – USME</b>	Resolución 1112 del 27 de diciembre de 2012 (ANLA) Resolución 1480 del 04 de diciembre de 2014 (ANLA)	ANLA	Disposición Final De RCD, Escombros, Excavación, y Materiales estériles
<b>Granulados Reciclados de Colombia (GRECO)</b>	Comunicado CAR No. 20212061291 del 10/08/2021 en el cual se expresa que no tiene procesos sancionatorios. Radicado SDA No. 2020IE223591 del 10/12/2020 por medio del cual se aprueba como centro de tratamiento y aprovechamiento de RCD aprobado por la SDA e inscrito bajo PIN 19309	CAR	Residuos de construcción y demolición pétreos, arenas, gravas, gravillas, rocas de excavación, mampostería estructural, no estructural, cerámicas, sobrantes de mezclas de cementos, concretos y mezclas asfálticas
<b>RECICLADOS INDUSTRIALES</b>	Comunicado CAR No. 20202136255 del 7/07/2020 Solicitud actualización inscripción gesto RCD para la operación y funcionamiento de la planta de tratamiento, aprovechamiento y reciclaje de la RCD. Comunicado CAR No. 09212006679 del 1/06/2021 en el cual se expresa que no tiene procesos sancionatorios. Comunicado CAR No. 20212074043 del 25/08/2021 en el cual se informa que Reciclados Industriales de Colombia SAS se encuentra registrado como gestor de plantas de tratamiento de RCD'S.	CAR	RCD APROVECHABLES

Proveedores a Nivel Distrital	Permiso y/o Autorización Ambiental	Autoridad que lo vigila	Tipo de material autorizado
	Radicado SDA: 2017ER166535 - Registro 015		

**Fuente:** [http://ambientebogota.gov.co/es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1548afc8-7e05-4787-b8e6-c6dbf4182d03&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=1548afc8-7e05-4787-b8e6-c6dbf4182d03&groupId=10157)

Cabe resaltar que a todos los proveedores de materiales pétreos y disposición final se les realiza la revisión de documentación ambiental (permisos y licencias), de igual manera, se solicita información a la Autoridad Ambiental Competente si existe procesos sancionatorios abiertos con el fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos legales aplicables de los mismos, de igual forma, Metro Línea 1 verifica durante el desarrollo de las actividades la aplicación de buenas prácticas de ingeniería por medio de inspecciones periódicas (mensuales) realizadas por medio del formato SIG-IP-FR-21. (Anexo 2)

Los residuos clasificados como tipo I y II serán almacenados temporalmente en los frentes de trabajo no deben interferir con el tráfico vehicular ni peatonal.

Los vehículos de transporte de material de disposición final deben estar equipados con contenedores o platoes apropiados y en adecuado estado de mantenimiento para que no se presente pérdida del material al momento de ser transportado. Adicionalmente deberán contar con el registro y el correspondiente PIN asignado por la Secretaria Distrital de Ambiente para transportadores de RCD, lo anterior en cumplimiento de la Resolución 1115 de 2012.

La carga transportada será cubierta en su totalidad con el fin de evitar dispersión de esta o emisiones fugitivas, el vehículo no podrá estar cargado hasta el borde del contenedor

A la salida del frente de obra, se debe verificar que los vehículos que transiten por las vías aledañas al proyecto cuenten con las llantas limpias.

### 2.11.7 Residuos Tipo III

Los residuos sólidos de los campamentos e instalaciones temporales se dispondrán en 3 contenedores, con el fin de lograr la mejor clasificación posible para la recolección del material por parte de la ruta de recolección selectiva o su entrega a las empresas de reciclaje.



Figura 61 Esquema de punto de manejo de residuos y canecas.

Fuente: Metro Línea 1. 2021

Para la clasificación en la fuente de los residuos Tipo III no peligrosos los recipientes deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento. Los recipientes se ubicarán en los campamentos y frentes de obra en puntos estratégicos, visibles, perfectamente identificados y marcados, del color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, de acuerdo con los colores que exige la Guía Técnica Colombiana GTC-024 del ICONTEC y tal como se muestra en la Figura 61. Los recipientes estarán protegidos de la lluvia y contendrán bolsas resistentes para facilitar su transporte. Durante la construcción de las obras se hará seguimiento a la generación de residuos para ajustar la ubicación de los recipientes de ser necesario. Adicional, las actividades desarrolladas en el proyecto se deben armonizar a la Resolución 2481 de 2019 “por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones”, que regirá a partir del 01 de enero del 2021.

El almacenamiento temporal de los residuos se ubicará en lugares alejados de oficinas, para evitar malos olores y posibles focos de enfermedades y deberá estar señalizado. (Figura 62 y Figura 63).

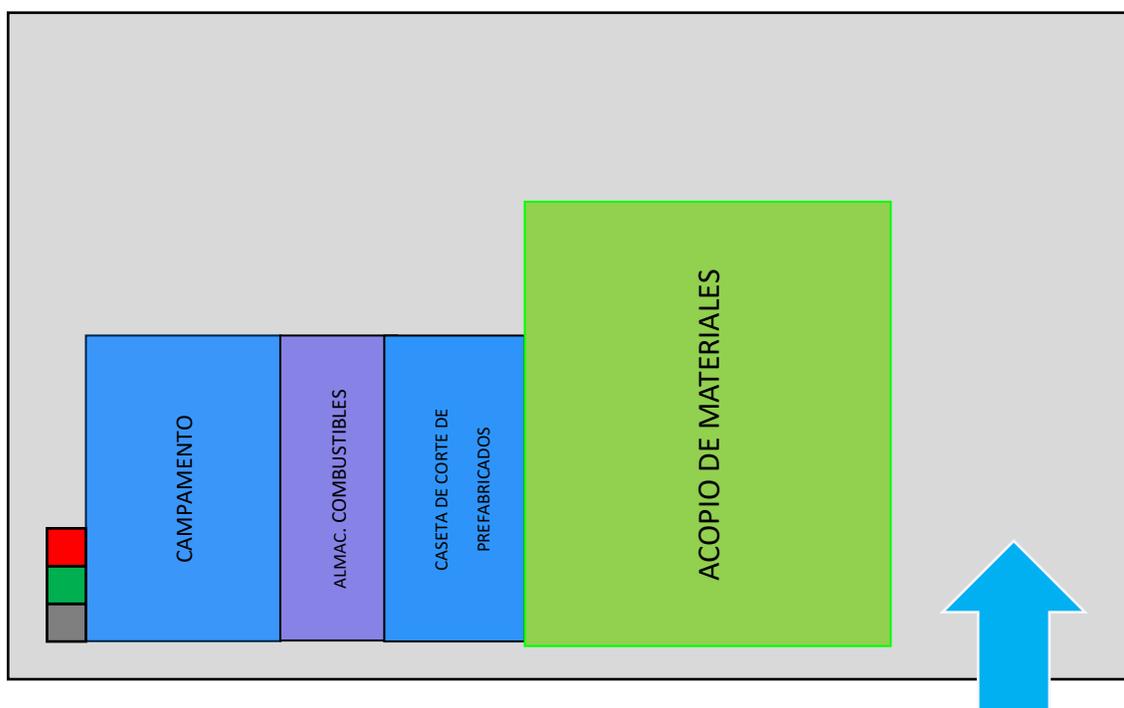


Figura 62 Plano planta de campamento preliminar de obra Calle 72 (Identificación de áreas de almanecamiento)

Fuente: Metro Línea 1. 2021



Figura 63 Localización campamento Patio Taller (Identificación de áreas de almacenamiento)

Fuente: Metro Línea 1. 2021

El material susceptible de ser reciclado por terceros será entregado a empresas recicladoras avaladas por la autoridad ambiental competente o a la Empresa de Aseo que presta sus servicios en el sector, en los horarios, fechas y puntos establecidos por el Concesionario de aseo.

El transporte de materiales será por cuenta de las empresas recuperadoras, el cual deberá cumplir con lo previsto en la reglamentación distrital vigente. En ningún caso se aceptarán carros de tracción animal. En casos de fuerza mayor y dependiendo de las disponibilidades de equipo y la cercanía al sitio de acopio de estas empresas, se podrá utilizar una volqueta del proyecto para apoyar esta labor.

La disposición final de estos residuos se realizará con los operadores de servicio público de aseo designados por la UAESP (Unidad Administradora de Servicios Públicos) de la zona, por lo cual no se requiere la solicitud de licencias y/o actas de disposición final.

La presentación de estos residuos para la recolección por parte de las respectivas empresas será en las bolsas identificadas con el código de colores establecido en la Guía Técnica Colombiana GTC-024 del ICONTEC y en el año 2021 se deben armonizar a la Resolución 2481 de 2019.

Se realizarán capacitaciones del personal de obra sobre clasificación en la fuente que permitirá identificar el tipo de residuo que se produce y la forma como se debe realizar la separación y clasificación en la fuente, estas capacitaciones se encuentran establecidas en el cronograma de capacitaciones del Plan de Manejo Ambiental para el proyecto.

Las maderas deben ser recolectadas, apiladas y conservadas para efectos de reutilizarlas dentro del mismo proceso constructivo.

Los residuos metálicos, son materiales que son reciclables, y son productos de sobrantes de figurado de hierro y estructuras metálicas, los cuales son retirados por una empresa gestora, la cual incorpora el material ferroso a los procesos de fundición en la empresa DIACO SA, y así convertirlos de nuevo en materia prima para la industria metalúrgica.

Para el manejo de este tipo de residuos en la obra, se tendrá un sitio destinado para el correcto acopio y en el momento de almacenar un volumen apropiado para retiro por las empresas gestoras, se realizará la programación de esta para su correspondiente manejo y disposición final, las cuales se dan a conocer a continuación:

Tabla 9 Centros de aprovechamiento de material reciclable

Proveedores	Permiso y/o Autorización Ambiental	Tipo de tratamiento
<b>ASOREMA</b>	Resolución 068 de 17 de febrero de 2014	Organizaciones de recicladores habilitadas (RUOR) UAESP – garantizar la prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección, transporte, disposición final, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos, la limpieza de vías y áreas públicas
<b>ECOPLANET</b>	RADICADO SDA 2020EE85215 del 20/05/2020	Mecanismo de aprobación de ECOPLANET SOLUCIONES AR SAS como recuperador específico de RCD en el Distrito Capital cuya actividad será solo almacenar, acopiar y clasificar material autorizado por la SDA bajo PIN 18353 (madera, plásticos, metálicos y otros: Icopor y drywall)

Fuente: Metro Línea 1. 2021

Por otro lado, el material orgánico y cespedones serán reutilizados en los frentes de trabajo o serán donados a empresas legalmente constituidos con el fin de garantizar su aprovechamiento por sus características y disminuir la cantidad de material a disponer.

#### 2.11.8 Residuos Tipo IV y VI

Los residuos sólidos especiales (Los materiales contaminados con combustibles o aceites, como estopas, aserrín, suelos, entre otros.) serán recolectados en canecas separadas y posteriormente serán entregados al operador especializado para su tratamiento y disposición final.

De acuerdo al tipo de residuo que en este caso es de carácter especial, se empleará el código de colores para su correcto almacenamiento:

- ▶ **Caneca Roja:** residuos provenientes de actividades de mantenimiento de vehículos y labores de primeros auxilios. (Estopas, trapos impregnados de combustible, gasas y utensilios de primeros auxilios usados)

El almacenamiento de residuos peligrosos no podrá exceder el tiempo estipulado en la normatividad ambiental (Decreto 4741 de 2005), es decir seis meses en la caneca roja para luego ser entregados a uno de los gestores autorizados que se relacionan a continuación:

Tabla 10 Sitios de disposición final de Residuos Peligrosos autorizados a nivel distrital y municipal

Proveedores	Permiso y/o Autorización Ambiental	Tipo de tratamiento
<b>VALCO CONSTRUCCIONES LTDA - ALIZANZA COMERCIAL - ECOPLANET</b>	Resolución No. 0989 de 26 de mayo de 2015	Almacenamiento, aprovechamiento, recuperación e incineración de residuos peligrosos
<b>INDUSTRIA AMBIENTAL SAS</b>	Resolución 374 de 14 de octubre de 2016 (EPA, CARTAGENA)	Planta de tratamiento de residuos especiales (aceites usado y aguas de sentina, montaje y operación del horno incinerador de residuos sólidos hospitalarios y eterización con autoclave de equipos e instrumentos contaminados tales como vidrio, plásticos, latas, entre otros, manejo de aceite vegetal y animal provenientes de la industria)
<b>ECOLOGIA Y ENTORNO ECOENTORNO</b>	Resolución 2944 del 30 de diciembre de 2005 Resolución 491 del 28 de febrero de 2020	Licencia ambiental para el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de Residuos o desecho peligrosos, así como puesta en marcha de una plata de incineración y el tratamiento de residuos peligrosos mediante la destrucción manual y mecánica, tratamiento térmico sin combustión (esterilización), desactivación química y encapsulamiento.
<b>INDUSTRIA AMBIENTAL SAS ECOEFICIENCIA</b>	Resolución 1485 del 11 de julio de 2016	Almacenamiento de desechos o residuos peligrosos, destrucción de luminarias y lámparas fluorescentes, aprovechamiento de filtro de aceite usados y electrónicos RAESS.

Fuente: Metro Línea 1. 2021

### 2.11.9 Residuos Tipo V

El contenedor de residuos especiales deberá situarse en un lugar plano y fuera del tráfico habitual de la maquinaria de obra. Los contenedores deberán permanecer tapados y protegidos contra la lluvia y condiciones climáticas adversas.

El transporte y deposición final de este tipo de residuos se realizará con las empresas que cuenten con las licencias y/o permisos emitidos por la autoridad ambiental competente. Para el transporte se le

exigirá a la empresa que se contrate para la prestación de este servicio el cumplimiento de los Decretos 1609 de 2002 y el Decreto 4741 de 2005.

Tabla 11 Sitios de disposición final para la disposición de residuos especiales

Proveedores	Permiso y/o Autorización Ambiental	Tipo de tratamiento
ECOPLANET	RADICADO SDA 2020EE85215 del 20/05/2020	Mecanismo de aprobación de ECOPLANET SOLUCIONES AR SAS como recuperador específico de RCD en el Distrito Capital cuya actividad será solo almacenar, acopiar y clasificar material autorizado por la SDA bajo PIN 18353 (madera, plásticos, metálicos y otros: Icopor y drywall)

Fuente: Metro Línea 1. 2021

Para los residuos líquidos producto de la utilización de los baños portátiles del proyecto se cuenta con una empresa ambientalmente responsable que presta los servicios de alquiler de las baterías de baños portátiles y a su vez retira estos residuos semanalmente que lleva a su sitio de disposición final en su central de operación; para ello emite un certificado de disposición final de los residuos líquidos producto del mantenimiento periódico de las baterías portátiles.

Tabla 12 Gestores para el manejo de aguas residuales

Proveedores	Permiso y/o Autorización Ambiental	Tipo de tratamiento
ECOBANO ALIANZA PARDO SAENZ & SAENZ & CIA LTDA	RADICADO SDA 2016EE41171 del 7/03/2016	Viabilidad registro de vertimientos
SEPTICLEAN – STAP - VEOLIA	Resolución 03088 del 26/12/2015	Por la cual se otorga permiso de vertimiento y se adoptan otras determinaciones

Fuente: Metro Línea 1. 2021

#### 2.11.10 Residuos Tipo VII

Para el manejo de otros residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reúso en el proyecto de la referencia, serán dispuestos en sitios autorizados, si por sus condiciones y características no se tiene contemplado un proveedor para estos residuos en el presente RCD, se verificará en la página web de la Secretaría Distrital de Ambiente ([http://ambientebogota.gov.co/es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1548afc8-7e05-4787-b8e6-c6dbf4182d03&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=1548afc8-7e05-4787-b8e6-c6dbf4182d03&groupId=10157)) un gestor autorizado por la Autoridad Ambiental Competente con el fin de realizar la disposición del mismo, cumpliendo con la normatividad vigente.

## 2.12 OPERACIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

### 2.12.1 Medidas de prevención y minimización en la generación de residuos

El Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) ha sido elaborado como parte del seguimiento a los procesos constructivos de las de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB, lo cual establece las medidas de prevención y minimización de la generación de residuos en la ejecución del proyecto.

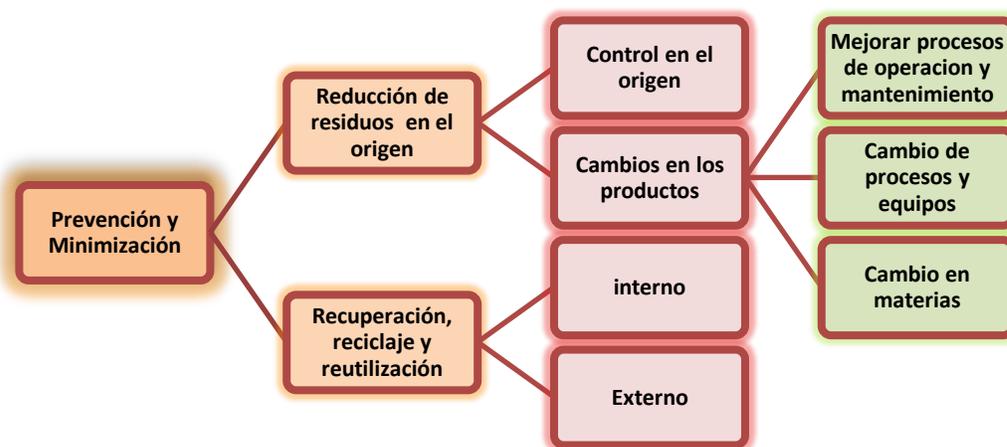


Figura 64 Medidas de prevención y minimización

Fuente: Metro Línea 1. 2021

De igual manera, a continuación, se presenta las etapas para el manejo de RCD para el proyecto de la referencia.

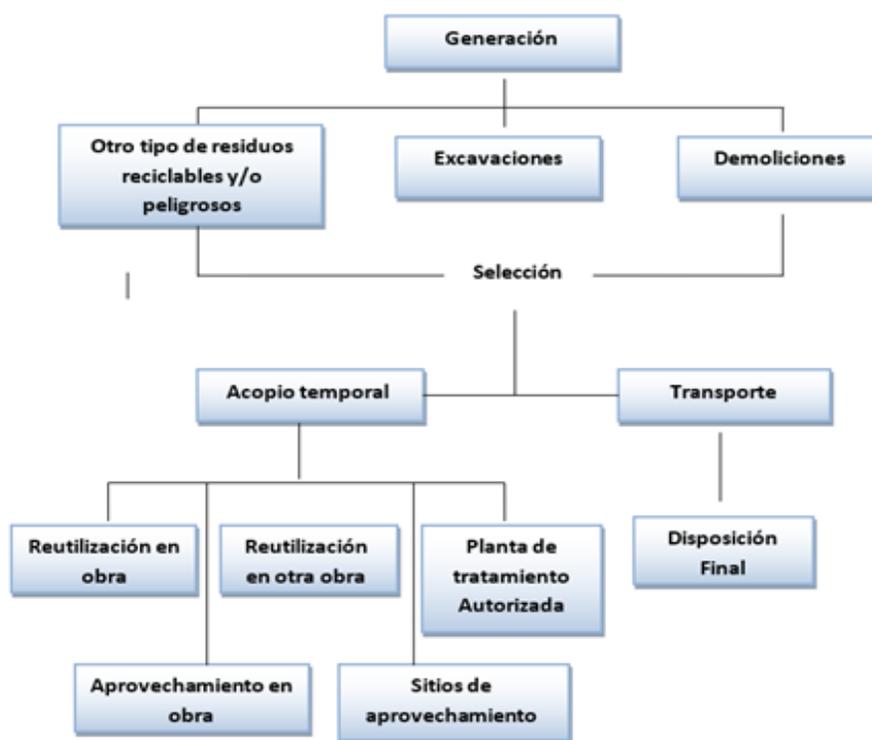


Figura 65 Etapas para el manejo de los RCD

Fuente: Metro Línea 1. 2021

### 2.12.2 Medidas de manejo para la minimizar la generación de residuos de construcción y demolición.

Dentro de las medidas de manejo para reducir la generación de residuos se implementarán:

- ▶ Se realizarán convenios “Post consumo” con proveedores para la devolución de algunos empaques y embalajes quienes les darán disposición final: Para las compras de sustancias químicas, toners y luminarias requeridas para las actividades propias del proyecto, se utilizan proveedores que cuenten con procesos de recolección de residuos en su etapa de disposición final, (ejemplo: luminarias - Lúmina, Cemento – Cemex y Holcim, Aceites – Shell y Texaco, etc.); estos proveedores son los considerados inicialmente, sin embargo pueden presentarse cambios en el proceso de contratación y serán informados previamente a la interventoría para verificar su cumplimiento ambiental. Una vez sean definidos estos proveedores, se enviará la documentación de los sitios de disposición final a utilizar o procesos a realizar.
- ▶ Utilizar materiales reciclados en rellenos, subbases de firmes como granulados: como parte de los materiales producto de los movimientos de tierras en el frente de trabajo, estos pueden ser reutilizados en los procesos de soporte y adecuación de plataformas para el soporte de maquinaria (Grúas y piloteadoras) para los procesos constructivos; adicional se pueden hacer

procesos de conformación de las vías de acceso que se pueden utilizar para la construcción del proyecto.

- ▶ Implementación de acciones de separación y selección de material a recuperar y reutilizar en obra: Con el personal de obra, se van a implementar capacitaciones y campañas de acciones y programas para el óptimo manejo de los residuos en las áreas administrativas y en obra; este cronograma se encontrará descrito en el Plan de Manejo Ambiental y en el Anexo de este documento con el cronograma anual de actividades.
- ▶ Apoyar campañas de manejo racional de recursos en el área administrativa: De acuerdo con las actividades y programas establecidos en el Plan de Manejo Ambiental, todos los trabajadores cumplirán con las metas establecidas en los indicadores de cada una de las fichas de manejo y los cronogramas de trabajo allí consignados. Así mismo se tiene en el Plan de capacitaciones ambientales el contenido de las campañas, la periodicidad y a quienes van dirigidas.
- ▶ Gestionar e iniciar contratos con proveedores que cuenten con medias de manejo ambiental en el desarrollo de sus productos: Todos los contratistas vinculados al proyecto tienen un proceso de selección en donde se verifica el cumplimiento normativo en temas de carácter ambiental de tal forma que siempre están acordes a lo establecido la legislación ambiental.
- ▶ Verificar cumplimiento de las acciones de minimización como medida de mejoramiento continuo y de gestión ambiental: La verificación del cumplimiento de las acciones de minimización se realiza a través de mecanismos y trazabilidad de los indicadores propuestos en el Plan de manejo Ambiental – PMA.

A continuación, se dan a conocer las medidas de minimización y manejo en fase previa y de ejecución del proyecto:

Tabla 13 Acciones de minimización y manejo de RCD´s desde la fase de ejecución del proyecto

ACCIONES DE MINIMIZACIÓN Y DE PREVENCIÓN DESDE LA FASE DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
1	<p><u>Se propenderá por el uso eficiente de materiales de construcción, de manera que se minimicen los desperdicios y se protegerán los acopios de la acción de la lluvia para preservar su calidad, de manera especial los agregados pétreos finos.</u></p> <p>Esta es una labor permanente en el proceso productivo de construcción, lo que busca garantizar un adecuado uso de materiales pétreos en obra, y mantener las condiciones de los acopios de forma organizada y clasificada para evitar desperdicios en general por acciones de la lluvia o procesos de arrastre.</p>
2	<p><u>Se dará preferencia a aquellos proveedores que suministren sus productos con sistemas de post consumo que garantice una tendencia a minimizar los residuos; y poder garantizar la posible utilización de insumos biodegradables y que puedan ser ambientalmente amigables sin contaminar el medio ambiente.</u></p>

ACCIONES DE MINIMIZACIÓN Y DE PREVENCIÓN DESDE LA FASE DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
	Se cuentan con protocolos de selección de proveedores por parte del departamento de compras, que busca garantizar una óptima definición del proveedor a utilizar.
3	<p><u>Se planificará la obra para minimizar los sobrantes de tierra y se tomarán las medidas adecuadas de almacenamiento para garantizar la calidad de las tierras destinadas a reutilización.</u></p> <p>El equipo de programación de obra tiene determinadas las áreas de intervención por los procesos constructivos y las áreas destinadas a acopio de RCD's para el proceso de reutilización en actividades de conformación de paisajismo y zonas verdes finales del proyecto que requieren material de cobertura con características de materia orgánica apta para el buen desarrollo y establecimiento de áreas verdes finales.</p>
4	<p><u>Se protegerán los materiales susceptibles de afectación por procesos de acción del viento y la lluvia.</u></p> <p>Las actividades de acompañamiento ambiental a los procesos constructivos garantizan que siempre se tenga los sitios destinados para el acopio de materiales y RCD's en óptimas condiciones, para así evitar desperdicios y pérdidas que generen sobrecostos económicos que a su vez tienen repercusiones con el medio ambiente y el agotamiento de recursos naturales. El seguimiento y control se realiza a través del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.</p>
5	<p><u>Fomentar el aprovechamiento in situ de los RCD</u></p> <p>Así como las campañas ambientales para toda la optimización de los recursos y la disminución en la generación de residuos sólidos en general y su correcto manejo en todas las áreas de producción del proyecto; es importante generar la cultura de aprovechamiento de RCD's en obra, lo que conlleva a tener la posibilidad de reutilizar materiales en los procesos constructivos que cumplan con las condiciones de calidad y reincorporación a las fases del proyecto.</p>
6	<p><u>Uso de vehículos apropiados para el transporte de RCD's:</u></p> <p>En el proceso de contratación de los vehículos transportadores de RCD del proyecto, es necesario que cumplan con todas las obligaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental – PMA y el SGSST elaborados para el proyecto, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión previa al inicio de las actividades (Pito de reversa, botiquín, extintor, kit de derrames, SOAT vigente, Revisión tecnicomecánica vigente, carpa en lona y sistema de auto carpado, no debe tener extensiones de cualquier tipo en los contenedores o platonos para aumentar su capacidad de carga).</li> <li>- Debe tener identificación visual del proyecto en cada uno de los costados del vehículo.</li> <li>- El conductor del vehículo debe garantizar que las vías a la salida del proyecto se encuentren en óptimas condiciones (utilizar los sistemas de lavado y limpieza de llantas).</li> <li>- Los conductores de los vehículos pesados deben cumplir en su totalidad las normas de tránsito internas y externas del proyecto.</li> </ul>
7	<p><u>Cumplimiento de horarios de retiro de RCD's del frente de obra:</u></p> <p>De acuerdo con los lineamientos del proyecto se deben cumplir con los tiempos y horarios establecidos para el transporte de vehículos pesados por la zona, esto teniendo en cuenta que la vía de salida es una vía de orden nacional y tiene un control permanente por la policía de tránsito. El retiro de materiales se realizará en la jornada laboral establecida por el proyecto siempre cumpliendo con las restricciones viales de las vías nacionales. (Esta información se mantendrá actualizada de forma permanente con los organismos de tránsito de la zona). En cuanto al control interno del proyecto se tiene establecida una velocidad máxima de tránsito de 20km/h, y en el requerimiento de salida del proyecto es indispensable seguir las recomendaciones dadas por los auxiliares de tránsito que cumplen todos requerimientos establecidos en el PMT aprobado por las autoridades de control.</p>
8	<p><u>Capacitaciones al personal de obra:</u> Teniendo en cuenta la elaboración del Plan de Manejo Ambiental – PMA, se tiene planteado un cronograma de capacitaciones al personal de obra, el cual contiene temas correspondientes a temas ambientales que son de vital importancia para el acompañamiento y desempeño ambiental del proyecto.</p>

ACCIONES DE MINIMIZACIÓN Y DE PREVENCIÓN DESDE LA FASE DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
<b>9</b>	Acopios de Residuos sólidos del proyecto: En el desarrollo de la obra, se tiene un diseño de obras preliminares para la adecuación de zonas de campamentos y frentes de trabajo, lo cual conlleva a una organización donde se tienen contempladas las zonas de acopios de residuos sólidos y sitios para clasificación de estos antes de la entrega a las empresas que realizan la disposición y aprovechamiento.

Fuente: METRO LINEA 1. 2021

Antes de empezar la fase de construcción se presentará el cronograma de capacitaciones y charlas que se realizan a los trabajadores con el fin de darles a conocer las responsabilidades por generación de RCD en relación al manejo de residuos generados en el proyecto

Tabla 14 Responsabilidad por generación de RCD

Responsable	Personal Requerido	Responsabilidades
<b>Contratista</b>	<b>Residente Técnico/Residente Ambiental</b>	Estimar el volumen de material de excavación, determinar su forma de disposición final y/o aprovechamiento Ejecutar todas las acciones que garanticen las acciones de mitigación ambiental propuestas
<b>Subcontratista</b>	<b>Residente de obra/inspector de obra</b>	Acatar y velar por el cumplimiento de las acciones ambientales y procedimientos propuestos.
<b>Interventoría</b>	<b>Residente Técnico/Residente Ambiental</b>	Velar y verificar el cumplimiento de las acciones ambientales y procedimientos propuestos

Fuente: METRO LINEA 1. 2021

De igual manera, se presenta las actividades a ejecutar al inicio de las Obras de la Fase previa con el fin de reducir la generación de RCD en el proyecto.

### 2.12.3 Almacenamiento.

En cada una de las etapas de la obra se realizará una separación y almacenamiento óptimo de los RCD generados, con el fin de identificar los residuos que puedan ser reciclados, reutilizados y/o revalorizados dentro o fuera de la obra, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se genera un menor impacto ambiental. Por lo anterior, las medidas a implementar para almacenamiento de RCD en el área de intervención:

- ▶ Controles para mitigación de la Contaminación del suelo por una mala disposición de residuos sólidos.

Para realizar la separación en la fuente, en primera instancia se impartirán capacitaciones al personal vinculado al Proyecto sobre el manejo y clasificación de los residuos sólidos y el uso de los diferentes recipientes para su almacenamiento inicial, dentro de esta se tendrá en cuenta la Resolución 2184 de 2019. Que entró en rigor para todo el territorio nacional a partir de 1 de enero de 2021, donde se establece:

- ▶ Color blanco: residuos aprovechables como plástico, botellas, latas, vidrio, metales, papel y cartón.
  - ▶ Color negro: residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.
  - ▶ Color verde: residuos orgánicos como los restos de comida cruda (sin procesar)
- ▶ Medidas de Manejo interno ambientalmente seguro de los residuos peligrosos

El lugar de almacenamiento tendrá las siguientes características:

- ▶ Base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.
- ▶ Cierre perimetral de a los menos 1,8 m de altura.
- ▶ Techado y protegido de condiciones ambientales.
- ▶ Garantizar que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación.
- ▶ Capacidad de retención o escurrimiento o derrames.
- ▶ Señalización interna y externa y acceso restringido con puertas y seguro

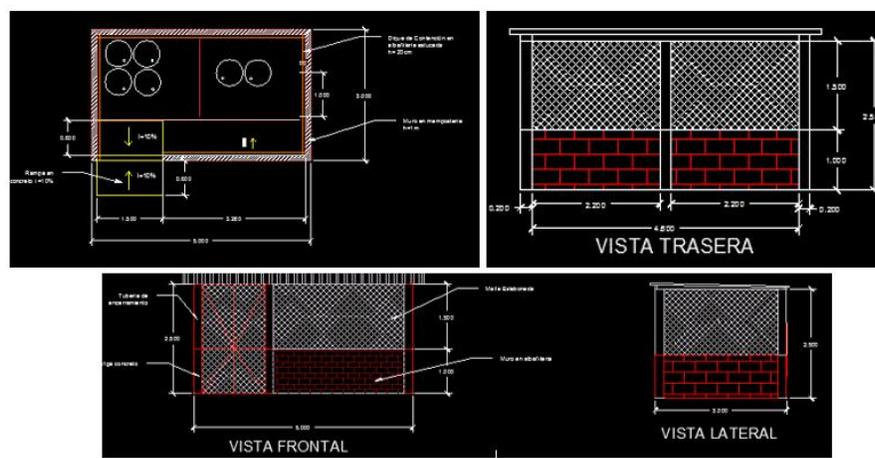


Figura 66 Almacenamiento temporal tipo RESPEL y aceites usados

Fuente: METRO LINEA 1. 2021

▶ Envasado

Los elementos de protección personal contaminados empacados en canecas plásticas con tapa.

Las bolsas de cemento serán empacadas en lonas por separado del resto de residuos

En cuanto a la generación de residuos peligrosos y los envases y trapos contaminados con sustancias químicas y/o hidrocarburos, estos serán almacenados en contenedores metálicos de 55 gal rotulados indicando sus características de peligrosidad y dispuestos dentro del almacenamiento cumpliendo con la matriz de compatibilidad.

Las sustancias peligrosas en estado líquido serán envasadas en galones de 5 galones debidamente sellados y posteriormente llevados a almacenar en canecas de 55 galones metálicas con tapa.

Una vez utilizados los insumos como pinturas, solventes, que sean tóxicos, éstos serán llevados al punto de almacenamiento temporal para residuos peligrosos.

Para los residuos biológicos que se puedan generar, se ubicará un recipiente tipo contenedor con pedal y bolsa roja marcado como residuos biológicos únicamente en la instalación adecuada para este servicio.

▶ Rotulado y etiquetado

El objetivo es emplear etiquetas de riesgo, que contengan información relacionada con la identificación del residuo, los datos del generador, el código de identificación del residuo y la naturaleza de los riesgos que representa el residuo. El tamaño de la etiqueta será de 10 x 10 cm que se fijará sobre el envase o el contenedor, teniendo en cuenta lo establecido dentro del sistema globalmente armonizado.

Para los residuos biológicos el contenedor deberá estar marcado como residuos biológicos y adentro tendrá una bolsa roja, la cual contendrá el residuo para su posterior entrega.

▶ Programa de manejo de aceites usados

▶ Controles para evitar contaminación de suelos por aceites usados

▶ Almacenamiento



Figura 67 Almacenamiento temporal tipo de aceite usados

La actividad de acopio se realizará en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura, ambientalmente adecuada y que facilite el acceso del Transportador, identificado, los pisos se construirán en material sólido e impermeable para evitar la contaminación del suelo, ventilación natural,

contención (usualmente la instalación de un dique), debe tener una cubierta para que se proteja de la lluvia, de fácil acceso, se garantizará el traslado seguro del aceite lubricante usado desde el punto de generación o equipo hasta el recipiente de recibo primario, por medio de una manguera por gravedad o bombeo.

- ▶ Almacenamiento y manejo RCD a aprovechar y materiales en obra
  - ▶ Los materiales de construcción tales como, agregados, concreto, asfalto, prefabricados, ladrillo y demás productos derivados de la arcilla provendrán de sitios que cuenten con los permisos y licencias ambientales y mineras exigidos por las normas vigentes y avalados por la Autoridad Ambiental Competente. Para el desarrollo de las actividades fase previa no se tiene contemplado la instalación de plantas de asfalto y concreto, se utilizarán proveedores autorizados.
  - ▶ Las áreas de localización de acopios de materiales deben de ser de fácil acceso para la maquinaria, no se acopiarán materiales en zonas protegidas, rondas hídricas o cuerpos de agua.
  - ▶ En la zona de acopio de materiales autorizada se clasificarán los materiales a acopiar (pétreos, prefabricados, tuberías, productos químicos, aceros) en forma ordenada dejando espacios de tránsito entre la zona de descarga y los acopios).
  - ▶ Se instalarán para materiales acerados estructuras de soporte para mantenerlos a distancia del suelo, permanecer cubiertos y protegidos de la lluvia, señalizados y organizados.
  - ▶ Para el almacenamiento de la cal hidratada se almacenarán en un lugar fresco, seco y ventilado, sobre estibas, cubierto contra la acción del viento o del agua los sacos de cal hidratada pueden serán apilados en hileras hasta 1.2m de altura.
  - ▶ Para evitar que existan sacos de cal sin movimiento o almacenados por mucho tiempo, se mantendrá el principio de primera entrada-primera salida, es decir, todos aquellos sacos de cal que se hayan almacenado en primer término han de ser también los primeros en salir, al menos en la medida posible.
  - ▶ Se evitará, en lo posible, los traslados y cambios de localización de los materiales, más aún si esto es en forma innecesaria.
  - ▶ Todos los materiales de construcción que se encuentran acopiados estarán debidamente cubiertos y protegidos de la acción del aire y del agua; así mismo deben estar demarcados, señalizados y con canal perimetral en caso de requerirse y por ningún motivo superarán el 1.50 m de altura.
  - ▶ De acuerdo con las necesidades de la obra, una vez finalizadas las jornadas laborales, los acopios se cubrirán con plástico o lona.
  - ▶ Se podrán reutilizar los RCD, siempre y cuando estos no se encuentren contaminados de

materia orgánica, plásticos, maderas, papel, hierro, o sustancias peligrosas. No se reutilizarán RCD sin previa clasificación.

- ▶ El material que no pueda ser reutilizado, deberá ser retirado por transportadores debidamente registrados de acuerdo con lo establecido por la autoridad competente hacia el sitio de disposición final debidamente autorizada.
- ▶ Los materiales pétreos y concretos se reutilizarán en la estructura de la vía en la medida que sus características y propiedades lo permitan previa autorización por parte del área técnica.
- ▶ Se incluirán materiales provenientes de otros proyectos con el fin de cumplir con el porcentaje de RCD, requerido para el contrato.
- ▶ Metro Línea 1 establecerá las rutas de acceso de las volquetas que ingresan y retiran el material. Para dicha actividad de acuerdo con el plan de manejo de tránsito (PMT) aprobado.
- ▶ El suministro de concreto se realizará a través de mixer por medio de un proveedor autorizado, no se considera la instalación de plantas de concreto para las actividades fase previa. Al contratista se le solicitará realizar el lavado de sus canaletas en los puntos autorizados en las plantas cercanas al patio taller. De manera preventiva se dispondrá de dos canecas de 55 galones metálicas dispuesta en la salida del patio taller en caso de que el operador reporte algún problema a la salida o traslado. La caneca permite sedimentar los sólidos, el agua se puede reutilizar en riego para control de Material particulado, el material sedimentado se dispondrá con los residuos de excavación para disposición final.
- ▶ Si por alguna razón se requiere adelantar una mezcla de concreto en el sitio de trabajo, ésta se realizará sobre una plataforma metálica o sobre un material impermeable de un calibre que garantice su aislamiento del suelo, de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones. (Se prohíbe realizar la mezcla directamente sobre el suelo o sobre las zonas duras existentes).
- ▶ En caso de derrame de mezcla de concreto, ésta se recogerá y dispondrá en las zonas de cargue de escombros. La zona donde se presentó el derrame se debe limpiar de tal forma que no quede evidencia del vertimiento presentado. Adicionalmente, no se autorizará el lavado de canaletas de mezcladoras y mixers de concreto en el frente de trabajo.
- ▶ No se utilizarán formaletas de madera para la fundición de obras de concreto.
- ▶ **Recolección y transporte Residuos de Construcción y Demolición (RCD)**
  - ▶ Los vehículos destinados al transporte de material de construcción y excedentes de excavación contarán con carpa de sistema retráctil (accionado en forma mecánica o automática desde el piso) de cubrimiento de la carga para evitar la dispersión de material particulado durante todo el transporte de material, desde el punto de generación hasta el punto de destino. Las carpas deberán caer al menos 20 cm desde la parte más alta del platón,

para asegurarla y evitar la caída de materiales sobre la vía, deben ser resistentes para evitar roturas, en caso de encontrarse en mal estados deberán ser reemplazadas. Por intermedio del Residente de maquinaria y equipos se realizará la revisión previa al ingreso de todos los equipos que ingresen al proyecto verificando el cumplimiento de los requisitos acá mencionados.

- ▶ La carga transportada debe estar bien acomodada, su volumen debe estar a ras con los bordes superiores más bajos del platón. Los vehículos destinados al transporte deben tener contenedores apropiados y no deben ser modificados para la recepción de mayor material al permitido dentro de las especificaciones del vehículo y en perfecto estado para contener la carga total y segura, evitando la pérdida de material seco o húmedo. El vehículo debe estar dotado de herramientas como palas y escobas para facilitar la limpieza en caso de derrames. Las puertas de descargue deberán permanecer aseguradas. Las puertas de descargue permanecerán aseguradas. El conductor verificara estas condiciones antes de salir con la carga para garantizar las condiciones de seguridad y la no ocurrencia de caída de materiales durante su recorrido.
- ▶ Plan de riego: Se realizará en las áreas objeto de manejo de materiales con el fin de garantizar un nivel de humedad que controle y minimice la emisión de material particulado. Entre el plan de riego se establece en rutas de volquetas internas y aledañas al patio taller (Vía de acceso del patio taller camino de herradura), en verano se realizará dos veces al día y de acuerdo con la temperatura y/o inspección visual del área que lo requiera revisado y acordado con la interventoría, se dispondrá de un carrotanque cargado para la actividad, Adicionalmente, se llevará registro del consumo de agua utilizada en los procesos de humectación y riego.
- ▶ La velocidad de las volquetas y maquinaria no superará los 10 km/h dentro del frente de obra con el fin de disminuir las emisiones fugitivas y los accidentes en el área de influencia directa. En lugares estratégicos como colegio, jardines, universidades la velocidad no puede superar los 10 km/h.
- ▶ Se realizará humectación de las vías de acceso con el fin de evitar la dispersión del material particulado a la atmósfera.
- ▶ Se mantendrán limpias las vías de acceso a los tramos de obra utilizados por los vehículos de carga y transporte, para evitar la generación de aportes de material particulado a las redes de alcantarillado y de partículas suspendidas a la atmósfera. Para se garantizará la inspección diaria de las vías de acceso a las obras en la cual se verificará la necesidad de aseo, orden y limpieza.
- ▶ Los frentes de trabajo se reforzarán con la implementación de pantallas artificiales (polisombra) que sirvan como rompe vientos y cerramiento del frente de obra, estos deberán tener una altura de por lo menos 2 metros, con el fin de evitar el arrastre de partículas por acción del viento, al igual que las pilas de material de construcción, así como el acopio de RCD permanecerán cubiertas.

- ▶ Prevención de generación de RCD
  - ▶ En cada una de las actividades constructivas de acuerdo con la viabilidad técnica y operativa se garantizará la separación y almacenamiento óptimo de los RCD generados, con el fin de identificar los residuos que puedan ser reciclados, reutilizados y/o revalorizados dentro o fuera de la obra, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se genera un menor impacto ambiental.
  - ▶ Para la compra y almacenamiento de materiales se considerará lo siguiente:
    - ▶ Se incluirán materiales provenientes de los procesos de transformación que se llevan a cabo en los centros de transformación y aprovechamiento de RCD, para incorporarlos nuevamente a la obra.
    - ▶ Se establecerán en los frentes de obra, áreas de almacenamiento de materiales, que estarán alejadas de la circulación y de otras zonas destinadas para el acopio de residuos.
- ▶ Durante la ejecución del proyecto:
  - ▶ Se reutilizarán y/o reciclarán in situ, los materiales que hayan sido objeto de retiro en la obra y se instalarán nuevamente logrando así su aprovechamiento.
  - ▶ Se valorará este material con el fin de definir si es posible su reutilización dentro del proyecto.
  - ▶ Se establecerá un área dentro del frente de obra para efectuar el acopio, separación y clasificación de los RCD siempre y cuando las condiciones sean favorables.
  - ▶ Se definirá la cantidad y material que será llevado a sitios de disposición final y/o plantas de aprovechamientos autorizados.
  - ▶ Se llevará el registro del control de movimientos de RCD de acuerdo con la normatividad vigente.
  - ▶ Se socializará el Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición a todos los trabajadores.
  - ▶ Se evitará que el material sobrante no se contamine con otros materiales.
  - ▶ Adecuar en el frente de obra, dentro de lo posible áreas de almacenamiento temporal de residuos de construcción y demolición a reutilizar o para su posterior disposición final, los cuales estarán debidamente señalizados y cubiertos para evitar la acción corrosiva del agua y el viento.
  - ▶ Con relación a los puntos de acopio temporal de RCD y puntos ecológicos, estos se ubican en zonas estratégicas para la ejecución del proyecto.
  - ▶ Se deberá adecuar en caso de requerirse, un sitio dentro del frente de obra para almacenar temporalmente el material de excavación que pueda ser reutilizado,

siempre y cuando permanezca aislado, encerrado con malla fina sintética, debidamente cubierto, confinado y señalizado.

- ▶ Los residuos se ubicarán en zonas identificadas y aprobadas, donde se haga su selección, de acuerdo con el tipo de residuo a ser aprovechado, para luego ser recogido por el transporte de recolección de escombros, residuos, reciclados o gestor autorizado.
- ▶ Se clasificarán los residuos sobrantes: residuos no aprovechables, aprovechables, orgánicos aprovechables y residuos peligrosos y se dará el manejo adecuado según sea el caso.
- ▶ Se establecerá el punto de acopio de material. En caso de que este cambie por el avance o necesidades del proyecto se informará en la etapa en que esto ocurra.

Se gestionarán los materiales que son susceptibles de ser valorizables y se integraran en el plan de reciclaje o reutilización en caso de que se presenten, y los que se enviaran a sitios de disposición final autorizados.

#### ▶ Medidas de revalorización de RCD

Dentro de las actividades de revalorización se contemplarán las siguientes técnicas para el tratamiento de residuos de construcción y demolición – RCD:

- ▶ Materiales reutilizados in situ e instalarlos nuevamente en la obra, con las siguientes alternativas:
  - ▶ Demolición de concreto, retiro y puesta en la misma como rajón.
  - ▶ Picado de concreto en sitio, no se retira y se instala estructura sobre la misma para luego compactar.
  - ▶ Fresado generado en el proyecto.
  - ▶ Residuos de tratamientos silviculturales generados en el proyecto.
  - ▶ Materiales reutilizados provenientes de otros frentes de trabajo e instalarlos nuevamente en la obra, el cual implicaría dos fases:
    - ▶ Selección previa del material desmontado y limpieza previa del mismo.
    - ▶ Recepción de los materiales de otras obras (para ser utilizado como rajón u otros).

Con esta alternativa, los productos originales no son alterados en su forma ni en sus propiedades. La reutilización de materiales de otras obras es una alternativa.

#### ▶ Reciclaje de los RCD

- ▶ Los RCD de origen pétreo que no se reutilicen durante las actividades constructivas y que

cumplan las especificaciones para ser reciclado, serán enviados a plantas de aprovechamiento debidamente autorizadas, para ser reincorporado al ciclo productivo y así dar cumplimiento con lo establecido con la normatividad vigente.

- ▶ Materiales provenientes de los procesos de reciclaje llevados a cabo en los centros de tratamiento y/o aprovechamiento de escombros legalmente constituidos e instalarlos nuevamente en la obra, los cuales se utilizarán durante el proceso constructivo.

A continuación, se relacionan las plantas de tratamiento y/o aprovechamiento a utilizar en el contrato de referencia.

Tabla 15 Proveedores de agregados pétreos a partir de RCD y plantas de aprovechamiento

Proveedores a Nivel Distrital	Permiso y/o Autorización Ambiental	Autoridad que lo vigila	Tipo de material autorizado
<b>Granulados Reciclados de Colombia (GRECO)</b>	Comunicado CAR No. 20212061291 del 10/08/2021 en el cual se expresa que no tiene procesos sancionatorios.  Radicado SDA No. 2020IE223591 del 10/12/2020 por medio del cual se aprueba como centro de tratamiento y aprovechamiento de RCD aprobado por la SDA e inscrito bajo PIN 19309	CAR	Residuos de construcción y demolición pétreos, arenas, gravas, gravillas, rocas de excavación, mampostería estructural, no estructural, cerámicas, sobrantes de mezclas de cementos, concretos y mezclas asfálticas
<b>RECICLADOS INDUSTRIALES</b>	Comunicado CAR No. 20202136255 del 7/07/2020 Solicitud actualización inscripción gesto RCD para la operación y funcionamiento de la planta de tratamiento, aprovechamiento y reciclaje de la RCD.  Comunicado CAR No. 09212006679 del 1/06/2021 en el cual se expresa que no tiene procesos sancionatorios.  Comunicado CAR No. 20212074043 del 25/08/2021 en el cual se informa que Reciclados Industriales de Colombia SAS se encuentra registrado como gestor de	CAR	RCD APROVECHABLES

Proveedores a Nivel Distrital	Permiso y/o Autorización Ambiental	Autoridad que lo vigila	Tipo de material autorizado
	plantas de tratamiento de RCD'S. Radicado SDA: 2017ER166535 - Registro 015		

Fuente: Metro Línea 1. 2021

Cabe resaltar que a todos los proveedores de materiales pétreos y disposición final se les realiza la revisión de documentación ambiental (permisos y licencias), de igual manera, se solicita información a la Autoridad Ambiental Competente si existe procesos sancionatorios abiertos con el fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos legales aplicables de los mismos, de igual forma, Metro Línea 1 verifica durante el desarrollo de las actividades la aplicación de buenas prácticas de ingeniería por medio de inspecciones periódicas (mensuales) realizadas por medio del formato SIG-IP-FR-21. (Anexo 1)

- ▶ **Medidas para la implementación de acopios temporales RCD y disposición final**
  - ▶ La generación de RCD durante las actividades constructivas del proyecto, se presenta por actividades de descapote, excavación y/o demolición, para la conformación de la estructura de la vía. En esta etapa se puede generar material que debe ser adecuadamente manejado. Los materiales provenientes de las excavaciones que sean susceptibles de aprovechamiento serán usados en el mismo proyecto, ya sea para rellenos o para el uso que se determine, previa autorización de la interventoría del proyecto.
  - ▶ En caso de que los sitios de disposición final de RCD no se encuentren en funcionamiento por causas externas a las actividades de Metro Línea 1 (cierres de vías, cierres por lluvia, paros entre otras), se implementará un acopio temporal que será acordado con la interventoría, en principio este acopio tendrá una duración inferior a cinco (5) días, acondicionado para tal efecto (demarcado y señalizado perimetralmente con rollizos y malla polisombra, cubierto con plástico o malla, ) hasta su disposición final. Por ningún motivo los acopios interferirán con el tráfico peatonal y/o vehicular, estos estarán ubicados dentro de las zonas autorizadas por del departamento ambiental, cubiertos de manera permanente de la acción erosiva del agua, aire, no se permitirán realizar acopios en zonas de protección (ZMPA y rondas de ríos).
  - ▶ No se utilizarán zonas verdes para la disposición temporal de materiales sobrantes producto de las actividades del proyecto, se adelantará de manera previa el descapote del área. Igualmente, no se depositarán RCD en zonas de ronda hidráulica de ríos (Río Bogotá), canales (Canal Cundinamarca), lo anterior garantizado con el cerramiento perimetral del predio.
  - ▶ Cuando se realice su retiro de la obra, debe hacerse con maquinaria apropiada para no producir derrames de material. El transporte se hace en volquetas con el volco cubierto,

para impedir el derrame y emisión de partículas de material en su recorrido, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normatividad ambiental vigente.

- ▶ En todas las zonas de trabajo se garantizarán condiciones de orden y aseo durante las jornadas laborales y una vez finalizadas las mismas, manteniendo en buen estado el sitio de trabajo, para ello, se contará con una brigada de orden aseo y limpieza disponible para garantizar dichas labores.
- ▶ Con el presente Plan de Gestión de RCD y de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 1115 de 2012 y aquellas que las modifiquen o sustituyan; Metro Línea 1, viabilizará la utilización de elementos, reciclados provenientes de los centros de tratamiento y/o aprovechamiento de escombros, legalmente constituidos y/o a la reutilización de los generados durante las Fase Previa y/o proveniente de otros proyectos, en proporción sobre el volumen del material instalado en el proyecto, en un porcentaje de mínimo 30 % del material que se usará durante el proceso constructivo (siempre y cuando se cumplan los criterios de las especificaciones técnicas de acuerdo al tipo de material y su uso).
- ▶ También en el desarrollo del contrato se tendrá en cuenta la posibilidad de aplicar las técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción, en tal sentido durante la ejecución del proyecto se tratará de promover el uso de estos.
- ▶ Una vez generados los residuos tanto de demolición como excavación se clasificarán y se separarán con el fin de reutilizar los residuos ya identificados y técnicamente aptos. Los RCD que no cumplan técnicamente para su reutilización serán retirados de forma correcta de los frentes de obra de acuerdo a los plazos establecidos legalmente (al finalizar la jornada diaria de trabajo) para ser llevados a los sitios de disposición final consignados y autorizados en los Planes de Manejo Ambiental.

#### ▶ Sumideros

El diagnóstico de sumideros que se encuentran a lo largo de la obra, en el área de influencia directa de las actividades constructivas de la fase Previa del proyecto de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB. Estos tendrán una debida inspección y correcto mantenimiento, de tal forma que se garantice que las redes de la ciudad se encuentren en óptimas condiciones para el servicio de toda la comunidad.

Adicional como método de protección y control, se instalará malla sintética o polisombra para evitar el aporte de residuos y material de arrastre a las redes de alcantarillado del sector; y a su vez se realizará un mantenimiento periódico de los mismos.

Para estas actividades, se contará con un personal que se encargue de realizar la inspección y verificación de las redes aledañas existentes y de esta forma garantizar que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento.

► Vías

En las actividades constructivas desarrolladas en la fase Previa del proyecto de construcción de La Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB, se evidencia que se tendrán accesos de la maquinaria y vehículos, para lo cual se deben mantener las vías en óptimas condiciones de forma permanente.

Para ello es necesario contar con el personal que realice las labores de barrido y limpieza de vías y senderos peatonales, con el fin de no tener afectaciones a la comunidad y a terceros que transitan por el sector.

Dentro de las actividades diarias de la obra, se debe tener una jornada de orden, aseo y limpieza en donde se disponga de las medidas de seguridad para realizar el barrido de las vías y la limpieza de los senderos peatonales, tales como conos y aditamentos que protejan al trabajador en sus actividades.

Las actividades de limpieza de vías y senderos peatonales se deben realizar con permanente humectación, con el fin de no generar material particulado que tenga afectación a terceros que se encuentren aledaños al proyecto.

► Otras actividades

Para el desarrollo de las actividades constructivas de la fase Previa del proyecto de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB, se debe tener un adecuado manejo ambiental, lo cual se encuentra descrito en los Planes de Manejo Ambiental elaborado para la ejecución de estas obras (patio Taller e Intercambiador Calle 72), en donde se encuentran todos los requerimientos contractuales para cada uno de los posibles impactos generados y sus medidas de manejo ambiental.

## 2.13 ESTIMACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN REQUERIDOS

Para cuantificar la cantidad total de RCD a incorporar en el proyecto se tomaron las cantidad de material pétreo, asfalto y prefabricados utilizar requeridos para la ejecución de actividades Fase Previa (Patio Taller e Intercambiador Calle 72), estas cantidades se sumaron para obtener un total de material a usar durante la primera fase de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá, a continuación, se presenta las cantidades de materiales de construcción, así como la proyección de RCD a generar en el contrato.

Tabla 16 Estimación de materiales de construcción requeridos

Descripción (material a utilizar)	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Densidad (ton/m <sup>3</sup> )	Toneladas
Asfalto	2466	2,3	5672
Arena	8291,45	1,99	16500
Grava	7941	1,7	13500

Descripción (material a utilizar)	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Densidad (ton/m <sup>3</sup> )	Toneladas
Concreto	108085	2,4	259404
Rellenos con base granular	1511	1,9	2871
Rellenos con recebo	12864	1,6	20583
Rellenos con subbase granular	4201	2,1	8822
Prefabricados	4195	2,4	10068
Relleno de material granular para terraplén tipo seleccionado (Capa de transferencia de 1.5 m de espesor)	443646	1,6	709834
Relleno de material granular para terraplén tipo tolerable (Cuerpo del terraplén de 2.36 m de espesor)	752453	1,6	1203925
Relleno de material granular para terraplén tipo tolerable para compensar los asentamientos de construcción (Espesor 20 cm)	61041	1,6	97666
Subbase granular mezclada al 5% con cemento	550	1,5	825
Relleno Gravilla	274	1,7	466
Cemento	11458	1,44	16500
Ceniza	5000	1.10	5500
<b>TOTAL</b>	<b>1423976,45</b>	<b>NA</b>	<b>2372136</b>

Fuente: Metro Línea 1. 2021

## 2.14 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA

Se determina que el volumen de residuos generados por excavación y demolición por las actividades establecidas para la Fase previa de la construcción para la PLMB corresponde a:

Tabla 17 Generación de residuos de excavación y construcción-RCD

ACTIVIDADES	DESCAPOTE	DEMOLICIÓN	EXCAVACIÓN
Descapote y tratamiento silvicultural	X		
Implantación de urbanismo, espacio público y paisajismo		X	X

ACTIVIDADES	DESCAPOTE	DEMOLICIÓN	EXCAVACIÓN
Demolición estructuras y mobiliario		X	
Adecuación intersecciones		X	X
Cimentación pilas			X
Construcción pilas			X
Construcción de patios y talleres			X
Reforzamiento de suelo – incremento de capacidad de carga (Inclusiones rígidas)			X
Traslado de redes secundarias de servicios públicos		X	X
Adecuación de vías		X	X

Fuente: Metro Línea 1. 2021

Tabla 18 Cantidades de excavación y demolición

Actividad	Volumen inicial	Unidad	Observación
Remoción de capa vegetal (descapote) Patio Taller	68000	m <sup>3</sup>	Junto con el área técnica de ML1 se verificará en las actividades, si este material puede ser tomado para reutilización donación o entrega a otros proyectos.
Remoción de capa vegetal (descapote) Intercambiador Calle 72	600	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia
Cespedones Calle 72	26	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia y donado a entidades legalmente constituidas
Excavación Patio Taller (Arcillas y limos de alta plasticidad y consistencia firme a muy firme) y excedentes de construcción	122000	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia
Excavación por actividades de Inclusiones Rígidas	4500	m <sup>3</sup>	Disposición de material
Sistema de Drenaje	25082	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia
Excavación intercambiador Calle 72 (traslado de redes, muro pantallas)	50984	m <sup>3</sup>	Disposición de material

Actividad	Volumen inicial	Unidad	Observación
Lodos poliméricos	24	m <sup>3</sup>	Disposición de material
Demolición de estructuras existentes (Separador Calle 72, espacio público, entre otras)	2210	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia
Demolición de Asfalto	22998	m <sup>3</sup>	Disposición de material
Residuo de concreto	110	m <sup>3</sup>	Material proyectado para ser reutilizado en el contrato de la referencia
<b>Total</b>	<b>296534</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	

Fuente: Metro Línea 1. 2021

De igual manera, se estima la generación de residuos en actividades constructivas fase previa:

Tabla 19 Estimación de Generación de residuos domiciliarios Kg/mes

TIPO DE RESIDUO	Kg/mes	Kg/proyecto
<b>Orgánicos</b>	2150	32546
<b>Comunes</b>	3542	75590
<b>Papel</b>	2296	49830
<b>Cartón</b>	560	15120
<b>Plástico</b>	980	26460
<b>Vidrio</b>	837	18545
<b>Metal</b>	178	2497
<b>Total</b>	<b>10543</b>	<b>220588</b>

Fuente: Metro Línea 1

Tabla 20 Cantidad de residuos peligrosos

TIPO DE RESIDUO	Kg/mes	Kg/proyecto
<b>Aceites usados</b>	767	12078
<b>Peligrosos</b>	2000	34760

Fuente: Metro Línea 1

Tabla 21 Cantidad de m3 por tratamiento silviculturales aprobados por la CAR

Actividad	Volumen inicial (m <sup>3</sup> )	Volumen disposición (m <sup>3</sup> )	Observación
Tratamientos silviculturales.	17.491 (Jurisdicción SDA)	14.741	Se reutilizarán 2.75 m <sup>3</sup> de material proveniente de tratamientos silviculturales.

Fuente: Metro Línea 1

## 2.15 ESTIMACIÓN DE RCD ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Tabla 22 Estimación De Residuos Generados en etapa de construcción

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS EN CONSTRUCCIÓN – FASE PREVIA	
Estimación del volumen de tierras procedentes de la excavación Fase Previa	296534 m <sup>3</sup>
Presupuesto estimado obra sin gestión de residuos	\$ 13'830.000.000.000=
Proyecto de gestión de residuos (costo)	\$ 29.777.787.382,00=

Fuente: Metro Línea 1. 2021

## 2.16 SEGUIMIENTO

Al presente Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) se realizará seguimiento de manera mensual y la información recopilada será recopilada en el Anexo 3 – “Anexo 2 Formato de seguimiento y aprovechamiento de los RCD en obra”, Anexo 4 – “Anexo 3 Informe de aprovechamiento in situ” y Anexo 5 “Anexo 4 Estimación del costo de tratamientos de los RCD” de acuerdo a los establecido por la Autoridad Ambiental Competente.

## 2.17 INDICADORES

Con el fin de verificar la eficiencia, eficacia y efectividad, se realiza control por medio de los siguientes indicadores aplicados a las actividades del proyecto, los cuales deben ser calculados de manera mensual y así mismo poder identificar acciones de mejora a partir de la tendencia de los resultados obtenidos, los indicadores que se relacionan a continuación son los establecidos por la Autoridad Ambiental Competente en la Resolución 1115 de 2012 y Resolución 932 de 2015:

### 2.17.1 Indicador de eficiencia

Este indicador permite conocer la inversión realizada mes a mes por parte del generador en la gestión de los RCD de la obra, con respecto a lo calculado en la fase de planeación y presentado en el Plan de Gestión de RCD.

$$\frac{\text{Gastos mensuales de la implementación del PGRCD}}{\text{Presupuesto planeado para el PGRCD}} * 100$$

### 2.17.2 Indicadores de eficacia

Este indicador permite controlar el volumen de RCD aprovechados en la obra respecto a los generados, y verificar el cumplimiento del porcentaje definido por la Resolución 1115 de 2012, de acuerdo con el año de vigencia.

$$\frac{\text{Cantidad de residuos aprovechados por mes}}{\text{Cantidad de residuos generados en la obra por mes}} * 100$$

### 2.17.3 Indicador de efectividad

Este indicador permite hacer el seguimiento a las cantidades generadas mes a mes de RCD y control a los datos reportados en el aplicativo web de la SDA.

$$\frac{\text{Cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados por mes}}{\text{Cantidad generada de RCD en la obra por mes}} * 100$$

La medición de estos indicadores se realizará mes a mes, y se presentará de acuerdo a las cantidades planteadas por los mismos.

Así mismo Metro Línea 1 realizara la medición de los siguientes indicadores de acuerdo a lo establecido en los Planes de manejo ambiental de Patio Taller e Intercambiador Calle 72:

$$\frac{\text{Cantidad de material de excavación descartado certificado por sitio de disposición final autorizado}}{\text{Cantidad de material de excavación generado}} * 100$$

$$\frac{\text{Cantidad de material de demolición y excavación reutilizado en el periodo}}{\text{Cantidad de residuos generados en el periodo}} * 100$$

$$\frac{\text{Cantidad de material de excavación reutilizado en el periodo}}{\text{Cantidad de residuos de excavación generados en el periodo}} * 100$$

$$\frac{\text{Material certificado}}{\text{Material utilizado}} * 100$$

$$\frac{\text{Residuos convencionales reciclados o recuperados}}{\text{Total de residuos convencionales generados}} * 100$$

$$\frac{\text{Residuos peligrosos certificados por el respectivo gestor}}{\text{Total de residuos peligrosos generados}} * 100$$

### 3 ANEXOS

- **Anexo N° 01.** - \_Carta EAAB - descarga aguas salidas existentes.
- **Anexo N° 02.** – SIG-IP-FR-21 - CONSTANCIA DE GESTORES RCD (DISPOSICIÓN FINAL - PLANTAS O CENTROS DE APROVECHAMIENTO).
- **Anexo N° 03.** – Formato de seguimiento y aprovechamiento de los RCD en obra.
- **Anexo N° 04.** – Informe de aprovechamiento in situ.
- **Anexo N° 5.** – Estimación del costo de tratamientos de los RCD.