

**Estudio de Impacto Ambiental  
para las fases de explotación,  
beneficio de minerales metálicos en  
el área operativa  
de la concesión minera La Plata  
(Código 2001.1)**

**Titular Minero:  
Compañía Minera La Plata S.A.**

**7 Descripción del Proyecto**

**Consultora Ambiental  
ESTUDIOS Y SERVICIOS AMBIENTALES ESSAM**



**Marzo de 2022**



## A. TABLA DE CONTENIDO

A.	TABLA DE CONTENIDO .....	i
B.	ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
C.	ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
7	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	1
7.1	Introducción .....	1
7.2	Resumen del estado del proyecto .....	1
7.2.1	Estudios técnicos previos .....	1
7.2.2	Estimación de los Recursos Minerales .....	8
7.2.3	Vida útil .....	11
7.2.4	Costo del proyecto .....	13
7.2.5	Estructura del capítulo .....	13
7.3	Análisis del ciclo de vida del proyecto .....	15
7.3.1	Introducción .....	15
7.3.2	Objetivo .....	16
7.3.3	Alcance .....	16
7.3.4	Función del producto .....	16
7.3.5	Unidad Funcional .....	16
7.3.6	Límite del Sistema .....	16
7.4	Etapa de construcción .....	20
7.4.1	Actividades generales de intervención de áreas en la etapa de construcción 20	
7.4.2	Instalaciones en superficie .....	28
7.4.3	Infraestructura vial .....	135
7.4.4	Instalaciones subterráneas .....	140
7.5	Etapa de operación y mantenimiento .....	168
7.5.1	Operaciones en superficie .....	168
7.5.2	Operaciones subterráneas .....	221
7.5.3	Instrumentación para monitoreo .....	254
7.6	Etapa de rehabilitación y cierre .....	256
7.6.1	Cierre de instalaciones en superficie .....	257
7.6.2	Cierre de infraestructura vial .....	263
7.6.3	Cierre de instalaciones subterráneas .....	264
7.6.4	Actividades pos-cierre .....	264

7.6.5	<i>Evaluación del cierre</i> .....	270
7.7	Requerimiento de mano de obra.....	271
7.7.1	<i>Etapa de construcción</i> .....	271
7.7.2	<i>Etapa de operación (explotación y beneficio)</i> .....	271
7.7.3	<i>Etapa de cierre</i> .....	272

## **B. ÍNDICE DE CUADROS**

---

Cuadro 7.2-1. Compañías participantes del proyecto .....	2
Cuadro 7.2-2. Resumen preliminar de los Recursos Minerales del yacimiento VMS La Plata al 28 de octubre de 2021.....	10
Cuadro 7.4-1. Parámetros geomorfológicos de los cuerpos hídricos derivados.....	23
Cuadro 7.4-2. Influencia infraestructura en los cuerpos hídricos derivados.....	23
Cuadro 7.4-3. Características de canales proyectados por cuerpo hídrico .....	25
Cuadro 7.4-4. Coordenadas de inicio y final de los canales proyectados .....	25
Cuadro 7.4-5. Coordenadas de los puntos de descarga de cada canal y el cuerpo hídrico .....	26
Cuadro 7.4-6. Ubicación referencial de la infraestructura principal del proyecto .....	28
Cuadro 7.4-7. Equipo para la fase de construcción .....	32
Cuadro 7.4-8. Fases de disposición en la Escombrera N° 1 .....	35
Cuadro 7.4-9. Fases de disposición en la Escombrera N° 2 .....	40
Cuadro 7.4-10. Áreas de la planta de proceso.....	59
Cuadro 7.4-11. Características de los Isotanques para el almacenamiento de cianuro de sodio .....	65
Cuadro 7.4-12. Fases de Disposición de Relaves .....	71
Cuadro 7.4-13. Datos relevantes de la subestación palo Quemado .....	90
Cuadro 7.4-14. Equipo referencial sistema de comunicaciones de la subestación eléctrica .....	97
Cuadro 7.4-15. Parámetros geomorfológicos de las áreas de aporte de transferencia, depósito de relaves filtrados, planta de procesos e infraestructura de mina.....	102
Cuadro 7.4-16. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°01 .....	103
Cuadro 7.4-17. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°02 .....	104
Cuadro 7.4-18. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas del depósito de relaves hacia los canales de descarga ..	105
Cuadro 7.4-19. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas del depósito de relaves hacia las cunetas .....	108
Cuadro 7.4-20. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°01 hacia los canales de descarga ...	109

Cuadro 7.4-21. Áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°01 hacia las Cunetas.....	110
Cuadro 7.4-22. Parámetros geomorfológicos de las áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°02 hacia los canales de descarga ...	111
Cuadro 7.4-23. Áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°02 hacia las Cunetas.....	113
Cuadro 7.4-24. Características Hidráulicas de los Tipos de Canales.....	114
Cuadro 7.4-25. Características Geométricas de los Canales .....	115
Cuadro 7.4-26. Caudales de diseño para obras hidráulicas en el depósito de relaves .....	115
Cuadro 7.4-27. Caudales de Diseño para Obras Hidráulicas en la Escombrera N° 01 .....	116
Cuadro 7.4-28. Caudales de Diseño para Obras Hidráulicas en la Escombrera N° 02 .....	116
Cuadro 7.4-29. Características Geométricas de las Rápidas con Pantallas Deflectoras .....	117
Cuadro 7.4-30. Distribución de Rápidas con Pantallas Deflectoras en Componentes .....	117
Cuadro 7.4-31. Características Geométricas de las Rápidas con Pantallas Deflectoras .....	121
Cuadro 7.4-32. Características principales de las vías del proyecto.....	138
Cuadro 7.4-33. Diseño de minado .....	143
Cuadro 7.4-34. Ubicación geográfica de las bocaminas .....	146
Cuadro 7.4-35. Módulos de drenaje en las galerías proyectadas .....	157
Cuadro 7.4-36. Requerimientos estimados de energía de la mina por período .....	158
Cuadro 7.4-37. Requisito de Aire Fresco: Tasa de Ventilación por Equipo Diésel ....	160
Cuadro 7.5-1. Productos químicos que se ocuparán en la construcción y operación .....	169
Cuadro 7.5-2. Ubicación geográfica de los puntos de captación de agua para aprovechamiento industrial .....	169
Cuadro 7.5-3. Ubicación geográfica de los puntos de captación de agua para consumo humano .....	169
Cuadro 7.5-4. Ubicación geográfica de los puntos de descarga de agua doméstica tratada .....	182
Cuadro 7.5-5. Ubicación geográfica de los puntos de descarga de agua industrial tratada .....	182
Cuadro 7.5-6. Comportamiento de la Qda. La Florida.....	183

Cuadro 7.5-7. Comportamiento del Río La Plata .....	183
Cuadro 7.5-8. Consumo de diésel por equipos.....	185
Cuadro 7.5-9. Criterios de diseño del proceso de la planta de relleno .....	189
Cuadro 7.5-10. Equipos de la planta de procesos .....	217
Cuadro 7.5-11. Lista de equipos y reactivos consumibles .....	219
Cuadro 7.5-12. Productos químicos en la fase de beneficio .....	220
Cuadro 7.5-13. Recomendaciones de sostenimiento para labores mineras permanentes .....	231
Cuadro 7.5-14. Recomendaciones de sostenimiento para labores mineras Temporales .....	231
Cuadro 7.5-15. Relación entre profundidad de desprendimiento con Altura de Banco y RMR .....	236
Cuadro 7.5-16. Relación entre el RMR y Calidad del macizo rocoso (Q).....	236
Cuadro 7.5-17. Análisis del RMR con relación a los anchos del pilar y cámaras .....	241
Cuadro 7.5-18. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes .....	244
Cuadro 7.5-19. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes .....	246
Cuadro 7.5-20. Tipo y cantidad aproximada de explosivos .....	254
Cuadro 7.5-21. Accesorios .....	254
Cuadro 7.5-22. Instrumentación de acuerdo con el monitoreo .....	255
Cuadro 7.6-1 Actividades de mantenimiento pos-cierre.....	265

## **C. ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 7.2-1. Proceso iterativo para obtener el mejor escenario en la selección de la ratio del tamaño de mina.....	12
Figura 7.3-1. Ciclo de Vida del Proyecto – Fase de Explotación .....	17
Figura 7.3-2. Ciclo de Vida del Proyecto – Fase de Beneficio .....	18
Figura 7.3-3. Ciclo de Vida del Proyecto – Servicios Auxiliares .....	19
Figura 7.4-1. Plano de cuerpos hídricos derivados.....	22
Figura 7.4-2. Cohesión de suelos y rocas .....	24
Figura 7.4-3. Pozas de disipación y sedimentación .....	26
Figura 7.4-4. Imagen 3D de la infraestructura de mayor envergadura.....	31
Figura 7.4-5. Conformación de la Escombrera N° 01.....	35
Figura 7.4-6. Disposición de roca estéril por fases y características de la escombrera N° 1 por fases .....	36
Figura 7.4-7. Disposición de roca estéril Fase III.....	37
Figura 7.4-8. Sección 1-1 de la Escombrera N°1 .....	37
Figura 7.4-9. Conformación de la Escombrera N° 2.....	40
Figura 7.4-10. Disposición de roca estéril por fases y características de la escombrera N° 2 por fases .....	41
Figura 7.4-11. Disposición de roca estéril Fase I de la escombrera N°2.....	42
Figura 7.4-12. Sección 1-1 de la escombrera N°2 .....	43
Figura 7.4-13. Disposición de roca estéril Fase II de la escombrera N°2.....	44
Figura 7.4-14. Sección 2-2 y sección 3-3 en la Fase II de la escombrera N°2 .....	45
Figura 7.4-15. Disposición de roca estéril Fase III de la escombrera N°2.....	46
Figura 7.4-16. Sección 2-2 y sección 3-3 en la Fase III de la escombrera N°2 .....	47
Figura 7.4-17. Área de Acopio de Mineral para Muestreo .....	49
Figura 7.4-18. Área de Almacenamiento del Material de Planta .....	50
Figura 7.4-19. Stock Material Mina y Trituración .....	50
Figura 7.4-20. Silo de Acopio de Mineral Grueso .....	51
Figura 7.4-21. Comedor .....	52
Figura 7.4-22. Taller para camiones.....	53
Figura 7.4-23. Instalaciones de depósito y almacenamiento .....	54
Figura 7.4-24. Bahía de lavado.....	55

Figura 7.4-25. Mina seca (vestidores).....	56
Figura 7.4-26. Ubicación de los polvorines.....	58
Figura 7.4-27. Principales áreas de la planta de proceso .....	60
Figura 7.4-28. Oficina del molino.....	62
Figura 7.4-29. Taller del sitio.....	62
Figura 7.4-30. Área de almacenamiento de reactivos.....	63
Figura 7.4-31. Área de almacenamiento de cianuro .....	64
Figura 7.4-32. Transporte y apilamiento de Isotankes.....	64
Figura 7.4-33. Laboratorio de ensayo .....	66
Figura 7.4-34. Cuarto de Almacenamiento de Concentrado vista 3D.....	67
Figura 7.4-35. Vista Interna de Cuarto de Almacenamiento de Concentrado .....	67
Figura 7.4-36. Filtrado de concentrado y almacenamiento. ....	68
Figura 7.4-37. Colocación del concentrado en los camiones con cargadora frontal ..	68
Figura 7.4-38. Colocación del concentrado en Bulk Bags.....	69
Figura 7.4-39. Vista 3D de Infraestructura de Gestión de Relaves.....	70
Figura 7.4-40. Conformación del Depósito de Relaves filtrados .....	71
Figura 7.4-41. Disposición de relaves filtrados por fases y características .....	73
Figura 7.4-42. Disposición de relaves sección 1-1 de las fases I y II .....	74
Figura 7.4-43. Disposición de relaves sección 2-2 de las fases I y II .....	74
Figura 7.4-44. Disposición de relaves fase III.....	75
Figura 7.4-45. Disposición de relaves sección 1-1 de la fase III.....	76
Figura 7.4-46. Excavación para pozas .....	77
Figura 7.4-47. Sección 1-1, sección 2-2 y sección 3-3 excavación de pozas.....	78
Figura 7.4-48. Dique de arranque de depósito de relaves filtrados.....	79
Figura 7.4-49. Sección 1-1 y sección 2-2 del dique de arranque de relaves filtrados ..	80
Figura 7.4-50. Plataformas para pozas de sedimentación y monitoreo.....	82
Figura 7.4-51. Conformación de La Estación Auxiliar de Transferencia .....	83
Figura 7.4-52. Estación auxiliar de transferencia – Excavación y sección 1-1 .....	84
Figura 7.4-53. Estación auxiliar de transferencia – sección 1-1 .....	85
Figura 7.4-54. Estación auxiliar de transferencia – poza de sedimentación y monitoreo .....	86
Figura 7.4-55. Subestación Principal, Edificios MCC & Cuartos de Control del Operador .....	89

Figura 7.4-56. Diagrama unificar simplificado .....	94
Figura 7.4-57. Infraestructura eléctrica .....	95
Figura 7.4-58. Esquema unifilar referencial del sistema de Comunicaciones de la subestación eléctrica .....	97
Figura 7.4-59. Sistema de tuberías de agua contactada.....	99
Figura 7.4-60. Distribución de áreas de aporte de las aguas de no contacto en la estación auxiliar de transferencia, depósito de relaves filtrados, planta de procesos e infraestructura de mina .....	101
Figura 7.4-61. Distribución del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°01.....	102
Figura 7.4-62. Distribución de las áreas de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°02.....	104
Figura 7.4-63. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para los canales de Descarga en Depósito de Relaves Filtrados .....	105
Figura 7.4-64. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas en Depósito de Relaves Filtrados .....	106
Figura 7.4-65. Distribución de las Cunetas en Depósito de Relaves Filtrados.....	107
Figura 7.4-66. Área de aporte de las aguas contactadas en la Escombrera N°01 .....	109
Figura 7.4-67. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas y Canal de Coronación en la Escombrera N°01 .....	110
Figura 7.4-68. Área de aporte de las aguas contactadas en la Escombrera N°02 .....	111
Figura 7.4-69. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas en la Escombrera N°01 .....	112
Figura 7.4-70. Distribución de las Cunetas en la Escombrera N°02.....	113
Figura 7.4-71. Sección Típica Subdrenaje de Aguas Subterráneas .....	119
Figura 7.4-72. Sección Típica Subdrenaje de Aguas de Infiltración .....	120
Figura 7.4-73. Sección Típica Poza de Sedimentación y Monitoreo .....	121
Figura 7.4-74. Planta de tratamiento de agua contactadas .....	122
Figura 7.4-75. Ubicación de la garita y puerta de ingreso-salida .....	123
Figura 7.4-76. Garita y Puerto de ingreso-salida .....	124
Figura 7.4-77. Ubicación de la Oficina Administrativa.....	124
Figura 7.4-78. Oficina administrativa.....	125
Figura 7.4-79. Almacenamiento de combustible y distribución.....	126
Figura 7.4-80. Ubicación del campamento del proyecto.....	128
Figura 7.4-81. Depósitos de los DMI y DMO.....	130

Figura 7.4-82. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 1 .....	131
Figura 7.4-83. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 2 .....	132
Figura 7.4-84. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 3 .....	133
Figura 7.4-85. Infraestructura vial del proyecto .....	137
Figura 7.4-86. Sección típica de vía A .....	139
Figura 7.4-87. Sección típica de vía B.....	140
Figura 7.4-88. Sección típica de 5.0 m An x 5.0 m Al .....	142
Figura 7.4-89. Sección típica de 4.5 m An x 4.5 m Al .....	142
Figura 7.4-90. Sección típica de 4.0 m An x 4.0 m Al .....	143
Figura 7.4-91. Esquema del boquete artificial en las bocaminas .....	145
Figura 7.4-92. Boquete artificial en proceso de construcción.....	145
Figura 7.4-93. Ubicación de las tres bocaminas y el portal (ingreso y salida de la mina subterránea).....	147
Figura 7.4-94. Diseño de las Rampas .....	149
Figura 7.4-95. Ubicación del refugio peatonal (perpendicular al desarrollo minero).....	150
Figura 7.4-96. Sección típica del diseño de la labor minera para ubicar la estación de supervivencia (perpendicular al nivel principal) .....	151
Figura 7.4-97. Ubicación de la Estación de supervivencia en la mina subterránea ..	151
Figura 7.4-98. Refugio minero tipo .....	152
Figura 7.4-99. Ubicación del polvorín provisional en la mina subterránea.....	154
Figura 7.4-100. Sección del polvorín provisional en la mina subterránea .....	154
Figura 7.4-101. Esquema de la estación de carga .....	155
Figura 7.4-102. Ubicación de estaciones de bombeo.....	156
Figura 7.4-103. Diseño de estación de bombeo .....	156
Figura 7.4-104. Subestación móvil.....	158
Figura 7.4-105. Sección longitudinal de la red de ventilación proyecto La Plata .....	161
Figura 7.4-106. Sistema de Ventilación en Superficie .....	162
Figura 7.4-107. Ubicación de las chimeneas de relleno (traspaso de material).....	163
Figura 7.4-108. Ubicación de las chimeneas de Servicios .....	164
Figura 7.4-109. Ubicación de las chimeneas de Escape .....	165
Figura 7.4-110. Esquema de un nivel y sus conexiones con otras labores mineras..	166

Figura 7.5-1. Balance de agua general del proyecto .....	173
Figura 7.5-2. Modelo referencial de planta de agua potable - Tipo Skid .....	176
Figura 7.5-3. Modelo referencial de la planta de tratamiento de agua residual doméstica (PTARD).....	177
Figura 7.5-4. Modelo referencial de la planta de tratamiento de agua residual doméstica – Vista superior (PTARD).....	178
Figura 7.5-5. Diagrama de flujo de proceso.....	178
Figura 7.5-6. Diagrama de procesos de la planta de tratamiento de aguas.....	181
Figura 7.5-7. Ubicación del suministro de combustible a los equipos mineros .....	186
Figura 7.5-8. Diseño de estación de bombeo .....	187
Figura 7.5-9. Ingreso de cisterna de combustible a la mina subterránea .....	187
Figura 7.5-10. Suministro de combustible a los equipos mineros en interior de la mina subterránea .....	188
Figura 7.5-11. Trituradora.....	194
Figura 7.5-12. Área de recuperación de minerales .....	195
Figura 7.5-13. Molienda primaria-molino SAG .....	197
Figura 7.5-14. Molienda secundaria-molino de Bolas .....	198
Figura 7.5-15. Molino SAG y de Bolas.....	199
Figura 7.5-16. Flotación .....	201
Figura 7.5-17. Cuarto eléctrico de Flotación.....	202
Figura 7.5-18. Molino vertical de remolienda .....	203
Figura 7.5-19. Molienda ISAMIL.....	204
Figura 7.5-20. Cuarto eléctrico del molino .....	205
Figura 7.5-21. Área de espesado de concentrados de cobre y zinc .....	208
Figura 7.5-22. Cuarto de concentrado.....	209
Figura 7.5-23. Prensa filtro del área de concentrado .....	210
Figura 7.5-24. Zonas de operación y secuencia.....	222
Figura 7.5-25. Ubicación de las Ventanas (accesos a los tajos).....	223
Figura 7.5-26. Diseño de las galerías .....	224
Figura 7.5-27. Diseño de la infraestructura minera.....	226
Figura 7.5-28. Perforación mecanizada .....	227
Figura 7.5-29. Malla de perforación para una sección típica .....	228
Figura 7.5-30. Voladura con equipo tipo Plataforma .....	228
Figura 7.5-31. Desatado mecanizado .....	229

Figura 7.5-32. Limpieza de labor con equipos mecanizado.....	230
Figura 7.5-33. Sostenimiento mecanizado con shotcrete .....	232
Figura 7.5-34. Sostenimiento mecanizado con Pernos de anclaje o Pernos con Malla metálica .....	232
Figura 7.5-35. Rampas y accesos laterales para el transporte de camiones y vehículos pesados.....	234
Figura 7.5-36. Dimensionamiento del Banco con relación a las labores de preparación .....	237
Figura 7.5-37. Ciclo de minado con el método de Banqueo y Relleno (Bench & Fill).....	238
Figura 7.5-38. Ciclo de minado con el método de Corte Relleno (Cut & Fill) .....	240
Figura 7.5-39. Secuenciamiento de la explotación mediante cámaras y pilares .....	243
Figura 7.5-40. Guía para la estimación del tiempo de autosostenimiento .....	245
Figura 7.5-41. Estabilidad para excavaciones temporales.....	246
Figura 7.5-42. Equipo de Perforación de un brazo (Jumbo de un brazo).....	247
Figura 7.5-43. Equipo de Perforación de dos brazos (Jumbo de dos brazos).....	247
Figura 7.5-44. Equipo de Perforación para barrenos largos (Jumbo de barrenos largos) .....	248
Figura 7.5-45. Equipo Empernador.....	249
Figura 7.5-46. Equipo lanzador de concreto armado (shotcrete) tipo Robot .....	249
Figura 7.5-47. Equipo para transporte de concreto armado, complemento del Robot lanzador.....	250
Figura 7.5-48. Equipo cargador de bajo perfil con capacidad de 6yd <sup>3</sup> (scooptram de 6yd <sup>3</sup> ).....	250
Figura 7.5-49. Equipo cargador de bajo perfil con capacidad de 4yd <sup>3</sup> (scooptram de 4yd <sup>3</sup> ).....	251
Figura 7.5-50. Equipo Percutor para usarse como Desatador de Rocas Sueltas.....	251
Figura 7.5-51. Equipo con plataforma de elevación tipo tijera .....	252
Figura 7.5-52. Equipo utilitario de elevación con canastilla .....	252
Figura 7.5-53. Uso de Camiones para la Extracción del material de la mina .....	253
Figura 7.6-1. Tapones de hormigón para el cierre de pozos de ventilación .....	261

## **7 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

---

### **7.1 Introducción**

La concesión minera La Plata (Cód. 2001.1) contempla para su ejecución las fases de explotación y beneficio. La fase de explotación consiste en la extracción del mineral del yacimiento, mediante la conformación y operación de una mina subterránea, infraestructura superficial e instalaciones auxiliares necesarias, y la fase de beneficio tiene el objetivo de procesar el mineral del yacimiento hasta la obtención de su concentrado. Esto se realizará mediante la instalación y operación de una planta de procesamiento, instalaciones auxiliares e infraestructura adecuada para almacenamiento, tratamiento de residuos y disposición de los desechos del proceso.

Este capítulo describe los componentes y procesos requeridos para cada fase dentro del área de estudio la cual comprende un área operativa de 1030,59 ha y en la que se ha definido una huella del proyecto de 144,38 ha. Las diferentes infraestructuras e instalaciones en función de las consideraciones técnicas podrían modificar su ubicación dentro del área operativa evaluada. Los procesos descritos pueden optimizarse para mejorar su desempeño ambiental y/o técnico.

### **7.2 Resumen del estado del proyecto**

#### **7.2.1 Estudios técnicos previos**

El desarrollo de un proyecto minero requiere el aporte de un equipo multidisciplinario para la ejecución de cada una de sus fases. En tal sentido, este EslA se basa en los estudios técnicos y de ingeniería desarrollados por compañías especializadas con amplia experiencia en la industria minera tanto a nivel nacional como internacional, el ámbito en el que se desenvuelven es presentado en el cuadro 7.2-1.

<b>Cuadro 7.2-1. Compañías participantes del proyecto</b>		
<b>Compañía</b>	<b>Acrónimo</b>	<b>Experticia</b>
Atico Mining Corporation	ATICO	Desarrollo y operación de proyectos de cobre y oro en Latinoamérica.
G Mining Services	GMS	Servicios para el desarrollo de un proyecto minero desde la exploración, estudios de factibilidad, construcción, la puesta en servicio y las operaciones.
SINCO Ingeniería y Construcción SAC	SINCO	Empresa especializada en estudios de ingeniería civil, ingeniería vial, geotecnia, geomecánica, geología, geofísica, topografía, instrumentación, hidrogeología, hidrología e hidráulica, electromecánica, laboratorio geotécnico, monitoreo, evaluación de riesgos, gerencia de proyectos y obras, supervisión de obras, CQA, CQC, auditoría técnica y construcción de proyectos especiales.
<b>Fuente:</b> CMLP, 2021 <b>Elaborado por:</b> ESSAM, 2022.		

Los estudios técnicos consideraron las normas técnicas y de seguridad vigentes a nivel local y nacional, sin embargo, en el caso de no existir estándares establecidos o a su vez que las características del proyecto ameritaron superarlos se requirió el empleo de normativa internacional.

### 7.2.1.1 Estudio geológico, geomecánico y geodinámico

El objetivo del estudio fue establecer la viabilidad de la construcción de los componentes mineros en base a criterios geológicos, geotécnicos, sustentados en investigaciones de superficie y del subsuelo que permitieron definir el diseño más adecuado desde el punto de vista técnico y económico.

Por tal motivo, se realizó la toma de datos en campo para la realización de la cartografía geológica, en la cual, se indican los principales sistemas de fallas y la distribución litológica del área de estudio, así como la cartografía geomorfológica y de ubicación de riesgos geodinámicos de acuerdo con las características morfológicas, morfogenéticas, morfoestructurales y morfodinámicas de las unidades y subunidades que se interpretó en gabinete (SINCO, agosto 2021).

### **Geología**

De acuerdo con el Estudio de Geología realizado (SINCO, agosto 2021), a nivel regional, se ha tomado como referencia la información del mapa geológico de la cordillera occidental del Ecuador entre 0° - 1° S, a escala 1:200000 (Hughes R.A., 1998); en el cual se identificaron las siguientes unidades cercanas a la zona del proyecto:

- Unidad Pallatanga (Kpa)
- Unidad Mulaute (KMI)
- Unidad Macuchi (PcEM)
- Rocas intrusivas
- Terrazas cuaternarias (QT)

De acuerdo con el Estudio de Geología (SINCO, agosto 2021), las áreas de emplazamiento de los componentes mineros del proyecto se caracterizan por presentar escasos afloramientos de roca de origen volcánico y volcánico-sedimentario, principalmente en las quebradas y cortes de la vía con cobertura de suelos coluvio-aluviales y depósitos aluviales en los cauces de quebradas.

En el estudio se identificaron las siguientes unidades litoestratigráficas locales:

- Unidad Macuchi
- Depósitos cuaternarios: depósitos aluviales y coluvio aluviales

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Geología del capítulo de línea base física.

## Geomorfología

En referencia a lo descrito en el Estudio de Geología, un aspecto relevante para la descripción de las unidades geomorfológicas aparte del relieve es la pendiente de los terrenos (laderas), dado que las pendientes del terreno influyen directamente en la conformación de los componentes en el área de estudio, mediante el mapa de pendientes elaborado a partir de modelos de elevación digital. Se tomaron en consideración seis rangos o grados de pendiente moderada (5°-15°, media), pendiente fuerte (15°-25°), pendiente muy fuerte (25°-45°) y pendiente muy escarpada (>45°, abrupta).

A partir de este mapa, se pudo determinar que las pendientes predominantes en las zonas de emplazamiento de los componentes son moderadamente inclinadas (entre 5° y 15°), con presencia de pequeños sectores con pendientes moderadamente escarpadas (entre 25° y 45°), esto implica entonces que los componentes deberán contemplar cortes en forma de bancos que permita en las pendientes existentes la mejora de las condiciones de estabilidad en la interfaz o contacto del suelo con el componente proyectado.

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Geomorfología del capítulo de línea base física.

## Geodinámica

**Interna.** De acuerdo con los resultados de la desagregación sísmica obtenidos en el estudio de peligro sísmico se ha determinado que los sismos que contribuyen en mayor proporción serían los correspondientes a fallas activas cercanas (sismos corticales). Las fallas de río Baba, Valencia-La Maná y Machachi, serían las más cercanas a la zona del proyecto.

El volcán Cotopaxi es el volcán más cercano a la zona de estudio, ubicado al SE a una distancia de 65 km, en línea recta a la zona del proyecto. Es un cono simétrico que indica actividad reciente, se lo considera como activo. De lo observado en los recorridos realizados en la zona de emplazamiento del proyecto, se ha encontrado capas superficiales de caída de cenizas volcánicas y tobas correspondientes a materiales volcánicos ocurridos en el cuaternario reciente. Sin embargo, no se ha encontrado detritos o paleocanales de flujos de lahares que discurran por las áreas de influencia del proyecto; considerando la distancia a la zona de ubicación del volcán Cotopaxi, se concluye que el nivel de peligro por actividad volcánica que afecte la zona de estudio es considerado como de nivel bajo.

**Externa.** De acuerdo a lo indicado en el Estudio de Geología, hasta la fecha no se ha encontrado reportes relacionados a fenómenos ocurridos de movimiento de laderas de grandes magnitudes en esta área específica, pero habiendo analizado la información existente y evaluado las condiciones actuales del sector, se estima que los factores condicionantes o desencadenantes que puedan propiciar fenómenos geodinámicos en las inmediaciones de la zona de estudio son el clima, las precipitaciones, los cambios en las condiciones hidrogeológicas de las laderas, sismos y algunos cambios por acciones antrópicas.

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Geología del capítulo de línea base física.

## Peligros geológicos

En la zona de ubicación de los componentes, no fueron identificados derrumbes pero si una serie de deslizamientos, corrientes de tierras lentas y subsidencias, ubicados en los sectores de emplazamiento del Depósito de Relaves Filtrados y Estación Auxiliar de Transferencia, Estos fenómenos geodinámicos se han considerado con grado de peligrosidad media; la presencia de estos peligros será mitigado con el movimiento de tierras proyectado en la cimentación en forma de bancos proyectados en cada uno de los componentes, lo que permitirá eliminar toda la huella de los deslizamientos y mejorar las condiciones de las laderas en las zonas de emplazamiento.

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Procesos Geológicos del capítulo de línea base física.

### 7.2.1.2 Estudio geotécnico

El informe del estudio geotécnico (SINCO, septiembre 2021) brinda una caracterización geotécnica del sitio y los materiales existentes (suelos y rocas) en la zona de estudio con base en las investigaciones geológicas geotécnicas ejecutadas y el análisis geotécnico a nivel de factibilidad de las estructuras involucradas en el proyecto: el depósito de relaves filtrados (FTSF), la estación auxiliar de transferencia, la planta de procesos, las escombreras (N° 1 y 2); a partir de trabajos de investigaciones directas e indirectas realizadas en campo y supervisados por SINCO entre marzo del 2021a julio del 2021.

Las investigaciones geotécnicas supervisadas por SINCO consistió en la ejecución de investigaciones directas como calicatas, perforaciones diamantinas, perforaciones Iwan Auger, ejecución de ensayos de laboratorio, ensayos de campo como penetración estándar (SPT), ensayos de permeabilidad, ensayos de densidad; y de investigaciones indirectas correspondientes con ensayos geofísicos como la refracción sísmica, medición de ondas superficiales (MASW), análisis de microtrepidaciones en arreglos multicanales (MAM) y tomografía geoelectrica. Con lo que se caracterizó los materiales que conforman las estructuras mencionadas que comprenden el análisis, interpretación y definición de los perfiles estratigráficos que subyacen en las zonas de emplazamiento de cada uno de los componentes que conforman el proyecto (SINCO, septiembre 2021).

Se identificaron un total de nueve (09) unidades geotécnicas, que de acuerdo con el nivel desde el superficial (suelo orgánico) hasta el más profundo (basamento rocoso), estas son descritas a continuación:

- U1: Suelo de Tipo Orgánico (OL): Su potencia es variable en promedio 1.50 m a 2.00 m, llegando hasta de aproximadamente 3.0 m en algunos casos.
- U2: Suelo de Cimentación – Estrato Limoso de Consistencia Blanda: con una potencia de entre 2.0m a 8.0m.
- U3: Suelo de Cimentación – Estrato Limoso de Consistencia Rígida
- U4: Suelo de Cimentación – Estrato Arenoso con Presencia de Finos
- U5: Suelo de Cimentación - Material Gravoso con Presencia de Finos
- U6: Suelo de Cimentación - Cenizas Volcánicas
- U7: Suelo de cimentación - Saprolito: Roca Dolerita
- U8: Basamento Rocosu Fracturamiento Intensa (Dolerita)
- U9: Basamento Rocosu Fracturamiento Leve (Dolerita)

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Geotecnia del capítulo de línea base física.

### **7.2.1.3 Estudio de hidrología**

El presente estudio brinda información para la determinación y caracterización de la hidrografía, hidrometeorológica e hidrométrica del área del proyecto, así como también, contempla el análisis de caudales medios y máximos, sequías, influencia del fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) y balance hídrico de los principales componentes del proyecto (SINCO, julio 2021).

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Hidrología y calidad de agua del capítulo de línea base física.

### **7.2.1.4 Estudio de peligro sísmico**

El estudio de peligro sísmico permitió caracterizar, de la manera más precisa posible, los niveles de movimiento del terreno mediante un análisis probabilista de amenaza sísmica con la finalidad de tratar de predecir y modelar el comportamiento sísmico de la región de interés. Se determinó la probabilidad de que una determinada intensidad asociada a un evento sísmico exceda los valores límites relacionados con un nivel de desempeño estructural (SINCO, junio 2021).

La información de este estudio aportó en la caracterización de la sismicidad de la zona donde se emplazará el proyecto se desarrolló en la sección Sismicidad del capítulo de la línea base física y, en el análisis de riesgos de amenazas al proyecto por eventos sísmicos se desarrolló en el capítulo de Análisis de riesgos.

El detalle de la información desarrollada en este informe fue sistematizada y contextualizada en la sección Procesos Geológicos del capítulo de línea base física

### **7.2.1.5 Estudio de diseño hidráulico**

Este informe técnico contiene los criterios de diseño, la descripción de cada una de las obras proyectadas y los cálculos en los cuales se apoyó el diseño.

Las obras consideradas en este estudio corresponden al manejo de aguas contactadas y no contactadas del depósito de relaves filtrados, estación auxiliar de transferencia, escombrera N° 1 y escombrera N° 2 (SINCO, octubre 2021).

La información brindada en este informe ha dado soporte en la sección 7.3.2.6.1 Sistema de manejo de agua contactada y agua no contactada del presente capítulo.

#### **7.2.1.6 Estudio de diseño civil**

Este informe técnico contiene los criterios de diseño, los planos donde se muestra el diseño civil y geométrico planteado para los componentes, la descripción de cada uno de los componentes proyectados, cálculos en los cuales se apoyó el diseño y balances de masas operacionales.

Los componentes que se consideran para este diseño son el depósito de relaves filtrados, la estación auxiliar de transferencia, las escombreras N°1 y N°2, los depósitos DMI y DMO.

La información presentada en este estudio aportó en la descripción de estos elementos del proyecto que se presenta en las secciones Depósito de relaves filtrados (FTSF), Estación auxiliar de transferencia, Escombreras (WRF).

#### **7.2.2 Estimación de los Recursos Minerales**

La Estimación de Recursos Minerales para el proyecto de sulfuros masivos polimetálicos volcanogénicos (“VMS”) La Plata fue actualizada en base a la información disponible a la fecha del 22 de junio de 2021.

Los Recursos Minerales cumplen con las líneas directrices de las Mejores Prácticas de Estimación de Recursos Minerales y Reservas Mineras (“RMRM”) establecidas por el Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (“CIM”) (Normas RMRM, 2019) y se reportan de acuerdo con la norma canadiense NI 43-101. Los Recursos Minerales no son Reservas Mineras y no han demostrado viabilidad económica aún.

La base de datos utilizada para estimar los Recursos Minerales, con fecha 22 de junio 2021, incluye 239 perforaciones diamantinas con un total perforado de 52.554 m (18.132 m analizados) completados entre 1996 y 2021. Una amplia validación de la base de datos y del programa de QAQC, muestran que la base de datos de La Plata es adecuada para una Estimación de Recursos Minerales compatible con la norma canadiense NI 43-101.

De acuerdo con las prácticas estandarizadas utilizadas por el Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (CIM, 2014), los Recursos Minerales del depósito VMS La Plata han sido clasificado como Recursos Minerales Indicados e Inferidos según el espaciamiento de perforación y la pasada de estimación

Los Recursos Minerales actualizados del proyecto VMS de La Plata con fecha efectiva 28 de octubre de 2021 son presentados en resumen en el cuadro 7.2-2 Resumen preliminar de los Recursos Minerales del yacimiento VMS La Plata al 28 de octubre de 2021. La información presentada a continuación es una estimación considerada preliminar, ya que el cálculo de NSR debe ser actualizado con los parámetros metalúrgicos y económicos finales.

**Cuadro 7.2-2. Resumen preliminar de los Recursos Minerales del yacimiento VMS La Plata al 28 de octubre de 2021**

Clasificación	Cuerpo Mineralizado	Densidad g/cm <sup>3</sup>	Tonelaje kt	Valor Promedio						Contenido Metal					
				AuEq	Ag	Au	Cu	Pb	Zn	AuEq	Ag	Au	Cu	Pb	Zn
				g/t	ppm	g/t	%	%	%	koz	koz	koz	kt	kt	kt
Indicado	Bloque Norte	3,28	1.122	9,4	31	2,7	2,5	0	2,7	340	1.134	97	28.2	4,2	30,7
	Bloque Sur	3,29	959	10,3	58	4,0	1,9	1	4,0	318	1.780	122	18.4	7,0	38,1
	Guatuza	3,25	162	5,2	8	0,7	2,0	0	1,0	27	43	4	3.2	0,1	1,6
	<b>Total</b>	<b>3,29</b>	<b>2.244</b>	<b>9,5</b>	<b>41</b>	<b>3,1</b>	<b>2,2</b>	<b>1</b>	<b>3,1</b>	<b>685</b>	<b>2.957</b>	<b>223</b>	<b>49,8</b>	<b>11,2</b>	<b>70,4</b>
Inferido	Bloque Norte	3,11	21	5,8	29	2,2	1,0	0	2,6	4	20	2	0,2	0,1	0,6
	Bloque Sur	3,07	274	5,6	44	1,9	1,0	1	2,6	49	386	17	2,7	1,3	7,1
	Guatuza	3,25	35	5,2	12	0,9	1,7	0	1,4	6	13	1	0,6	0,1	0,5
	<b>Total</b>	<b>3,09</b>	<b>330</b>	<b>5,6</b>	<b>40</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0</b>	<b>2,5</b>	<b>59</b>	<b>419</b>	<b>19</b>	<b>3,5</b>	<b>1,4</b>	<b>8,2</b>

Fuente: (CMLP, Noviembre 2021)

**\*Notas:**

Los Recursos Minerales descritos anteriormente se han preparado conforme con los Estándares definidos por el CIM (Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo, 2014) y cumplen con las Normas de las mejores prácticas en la industria establecidas por el CIM (2019).

La Persona Calificada ("QP") para esta Estimación de Recursos Minerales es James Purchase, Geólogo titulado de G Mining Services.

La Ley de corte de más bajo valor usada para reportar los Recursos Minerales subterráneos es de USD 100 NSR (retorno neto de fundición). Las siguientes presunciones se hicieron para el cálculo del retorno neto de fundición (NSR) y oro equivalente (AuEq):

Oro = USD 1,800 por onza, 26,6% de recuperación en el concentrado de Zn con una capacidad de pago del 65%, 43,1% de recuperación en el concentrado de Cu con una capacidad de pago del 96%.

Plata = USD 25,00 por onza, 26,1% de recuperación en el concentrado de Zn con una capacidad de pago del 70%, 47,9% de recuperación en el concentrado de Cu con una capacidad de pago del 90%.

Cobre = USD 4,25 por libra, 4,5% de recuperación en el concentrado de Zn con una capacidad de pago del 0%, 89,4% de recuperación en el concentrado de Cu con una capacidad de pago del 96,5%.

Zinc = USD 1,35 por libra, 70,5% Recuperación en el concentrado de Zn con una capacidad de pago del 85%, 20% de recuperación en el concentrado de Cu con una capacidad de pago del 0%.

Plomo = USD 0,96 por libra, 13,4% de recuperación en el concentrado de Zn con una capacidad de pago del 0%, 71,6% de recuperación en el concentrado de Cu con una capacidad de pago del 0%.

En el cálculo del NSR también se consideraron las multas por concentrado, los cargos por refinación y transporte. El cálculo de oro equivalente se realizó usando la siguiente fórmula:  $AuEq = Au \text{ g/t} + 0.397 \times Zn \% + 2.068 \times Cu \% + 0.014 \times Ag \text{ g/t}$ .

El yacimiento VMS La Plata ha sido clasificado como Recursos Minerales Indicados e Inferidos según el espaciado de perforación y la pasada de estimación. Ningún Recurso Medido ha sido estimado.

Se han incorporado trabajos subterráneos conocidos en el modelo de bloques, y se ha asignado una densidad cero a los bloques ubicados dentro de los vacíos, producto de las antiguas obras de minería\*\*, para excluirlos de la contabilización de los Recursos.

La densidad se ha estimado en el modelo de bloques utilizando como método el inverso de la distancia a la potencia dos ("ID2") a partir de las medidas tomadas en los núcleos de las perforaciones.

Se utilizó un grosor mínimo de 1,5 m al interpretar los cuerpos mineralizados.

Los resultados de tonelajes y leyes descritos anteriormente son reportados utilizando un modelo de subbloque con un tamaño de bloque principal de 5 m x 5 m x 3 m, con subbloques de 1 m x 1 m x 1 m.

El tonelaje y el contenido de metales se han expresado en el sistema métrico, con la excepción del contenido de metales de oro y plata que se expresan en onzas troy.

Los tonelajes se han redondeado a las 1.000 toneladas más cercanas y el contenido de metal se ha redondeado a las 100 toneladas o 1.000 onzas más cercanas.

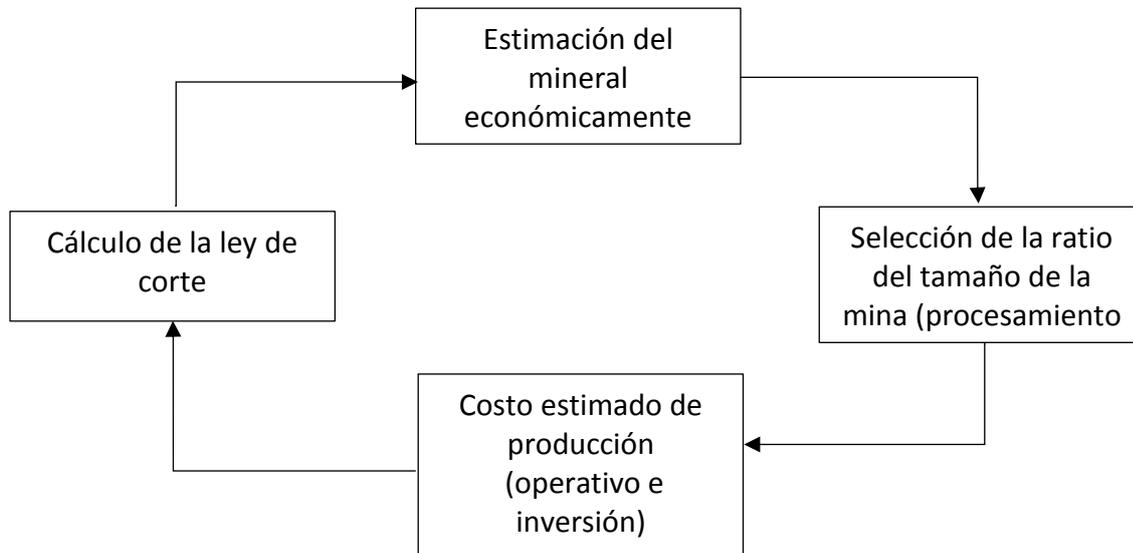
Los recursos minerales no son reservas minerales y no tienen viabilidad económica demostrada.

\*\* En el oficio No. Toachiec-LP-2021-087 del 8 de septiembre de 2021, consta el seguimiento al proceso de identificación y evaluación de las fuentes de contaminación identificadas en el Estudio de Impacto Ambiental de la Fase de Exploración de la Concesión Minera La Plata (Ver Anexo 7.1 Seguimiento fuentes contaminación)

### 7.2.3 Vida útil

Según estudios prácticos de O'Neil y Gentry 1984, muestra el procedimiento iterativo que generaliza la ratio del tamaño de minería en procesamiento que pueden mantener la sostenibilidad de una operación minera.

**Figura 7.2-1. Proceso iterativo para obtener el mejor escenario en la selección de la ratio del tamaño de mina.**



Fuente: CMLP, 2022

Se ha citado los conceptos bibliográficos de Taylor, H.K., 1972 en su libro “Teoría general de los fundamentos de las leyes de corte”. Obteniendo el siguiente modelo numérico.

**Vida de la Mina (LOM)**

$$LOM = 0.20 \times (\text{Recursos Minables})^{0.25}$$

LOM(en años) ± 1.2años

**Procesamiento diario**

$$\text{ton/día} = \frac{\text{Recursos Minables}}{LOM \text{ en años} \times \text{Días por año}}$$

Días del año	365 días
Mantenimiento	4 días
<b>Días para operar</b>	<b>361 días</b>
Disp. Mecánica	97%
<b>Días efectivos</b>	<b>350 días</b>

Recursos Minables	LOM ( $\pm$ 1.2 años)	Producción diaria (tpd)	Producción mensual (tpm)	Producción anual (tpa)
2,600,000	8 años	925 tpd	27,736 tpm	323,743 tpa
2,550,000	8 años	911 tpd	27,335 tpm	319,062 tpa
2,500,000	8 años	898 tpd	26,932 tpm	314,358 tpa
2,250,000	8 años	830 tpd	24,886 tpm	290,474 tpa
2,000,000	8 años	759 tpd	22,782 tpm	265,915 tpa

Se aproxima una vida de mina entre 7 a 8 años, con una ratio de producción de 800 a 900 tpd. Esta ratio se sincera en el secuenciamiento de minado de acuerdo con los métodos de explotación y tipo de desarrollo minero.

#### 7.2.4 Costo del proyecto

El costo del proyecto estará dado por el costo de inversión (CAPEX) que constituye el costo inicial, costo de sostenimiento y costo de cierre.

#### 7.2.5 Estructura del capítulo

En el documento se describirán los sitios y actividades que abarca el proyecto en las fases de explotación y beneficio en las etapas construcción, operación y cierre.

El capítulo se ha organizado en las siguientes secciones:

##### A. Etapa de construcción

*A.1 Transporte de materiales, maquinaria, equipos y de personal: comprende la ejecución de esta actividad durante la etapa de construcción para las fases de explotación, beneficio y cierre.*

*A.2 Construcción instalaciones en superficie:*

*- En Explotación la construcción comprende la conformación de escombreras, stock pile mineral para muestreo, stock de mineral para la planta de procesos, planta de relleno, comedor, taller para camiones, almacén, oficina de la mina, bahía de lavado, vestidores, área de almacenamiento de explosivos (polvorín)*

*- En Beneficio se construirán la planta de filtrados, depósito de relaves filtrados, estación auxiliar de transferencia, oficina del molino, caseta de vigilancia, taller, área de almacenamiento de reactivos, instalaciones de la planta de procesos, laboratorio de ensayo.*

*- Comunes para las fases de explotación y beneficio comprenderán el sistema*

*de manejo de agua contactada y no contactada, garita y puerta de ingreso-salida, oficina administrativa, área de almacenamiento de combustible, campamentos temporales y permanentes, depósitos de DMI y DMO, sistema contra incendios.*

*- Complementaria se considera al sistema de generación y transmisión eléctrica.*

*A.3 Construcción vías internas: comprende la vía principal, vía de acceso al DSTF, vía de acceso de la mina al DSTF, vía de acceso de la mina al almacenamiento de combustible, vía de acarreo del portal 2/Guatuza, vía de acarreo del portal 3/Norte, vía a la planta de relleno y, vía al polvorín.*

*A.4 Construcciones instalaciones subterráneas: bocaminas, rampas, refugio peatonal, estaciones de supervivencia, polvorín provisional, estación de carga, estación de bombeo, subestación eléctrica de mina, chimeneas, nivel. Servicios auxiliares: talleres de mantenimiento, sistema de aire comprimido e iluminación.*

## **B. Etapa de operación y mantenimiento**

*B.1 Operaciones en superficie: incluye las actividades que se ejecutan para el funcionamiento de campamentos y oficinas, soporte a maquinarias, equipos y vehículos, gestión de agua contactada y agua no contactada, funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua, gestión de combustible, gestión de mineral y roca estéril, funcionamiento de la planta de relleno, gestión de relaves, funcionamiento de la planta de procesos y, generación y transmisión de energía eléctrica.*

*B.2 Operaciones subterráneas: incluye las etapas del minado de preparación y explotación (métodos banqueo y relleno, corte y relleno, cámaras y pilares) que consisten en las actividades de perforación, voladura, desatado de rocas, limpieza o rezaga, sostenimiento, extracción y relleno.*

## **C. Etapa de rehabilitación y cierre**

La etapa de rehabilitación y cierre es desarrollada de manera que se distinguen tres momentos de cierre aplicados a los tipos de instalaciones: en superficie, infraestructura vial e instalaciones subterráneas. En el cierre temporal se detallan actividades a ejecutarse para precautelar el funcionamiento de las instalaciones con miras a reanudar actividades, el cierre progresivo comprende

las actividades a aplicarse a las instalaciones que son susceptibles de rehabilitación durante las fases mineras y el cierre final que son las actividades por ejecutarse para cuando finalice la operación del proyecto. La sección se encuentra organizada como se muestra a continuación.

*C.1 Cierre de instalaciones en superficie*

*C.2 Cierre de infraestructura vial*

*C.2 Cierre de instalaciones subterráneas*

### **7.3 Análisis del ciclo de vida del proyecto**

#### **7.3.1 Introducción**

El análisis del ciclo de vida (ACV) trata los aspectos e impactos ambientales potenciales (por ejemplo la utilización de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones y vertidos) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción (generación mineral - estéril – procesamiento), utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba) , sin embargo, los límites del sistema y el nivel de detalle se ajustan al objetivo del estudio, dependen del tema y del uso previsto del estudio.

En este caso, se realizará un estudio de inventario de ciclo de vida (ICV) que es muy similar a los estudios ACV, pero excluye la fase de evaluación del impacto ambiental (EICV) que ha sido desarrollada en el capítulo 11 Evaluación de Impactos Ambientales con una metodología que permite una representación total y absoluta de cada interacción a diferencia que el ACV, sin embargo el ICV satisface a la necesidad de comprender mejor el sistema y su importancia ambiental siendo un paso previo para la evaluación de impactos ambientales.

Este capítulo se desarrolla considerando criterios básicos dados por las normas NTE\_INEN\_ISO\_14044, Primera edición, 2014-01. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices (ISO 14044:2006, IDT) y NTE\_INEN\_ISO\_14040, Segunda edición, 2014-10. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia (ISO 14040:2006, IDT) y, presenta una recopilación y evaluación de materia y energía que se requiere en cada etapa del proyecto ya definidas en este capítulo 07, información que contribuye a la evaluación de impactos ambientales potenciales asociados a las entradas y salidas identificadas.

### **7.3.2 Objetivo**

El objetivo del ICV es identificar las entradas y salidas relacionadas a cada etapa del proyecto para el desarrollo del Proyecto Minero La Plata para sus fases de explotación y beneficio.

### **7.3.3 Alcance**

Este estudio del ICV contempla las fases de construcción, operación, mantenimiento como procesos operativos el cierre y abandono como un proceso post operativo; y, el soporte y logística (actividades auxiliares) constituye un proceso de apoyo, los cuales se desarrollarán dentro de la delimitación geográfica del área de estudio.

### **7.3.4 Función del producto**

Como resultado del proyecto se obtendrán los siguientes productos: extracción de material mineral, generación de estériles, procesamiento de minerales, obtención de concentración de minerales, generación de residuos / desechos y provisión de servicios auxiliares.

### **7.3.5 Unidad Funcional**

El producto final que se obtiene del proyecto es:

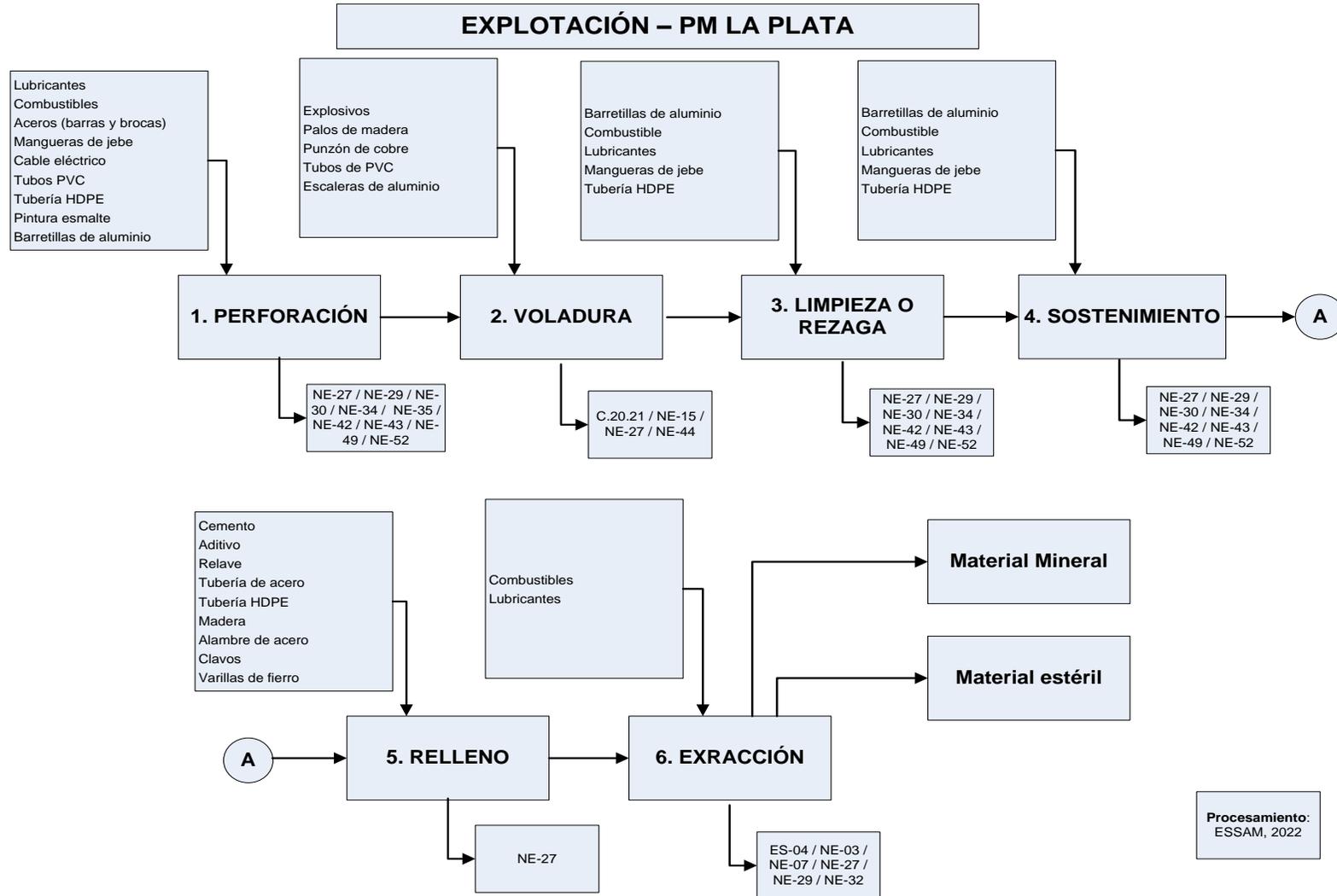
- Extracción diaria de material: 890 toneladas por día.

### **7.3.6 Límite del Sistema**

La delimitación del sistema a analizar permite identificar las fases del proyecto y sus actividades.

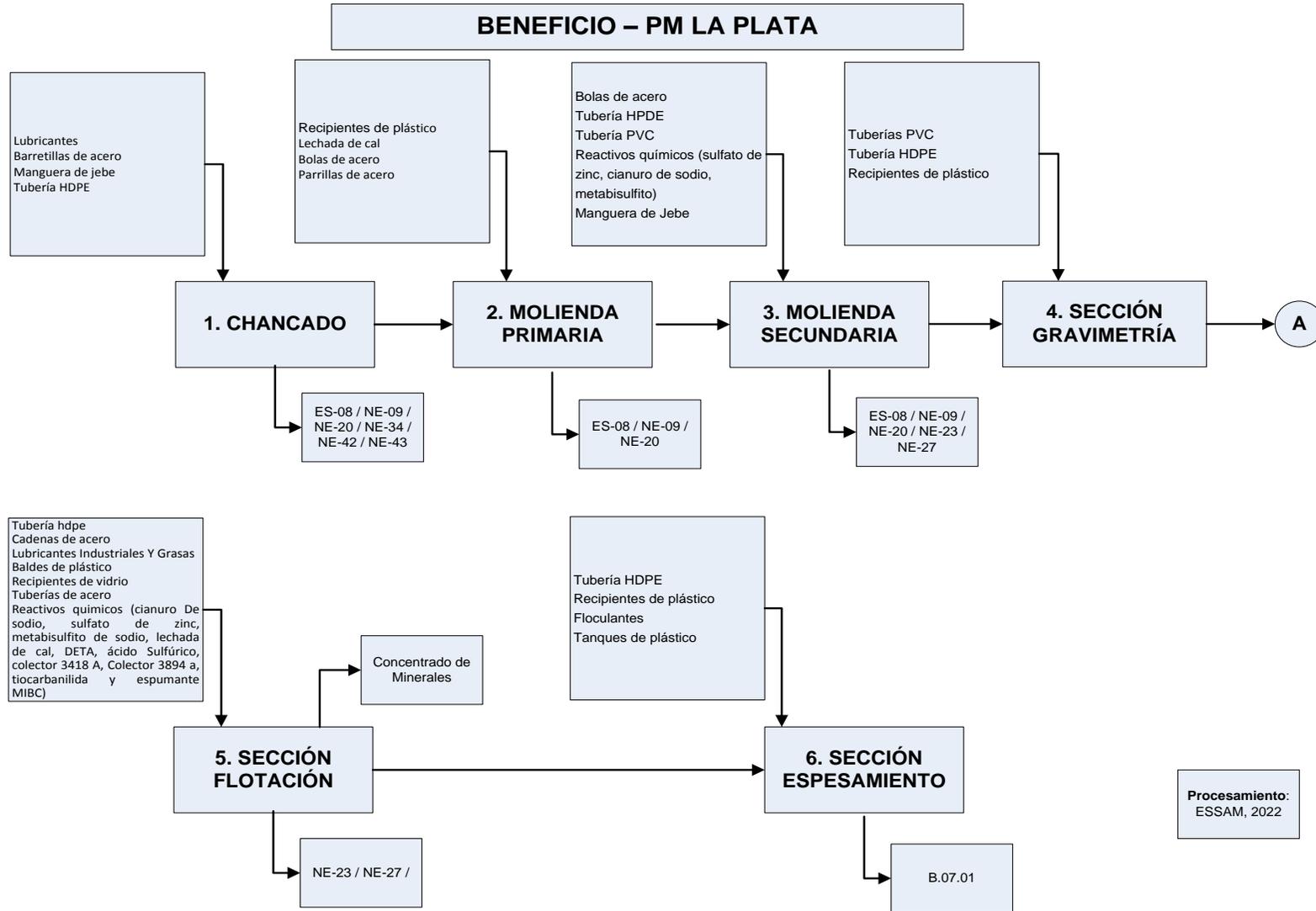
- Explotación: Perforación, voladura, limpieza / rezago, sostenimiento, relleno y extracción.
- Beneficio: Chancado, molienda primaria, molienda secundaria, sección gravimétrica, sección flotación y sección secamiento.
- Servicios auxiliares: Taller mantenimiento mecánico, taller mantenimiento eléctrico, almacén dispensario médico, obras civiles, oficinas administrativas, campamento, planta tratamiento y tanques combustibles.

Figura 7.3-1. Ciclo de Vida del Proyecto – Fase de Explotación



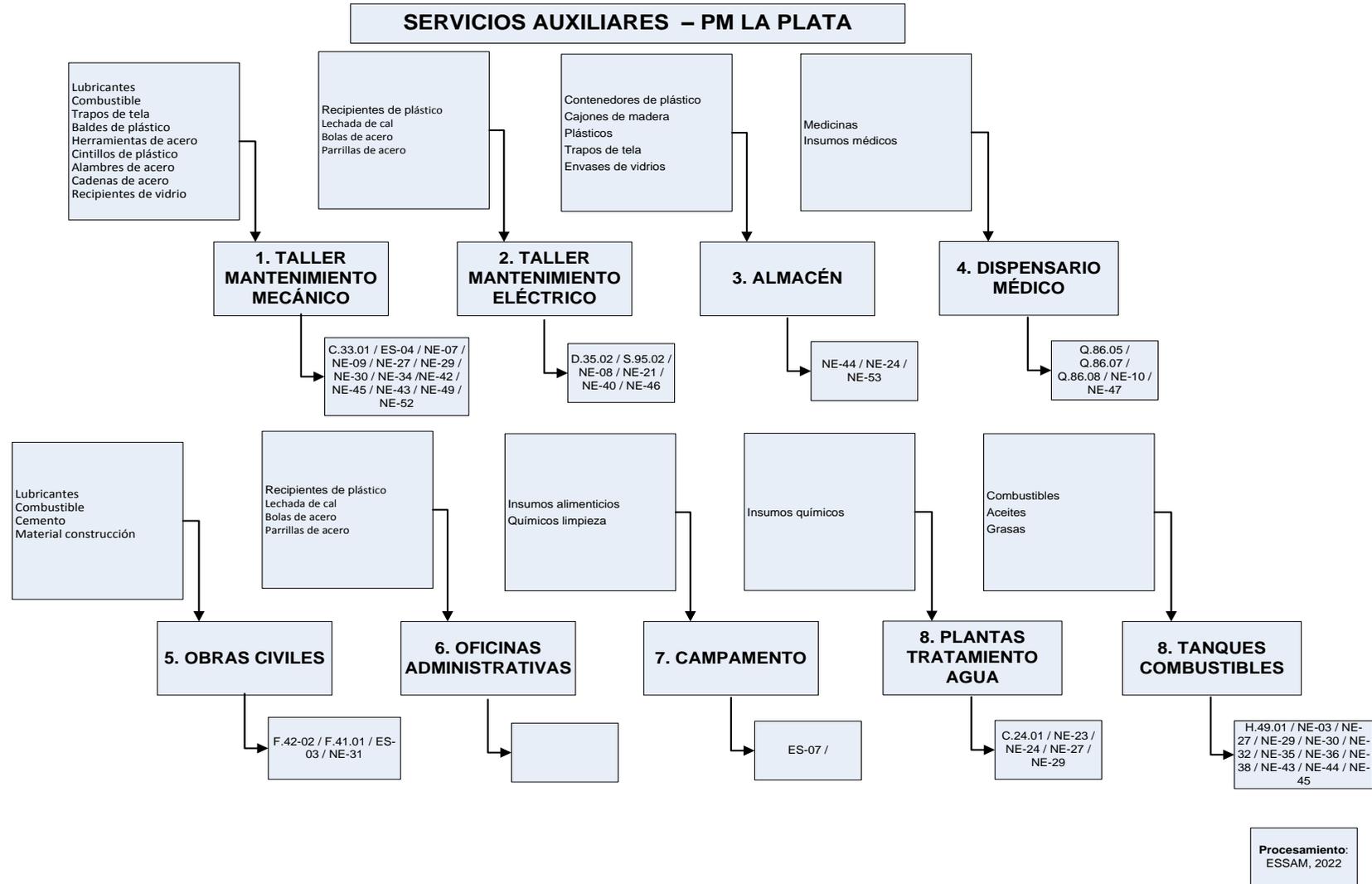
Elaboración: ESSAM, 2022.

Figura 7.3-2. Ciclo de Vida del Proyecto – Fase de Beneficio



Elaboracion: ESSAM, 2022.

**Figura 7.3-3. Ciclo de Vida del Proyecto – Servicios Auxiliares**



Elaboracion: ESSAM, 2022.

## 7.4 Etapa de construcción

La etapa de construcción incluirá toda la infraestructura de superficie que requieren la fase de explotación y la fase de beneficio, la infraestructura subterránea en su etapa de desarrollo minero misma que dará paso a la preparación y explotación mineras (etapa de operación) y, las vías internas que es una infraestructura de uso común para las dos fases a ejecutarse. Como infraestructura complementaria se construirá la subestación eléctrica para suministro de energía a todo el proyecto.

### 7.4.1 Actividades generales de intervención de áreas en la etapa de construcción

Para la implementación de las instalaciones e infraestructura requerida para el desarrollo del proyecto se ejecutarán las actividades o acciones de preparación del sitio:

- *Replanteo y nivelación:* El replanteo constituye el localizar, alinear, ubicar, trazar, marcar y/o controlar en el terreno o superficie de construcción los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano de un proyecto; así como, los linderos, antes, durante y después de la ejecución.

Por su parte, la nivelación constituye el grupo de trabajos que se ejecutan para conocer la diferencia de alturas de uno o varios puntos con respecto a uno conocido, denominado nivel de referencia, que puede ser verdadero o supuesto, y del cual depende la precisión del trabajo.

Al combinar el replanteo y la nivelación se pueden ubicar los puntos en el espacio de acuerdo con las dimensiones y niveles preestablecidos.

- *Desbroce:* Las actividades de desbroce implican retirar todas las especies arbóreas y arbustivas, de igual forma el apilamiento de madera aprovechable y para el caso del presente proyecto, el respectivo rescate de especies, a medida que avanza el retiro de los individuos arbóreos.

La Compañía en función de la instalación y construcción de infraestructuras necesarias para el desarrollo de las actividades debe mantener identificadas las áreas que fueron desbrozadas.

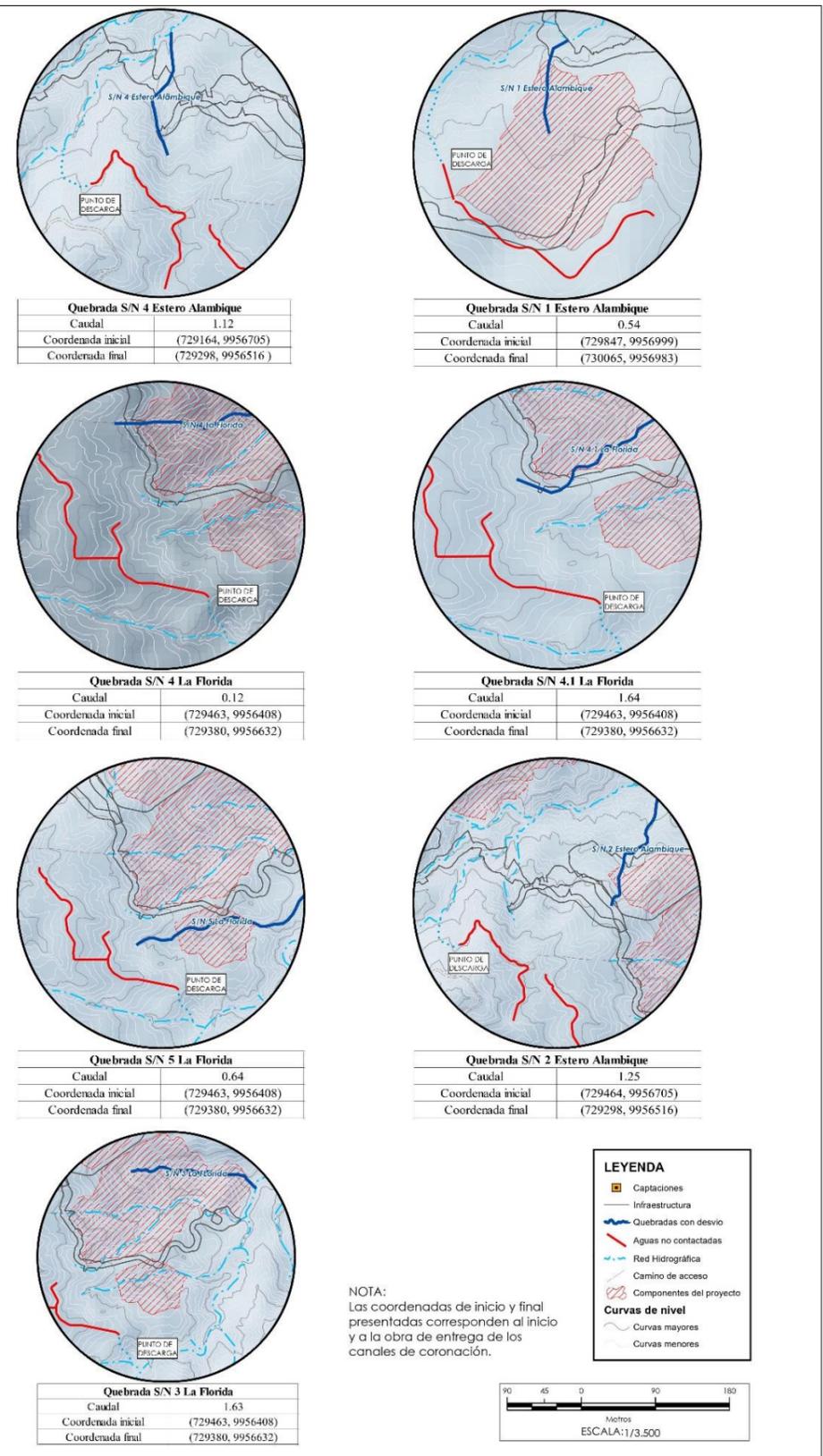
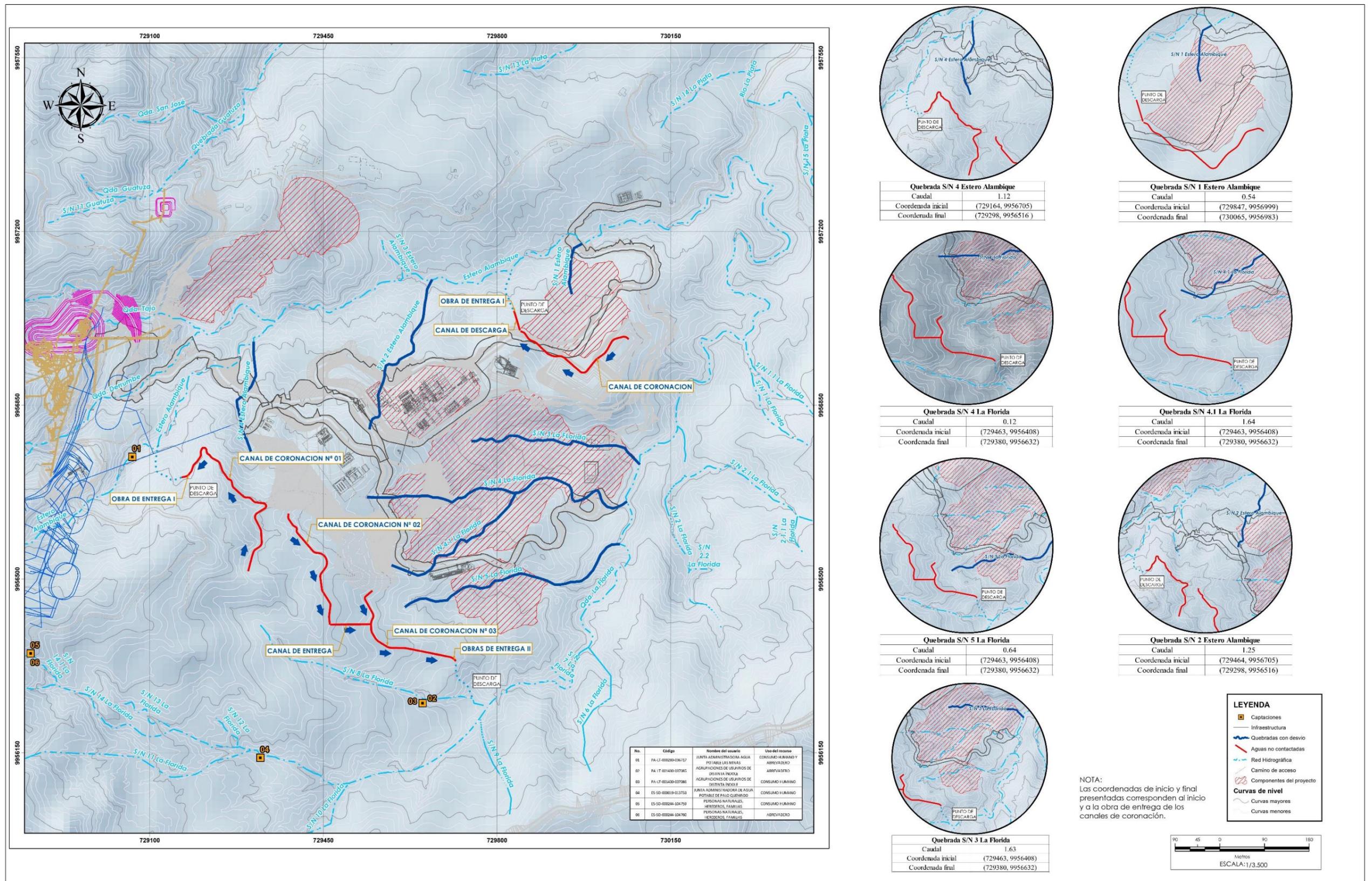
- *Corte y relleno:* Este proceso constituye todo el movimiento de tierras que debe realizarse para lograr una superficie uniforme de acuerdo con el diseño programado.

Es así como para el caso de una vía de acceso, la superficie terminada de esta a nivel de movimiento de tierras constituye la subrasante, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, o lo que sería su cobertura por así decirlo.

Modificación de cuerpos hídricos: Como parte de la implementación de las diferentes infraestructuras proyectadas, se requerirá construir obras hidráulicas para evitar el ingreso de agua hacia las infraestructura e instalaciones del proyecto, para tal fin se han proyectado la implementación de canales abiertos para la intersección y encausamiento del agua no contactada, los cuales estarán ubicados aguas abajo y los descargarán en puntos establecidos dentro de la misma unidad hidrográfica en puntos establecidos en las Quebradas Estero Alambique o La Florida, de acuerdo sea el caso, en la Figura 7.4-1. Plano de cuerpos hídricos modificados, se puede apreciar la ubicación de los canales, los puntos de descarga y los cuerpos hídricos que intersecan.

En cumplimiento con la normativa ecuatoriana, se obtendrá el permiso para modificación de cuerpos hídricos ante la Autoridad Única del Agua, previo a la etapa de construcción.

Figura 7.4-1. Plano de cuerpos hídricos modificados



Fuente: SINCO, 2022

Cuerpos Hídricos modificados

Las características de los cuerpos hídricos a modificarse son las siguientes:

<b>Cuadro 7.4-1. Parámetros geomorfológicos de los cuerpos hídricos a modificarse</b>					
Área de aporte	Área del afluente (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (m)	Pendiente (m/m)	Caudal ** (l/s)	Tipo (permanente-estacionario)
S/N 1 Estero Alambique	0.05	113,60	0.20	0,54	Permanente
S/N 2 Estero Alambique	0.04	364,50	0.23	1,25	Permanente
S/N 4 Estero Alambique (***)	0.02	241,40	g0.27	0	-
S/N 3 La Florida	0.040	371,40	0.13	1,63	Permanente
S/N 4 La Florida <sup>1</sup>	0.031	320.30	0.23	0,12	Permanente
S/N 4.1 La Florida <sup>2</sup>	0.048	338,60	0.09	1,64	Permanente
S/N 4 La Florida (*)	0.113	603,20	0.22	5,00 <sup>e</sup>	Permanente
S/N 5 La Florida	0.082	498,20	0.12	0,64	Permanente

(\*) 1+2: La quebrada S/N 4 La Florida (\*), es el área de drenaje punto de confluencia de la sumatoria de las quebradas S/N 4 La Florida (1) y S/N 4 La Florida (2).

(\*\*) Campaña de aforo realizados durante el 27 de mayo a 20 de junio del 2021.

(\*\*\*) No se pudo acceder al sitio.

(e): Caudal medio mensual estimado por rendimiento hídrico, tomando como base la subdivisión Aforo 01(Estudio hidrológico, SINCO 2021)

**Fuente:** informe de fuentes de agua, SINCO 2021

En el cuadro a continuación, se indica la relación que la infraestructura de colección tendrá con los cuerpos hídricos.

<b>Cuadro 7.4-2. Influencia infraestructura en los cuerpos hídricos a modificarse</b>	
Infraestructura	Cuerpo hídrico
Canal de Coronación N°01 (FTSF)	S/N 2 Estero Alambique
Canal de Coronación N°02 (FTSF)	S/N 4 Estero Alambique
Canal de Coronación N°03 (FTSF)	S/N 3 La Florida
	S/N 4 La Florida
	S/N 4.1 La Florida
	S/N 5 La Florida
Canal de Coronación (WRF N°01)	S/N 1 Estero Alambique

**Fuente:** CMLP, 2022

Las obras hidráulicas pueden ser construidas con revestimiento de concreto en secciones rectangulares o con revestimiento con geomembrana en sección trapezoidal. Para rangos de menor cohesión <150 se usará geomembrana por sus propiedades de flexibilidad ante cualquier movimiento del suelo.

Figura 7.4-2. Cohesión de suelos y rocas

DESCRIPCIÓN		Peso unitario ( Saturado/ seco)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material			
Sin cohesión	Arena suelta, tamaño de grano uniforme	19/14	28-34	
	Arena densa, tamaño de grano uniforme	22/17	32-40	
	Arena suelta, diferentes tamaños de grano	20/16	34-40	
	Arena densa, diferentes tamaños de grano	21/18	38-46	
	grava, tamaño de grano uniforme	22/20	34-37	
	Arena y grava, mezcla de tamaños	19/17	48-45	
	Roca fracturada o volada: Basalto	22/17	40-50	
	Roca fracturada o volada: Granito	20/17	45-50	
	Roca fracturada o volada :Limolita	19/16	35-40	
	Roca fracturada o volada: Arenisca	17/13	35-45	
	roca fracturada o volada : Lulitas	20/16	30-35	
Cohesivos	Montmorillonita (bentonita blanda )	13/6	7-13	10-20
	Arcilla orgánica muy blanda	14/6	12-16	10-30
	Arcilla blanda, ligeramente orgánica.	16/10	22-27	20-50
	Arcilla Glaciar blanda	17/12	27-32	30-70
	Arcilla Glaciar rígida	20/17	30-32	70-150
	Rocas Igneas duras:			
	granito, basalto, porfidos	25 a 30	35-45	35000-55000
	Rocas Metamórficas:			
	cuarcita, neiss, pizarras	25 a 28	30-40	20000-40000
	Rocas Sedimentarias duras:			
	Lomolitas, dolomita, arenisca	23 a 28	34-45	10000-30000
Rocas Sedimentarias blandas:				
arenisca, carbón, lutita.	17 a 23	25-35	1000-20000	

Fuente: Hoek y Bray, 1991

A continuación, se presentan las características de los canales proyectados, sus dimensiones en revestimiento de concreto o geomembrana y los cuerpos hídricos derivados por cada uno de estos:

Cuadro 7.4-3. Características de canales proyectados por cuerpo hídrico				
Canal	Sección Transversal		Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Cuerpos Hídricos Derivados
	Concreto (BxH)	Geomembrana (BxHxZ)		
Canal de Coronación N°01 (FTSF)	Rectangular (0.70mx0.70m)	Trapezoidal (0.40mx0.60m 0.5H:1.0V)	0.70	S/N 2 Estero Alambique S/N 4 Estero Alambique
Canal de Coronación N°02 (FTSF)	Rectangular (0.70mx0.70m)	Trapezoidal (0.40mx0.60m 0.5H:1.0V)	0.70	S/N 3 La Florida S/N 4 La Florida S/N 4.1 La Florida
Canal de Coronación N°03 (FTSF)	Rectangular (1.00mx0.70m)	Trapezoidal (0.60mx0.60m 0.5H:1.0V)	1.40	S/N 5 La Florida
Canal de Coronación (WRF N°01)	Trapezoidal (0.40mx0.50m 0.5H:1.0V)	Trapezoidal (0.40mx0.50m 0.5H:1.0V)	0.40	S/N 1 Estero Alambique

**Fuente:** SINCO, 2022

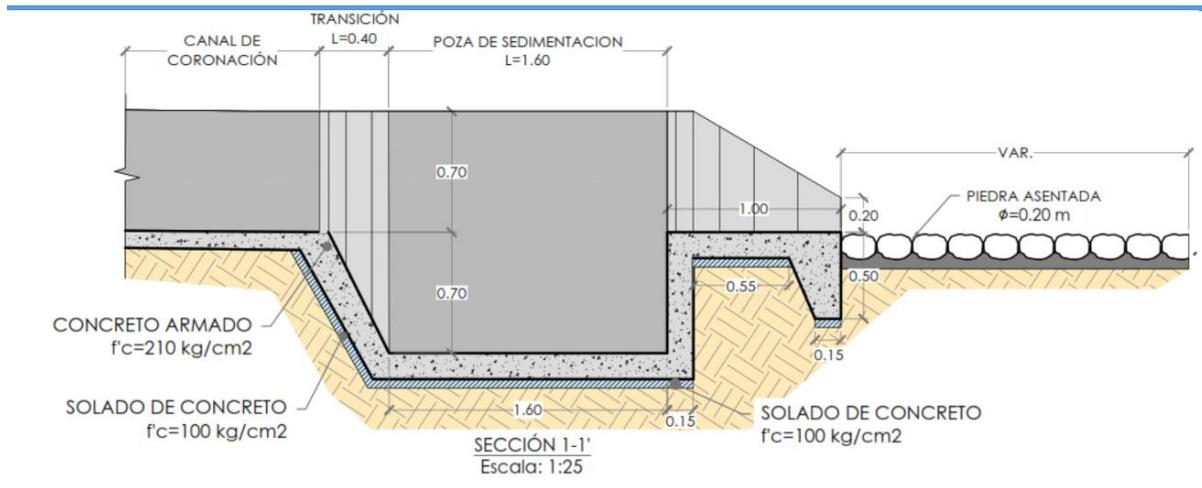
Cada uno de los canales se ha proyectado estratégicamente para proteger los componentes de que serán construidos y para descargar a los cuerpos hídricos cercanos, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio de canales y final que corresponde a la obra de entrega de los canales:

Cuadro 7.4-4. Coordenadas de inicio y final de los canales proyectados				
Canal	Coordenadas UTM WGS 84			
	Inicio		Fin	
	Este	Note	Este	Norte
Canal de Coronación N°01 (FTSF)	729297	9956515	729164	9956704
Canal de Coronación N°02 (FTSF)	729380	9956631	729463	9956407
Canal de Coronación N°03 (FTSF)	729549	9956476	729717	9956334
Canal de Coronación (WRF N°01)	729847	9956999	730065	9956983

**Fuente:** SINCO, 2022

La forma de controlar el flujo a través de canal en los sectores de alta pendiente cuando el revestimiento sea de concreto será por medio de obstáculos o pantallas deflectoras construidas en la base del canal, mientras que para los casos de geomembrana será por medio de pozas de disipación estratégicamente dispuestas en el trazo del canal. Por otra parte, para garantizar la entrega en flujo laminar, controlado y sin presencia de partículas de tamaño considerable se han proyectado obras de entrega de concreto que cuentan con pozas de disipación y sedimentación tal como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura 7.4-3. Pozas de disipación y sedimentación



Fuente: SINCO, 2022

Finalmente, el flujo descargado será direccionado hasta la Quebrada Alambique o La Florida de acuerdo con la ubicación del canal correspondiente, a continuación, se presentan las coordenadas de los puntos de descarga de cada canal y el cuerpo hídrico al cual entrega:

Cuadro 7.4-5. Coordenadas de los puntos de descarga de cada canal y el cuerpo hídrico			
Canal	Cuerpo Hídrico de Entrega	Coordenadas UTM WGS 84	
		Inicio	
		Este	Note
Canal de Coronación N°01 (FTSF)	Quebrada Estero Alambique	729134	9956791
Canal de Coronación N°02 (FTSF)	Quebrada S/N 8 La Florida	729751	9956287
Canal de Coronación N°03 (FTSF)	Quebrada S/N 8 La Florida	729751	9956287
Canal de Coronación (WRF N°01)	Quebrada Estero Alambique	729802	9957120

Fuente: SINCO, 2022

- Compactación y adecuación:** La compactación de suelos es el proceso mecánico mediante el cual se mejoran las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación, a fin de que el suelo tenga una superficie uniforme y mantenga un comportamiento adecuado durante la vida útil de la cobertura de la superficie (pavimento o afirmado), en especial si esta es una vía.

La eficiencia de un proceso de compactación depende de varios factores, cuya influencia en particular se determina por medio de procedimientos normalizados, que reproducen en el laboratorio las condiciones de terreno.

La importancia de la compactación de suelos estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

Compactado el terreno se coloca la base, que es la capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento, en caso de que este sea colocado, para lo cual además se coloca una subbase.

El nivel terminado que queda de la superficie de rodadura de la vía constituye la rasante, cuya línea se ubica en el eje de la vía.

- *Transporte y movilización:* El transporte y obtención de materiales para el proyecto incluye los siguientes aspectos:
  - Movimiento de madera procedente del desbroce de los árboles de las áreas a intervenir, hacia las áreas donde se requiere como material de construcción.
  - Movimiento de materiales pétreos desde la concesión minera del sector hasta el frente de trabajo o a lugares de acopio temporal. Estas áreas cuentan con los respectivos permisos.
  - Movimiento de material de corte desde los frentes de trabajo a otros puntos donde se requería realizar el respectivo relleno de vías.

La movilización y transporte de maquinaria, equipos, materiales y personal se realizará mediante el uso de vehículos con sus correspondientes permisos y conductores con su documentación correcta conforme la legislación vigente de acuerdo con el tipo de vehículo y de aplicar del tipo de carga (productos químicos) a transportar.

La vía principal que dirige al proyecto es la Alóag-Santo Domingo e internamente se construirán vías que permitirán la movilización y transporte entre instalaciones del proyecto, tanto las características de la vía principal como del resto de las vías internas se detalla en la sección de infraestructura vial de este capítulo.

La movilización y transporte variará de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el proyecto, siendo la construcción donde se tendrá un mayor tráfico vehicular que paulatinamente disminuirá en la operación manteniéndose durante la vida útil del proyecto, se prevé que pueda incrementarse en el cierre sin llegar al tope máximo que tendrá en la construcción.

### 7.4.2 Instalaciones en superficie

Las instalaciones del proyecto se encuentran dentro del área operativa que posee un área total de implantación de aproximadamente 144,38 ha. A continuación, se presenta un listado de infraestructura principal de acuerdo con la fase minera a la que corresponde. En el caso de aquella infraestructura de uso común para las fases de explotación y beneficio en la/las etapa de construcción y/o etapa de operación – mantenimiento se la ha diferenciado con la palabra “común” mientras que la infraestructura del sistema de energía eléctrica se la ha colocado como “complementaria”.

<b>Cuadro 7.4-6. Ubicación referencial de la infraestructura principal del proyecto</b>		
<b>N°</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Fase</b>
1	Escombreras: - Escombrera N°1 - Escombrera N°2	EXPLOTACIÓN
2	Área de acopio de mineral para muestreo	EXPLOTACIÓN
3	Área de almacenamiento de material de planta	EXPLOTACIÓN
4	Planta de Relleno	EXPLOTACIÓN
5	Infraestructura de mina: - Comedor - Taller de camiones - Bodega e instalaciones de almacenamiento - Oficina de la mina - Bahía de lavado - Vestidores	EXPLOTACIÓN
6	Área de almacenamiento de explosivos: - Polvorín N°1 - Polvorín N°2	EXPLOTACIÓN
7	Bocamina Guatuza	EXPLOTACIÓN
8	Bocamina Norte	EXPLOTACIÓN
9	Bocamina Este	EXPLOTACIÓN
10	Instalaciones de la planta de procesos - Planta de procesos - Caseta de vigilancia planta de procesos: - Oficina del molino: - Taller beneficio: - Área de almacenamiento de reactivos: - Laboratorio de ensayo: - Cuarto de almacenamiento de concentrado	BENEFICIO
11	Área de gestión de relaves	BENEFICIO
12	Depósito de relaves filtrados	BENEFICIO
13	Estación auxiliar de transferencia	BENEFICIO
14	Subestación eléctrica	COMPLEMENTARIO
15	Generación de energía de respaldo	COMPLEMENTARIO
16	Sistema de manejo de agua contactada y no contactada: - Pozas (sedimento y monitoreo) - Sistema de tuberías de agua contactada	COMÚN

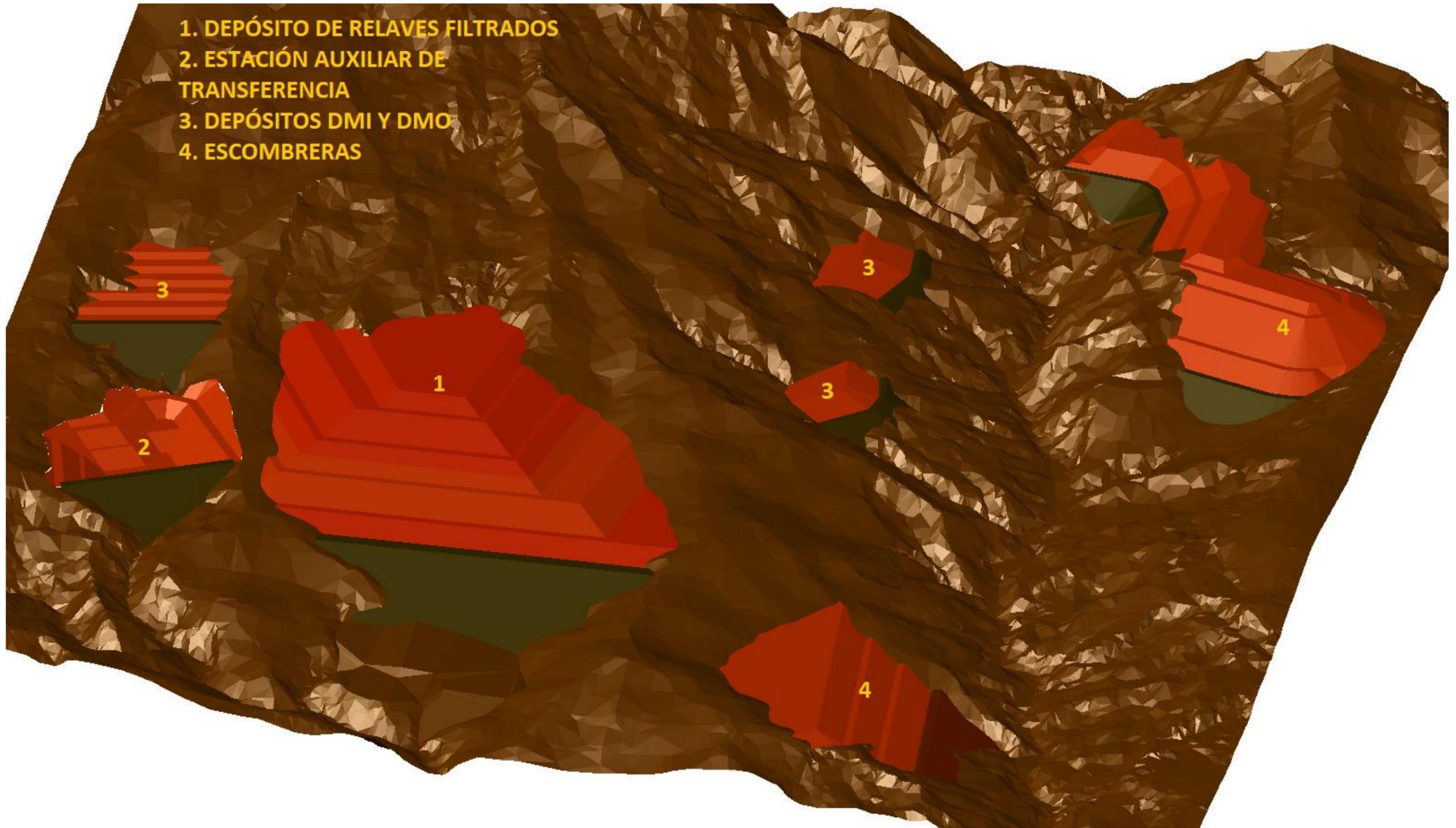
Cuadro 7.4-6. Ubicación referencial de la infraestructura principal del proyecto		
N°	Infraestructura	Fase
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piscina Norte de almacenamiento de agua contactada</li> <li>- Piscina Sur de almacenamiento de agua contactada</li> <li>- Planta de tratamiento de agua industrial</li> <li>- Plantas de tratamiento de agua residual doméstica</li> </ul>	
17	Garita y puerta de ingreso-salida	COMÚN
18	Oficina administrativa	COMÚN
19	Área de almacenamiento de combustible	COMÚN
20	Campamento	COMÚN
21	Depósitos DMI/DMO <ul style="list-style-type: none"> <li>- Depósito N°1 DMI/DMO</li> <li>- Depósito N°2 DMI/DMO</li> <li>- Depósito N°3 DMI/DMO</li> </ul>	COMÚN
22	Infraestructura vial: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vía de acceso principal</li> <li>- Vía de acceso al DSTF</li> <li>- Vía de acceso de la mina al DSTF</li> <li>- Vía de acceso de la mina al almacenamiento de combustible</li> <li>- Vía de acarreo del portal 2/Bocamina Norte</li> <li>- Vía de acceso a la Bocamina Norte</li> <li>- Vía de acarreo del portal 3/Bocamina Guatuzá</li> <li>- Vía de acceso a la Bocamina Guatuzá</li> <li>- Vía de acceso a la planta de relleno</li> <li>- Vía de acceso a los polvorines N°1 y N°2</li> <li>- Escombreras temporales 1 y 2 Vías</li> </ul>	COMÚN
<p><b>Nota:</b> Se deben considerar las áreas afectadas efectivas que constituye cada infraestructura y, el área afectada que es el área efectiva y el área de taludes tanto para infraestructura como para vías.</p> <p><b>Fuente:</b> CMLP, 2022</p>		

La construcción de la infraestructura de superficie para la implantación del proyecto requiere la adquisición de propiedades, las cuales serán adquiridas por la CMLP conforme el marco legal ecuatoriano (compra-venta; servidumbre; etc.) en un proceso de buena fe y transparencia. El proceso de adquisición de propiedades se cumplirá conforme lo descrito en el Plan de Relaciones Comunitarias del Plan de Manejo Ambiental.

En el Mapa 7.1 Diseño General del proyecto La Plata dentro de la concesión minera La Plata (Código 2001.1) (Ver Anexo 15: 1 Cartografía), se muestra la distribución de la infraestructura de superficie y vial, así como los cuerpos mineralizados y sus accesos.

La infraestructura de mayor envergadura como depósito de relaves, escombreras, depósitos DMI y DMO, estación auxiliar de transferencia se puede visualizar en la siguiente Figura 7.4-4.

Figura 7.4-4. Imagen 3D de la infraestructura de mayor envergadura



Fuente: SINCO, 2022

### 7.4.2.1 Equipos

En el cuadro 7.4-7. Equipo para la fase de construcción se detallan aquellos que se requerirán para la preparación del sitio para infraestructura de superficie y conformación de labores mineras, se muestra el tipo de combustible, la cantidad de unidades requeridas aproximadas, el consumo proyectado de combustible de acuerdo con el tipo de equipo.

Para el cálculo del consumo proyectado de combustible se partió de los siguientes datos:

- 1) Consumo de gal/día es un estimado del fabricante y corresponde al máximo promedio en trabajo.
- 2) El porcentaje de utilización está basado en el uso probable medio del equipo durante la operación en un día estándar de operación ininterrumpida.
- 3) Se estiman como días trabajados en promedio 30 al mes

Se empleó la fórmula, a continuación:

$$CPM = U \times CD \times D$$

$$CPA = 12 \times CPM$$

Donde:

CPM = Consumo proyectado mensual de combustible

CPA = Consumo proyectado anual

U = Porcentaje de utilización equipo

CD = Consumo diario máximo promedio de combustible

D = Promedio de días trabajados al mes

Obteniéndose un total de consumo de combustible (diésel y gasolina) de 209 m<sup>3</sup>/mes al que se ha sumado un 10 % de adicional como contingencia. El detalle del cálculo se adjunta en el anexo 7.2 Cálculo combustible proyectado.

Cuadro 7.4-7. Equipo para la fase de construcción				
Infraestructura	Tipo de Equipo	Combustible	Cantidad	Consumo proyectado por mes (CPM)
				m <sup>3</sup> /mes
Subterránea	Brazo Frontal Jumbo 1	Diésel	1	6,25
	Brazo Frontal Jumbo 2	Diésel	1	5,68
	Bolter Jumbo	Diésel	1	5,39
	Cargador Frontal 6 yd <sup>3</sup>	Diésel	2	19,31
	Cargador Frontal 4 yd <sup>3</sup>	Diésel	2	7,38

Cuadro 7.4-7. Equipo para la fase de construcción				
Infraestructura	Tipo de Equipo	Combustible	Cantidad	Consumo proyectado por mes (CPM)
				m <sup>3</sup> /mes
	Escalador	Diésel	1	2,84
	Plataforma Elevadora de Tijera SL 2-022	Diésel	1	2,56
	Telehandler	Diésel	2	6,25
	Lanzadora de Hormigón SPM 4210	Diésel	1	5,11
	Camión Mezclador de Cemento 4 m <sup>3</sup>	Diésel	2	13,63
	Jumbo (Agujero Largo)	Diésel	1	6,81
	Volqueta	Diésel	5	31,23
	Tractor D6T	Gasolina	1	0,70
Superficie	Pick Up 4x4	Diésel	4	4,93
	Pick Up 4x4	Gasolina	32	42,96
	Cargador Frontal 4 yd <sup>3</sup>	Diésel	2	7,04
	Camión Mezclador de Cemento 4 m <sup>3</sup>	Diésel	1	4,68
	Volqueta	Diésel	2	7,50
	Generador Energía	Diésel	5	22,71
	Rodillo	Diésel	1	5,68
<b>Total CPA</b>				<b>209</b>
<b>Total con Contingencia (10%)</b>				<b>229</b>
<b>Fuente:</b> CMLP, 2022				

Para la preparación del sitio y conformación de las vías se prevé emplear el equipo: Cargador Frontal 4 yd<sup>3</sup>, Telehandler, Pick Up 4x4, Pick Up 4x4, Volqueta y Rodillo bajo las mismas características expuestas en el cuadro 7.4-7.

#### 7.4.2.2 Infraestructura para Explotación

Las instalaciones superficiales asociadas a la fase de explotación corresponden a:

##### 7.4.2.2.1 Escombreras (WRF)

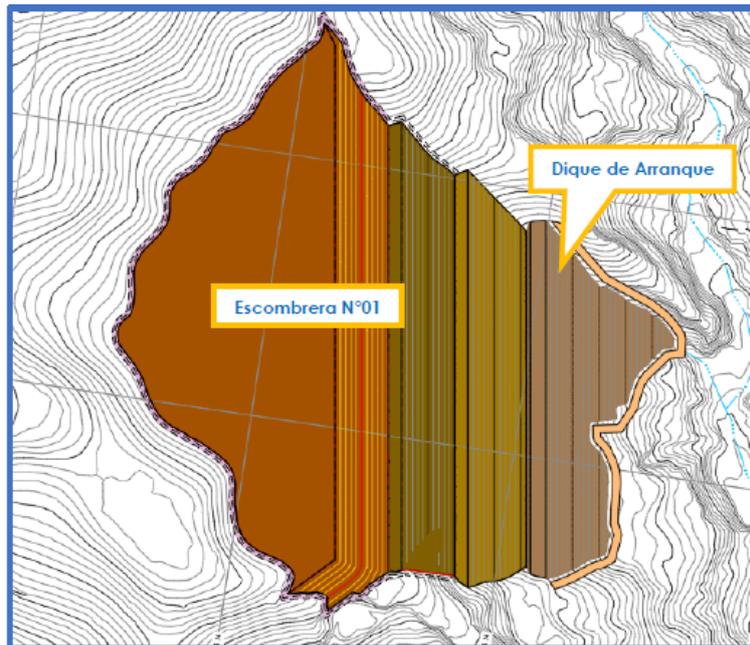
Son los sitios destinados a almacenar el material excedente producto de las actividades propias del proyecto, este material es caracterizado como material de baja ley o roca estéril, el volumen de almacenamiento determinado de acuerdo con las estimaciones es de aproximadamente 450,000.00 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, para soporte de estas infraestructuras se requiere de la implementación de:

- Dique de arranque: En las escombreras se ha proyectado un dique de arranque construido en su totalidad por el material de escombros de minas densificado hasta alcanzar una densidad de  $2.10 \text{ tn/m}^3$ , la densificación de material se realizará por medio del paso repetitivo del tractor sobre orugas usado para el tendido del material. Las características principales de cada uno se presentan más adelante.
- Berma de protección: Al pie del dique de arranque se ha proyectado una berma de protección, cuya finalidad es la de contener las partículas que puedan deslizarse aguas abajo por el talud del dique de arranque dado la naturaleza de partículas granulares del escombros a depositar. Adicionalmente, la finalidad de la berma es permitir anclar la geomembrana de impermeabilización en la corona de esta. La conformación de la berma de protección será realizada con material propio de excavación del componente, conformado hasta una cota que permita la existencia de un borde libre de 1.00 entre el pie de la escombrera y la corona de la berma, esta berma tendrá una corona de 3.00m de ancho y los taludes de conformación aguas arriba y aguas abajo será de 1.5H:1.0V.
- Impermeabilización: Se usará geomembrana LLDPE de 1.50 mm, en estos componentes se impermeabilizará el total de superficie de terreno natural en contacto con el componente, es decir toda el área del vaso de almacenamiento y base del dique de contención.  
Debido a que el material de escombros de minas puede presentar irregularidades o aristas angulosas, sobre la geomembrana se deberá tender una cama de arena de 0.50 m de espesor, que sirva como colchón a los escombros con lo que se protege contra las rasgaduras a la geomembrana impermeabilizante.

#### 7.4.2.2.1.1 Escombrera N° 1

La Escombrera N° 1, es el componente proyectado para el almacenamiento de los residuos mineros producidos durante la fase de explotación de las rampas y accesos de las galerías subterráneas de las labores mineras; el material de baja ley o escombros de minas que sea extraído desde las labores será almacenado en este componente en forma de bancos de acuerdo con la geometría detallada en los planos de diseño.

Figura 7.4-5. Conformación de la Escombrera N° 01



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

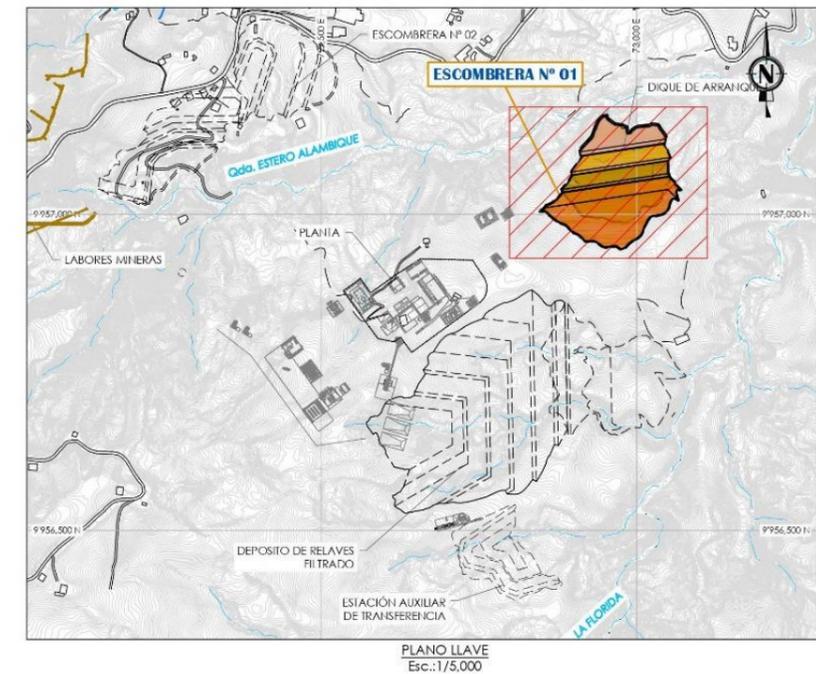
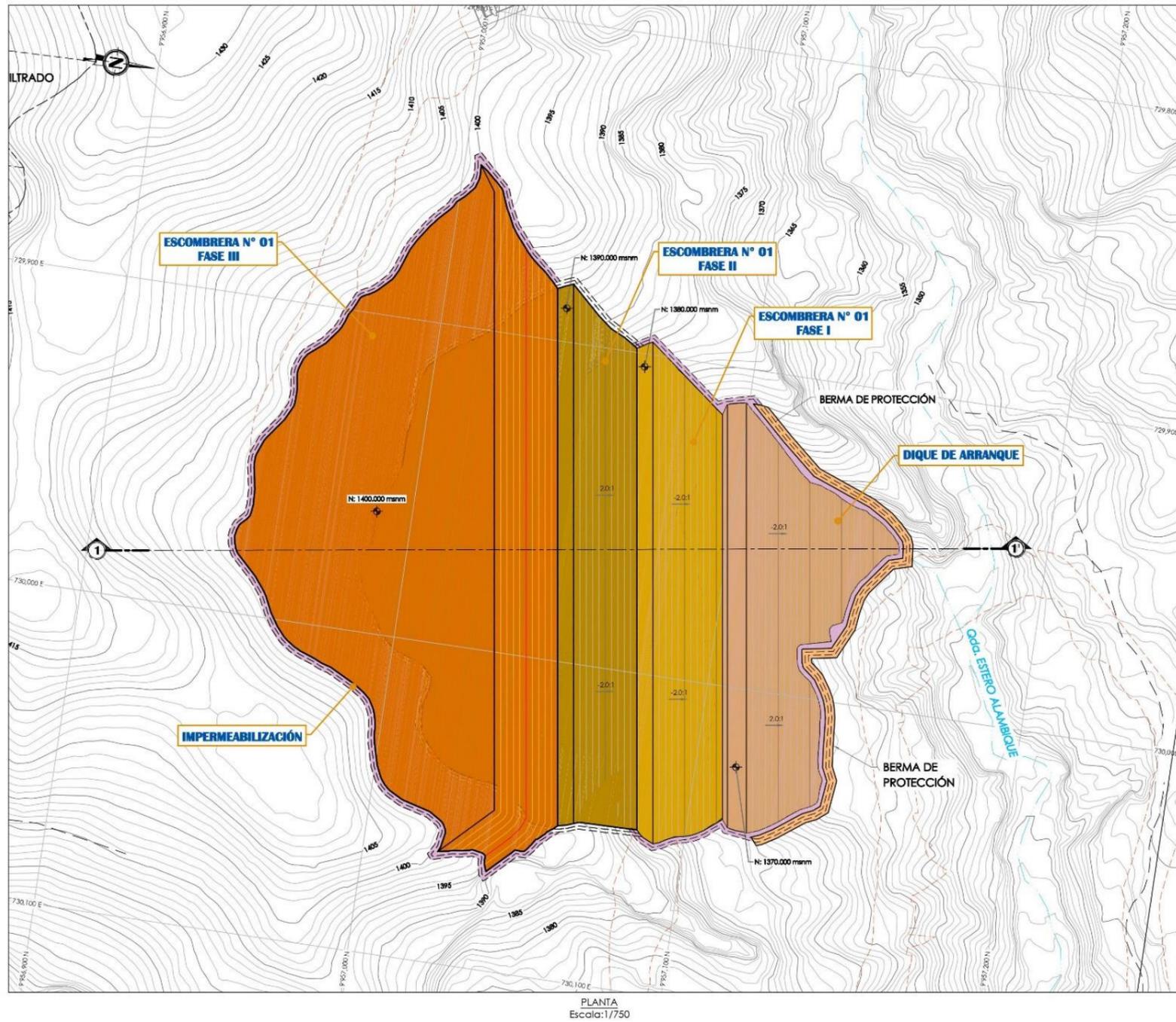
Esta escombrera abarcará un área total de aproximadamente 29,000.00 m<sup>2</sup>, en la cual se realizarán las actividades correspondientes a desbroce de material orgánico en espesores promedios de 1 m y adecuación por medio de excavaciones masivas de la cimentación. La disposición de escombros en esta área se proyecta en cuatro (4) periodos, su distribución se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 7.4-8. Fases de disposición en la Escombrera N° 1		
Fases de Disposición	Total, depositado (m <sup>3</sup> )	Total, Depositado (ton)
Dique de Arranque	55,000.00	110,000.00 - 121,000.00
Fase I	50,000.00	100,000.00 - 110,000.00
Fase II	85,000.00	170,000.00 - 187,000.00
Fase III	105,000.00	210,000.00 - 231,000.00

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

En la Figura 7.4-6, se observa cómo se dispondrá la roca estéril por fases y las características como se irá conformando en cada una de estas, así como las características de la excavación y relleno.

Figura 7.4-6. Disposición de roca estéril por fases y características de la escombrera N° 1 por fases



ESCOMBRERA N° 01 CARACTERÍSTICAS - FASE I		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	5.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	8,500.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	50,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	2.0:1

ESCOMBRERA N° 01 CARACTERÍSTICAS - FASE II		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	5.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	11,000.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	85,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	2.0:1

ESCOMBRERA N° 01 CARACTERÍSTICAS - FASE III		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	5.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	14,500.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	105,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	2.0:1

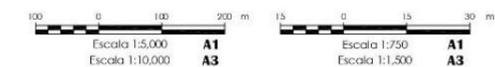
DIQUE DE ARRANQUE CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COTA DE CORONA	msnm	1,370.00
ANCHO DE CORONA	m	6.00
LONG. DE CORONA	m	135.00
TALUD A/BAJO	H:V	2.0:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m <sup>3</sup>	55,500.00
ÁREA DEL DIQUE	m <sup>2</sup>	5,000.00

**LEYENDA**

- DIQUE DE ARRANQUE
- ESCOMBRERA - FASE I
- ESCOMBRERA - FASE II
- ESCOMBRERA - FASE III
- GEOMÉMBRANA LLDPE DE 1.5mm

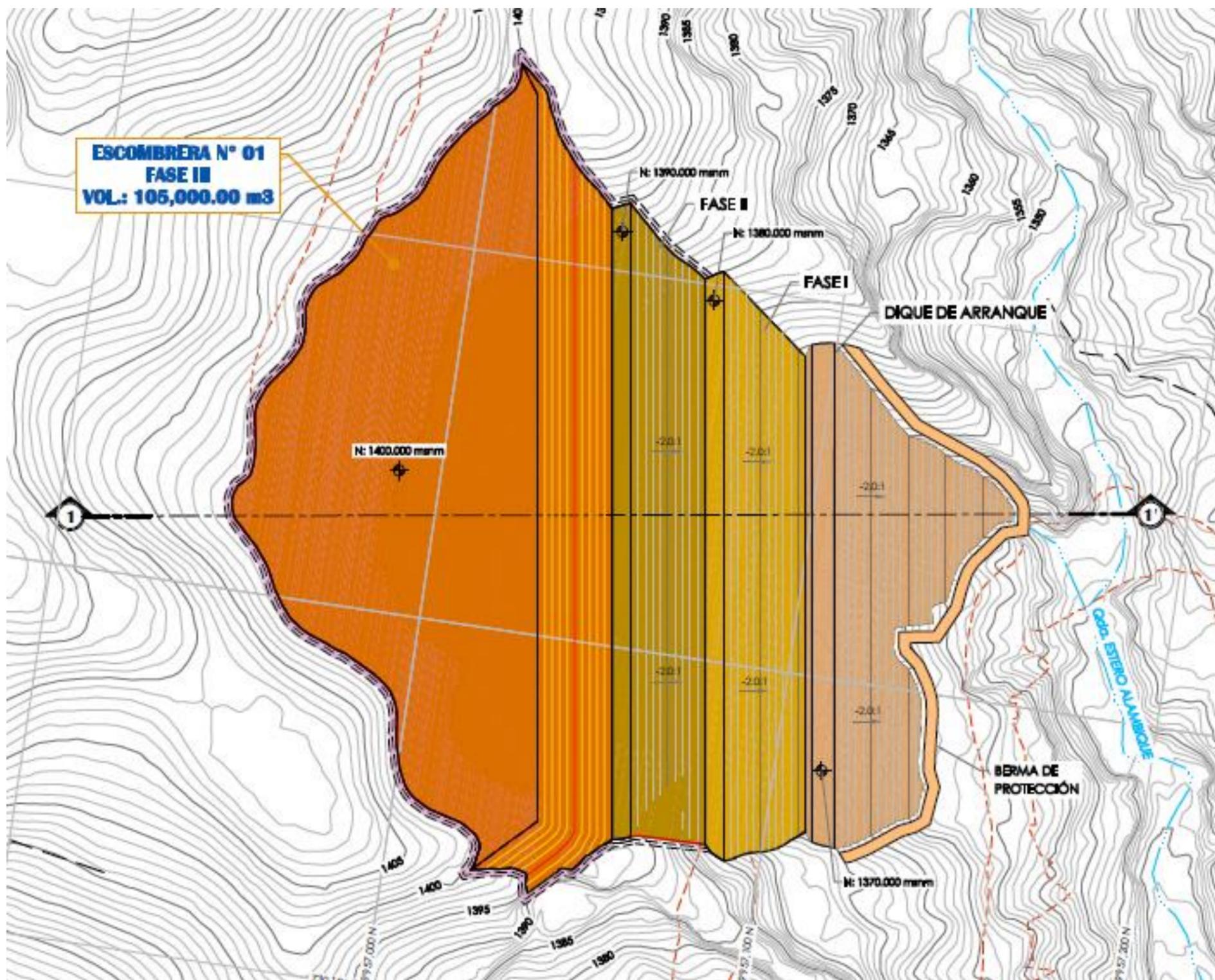
**SIGNOS CONVENCIONALES**

- CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERREÑO NATURAL
- CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
- CAMINO DE ACCESO
- QUEBRADA



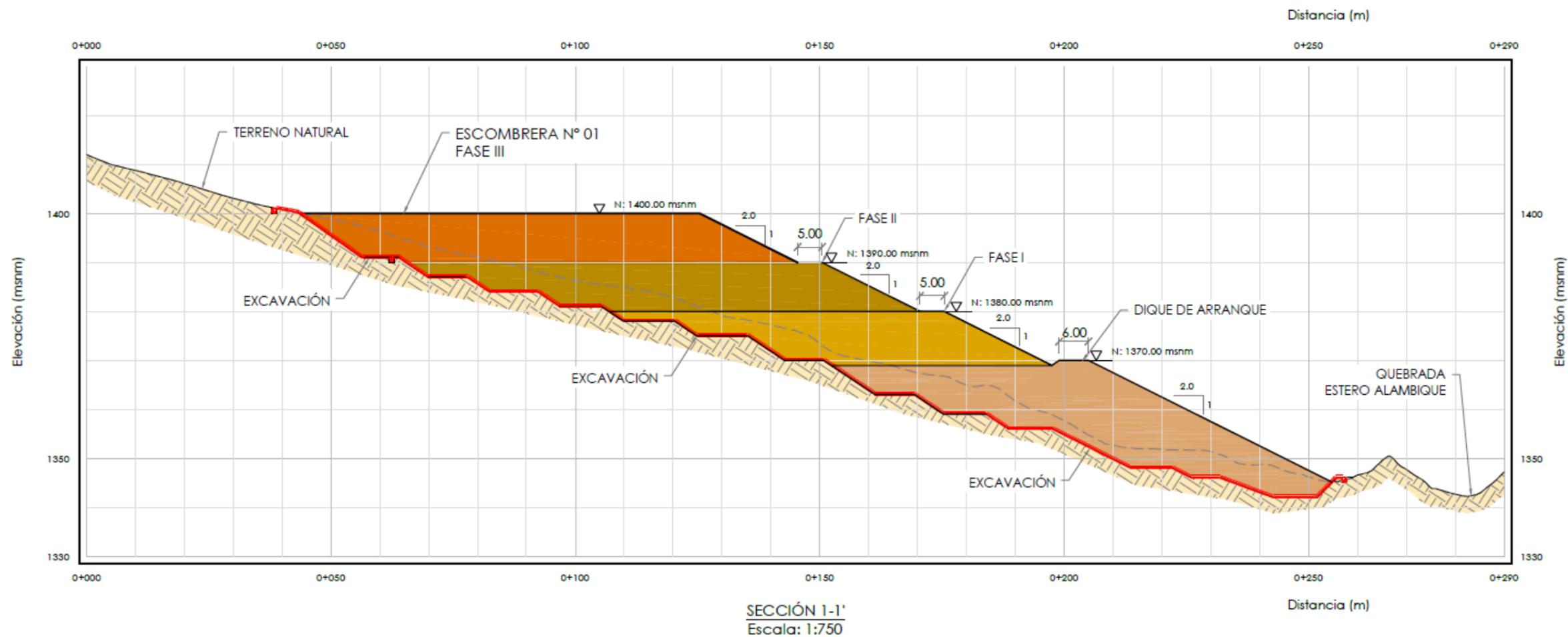
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-7. Disposición de roca estéril Fase III



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-8. Sección 1-1 de la Escombrera N°1



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

En forma general las características geométricas de la Escombrera N° 01 son las siguientes:

- Altura total del componente: 70.00m desde el pie del dique de arranque hasta la plataforma superior del componente ubicado en la cota 1,460.00 m.s.n.m
- Talud global de conformación: 2.3H:1.0V
- Talud local de conformación: 2.0H:1.0V
- Altura de bancos de conformación: 10.00m
- Ancho de bancos de conformación: 5.00m

#### Características principales del dique de arranque

Este dique deberá estar cimentando de acuerdo con las caracterizaciones del diseño geotécnico en una cota aproximada de 1,350.00 m.s.n.m.

Las características del dique de arranque se presentan a continuación:

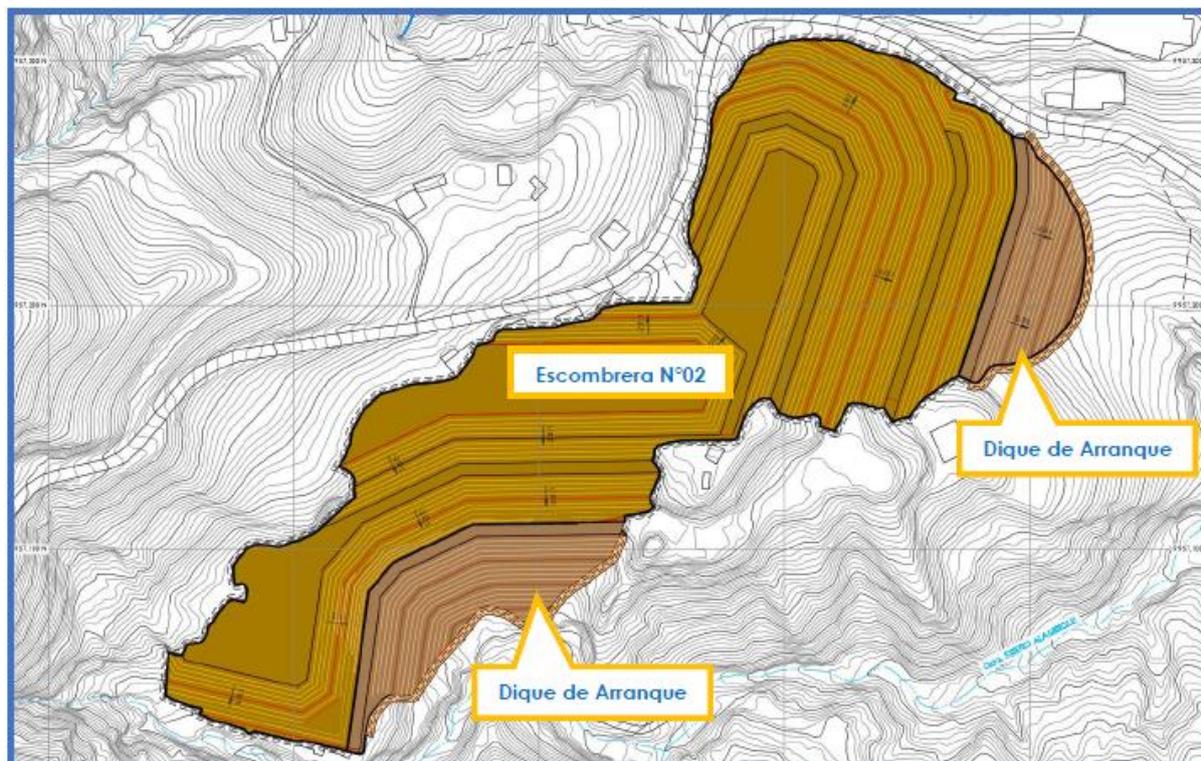
- Altura hasta el nivel de Corona: 25.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,370.00 m.s.n.m
- Talud Aguas Abajo: 2.0H:1.0V
- Talud Aguas Arriba: 1.5H:1.0V
- Ancho de Corona: 6.00m
- Longitud de la Corona: 135.00m

En total las fases de relleno corresponden a un almacenamiento total de 295,000.00 m<sup>3</sup>, siendo este volumen insuficiente para satisfacer el volumen requerido de almacenamiento del proyecto, se ha proyectado la Escombrera N° 02 cuyas características serán descritas en adelante.

#### 7.4.2.2.1.2 Escombrera N° 2

La Escombrera N° 2 abarcará un área total de aproximadamente 42,000.00 m<sup>2</sup>, en la cual se realizarán las actividades correspondientes a desbroce de material orgánico en espesores promedios de 1 m y adecuación por medio de excavaciones masivas de la cimentación.

Figura 7.4-9. Conformación de la Escombrera N° 2



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

En el área descrita se realizará a la disposición de escombros proyectada en dos (02) fases, su distribución será de la siguiente manera:

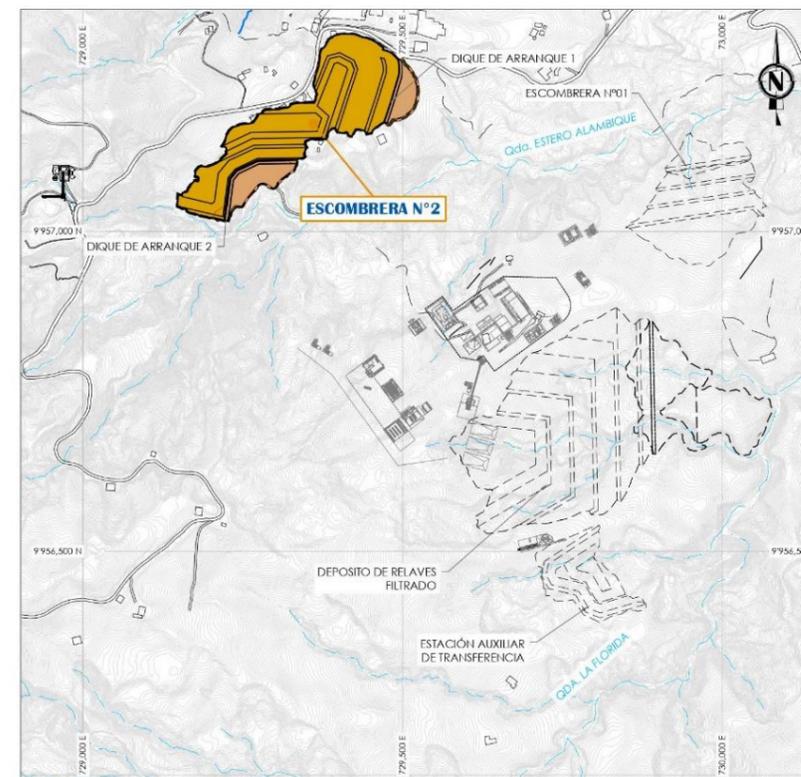
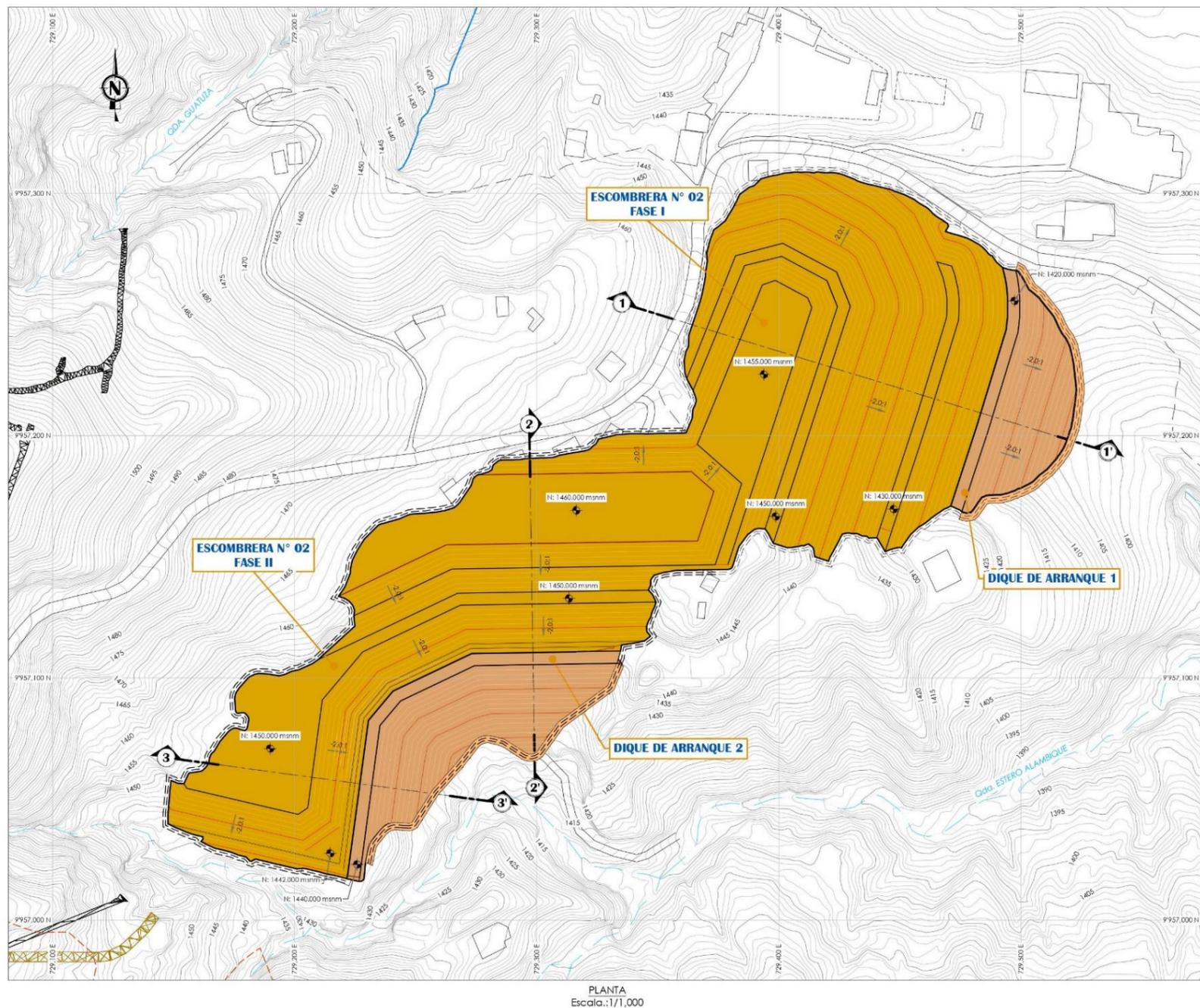
Cuadro 7.4-9. Fases de disposición en la Escombrera N° 2		
Fases de Disposición	Total, depositado (m³)	Total, Depositado (ton)
Dique de Arranque N°01	40,000.00	80,000.00 - 88,000.00
Dique de Arranque N°02	200,000.00	400,000.00 - 440,000.00
Fase I	60,000.00	120,000.00 - 132,000.00
Fase II	160,000.00	320,000.00 - 352,000.00

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

En total las fases de relleno corresponden a un almacenamiento total de 460,000.00 m³, siendo este volumen suficiente para satisfacer el volumen requerido de almacenamiento del proyecto.

En la Figura 7.4-10, se observa cómo se dispondrá la roca estéril por fases y las características como se irá conformando en cada una de estas, así como las características de la excavación y relleno.

Figura 7.4-10. Disposición de roca estéril por fases y características de la escombrera N° 2 por fases

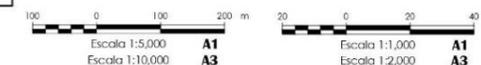


DIQUE DE ARRANQUE 1 CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COIA DE CORONA	msnm	1,420.00
ANCHO DE CORONA	m	5.00
LONG. DE CORONA	m	103.00
TALUD A/BAJO	H:V	2.0:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m <sup>3</sup>	22,300.00
ÁREA DEL DIQUE	m <sup>2</sup>	5,400.00

DIQUE DE ARRANQUE 2 CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COIA DE CORONA	msnm	1,440.00
ANCHO DE CORONA	m	5.00
LONG. DE CORONA	m	170.00
TALUD A/BAJO	H:V	2.0:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m <sup>3</sup>	26,300.00
ÁREA DEL DIQUE	m <sup>2</sup>	8,300.00

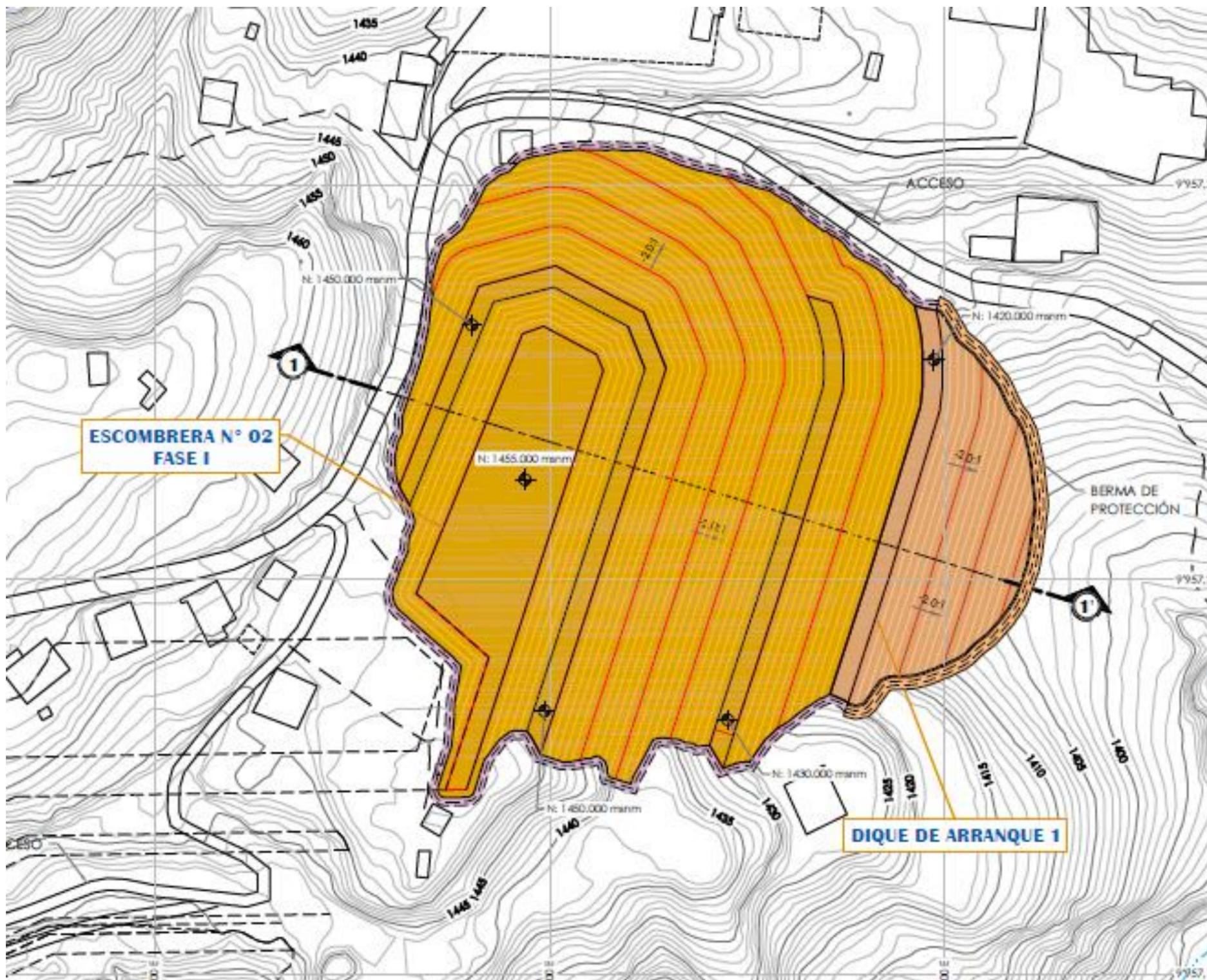
ESCOMBRERA N° 02		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	5.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	32,500.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	246,500.00
TALUD DE BANCOS	H:V	2.0:1

SIGNOS CONVENCIONALES	
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
	CAMINO DE ACCESO
	QUEBRADA INTERMITENTE



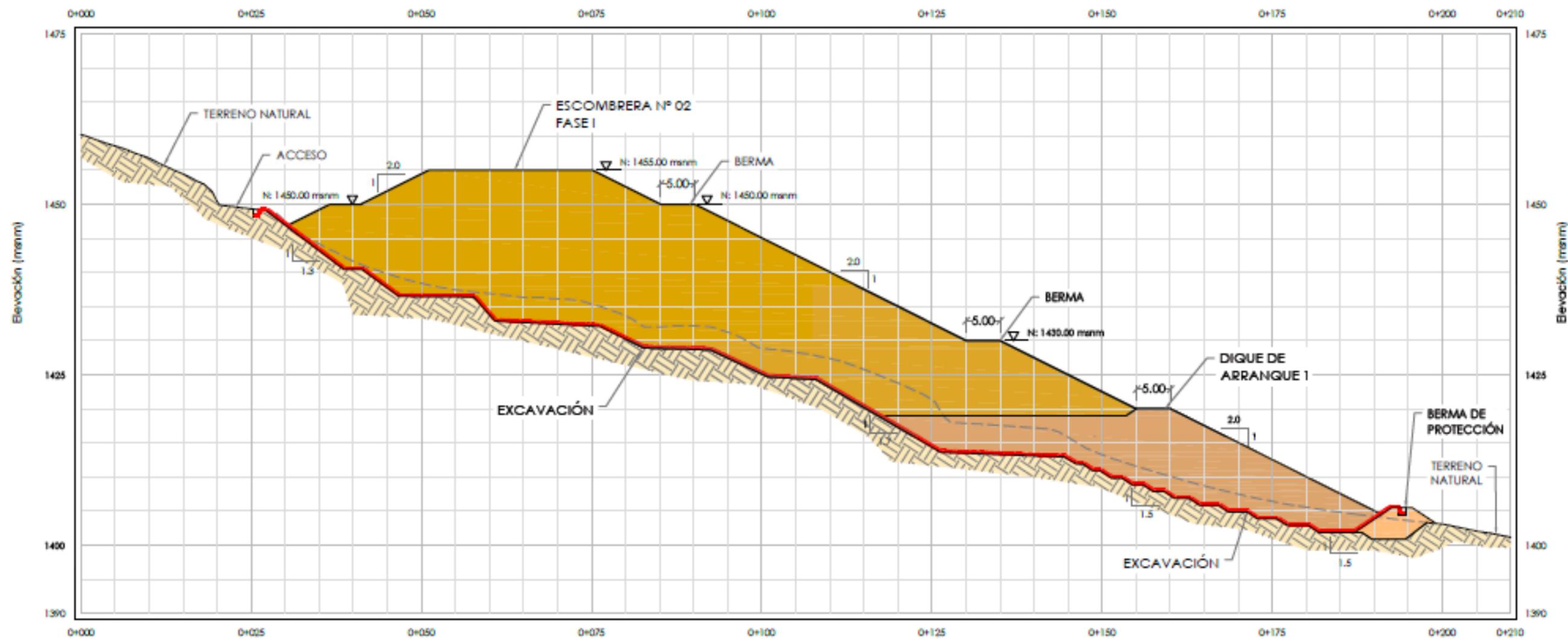
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-11. Disposición de roca estéril Fase I de la escombrera N°2



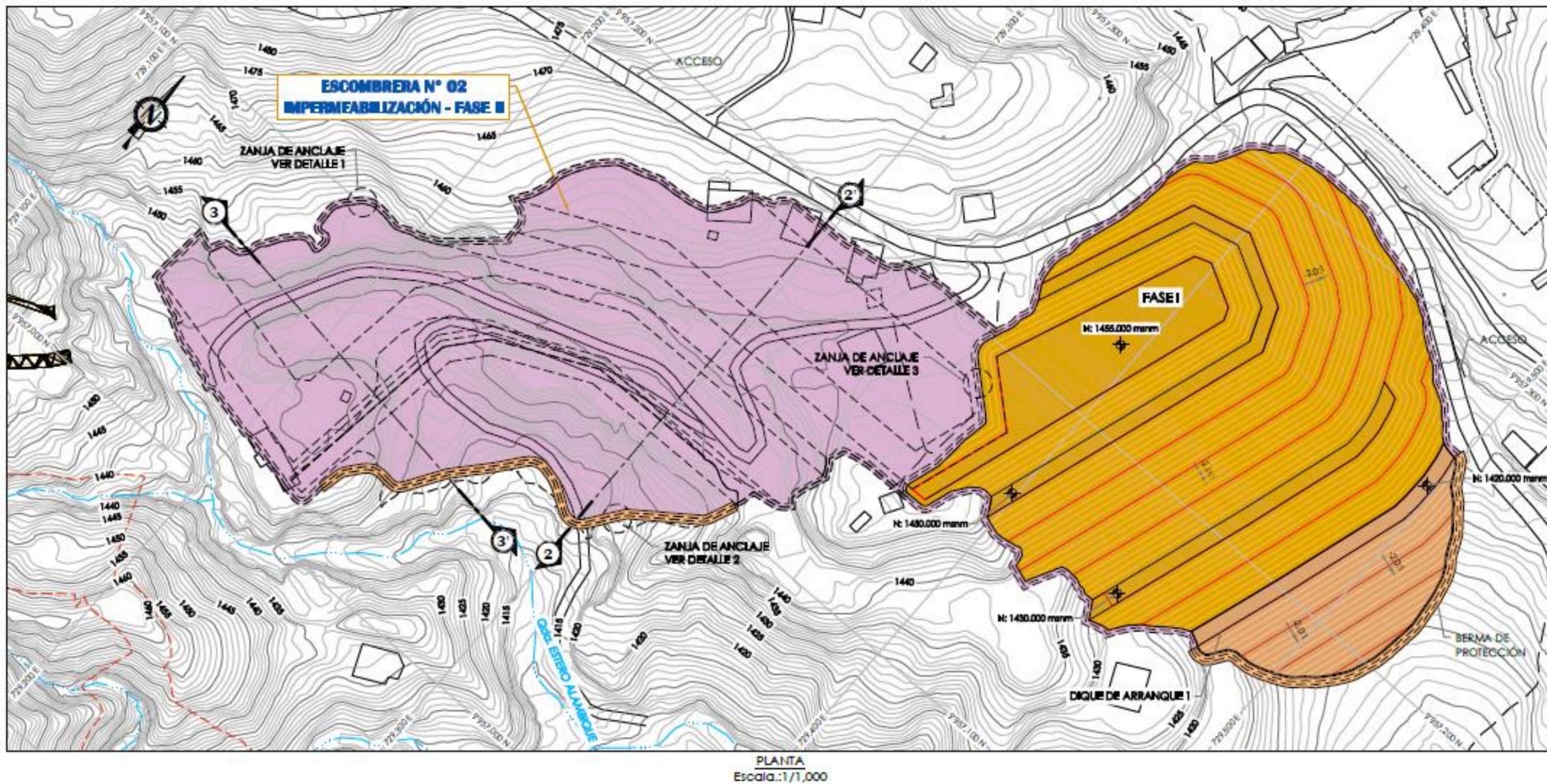
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-12. Sección 1-1 de la escombrera N°2



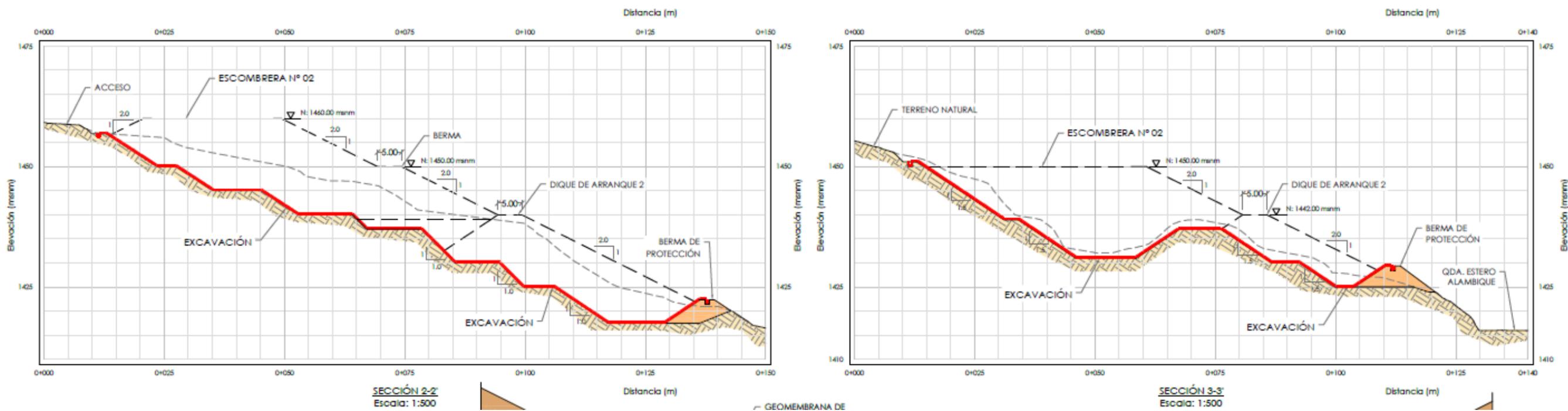
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-13. Disposición de roca estéril Fase II de la escombrera N°2



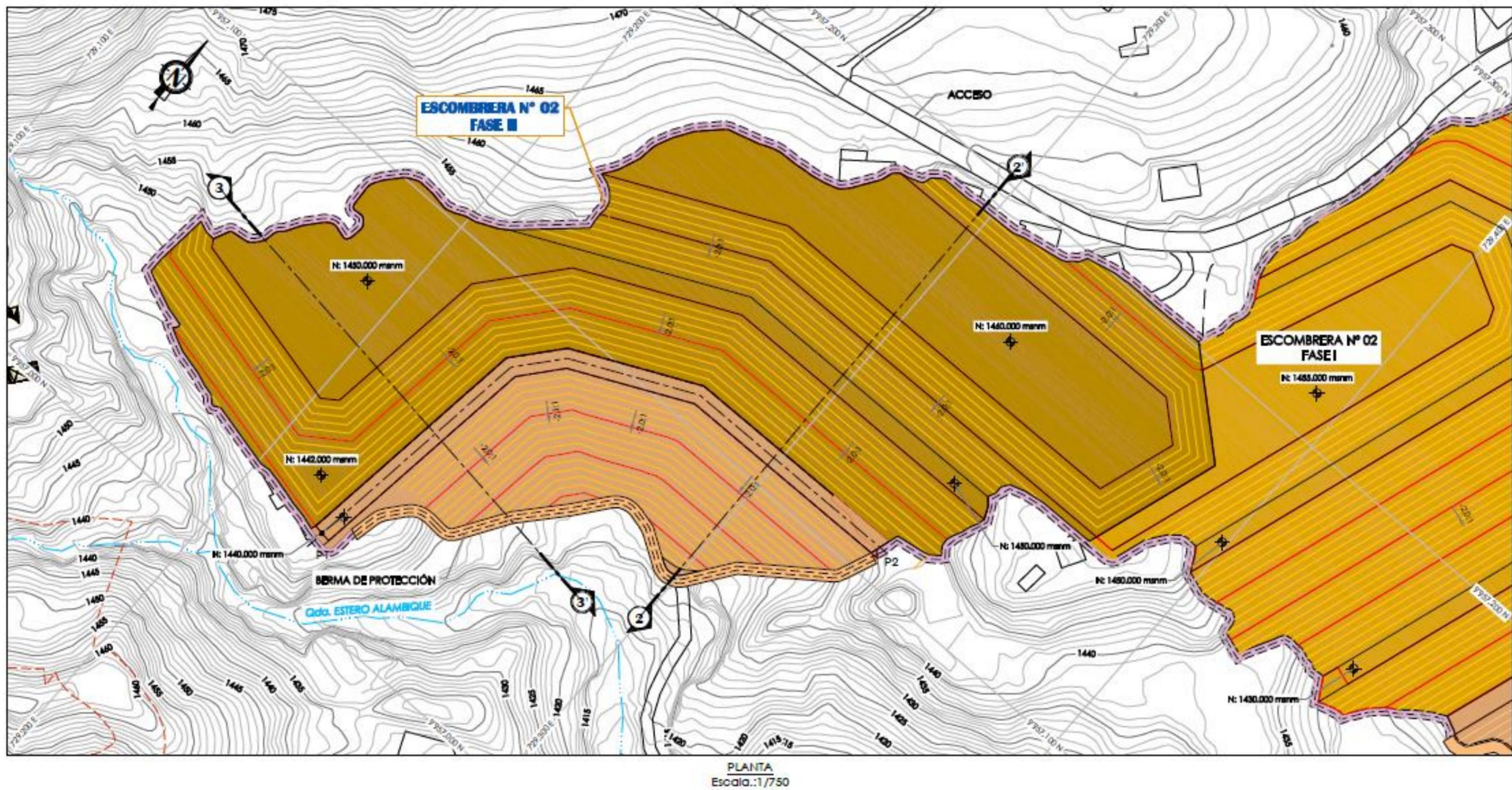
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-14. Sección 2-2 y sección 3-3 en la Fase II de la escombrera N°2



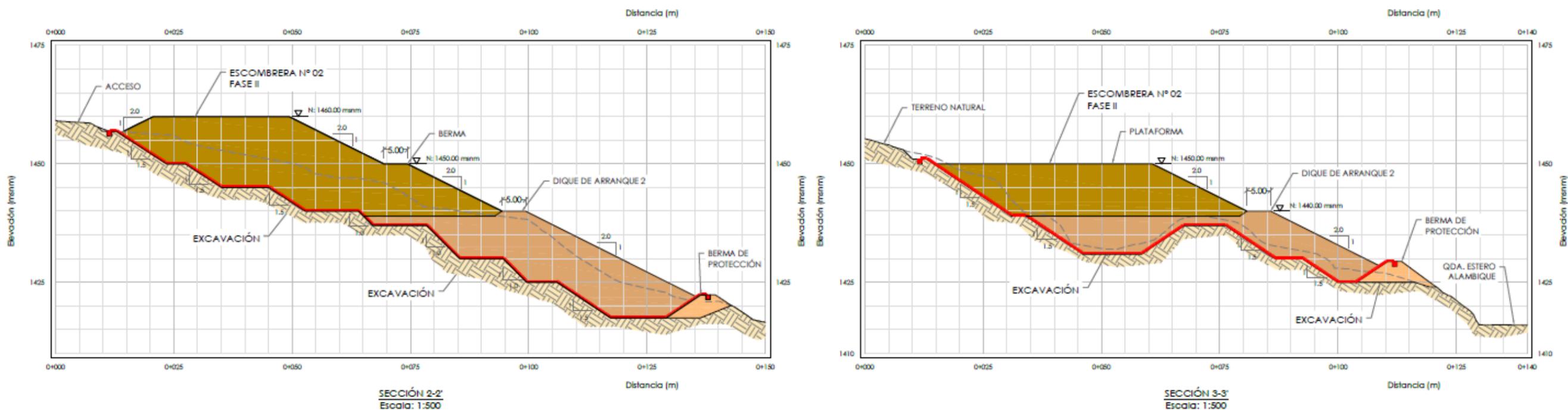
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-15. Disposición de roca estéril Fase III de la escombrera N°2



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-16. Sección 2-2 y sección 3-3 en la Fase III de la escombrera N°2



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

En forma general las características geométricas de la Escombrera N°02 son las siguientes:

- Altura total de la Fase I: 50.00m desde el pie del dique de arranque hasta la plataforma superior del componente ubicado en la cota 1,455.00 m.s.n.m
- Altura total de la Fase II: 38.00m desde el pie del dique de arranque hasta la plataforma superior del componente ubicado en la cota 1,460.00 m.s.n.m
- Talud global de Conformación: 2.3H:1.0V
- Talud local de Conformación: 2.0H:1.0V
- Altura de Bancos de Conformación: 10.00m
- Ancho de bancos de Conformación: 5.0 m

#### Características principales del dique de arranque

El dique de la fase I dique deberá estar cimentando de acuerdo con las caracterizaciones del diseño geotécnico en una cota aproximada de 1,400.00 m.s.n.m y el dique de la Fase II a una cota aproximada de 1,417.00 m.s.n.m., o al encontrarse un estrato competente.

Las características de los diques de arranque se presentan a continuación:

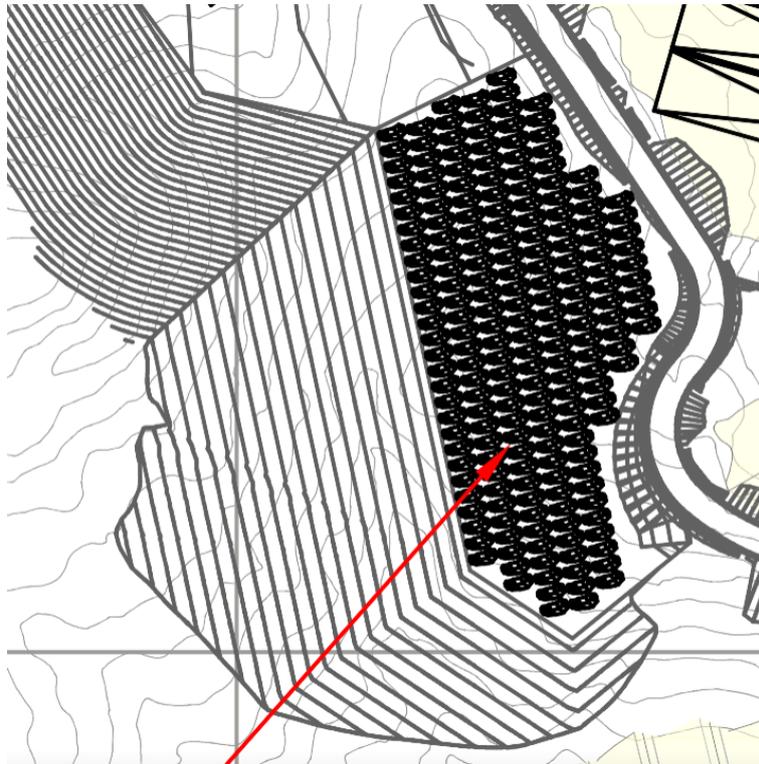
- Altura hasta el nivel de Corona del dique de arranque 1: 15.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,420.00 m.s.n.m
- Altura hasta el nivel de Corona del dique de arranque 2: 18.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,440.00 m.s.n.m
- Talud Aguas Abajo: 2.0H:1.0V
- Talud Aguas Arriba: 1.5H:1.0V
- Ancho de Corona: 6.00m
- Longitud de la Corona en el dique de arranque 1: 102.00m
- Longitud de la Corona en el dique de arranque 2: 172.00m

#### **7.4.2.2.2 Área de acopio de mineral para muestreo**

Esta área corresponde al sitio donde será almacenado el mineral extraído de la mina al cual se le realizará un muestreo para determinar si es adecuado o no para el proceso (sin certeza de la ley del mineral), en caso de serlo será movilizadado al área denominada como “stock de mineral para la planta de procesos”.

Se encuentra ubicada en el Km 0+460 de la vía de acceso de Mina al DFTS, la superficie cuenta con material granular y compactado. El sitio de acopio cuenta con una superficie de 6300 m<sup>2</sup>, en esta área se coloca el mineral con lotes separados entre sí para permitir la circulación peatonal y señalización del lote.

**Figura 7.4-17. Área de Acopio de Mineral para Muestreo**



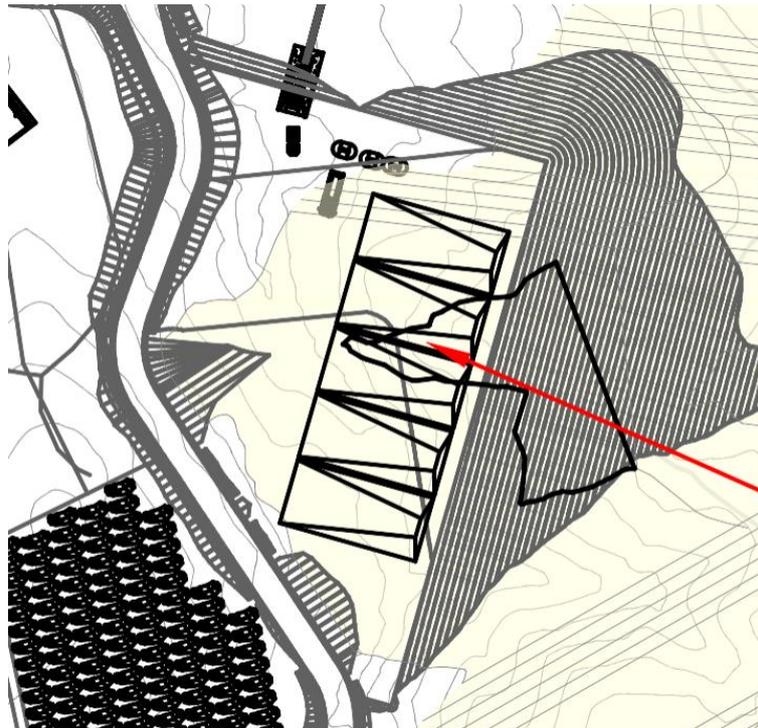
Fuente: CMLP, 2022

#### **7.4.2.2.3 Área de almacenamiento del material de planta**

El mineral que va a ser procesado se almacenará en el sitio denominado -Stock de mineral para la Planta ubicado junto a la zona de trituración, donde después de verificar su ley, será apilado en el sitio que corresponda de acuerdo con la clasificación: mineral de baja calidad, mineral de media calidad, mineral de alta calidad. Después el material será dirigido a su procesamiento que inicia con la trituración.

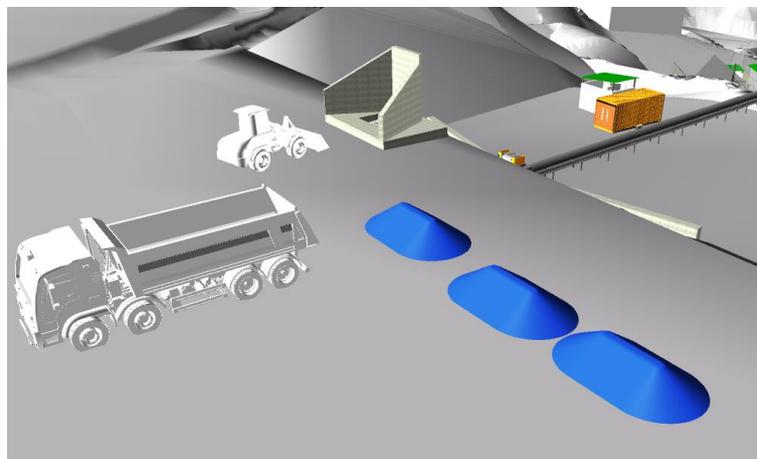
Esta área se encuentra ubicada en el Km 0+388 en la vía Acceso al DSTF, tiene una superficie de 7,515 m<sup>2</sup> la base tiene material granular compactado y cuenta con cunetas para la gestión de agua lluvia.

**Figura 7.4-18. Área de Almacenamiento del Material de Planta**



Fuente: CMLP, 2022

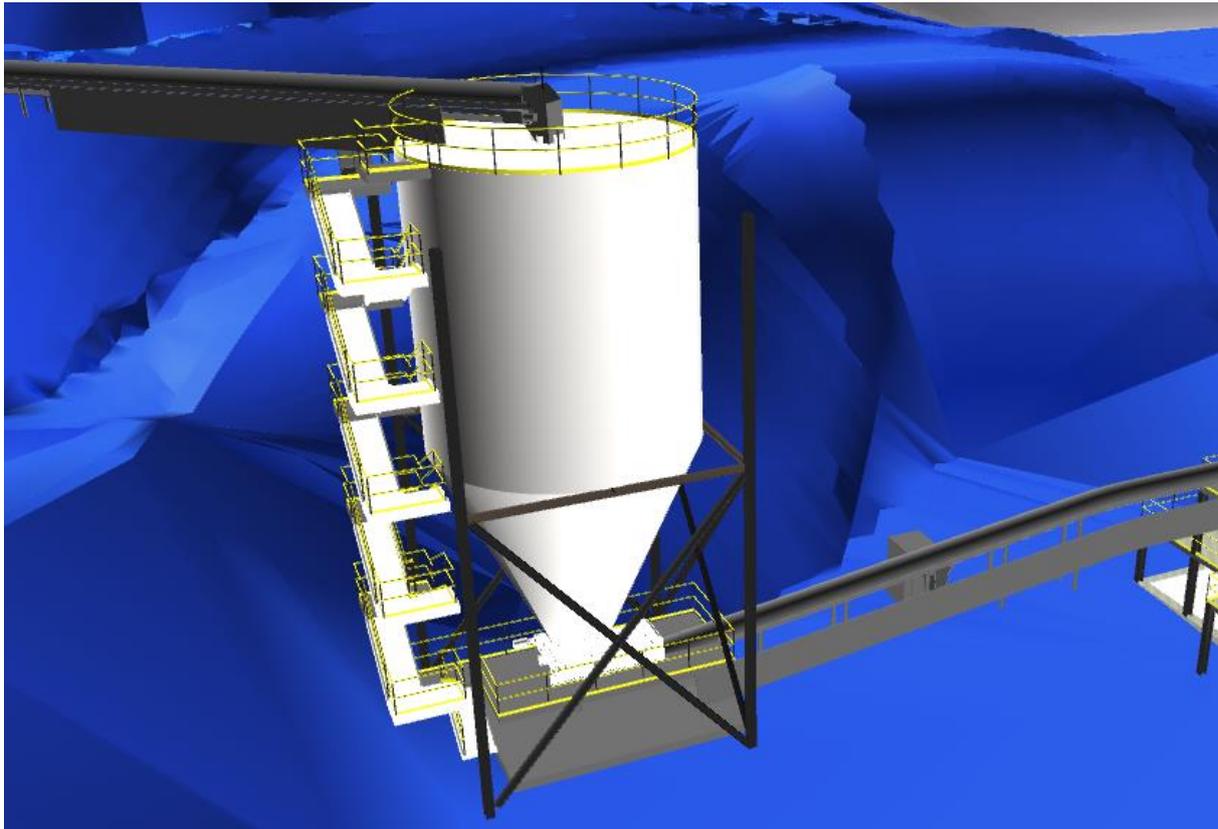
**Figura 7.4-19. Stock Material Mina y Trituración**



Fuente: CMLP, 2022

En el proceso se selecciona el material a ser ubicado dentro de la trituración, mediante una cargadora frontal se coloca dentro de la trituradora el material de mina, luego de los procesos de trituración el material pasa mediante una banda transportadora cubierta al sitio de acopio en el Silo de Mineral Grueso.

**Figura 7.4-20. Silo de Acopio de Mineral Grueso**



Fuente: CMLP, 2022

El silo está diseñado para almacenar un volumen de 356 m<sup>3</sup>, cuenta con estructura de accesos para inspección. El material del silo es de placas de acero y estará diseñado para soportar la carga del material cuando este se encuentre en su máxima capacidad.

El silo cuenta con alarmas para la detección del nivel del material acopiado, esto con el fin de que no se exceda su capacidad al momento de carga en la banda transportadora. Adicionalmente, este silo cuenta con un sistema de supresión de polvo mediante aspersores con agua que se activa mediante detectores infrarrojos.

#### **7.4.2.2.4 Planta de relleno**

La planta de pasta de relleno proveerá del relleno necesario para las operaciones de estabilización de la mina durante sus actividades de explotación subterránea, estará contenida dentro de un edificio con una huella de aproximadamente 25 m x 25 m.

Se aprovechará el 30 % aproximadamente del relave filtrado para el uso del relleno de las labores en la mina subterránea de esta manera se garantizará su resistencia en el sellado obteniendo la estabilidad de las labores explotadas.

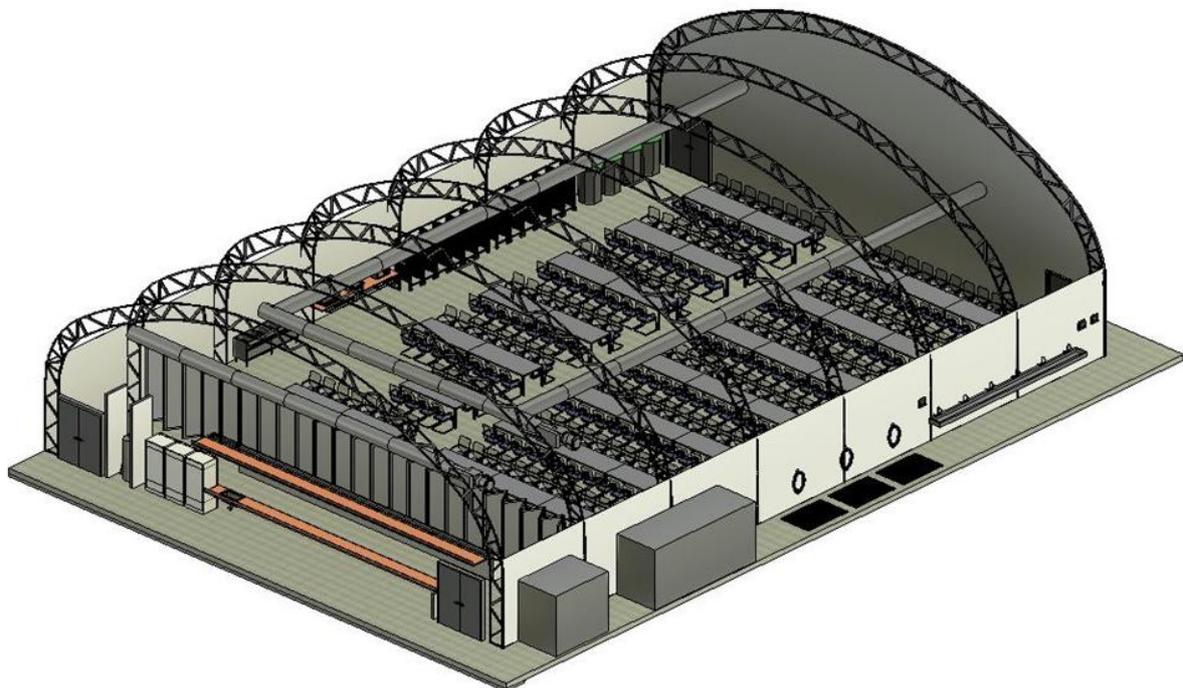
#### 7.4.2.2.5 Infraestructura de mina

Los edificios estarán equipados con detectores de humo, monóxido de carbono y calor, así como extintores de incendios químicos apropiados conectados a un panel principal de alarma contra incendios. Los edificios tendrán un sistema de detección y supresión de incendios que cumplirá con NFPA 30 y NFPA 13.

##### 7.4.2.2.5.1 Comedor

El Comedor es un edificio de una planta sobre losa de hormigón, con estructura metálica que soportará un techo de material impermeable, el mismo que cuenta con una superficie de 31,3 m x 21,7 m de construcción. Su capacidad es para 280 personas: 195 personal de mina más contratistas, visitantes y personal auxiliar. Todas las aguas residuales del sitio serán enviadas para su respectivo tratamiento en la planta, cabe indicar que esta área no cuenta con cocina, y esta área sirve exclusivamente para el consumo de alimentos, los alimentos sobrantes serán gestionados en base a la normativa ambiental aplicable.

Figura 7.4-21. Comedor



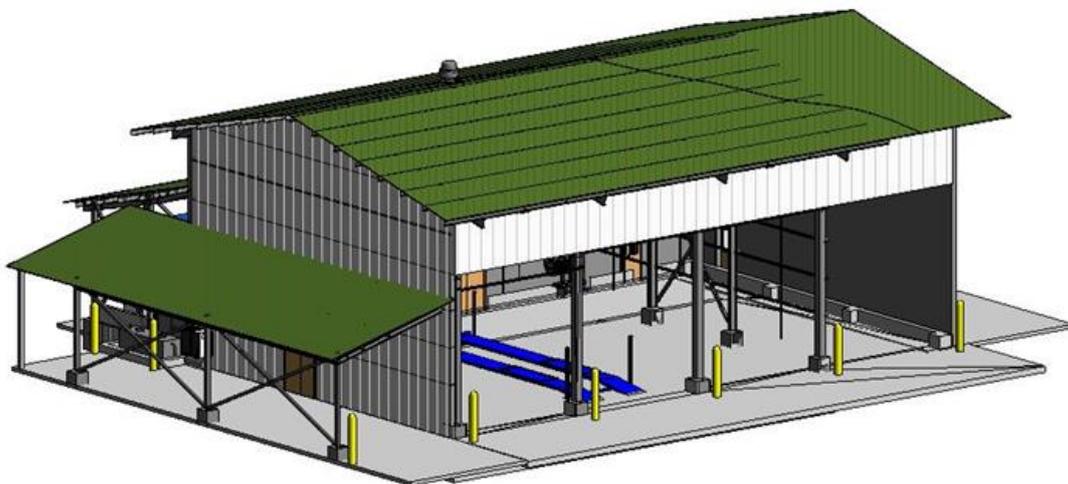
##### 7.4.2.2.5.2 Taller para camiones

El edificio será una estructura de acero con revestimiento metálico, techo y piso de concreto, comprendiendo un área de 24.4 m x 16 m para el edificio principal, además de

aceras exteriores y plataformas techadas para almacenamiento de lubricantes y otros. El taller cuenta con cuatro (4) bahías para camión de 30 t y dos (2) bahías para vehículos livianos.

Asimismo, el taller de camiones cuenta con áreas de almacenamiento de herramientas, lubricantes, consumibles (repuestos y materiales para mantenimiento), los extintores de acuerdo con NFPA-10 y una grúa de 10 t para manipular equipos pesados. Además, se contará con un tanque de almacenamiento de aceite usado con una capacidad de 10,000 l, un separador de agua/aceite que recogerá el agua de esta instalación y el aceite usado será entregado a un gestor ambiental calificado. Este taller será atendido por un total de 17 mecánicos y albergará al supervisor y planificador de mantenimiento.

**Figura 7.4-22. Taller para camiones**

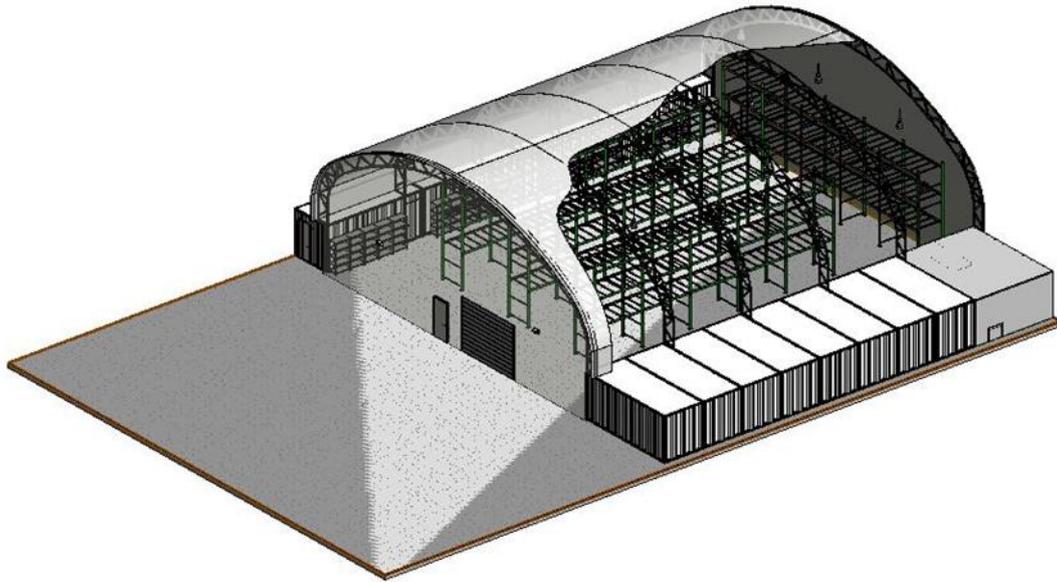


#### 7.4.2.2.5.3 Bodega e instalaciones de almacenamiento

Este edificio tendrá como base una losa de concreto, estructura metálica con contenedores, bajo techo de material impermeable, cuya área será de 27.5 m x 24.4 m, y la losa de concreto frente al edificio será de 29 m x 18 m. Se utilizarán catorce contenedores con cerradura (según NFPA-13) para almacenamiento de piezas de equipos y maquinaria, además estarán incluidos los que servirán como espacio de oficina y baños. Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua.

Un total de seis (6) trabajadores administrarán este almacén. El edificio incluirá un piso de superficie de espacio abierto sobre losa de hormigón para estanterías. El área circundante se despejará y cercará como un área segura de depósito para piezas grandes, y el edificio estará equipado con estanterías de paletas. Se ubicará otra área de almacenamiento temporal cerca de la entrada del sitio, previo al ingreso a la bodega para su respectiva inspección. No se almacenarán materiales peligrosos en este edificio.

Figura 7.4-23. Instalaciones de depósito y almacenamiento



7.4.2.2.5.4 Oficina de la mina

Albergará al personal técnico y administrativo destinado para actividades de explotación, contará con equipamiento y materiales de oficina y brindará las condiciones requeridas de acuerdo con la normativa para seguridad y salud laboral.

7.4.2.2.5.5 Bahía de lavado

La bahía de lavado consta de una plataforma de hormigón y está equipada con cuatro (4) cañones de agua instalados en dos (2) plataformas de estructura de acero, las dimensiones totales de esta instalación son 10,6 m x 14,1 m. Además, se proporcionan dos (2) carretes de manguera para lavado manual si es necesario. El piso tiene una pendiente que permite recoger el agua, la misma que será enviada a un separador de aceite, y el agua obtenida de la separación será recirculada al proceso de lavado, además, el aceite recuperado será entregado a un gestor de residuos calificado.

Figura 7.4-24. Bahía de lavado



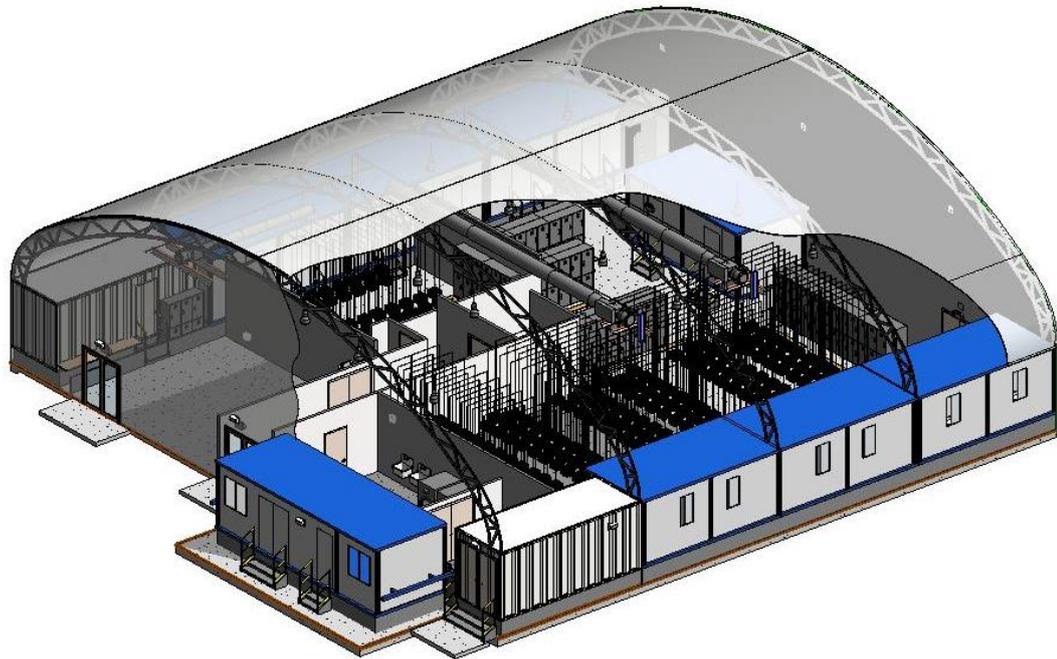
Fuente: CMLP, 2022

#### 7.4.2.2.5.6 Vestidores

El sitio tiene una capacidad para 195 personas con áreas de cambio de personal, duchas, baños, casilleros y sala de almacenamiento de EPP. El edificio cuenta con una sala dedicada para 30 mujeres y otra para 165 hombres. Esta instalación está equipada con una enfermería y una sala de reunión y estará ubicada cerca del Portal 1. Este edificio contará con una losa de hormigón como base, estructura metálica y paneles monowall aislados para muros exteriores, divisiones interiores y techo. Para el techo se utilizará estructura metálica y lona.

El área de construcción es de 676 m<sup>2</sup>. (19.75 m x 24.1 m para el área principal más módulos para duchas, baños, oficinas, etc.). Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua.

Figura 7.4-25. Mina seca (vestidores)



#### 7.4.2.2.6 Área de almacenamiento de explosivos (polvorín)

El proyecto requerirá para la etapa de explotación de mina subterránea y probablemente durante la etapa de construcción el uso de explosivos para material existente que no puede cortarse con equipo mecánico, parte del uso de explosivos requiere lugares específicos para el almacenamiento del material y los detonantes, se describe a continuación los Polvorines 1 y 2 para el almacenamiento de explosivos.

Especificaciones:

A.- Polvorín 1, almacenamiento de material principal,

- 14.00m x 12.00m x 2.70m de Altura.
- Área cercada 20.00m x 18.00m.

B.- Polvorín 2, almacenamientos de Detonantes,

- 4.00m x 4.00m x 2.70m de Altura.
- Área cercada 10.00m x 10.00m.

C.- Materiales de Construcción,

- Piso a base de Hormigón armado.
- Muros de Block de Concreto.

- Techo de lámina.
- Rejillas de ventilación

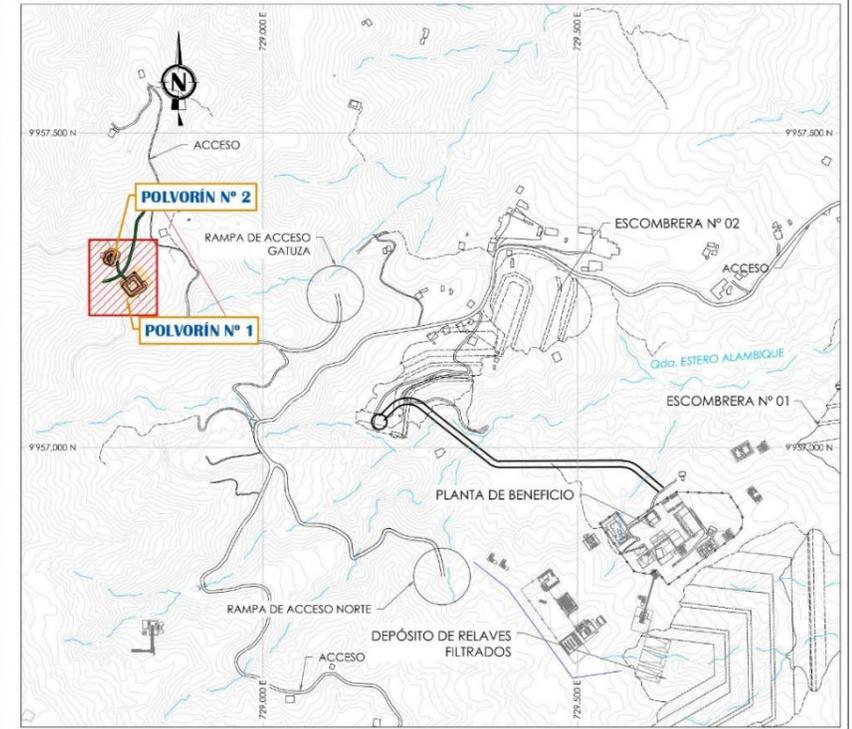
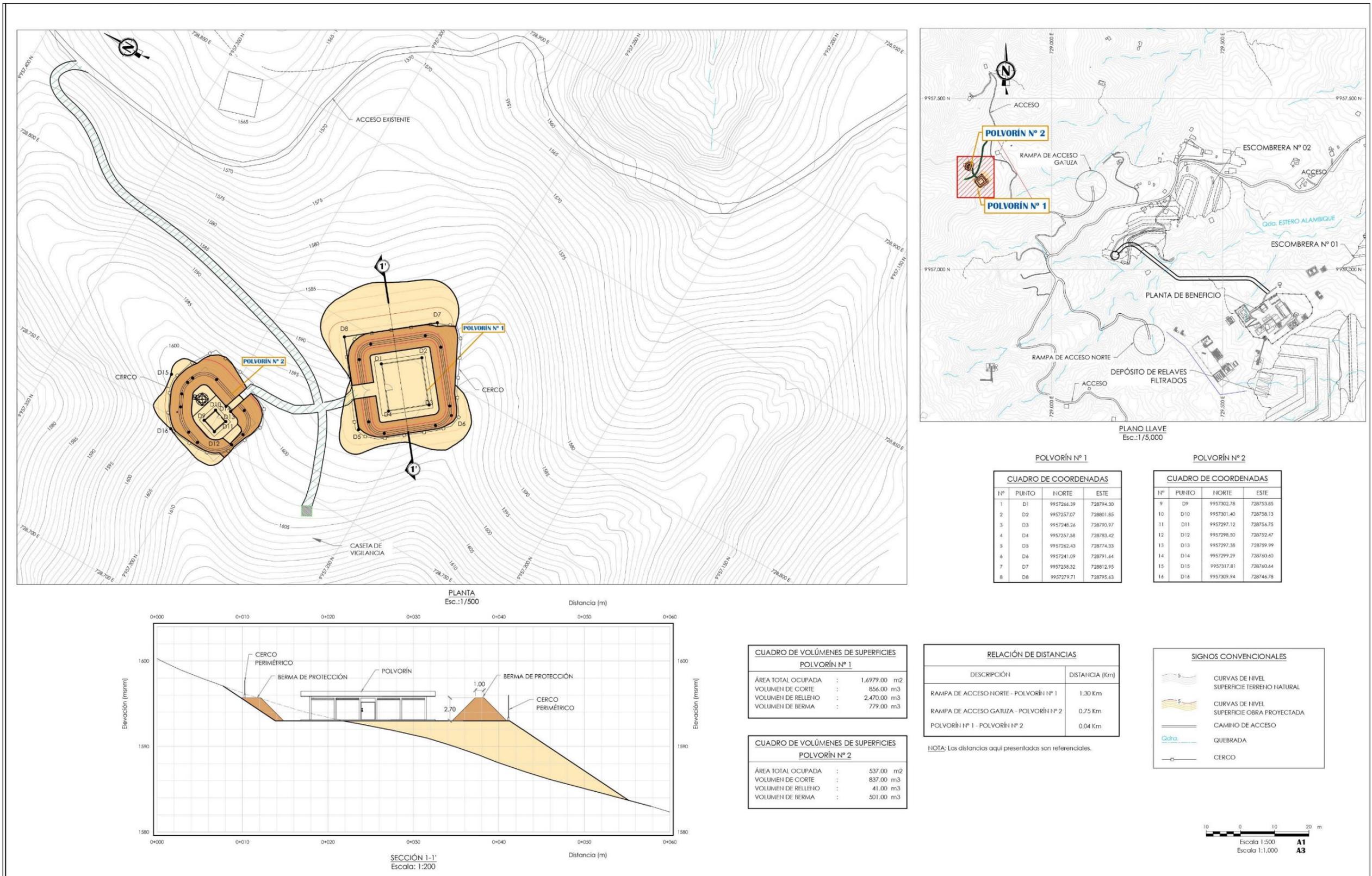
Especificaciones adicionales:

- 1.- Las Polvorines estarán ubicados a 750 m y 1.3 km de las entradas de la mina subterránea.
- 2.- La distancia al poblado más cercano es superior a 1.5 km.
- 3.- Cada polvorín estará rodeado de bermas de seguridad de 3 m de altura para evitar la propagación de ondas en caso de presentarse un siniestro.
- 4.- La separación entre polvorín 1 y 2 es de 40 m.
- 5.- Cada polvorín estará cercado con malla de acero a una altura mínima de 2.4 m
- 6.- Se contará con un sistema de pararrayos en cada polvorín.
- 7.- Se instalará un sistema de extintores en cada esquina de cada polvorín.
- 8.- Solo existirá un acceso para los polvorines.

El área de almacenamiento de explosivos podrá variar en su diseño en función de lo que establezca la autoridad competente para la obtención del permiso respectivo previo a su construcción.

En la Figura 7.4-26, se muestra la ubicación de los polvorines con respecto al diseño general del proyecto y sus coordenadas.

Figura 7.4-26. Ubicación de los polvorines



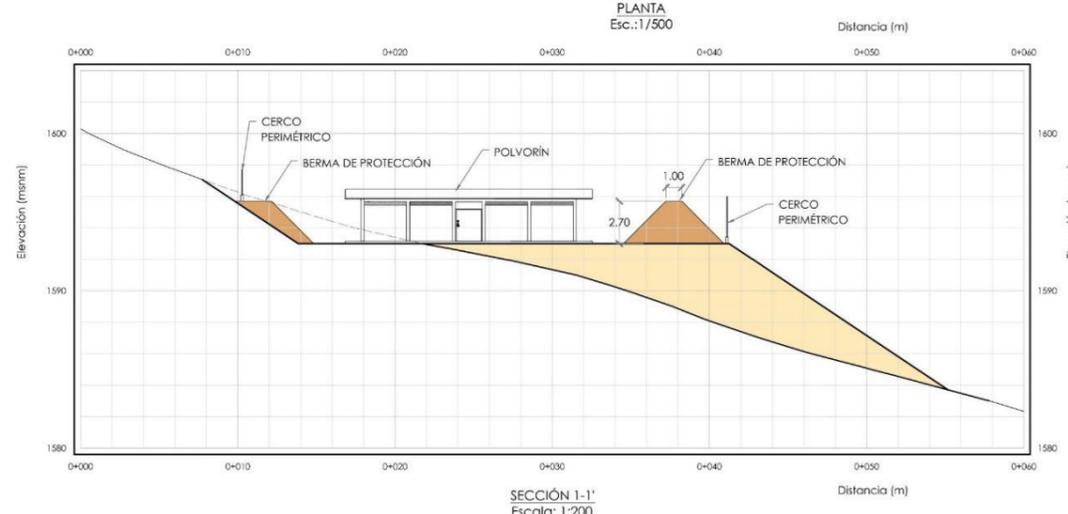
PLANO LLAVE  
Esc.:1/5,000

POLVORIN N° 1

CUADRO DE COORDENADAS			
Nº	PUNTO	NORTE	ESTE
1	D1	9957266.39	728774.30
2	D2	9957257.07	728801.85
3	D3	9957248.26	728790.97
4	D4	9957257.58	728783.42
5	D5	9957262.43	728774.33
6	D6	9957241.09	728791.64
7	D7	9957258.32	728812.95
8	D8	9957279.71	728795.63

POLVORIN N° 2

CUADRO DE COORDENADAS			
Nº	PUNTO	NORTE	ESTE
9	D9	9957302.78	728753.85
10	D10	9957301.40	728758.13
11	D11	9957297.12	728756.75
12	D12	9957298.50	728752.47
13	D13	9957297.38	728759.99
14	D14	9957299.29	728760.60
15	D15	9957317.81	728760.64
16	D16	9957309.94	728746.78



CUADRO DE VOLÚMENES DE SUPERFICIES  
POLVORIN N° 1

ÁREA TOTAL OCUPADA	: 1,6979.00 m <sup>2</sup>
VOLUMEN DE CORTE	: 856.00 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE RELLENO	: 2,470.00 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE BERMA	: 779.00 m <sup>3</sup>

CUADRO DE VOLÚMENES DE SUPERFICIES  
POLVORIN N° 2

ÁREA TOTAL OCUPADA	: 537.00 m <sup>2</sup>
VOLUMEN DE CORTE	: 837.00 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE RELLENO	: 41.00 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE BERMA	: 501.00 m <sup>3</sup>

RELACIÓN DE DISTANCIAS

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (Km)
RAMPA DE ACCESO NORTE - POLVORIN N° 1	1.30 Km
RAMPA DE ACCESO GATUZA - POLVORIN N° 2	0.75 Km
POLVORIN N° 1 - POLVORIN N° 2	0.04 Km

NOTA: Las distancias aquí presentadas son referenciadas.

SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
	CAMINO DE ACCESO
	QUEBRADA
	CERCO



Fuente: SINCO, 2022

### 7.4.2.3 Infraestructura para Beneficio

Las instalaciones de superficie que se requiere para la fase de beneficio se describen a continuación.

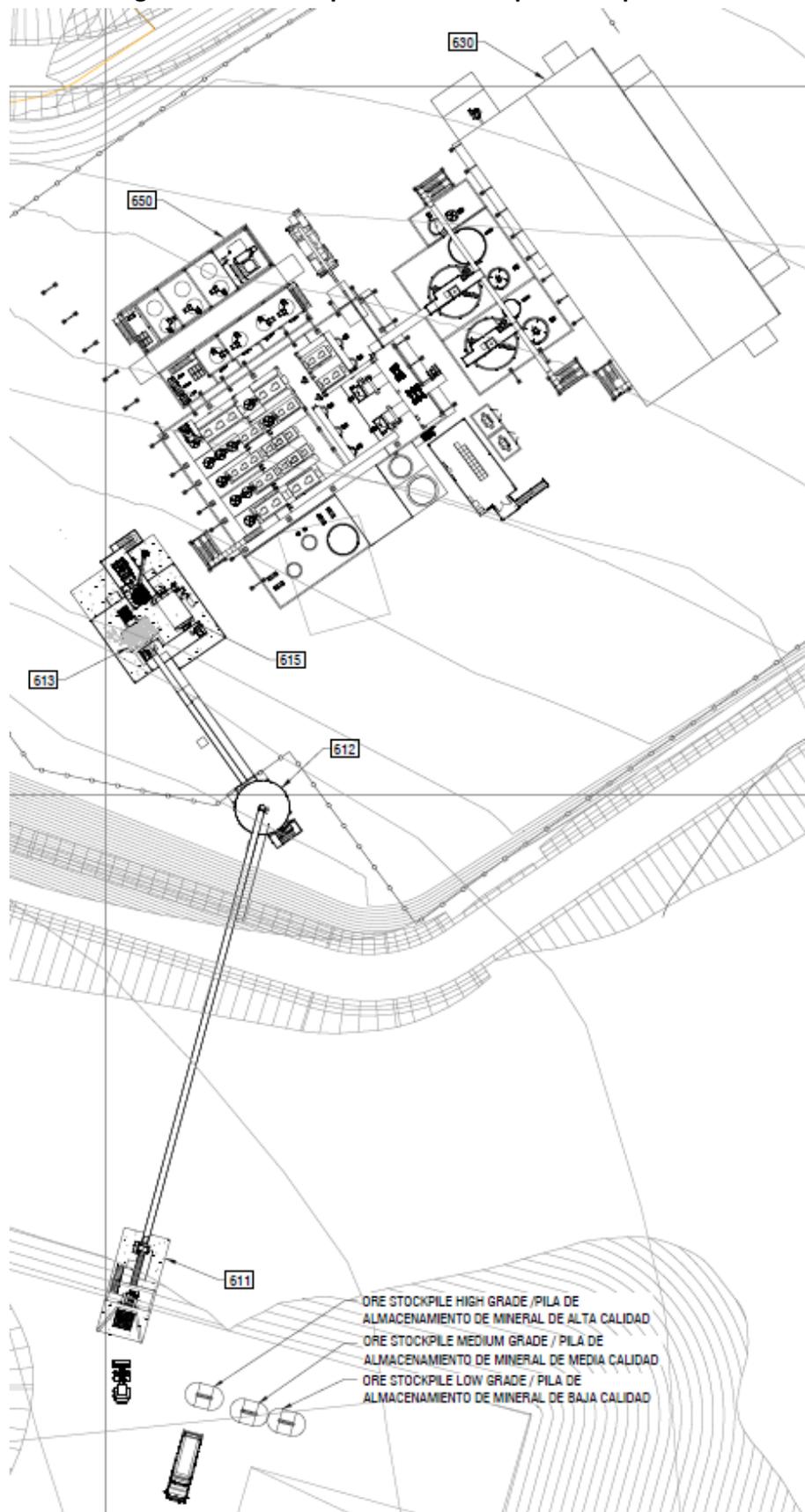
#### 7.4.2.3.1 Instalaciones de la planta de procesos

La planta de proceso estará ubicada al este del portal/bocamina, sus principales áreas se muestran en el cuadro 7.4-10.

<b>Cuadro 7.4-10. Áreas de la planta de proceso</b>	
<b>Código de Área</b>	<b>Lista de área</b>
611	Trituradora primaria
612	Recuperación de minerales
613	Molienda primaria
615	Molienda secundaria
630	Flotación, remolienda y concentrado
650	Reactivos
<b>Fuente:</b> CMLP, 2022	

En la Figura 7.4-27 Principales áreas de la planta de proceso, se puede observar la distribución de las instalaciones.

Figura 7.4-27. Principales áreas de la planta de proceso



Fuente: CMLP, 2022

Todos los edificios de proceso serán estructuras abiertas basadas en plataformas de hormigón, columnas y vigas de acero. Un diseño del área se puede encontrar en la siguiente figura. Todas las plataformas de los edificios incluyen una barrera de concreto que contendrá el agua de proceso y agua contactada para ser dirigida a recirculación o a la planta de tratamiento.

Adicionalmente, para su funcionamiento requerirá de otras instalaciones como son la oficina de molino, caseta de vigilancia, taller, área de almacenamiento de reactivos y laboratorio de ensayo.

Los relaves del proceso que no sean empleados para relleno serán dispuestos en el depósito de relaves después de ser filtrados en la planta respectiva, en caso de que se requiera se empleará la estación auxiliar de transferencia para el almacenamiento temporal de pulpa que no haya podido ser deshumedecida para posteriormente ser conducida al depósito de relaves.

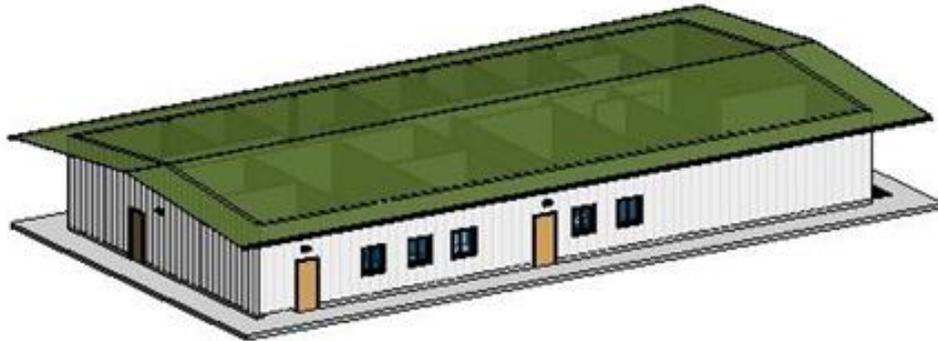
#### 7.4.2.3.1.1 Caseta de vigilancia planta de procesos

El acceso de personal y vehículos al área de la planta de procesos será controlado por una caseta con personal de seguridad que estará ubicada junto a la oficina del molino.

#### 7.4.2.3.1.2 Oficina del molino

Este es un edificio de una sola planta y será utilizado para el manejo de operaciones y mantenimiento del molino, así como también albergará al equipo técnico. Este edificio tiene una capacidad de 18 trabajadores. Los empleados que necesitan acceder a las instalaciones del proceso se encuentran aquí (es decir, Superintendente de Procesos, Superintendente de Mantenimiento, etc.). Este edificio contará con una losa de hormigón como base, estructura metálica y paneles monowall aislados para muros exteriores y divisiones interiores. Hay un pequeño vestuario con baños en este edificio. Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua. Las dimensiones de la construcción son 24,4 m x 13,5 m más las aceras.

Figura 7.4-28. Oficina del molino



7.4.2.3.1.3 Taller de beneficio

El taller será un edificio de dos plantas, que tendrá como base una losa de hormigón, estructura metálica bajo cubierta de material impermeable. Su superficie será de 18 m x 28,4 m, más aceras exteriores y módulo sanitario. Adicionalmente contará con extintores que cumplirán con NFPA-10. Este edificio cuenta con un taller de soldadura y ocho (8) contenedores para almacenamiento de herramientas eléctricas y mecánicas que se ubicarán en la planta baja y las oficinas se ubicarán en la planta superior; la capacidad de este taller es para 16 trabajadores.

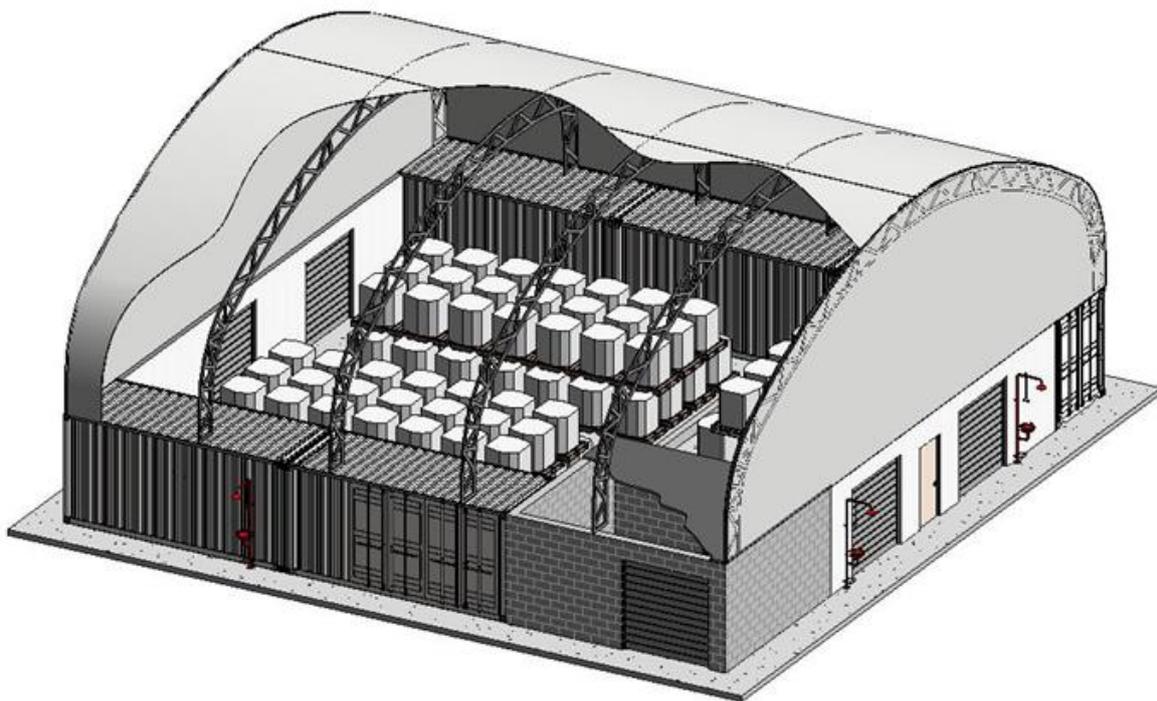
Figura 7.4-29. Taller del sitio



#### 7.4.2.3.1.4 Área almacenamiento de reactivos

Todos los productos químicos y reactivos para la planta de proceso se almacenarán en este edificio de una sola planta. Tendrá como base una losa de hormigón, estructura metálica y cubierta de material impermeable. Las dimensiones de esta instalación son de 18,3 m x 14 m. Los reactivos se separarán mediante bordillos de hormigón cuando sea necesario para evitar una posible contaminación cruzada. El sistema de protección contra incendios en el lugar cumplirá con NFPA-13. Los derrames de líquidos en esta área se contendrán dentro de la plataforma del edificio y la barrera de hormigón. Se instalarán múltiples puertas de garaje para brindar acceso a diferentes reactivos y productos químicos. Las áreas de almacenamiento contarán con áreas de trabajo y tránsito iluminadas y ventiladas para asegurar la operación, mantenimiento y administración. No se almacenará cianuro en este edificio.

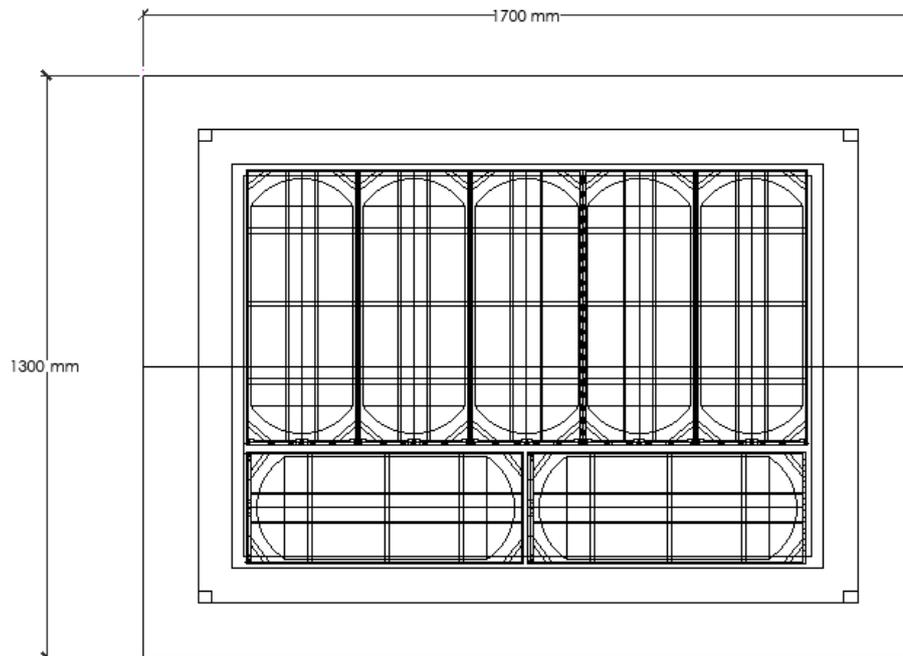
Figura 7.4-30. Área de almacenamiento de reactivos



#### 7.4.2.3.1.5 Área almacenamiento de cianuro

En el caso del almacenamiento de cianuro se destinará un área específica dentro de planta de procesos, pero fuera de La Bodega de Reactivos, dependiendo del proceso el cianuro se lo puede encontrar en tabletas o briquetas de NaCN cianuro de sodio. Estas tabletas serán colocadas en bolsas de fardo / cajas certificadas para su transporte y manipulación. Las bolsas de fardo o cajas certificadas se pueden almacenar una sobre otra.

**Figura 7.4-31. Área de almacenamiento de cianuro**



Para el almacenamiento de cianuro se contará con una edificación de estructura cubierta cuyas dimensiones son 13 m x 17 m y altura 7 m, con techo de material impermeable, que permite el uso de Isotanques.

El piso de este sitio de almacenamiento es de concreto y cuenta con bordillos para contener el agua contactada, alcantarillas, canales y cajas de revisión para dirigir el flujo de aguas contactadas hacia la planta de tratamiento de agua.

**Figura 7.4-32. Transporte y apilamiento de Isotanques**



Los Isotanques tienen medidas 2.50 m x 6.0 m con una altura de 2.50 m y las características general se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7.4-11. Características de los Isotanques para el almacenamiento de cianuro de sodio**

CAPACIDAD (NOMINAL)	21,000 LITROS	24,000 LITROS	25,000 LITROS	26,000 LITROS (DEFLECTOR)
Tipo de Diseño	UN PT / Hybrid			
Descarga de Salida	Bottom	Bottom	Bottom	Bottom
Peso Max Bruto	36,000 kg	36,000 kg	36,000 kg	36,000 kg
Peso Tara	3,650 kg	3,900 kg	3,730 kg	4,060 kg
Max. Carga	32,350 kg	32,100 kg	32,270 kg	31,940 kg
Presión de Prueba	6.00 Bar	6.00 Bar	6.00 Bar	6.00 Bar
Presión de trabajo	4.00 Bar	4.00 Bar	4.00 Bar	4.00 Bar
Temp. Máxima de Carga	120°C	120°C	130°C	130°C
Espiral de Vapor para Calentamiento	8 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>

**Fuente:** CMLP, 2022

En esta infraestructura se almacenarán aproximadamente 168 kg de Cianuro de Sodio, que se usarán en alrededor de 7 días de operación a una cantidad de 30 gramos por tonelada de mineral a ser procesado.

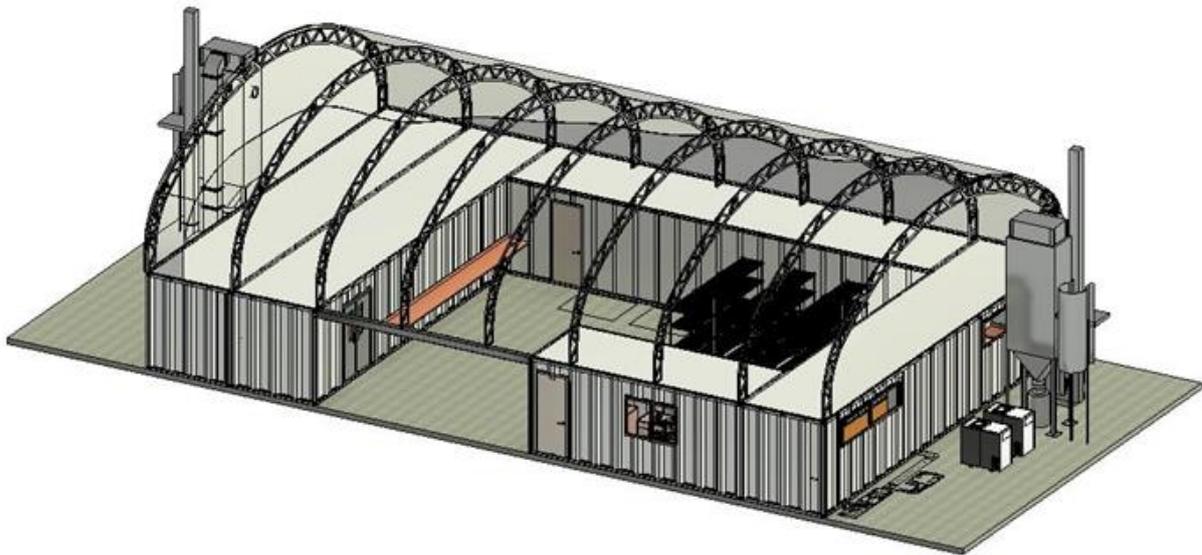
#### 7.4.2.3.1.6 Laboratorio de ensayo

El laboratorio es un edificio de una sola planta, 27,5 m x 12,2 m, para tres (3) técnicos que realizarán 915 ensayos por día (390/Planta + 525/Control de Grado). Se construirá un Metlab junto al laboratorio de ensayo para realizar pruebas de pantalla, pruebas de molienda y pruebas de flotación. La instalación incluirá un paquete completo de equipos para cumplir con los estándares internacionales y las mejores prácticas. Servirá como una instalación analítica y de prueba en el sitio para el departamento de geología. Estará equipado con compresor de aire, instalaciones de gas (acetileno, argón, etc.) y espacio de almacenamiento para diversos consumibles de laboratorio (reactivos).

Este edificio contará con una losa de hormigón como base, estructura metálica y paneles monowall aislados para muros exteriores, divisiones interiores y techo. Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua.

Los residuos peligrosos serán recogidos y tratados o eliminados por una empresa de gestión de residuos calificada. En este lugar no se almacenará ni se utilizará cianuro.

Figura 7.4-33. Laboratorio de ensayo



7.4.2.3.1.7 Cuarto de almacenamiento de concentrado

El cuarto de almacenamiento de concentrado tiene dimensiones de 45.90 m x 45.40 m, es de un solo nivel con piso de hormigón armado, estructura de acero, las paredes externas están formadas con paneles monowall; la cubierta de esta edificación es de material impermeable resistente al agua.

El cuarto de almacenamiento de concentrado se encuentra ubicado dentro de la Planta de Procesos, y almacena el concentrado luego de haber sido procesado en los concentradores. El concentrado llega al cuarto de almacenamiento con un porcentaje de humedad hacia los filtros prensa, mediante una tolva pasa a un piso de cemento para ser llevado con una cargadora frontal hacia los camiones que cuentan con una lona gruesa que evita la generación de polvo, o también pasa directamente del filtro prensa hacia las bulk bags mediante una banda transportadora, las mismas que están hechas con una tela de material inerte y no reactivo con el concentrado, cuya capacidad es de 1000 a 2000 kg.

Figura 7.4-34. Cuarto de Almacenamiento de Concentrado vista 3D

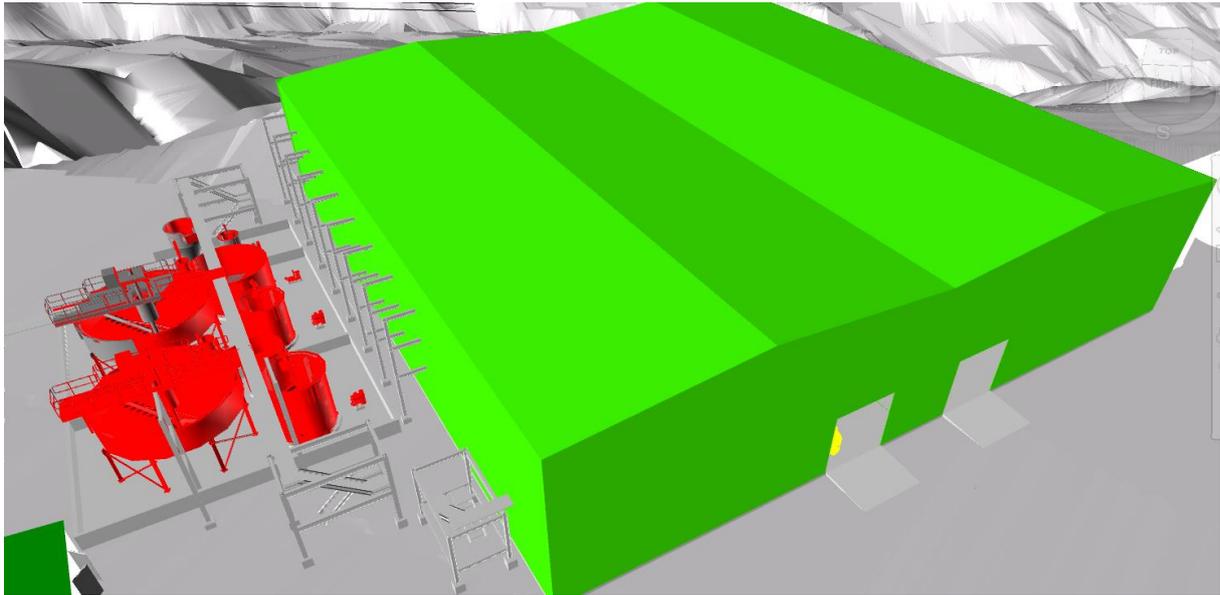


Figura 7.4-35. Vista Interna de Cuarto de Almacenamiento de Concentrado

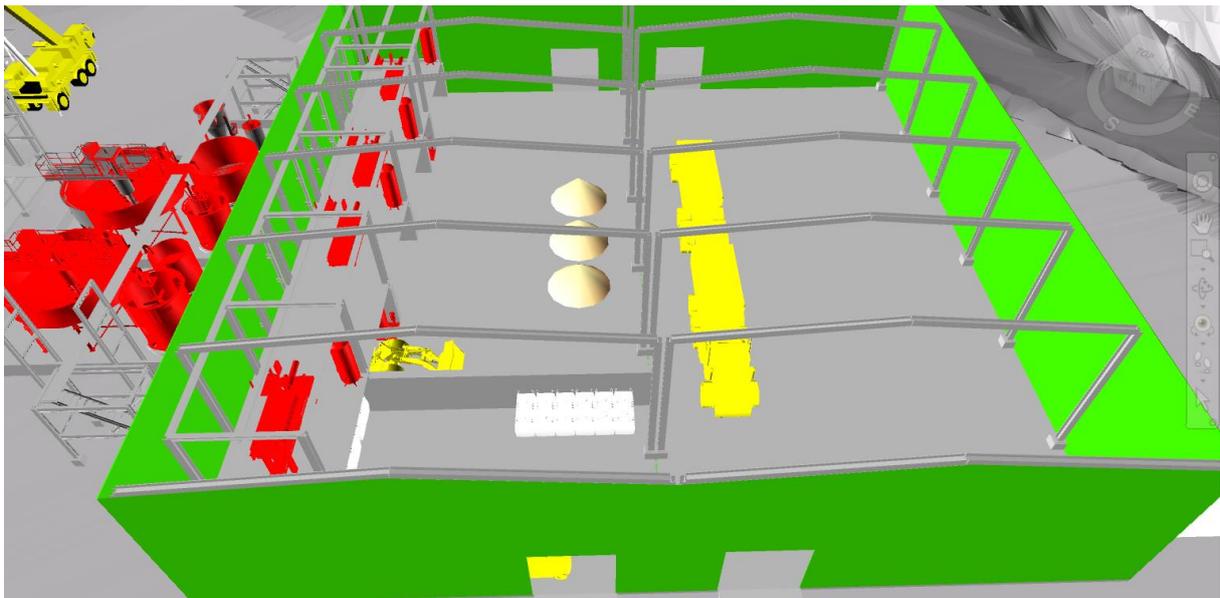


Figura 7.4-36. Filtrado de concentrado y almacenamiento.

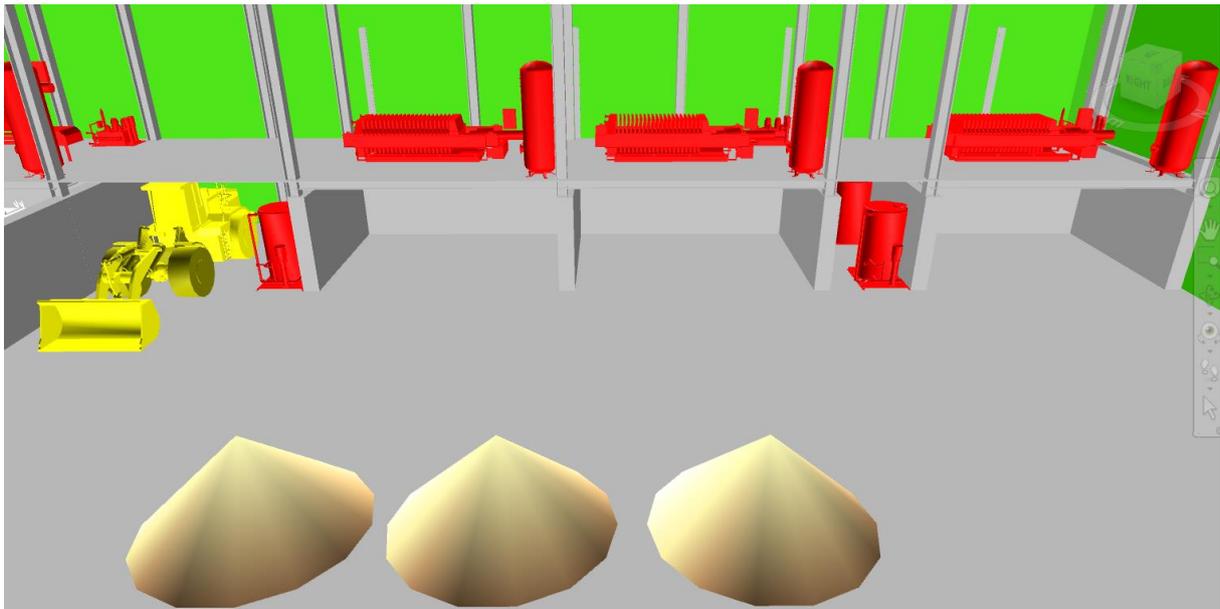


Figura 7.4-37. Colocación del concentrado en los camiones con cargadora frontal

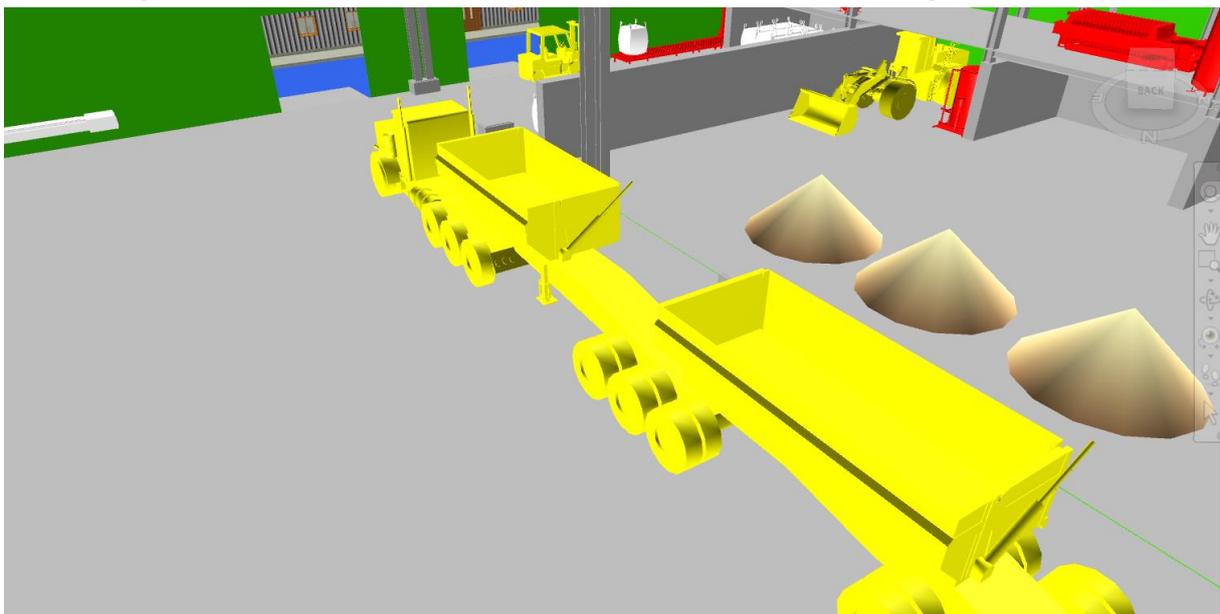
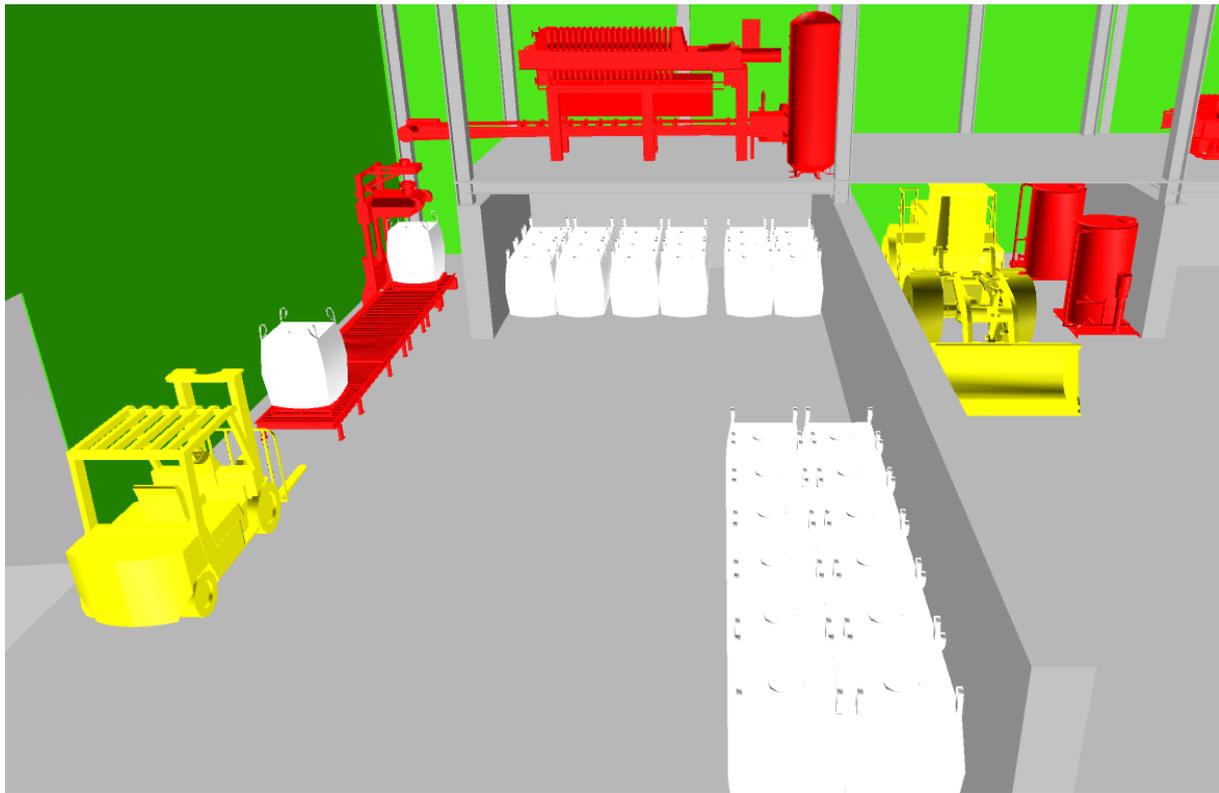


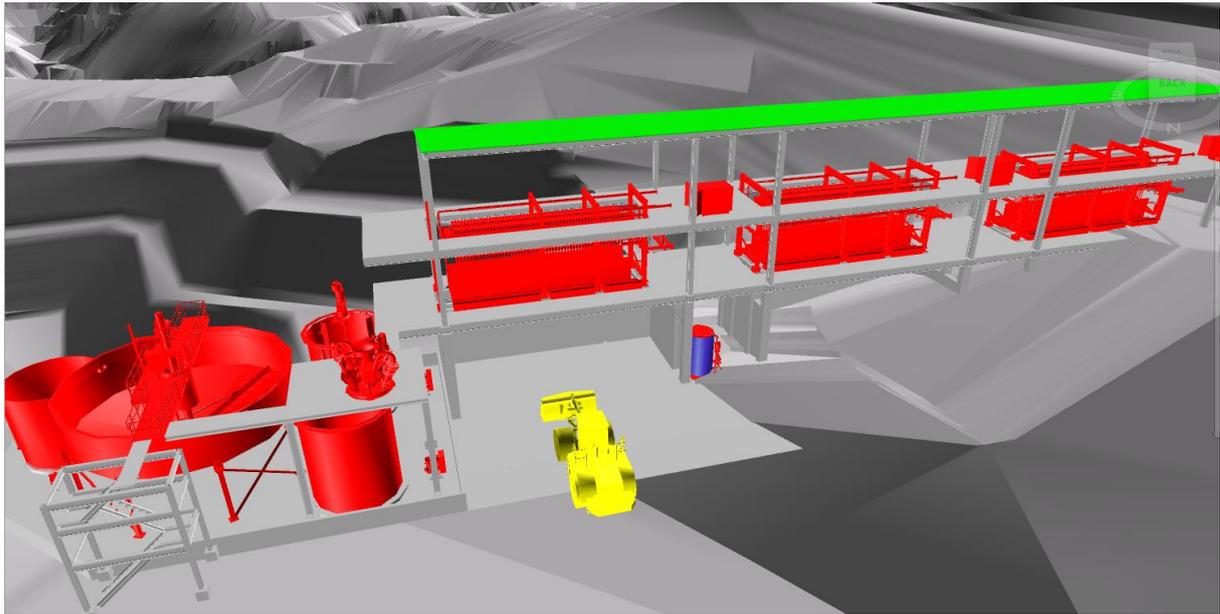
Figura 7.4-38. Colocación del concentrado en Bulk Bags



#### 7.4.2.3.2 Área de gestión de relaves

La infraestructura de gestión de relaves está ubicada en el Km 0+640 de la vía al depósito de relaves filtrados, tiene un área aproximada de 94.12 m x 16.66 m, consta de pisos de hormigón y estructuras de acero para el soporte de tanques de acondicionamiento y equipos que reciben los relaves (bombas, tuberías y filtros prensa), tiene tres niveles para la operación (almacenamiento temporal de relaves, espesadores y tanques de acondicionamiento y área de filtrado) y mantenimiento de equipos para la obtención de relaves filtrados.

Figura 7.4-39. Vista 3D de Infraestructura de Gestión de Relaves



El área de los tanques de espesamiento cuenta con un piso de concreto con un bordillo, que actúa como barrera en caso de que se produzcan derrames y tiene capacidad de contención de esta área es igual al 110% del volumen del tanque de mayor capacidad. Esta área posee un tanque donde los relaves sin filtrar se acumulan para espesarlos y posteriormente se envían los mismos hacia las prensas filtro y se obtienen relaves filtrados, mediante una tolva se depositan en el área de almacenamiento temporal de relaves secos que mediante una cargadora frontal son colocados en camiones y llevados hacia depósito de relaves filtrados.

Adicionalmente, se cuenta con un sistema de aire comprimido que tiene la función de retirar el relave filtrado que se encuentra en las caras de la prensa filtro para limpiarlas.

En caso de mantenimiento de las prensas filtro o en la época más lluviosa en el sitio, el relave húmedo que sale de los espesadores del mineral será transportado a través de tubería HDPE doble capa hacia la estación auxiliar de transferencia para su almacenamiento por un periodo máximo de 4 meses, luego de este período pasarán por el proceso de gestión de relaves y serán almacenado en el depósito de relaves filtrados.

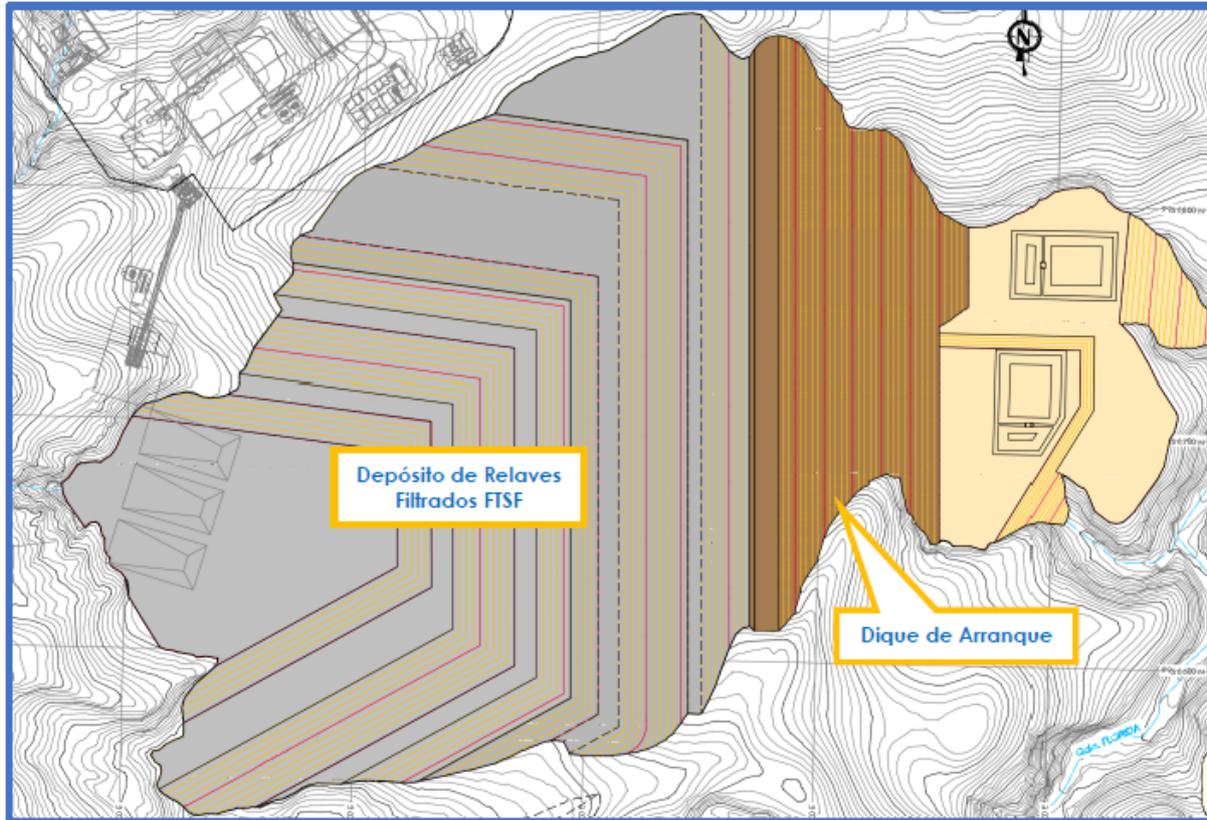
#### 7.4.2.3.3 Depósito de relaves filtrados (FTSF)

El depósito de relaves filtrados (FTSF<sup>1</sup> por sus siglas en inglés) como su nombre lo indica corresponde al componente en el cual se almacenarán los relaves filtrados producto del

<sup>1</sup> Tailing superficial facility.

proceso de extracción del mineral, este relave filtrado será conformado en forma de banco en el área dispuesta para tal fin. Se ubicará al sur-este de la planta de procesos.

**Figura 7.4-40. Conformación del Depósito de Relaves filtrados**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Conforme el diseño civil realizado por SINCO, el depósito proyectado abarcará un área total de aproximadamente 100,000.00 m<sup>2</sup>, en la cual se realizarán las actividades correspondientes a desbroce de material orgánico en espesores promedios de 1.00 m y adecuación por medio de excavaciones masivas de la cimentación. En el área descrita se realizará la disposición de relaves que se proyecta en tres (03) fases de acuerdo con la producción diaria de relaves estimada en 850.00 TMD, misma que se distribuye de la siguiente forma:

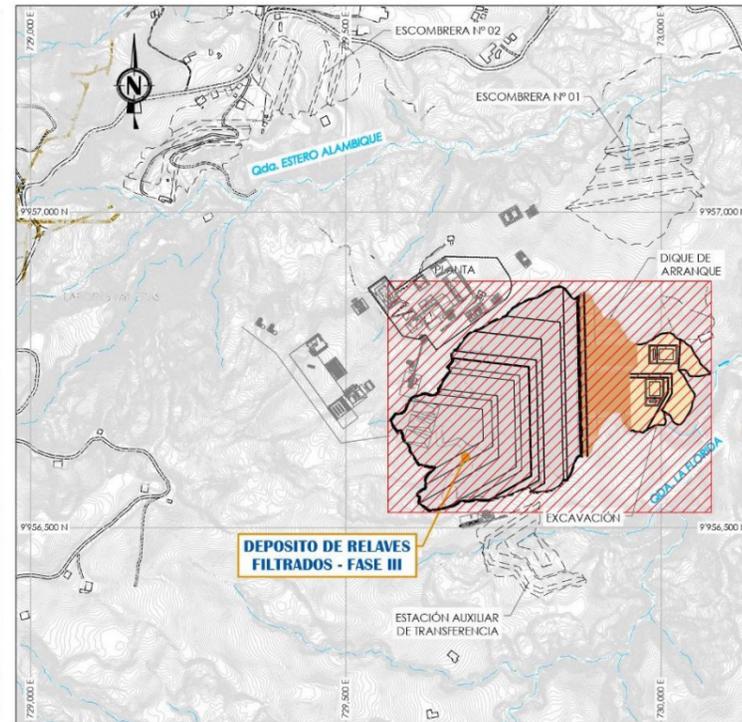
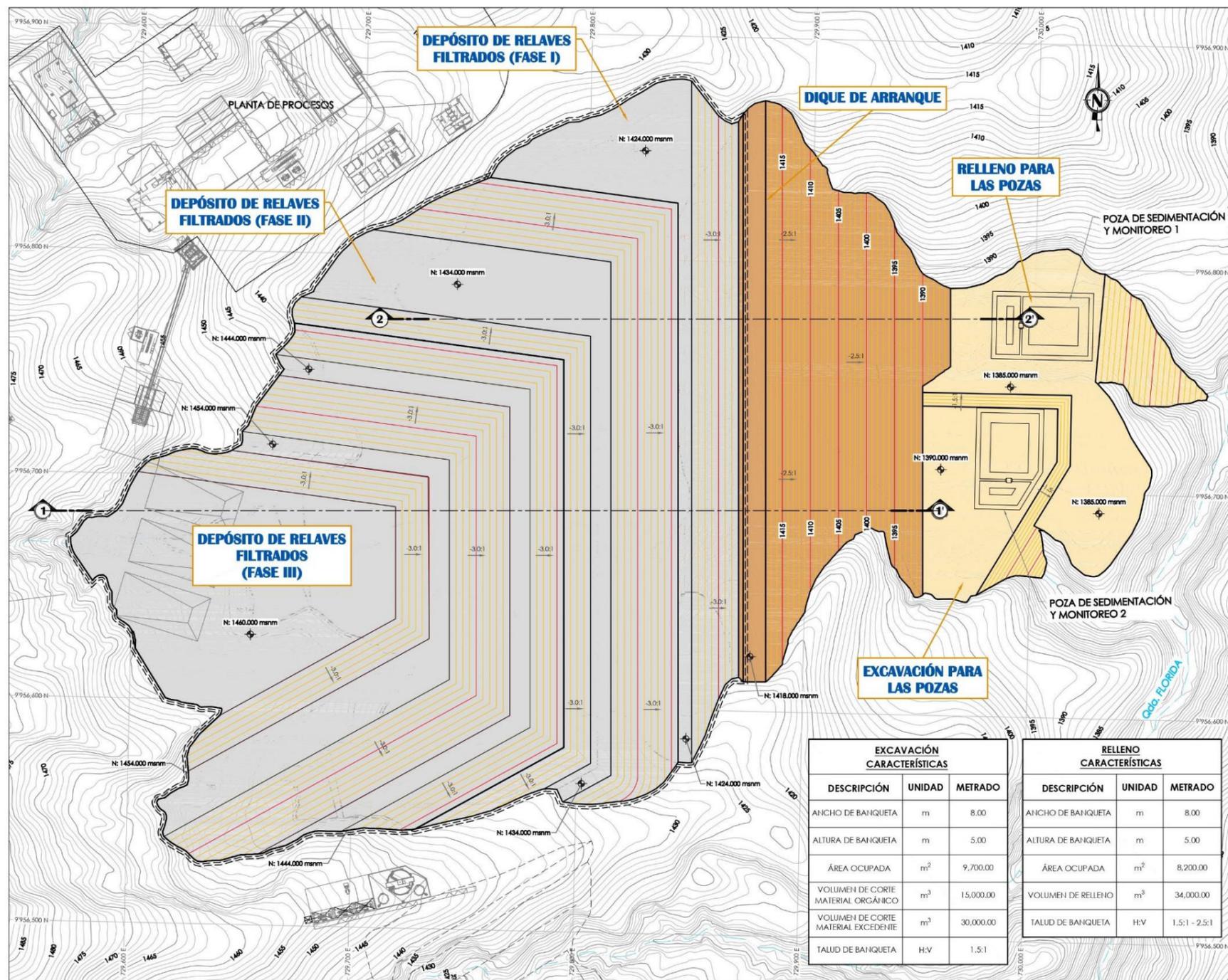
Cuadro 7.4-12. Fases de Disposición de Relaves		
Fases de Disposición	Total, depositado (m <sup>3</sup> )	Total, Depositado (ton)
Fase I	375,000.00	600,000.00 - 675,000.00
Fase II	380,000.00	608,000.00 - 684,000.00
Fase III	370,000.00	592,000.00 - 666,000.00

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Como se pudo observar en el cuadro anterior, las tres (03) fases proyectadas corresponden a un almacenamiento total de 1,125,000 m<sup>3</sup> satisfaciendo los requerimientos de la producción en el mencionado intervalo de tiempo.

En la Figura 7.4-41, se observa cómo se dispondrán los relaves filtrados por fases y las condiciones como se irán conformando cada una de estas, así como las características de la excavación y relleno.

Figura 7.4-41. Disposición de relaves filtrados por fases y características



EXCAVACIÓN CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BANQUETA	m	8.00
ALTURA DE BANQUETA	m	5.00
ÁREA OCUPADA	m <sup>2</sup>	9,700.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>3</sup>	15,000.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	30,000.00
TALUD DE BANQUETA	H:V	1.5:1

RELLENO CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BANQUETA	m	8.00
ALTURA DE BANQUETA	m	5.00
VOLUMEN DE RELLENO	m <sup>3</sup>	34,000.00
TALUD DE BANQUETA	H:V	1.5:1 - 2.5:1

DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS CARACTERÍSTICAS - FASE I		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	6.00
ALTURA DE BANCOS	m	6.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	35,200.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	375,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	3.0:1
LIMPIEZA Y DESBROCE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>2</sup>	29,000.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	250,000.00

DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS CARACTERÍSTICAS - FASE II		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	6.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	43,560.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	380,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	3.0:1
LIMPIEZA Y DESBROCE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>2</sup>	25,000.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	50,000.00

DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS CARACTERÍSTICAS - FASE III		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	6.00
ALTURA DE BANCOS	m	10.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m <sup>2</sup>	37,600.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m <sup>3</sup>	370,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	3.0:1
LIMPIEZA Y DESBROCE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>2</sup>	20,000.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	37,000.00

DIQUE DE ARRANQUE CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COTA DE CORONA	mnm	1,418.00
ANCHO DE CORONA	m	6.00
LONG. DE CORONA	m	256.00
TALUD A/BAJO	H:V	2.5:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	2.0:1
VOL. DEL DIQUE	m <sup>3</sup>	450,000.00
ÁREA DEL DIQUE	m <sup>2</sup>	23,300.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>3</sup>	25,000.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	250,000.00

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- [Symbol] CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
- [Symbol] CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
- [Symbol] CAMINO DE ACCESO
- [Symbol] QUEBRADA

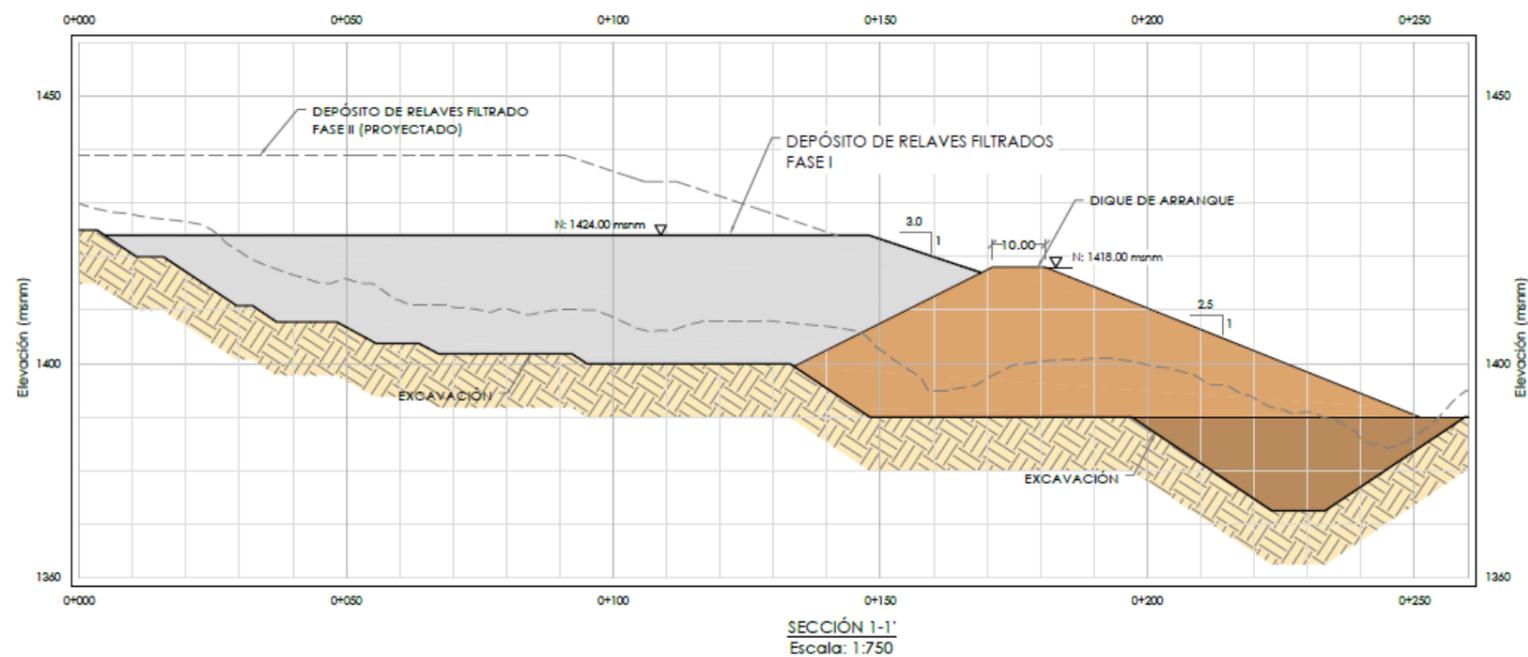
**LEYENDA**

- [Symbol] ÁREA DE EXCAVACIÓN
- [Symbol] DIQUE DE ARRANQUE
- [Symbol] DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS



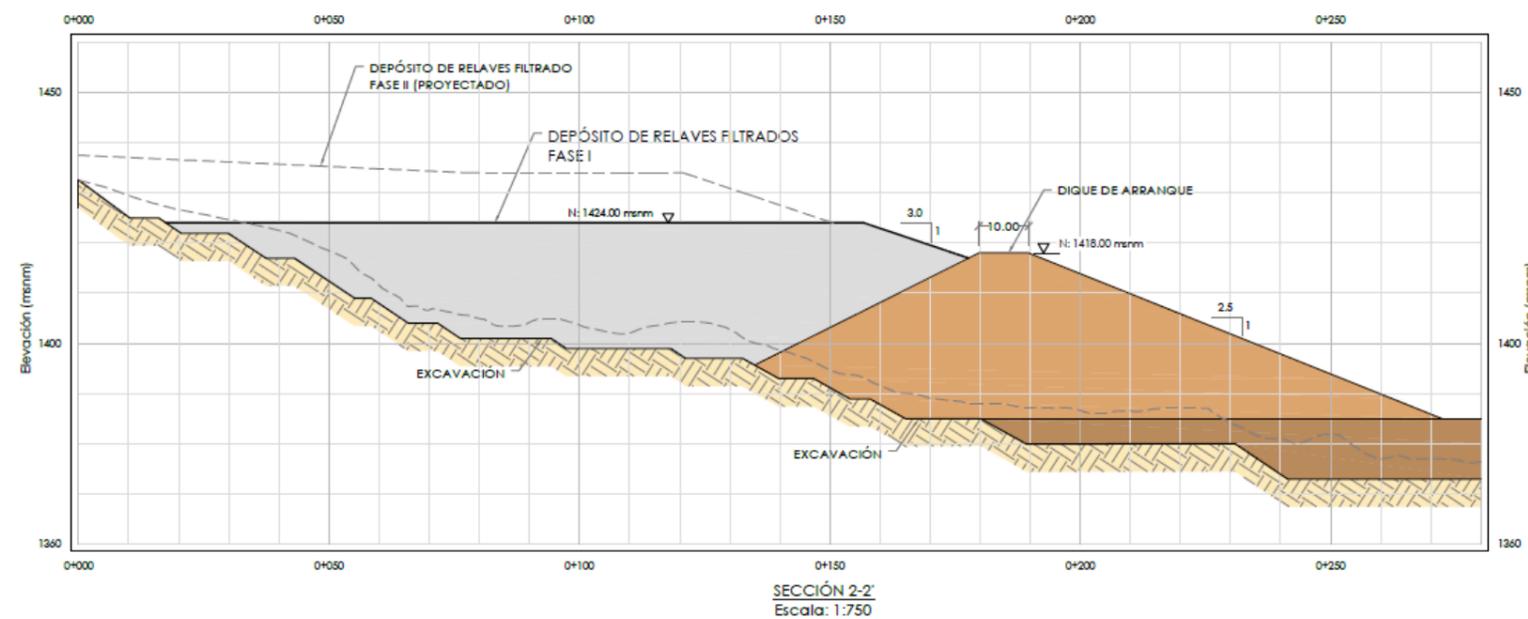
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-42. Disposición de relaves sección 1-1 de las fases I y II



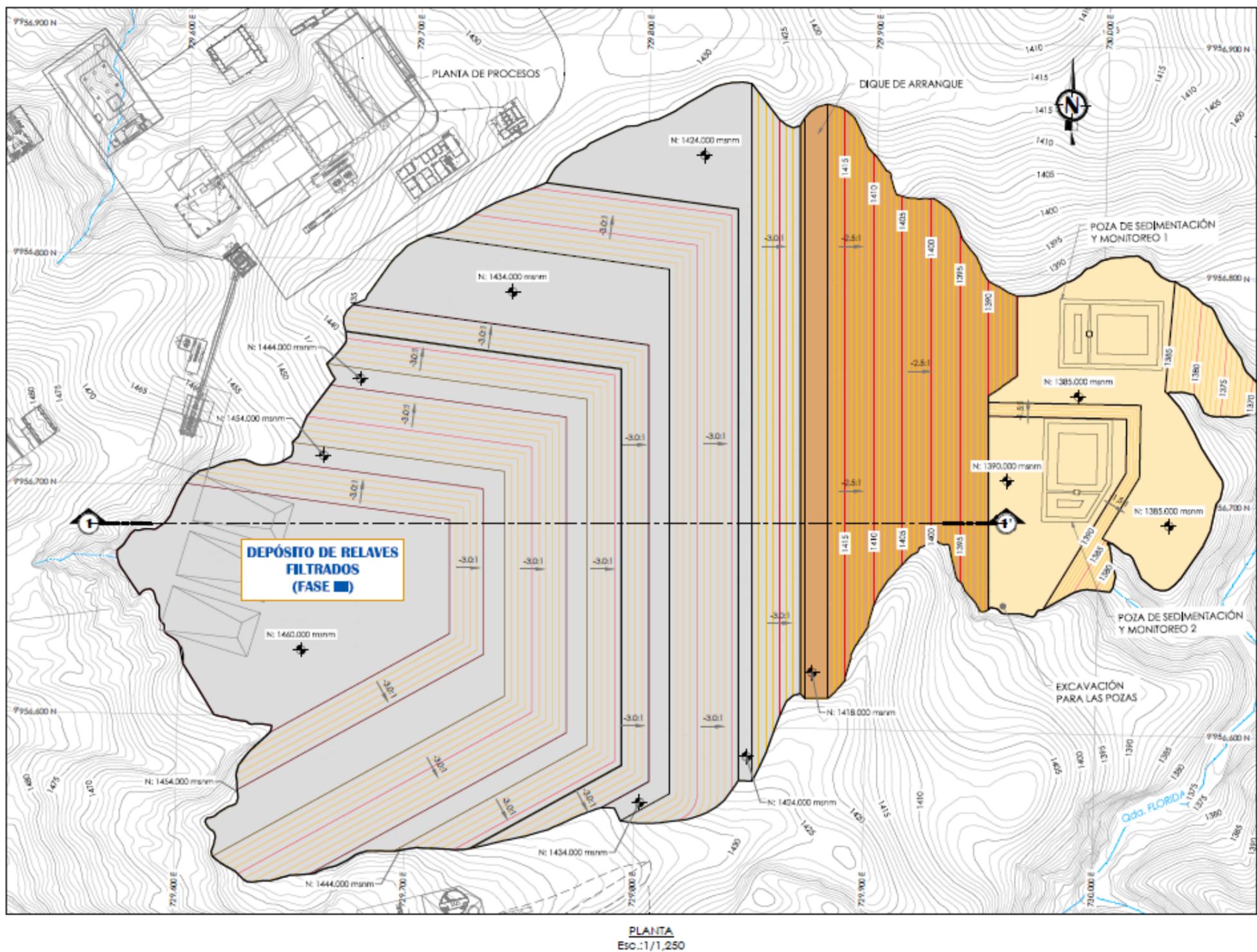
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-43. Disposición de relaves sección 2-2 de las fases I y II



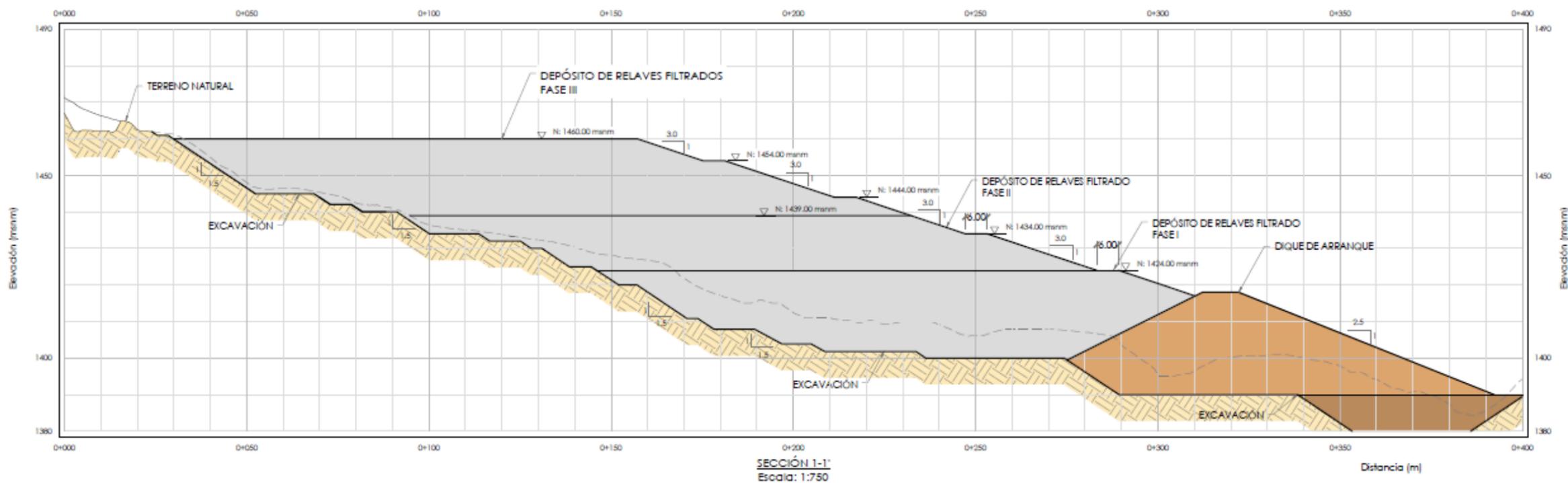
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-44. Disposición de relaves fase III



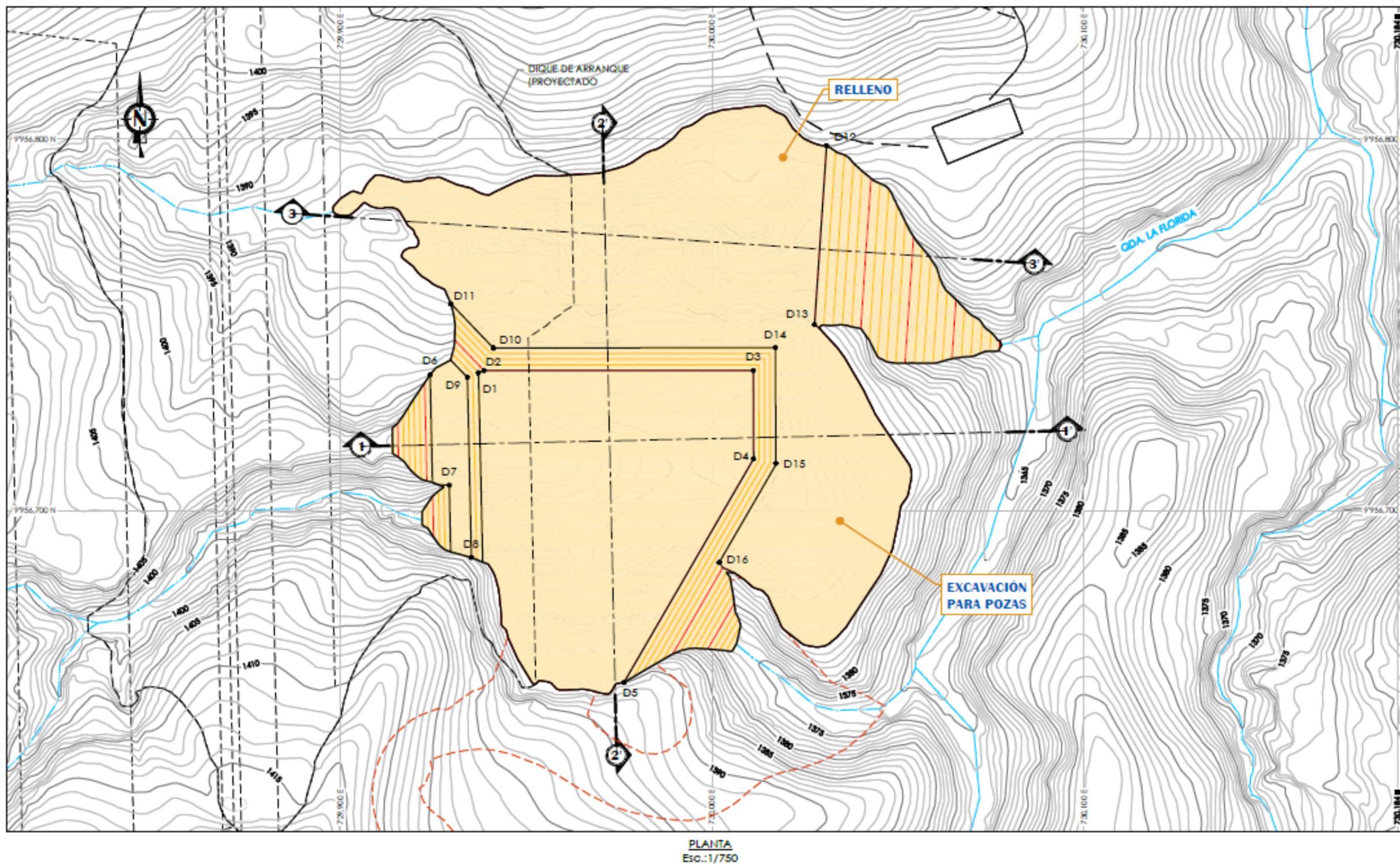
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-45. Disposición de relaves sección 1-1 de la fase III



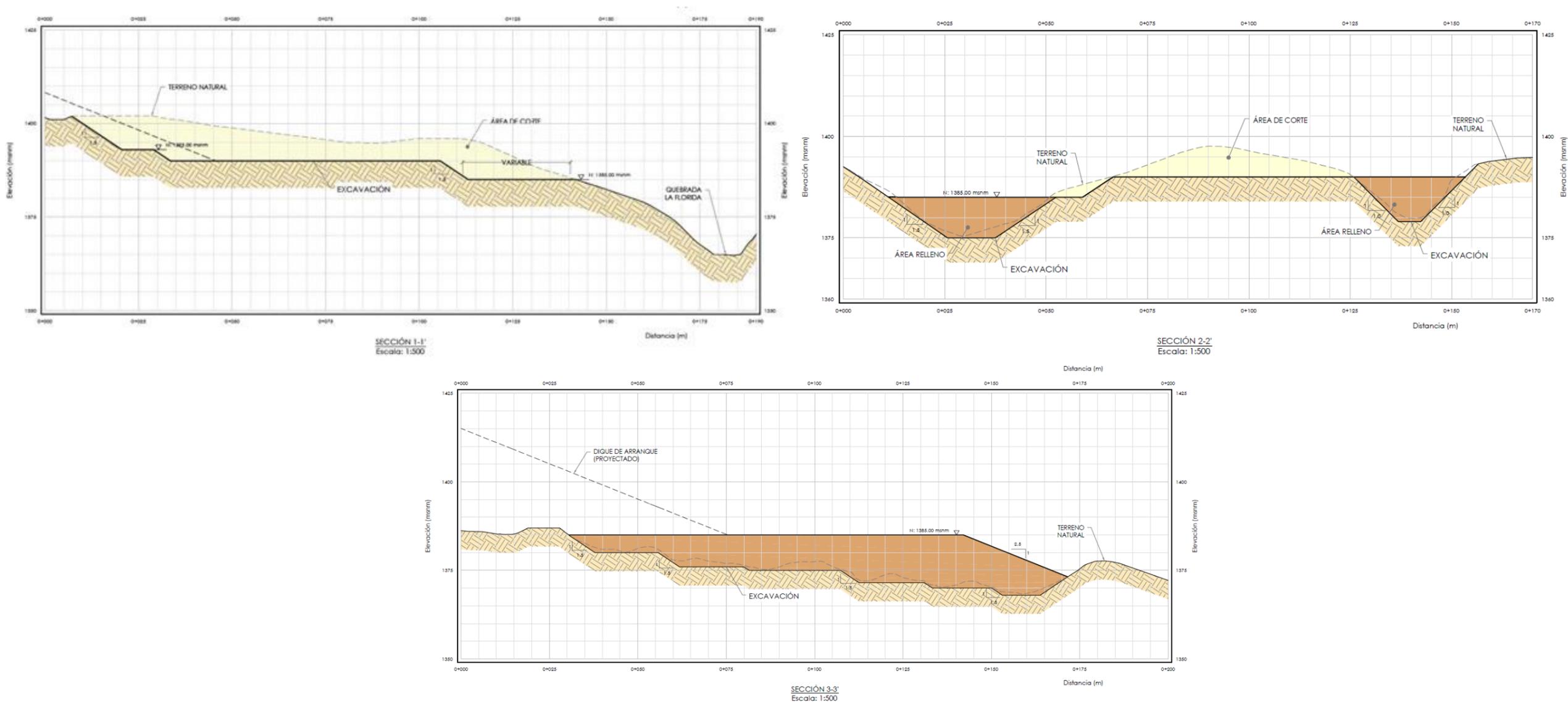
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-46. Excavación para pozas



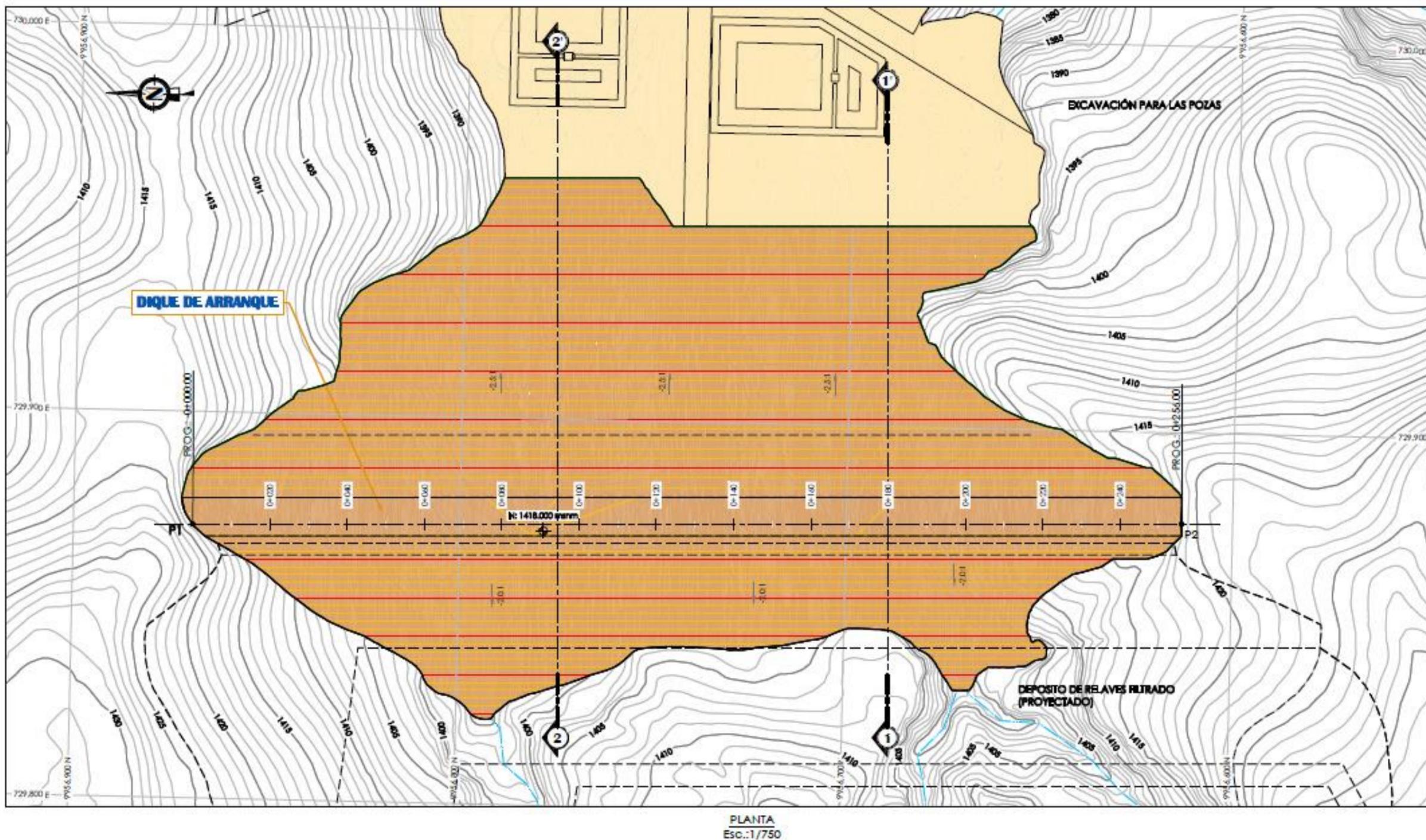
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-47. Sección 1-1, sección 2-2 y sección 3-3 excavación de pozas



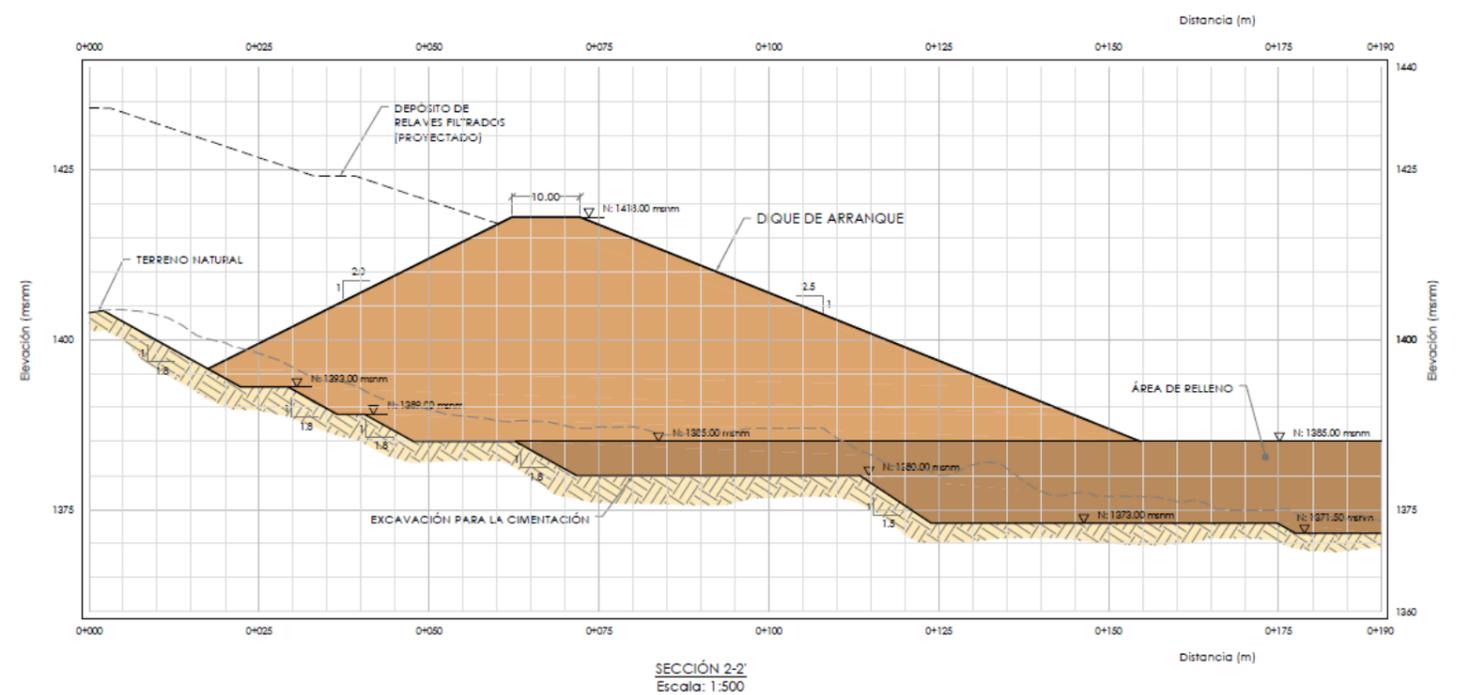
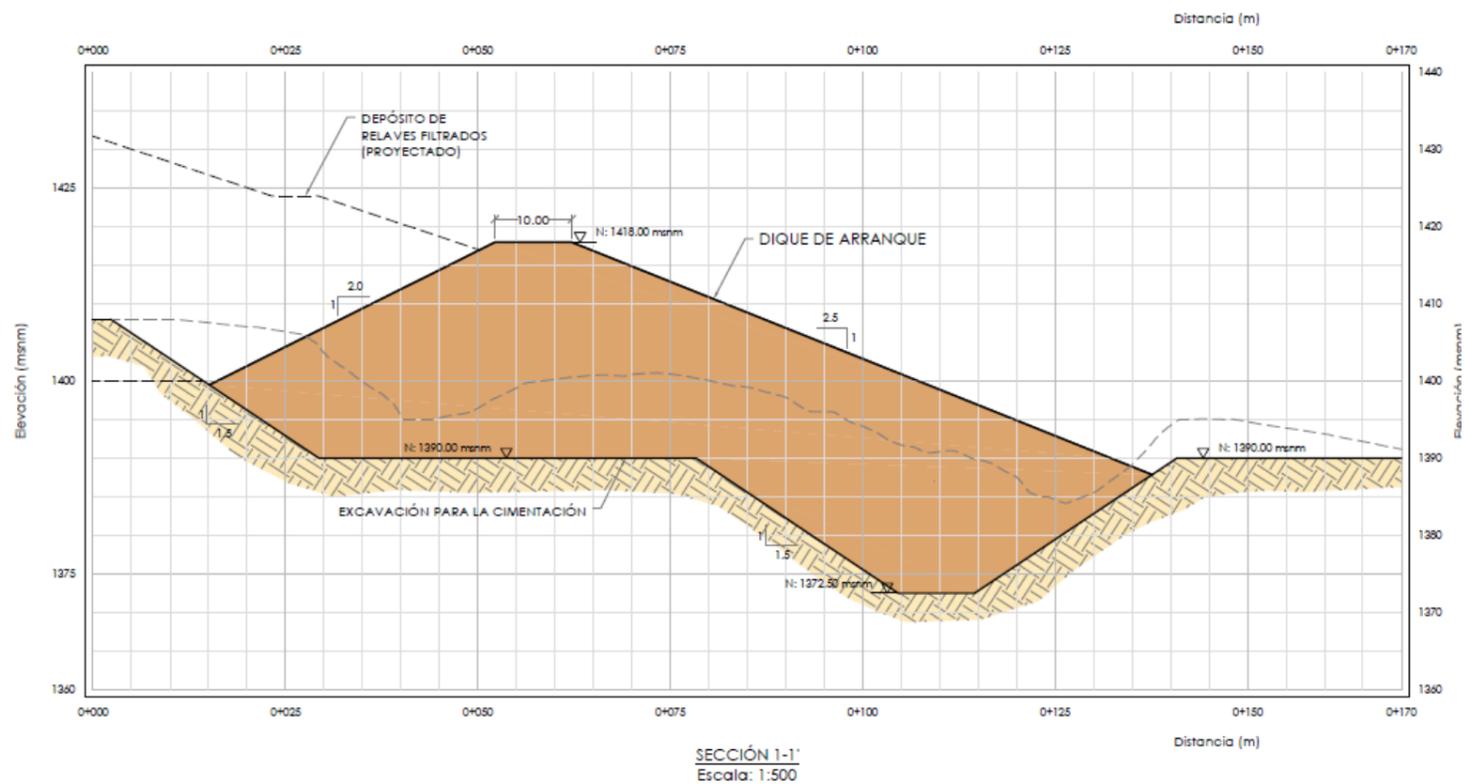
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-48. Dique de arranque de depósito de relaves filtrados



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-49. Sección 1-1 y sección 2-2 del dique de arranque de relaves filtrados



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Las características geométricas del componente son las siguientes:

- Altura total del componente: 55.00m desde el pie del dique de arranque hasta la plataforma superior del componente ubicado en la cota 1,400.00 m.s.n.m
- Talud global de Conformación: 3.6H:1.0V
- Talud local de Conformación: 3.0H:1.0V
- Altura de Bancos de Conformación: 10.00m
- Ancho de Bancos de Conformación: 6.00m

Para el diseño del FTSF se identifican las siguientes áreas:

#### 7.4.2.3.3.1 Dique de arranque de material de préstamo

El dique propuesto se lo construirá bajo las características técnicas del método de construcción aguas abajo. El objetivo de implementación de este dique es brindar soporte o apoyo al terraplén de relaves filtrados que se almacenará en el depósito.

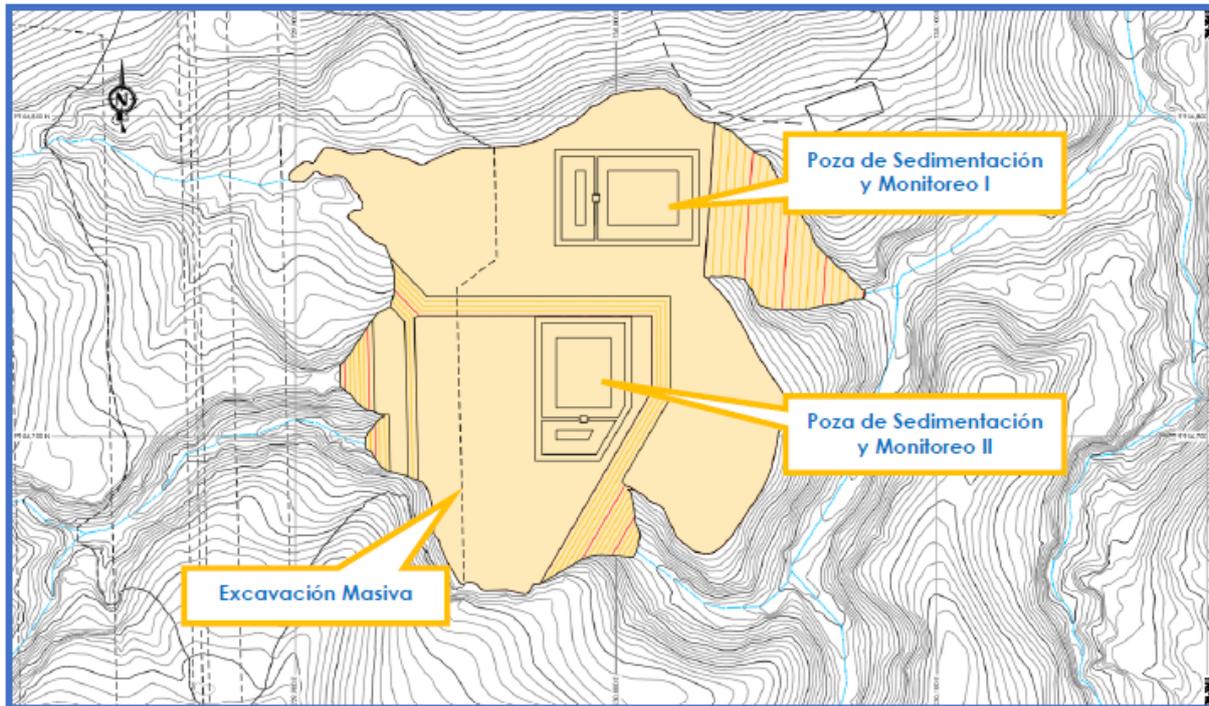
Las características principales son:

- Altura hasta el nivel de Corona: 33.00m desde el pie del dique de arranque hasta la corona ubicada en la cota 1,418.00 m.s.n.m
- Talud Aguas Abajo: 2.5H:1.0V
- Talud Aguas Arriba: 2.0H:1.0V
- Ancho de Corona: 10.00m
- Longitud de la Corona: 256.00m

#### 7.4.2.3.3.2 Pozas de sedimentación y monitoreo

Al pie del depósito de relaves se ha proyectado un movimiento de tierras masivo para adecuar las condiciones del sector para el emplazamiento de las pozas de sedimentación y monitoreo, el movimiento de tierras consiste en un corte masivo de la superficie en un área aproximada de 9,700.00m<sup>2</sup> y un relleno con material propio seleccionado en un área aproximada de 8,200.00m<sup>2</sup>, abarcando en su totalidad un total de aproximadamente 17,900.00m<sup>2</sup>.

Figura 7.4-50. Plataformas para pozas de sedimentación y monitoreo



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

#### 7.4.2.3.3 Impermeabilización

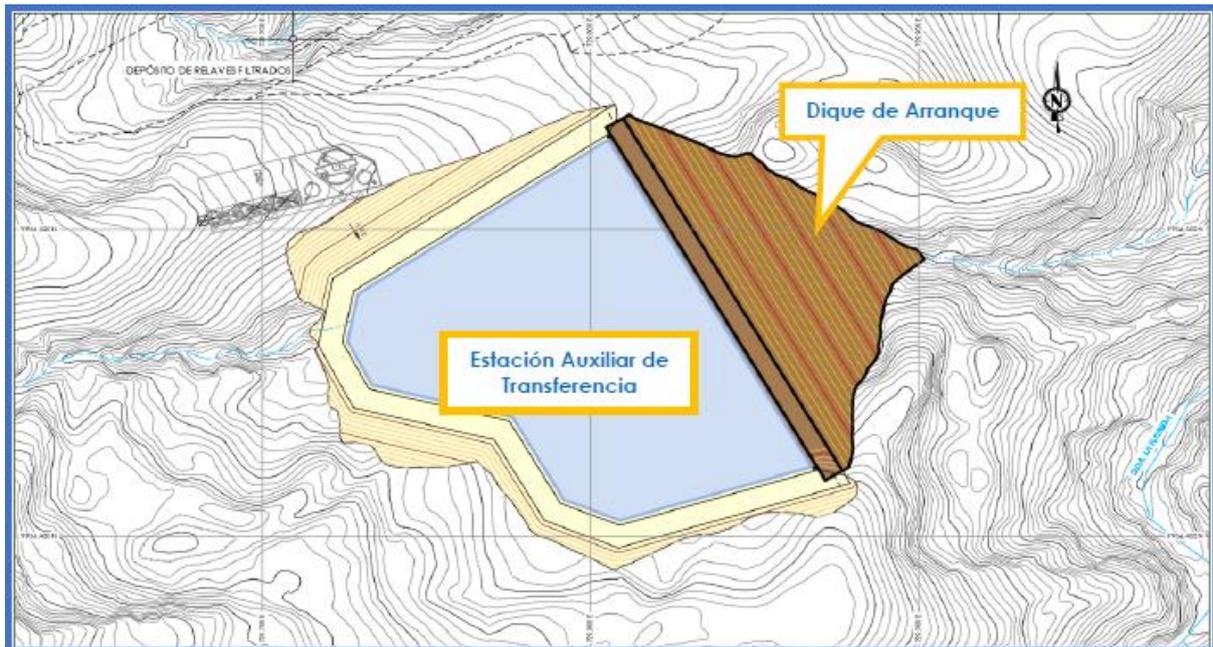
Se ha proyectado una capa impermeabilizante comprendida por una capa de geotextil no tejido de 300 gr/m<sup>2</sup> seguido por una capa de geomembrana LLDPE de 1.50 mm de espesor, el geotextil cumplirá las funciones de evitar que existan infiltraciones de aguas contactadas hacia el suelo de cimentación.

El depósito de relaves contará con el certificado de viabilidad técnica para su localización y construcción remitido por el Ministerio Sectorial, en cumplimiento con el Art. 116 del RAAM. Actualmente, se cuenta con el Certificado de Inicio de trámite respecto a la obtención de la Viabilidad Técnica para la Construcción de Depósitos de Relaves y para el Aval Técnico para construir Nuevas Escombreras Proyecto "LA PLATA" emitido mediante Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0098-OF del 04 de abril de 2022 por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (Ver Anexo 7.3 Trámite Viabilidad Técnica).

#### 7.4.2.3.4 Estación auxiliar de transferencia

Como medida de contingencia al depósito de relaves, se prevé implementar una estación auxiliar de transferencia con un tiempo de almacenamiento máximo de aproximadamente 4 meses, la misma que permitirá almacenar los relaves en pulpa que no hayan podido ser deshumedecidos.

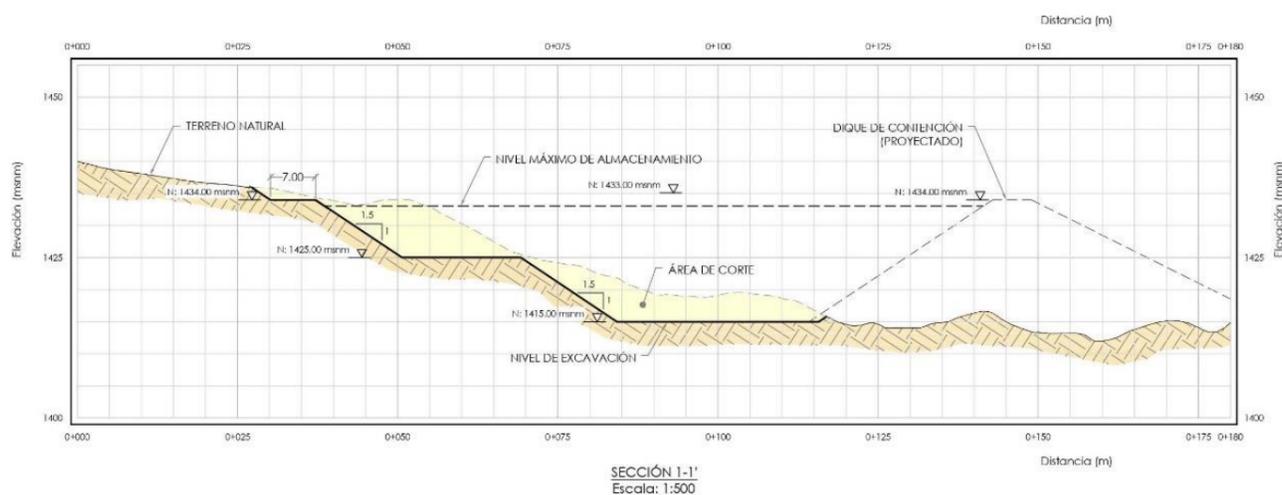
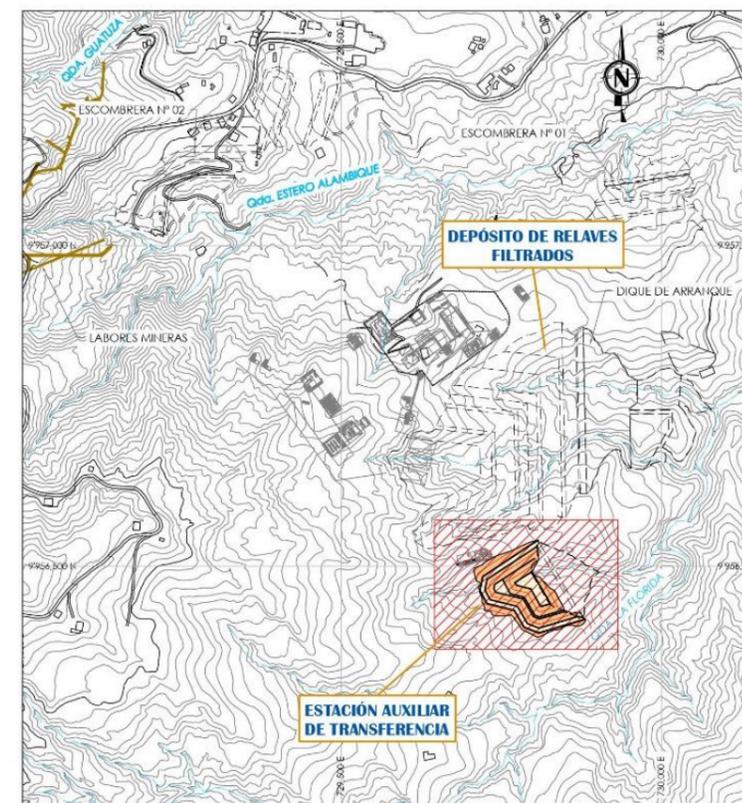
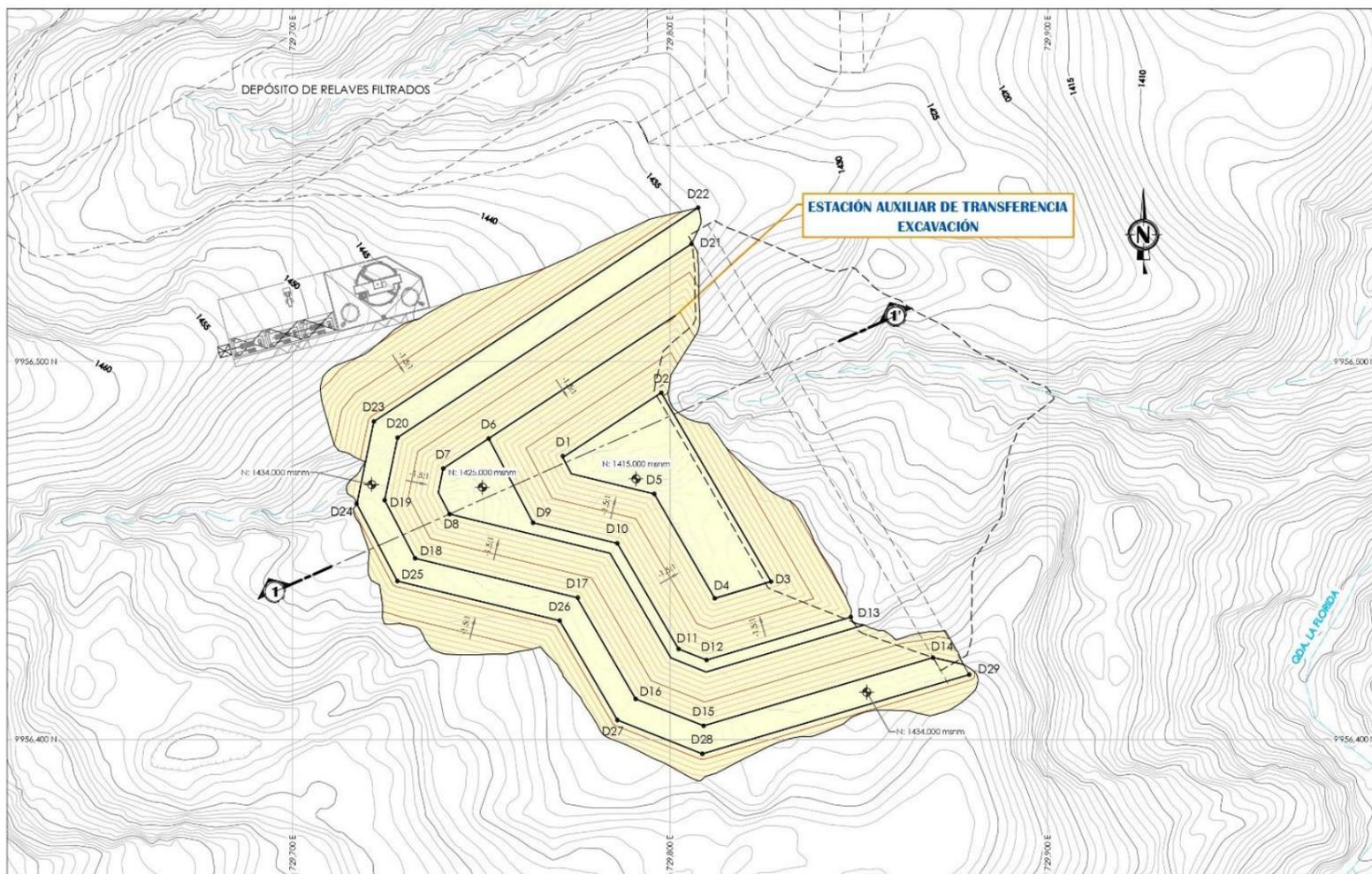
**Figura 7.4-51. Conformación de La Estación Auxiliar de Transferencia**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

La estación ha sido proyectada en un área total aproximada de 22,000.00 m<sup>2</sup>, en esta se realizarán las actividades correspondientes al desbroce de material orgánico y excavaciones masivas para la adecuación del vaso de almacenamiento y la cimentación del dique de contención.

Figura 7.4-52. Estación auxiliar de transferencia – Excavación y sección 1-1



**LEYENDA**

- ÁREA DE CORTE
- TERRENO NATURAL

CUADRO DE COORDENADAS			
NP	PUNTO	NORTE	ESTE
1	D1	9956473.04	729771.33
2	D2	9956491.85	729797.66
3	D3	9956441.84	729826.73
4	D4	9956437.41	729811.82
5	D5	9956465.04	729795.77
6	D6	9956479.70	729751.93
7	D7	9956471.76	729739.87
8	D8	9956459.72	729741.56
9	D9	9956457.42	729763.69
10	D10	9956451.98	729786.01
11	D11	9956424.05	729802.24
12	D12	9956421.11	729809.63
13	D13	9956432.46	729847.85
14	D14	9956421.75	729869.39
15	D15	9956403.67	729808.85
16	D16	9956410.82	729790.84
17	D17	9956437.61	729775.52
18	D18	9956448.05	729732.45
19	D19	9956443.41	729724.35
20	D20	9956479.97	729727.79
21	D21	9956531.21	729805.62
22	D22	9956450.76	729807.40
23	D23	9956484.23	729721.33
24	D24	9956462.41	729716.96
25	D25	9956441.99	729727.73
26	D26	9956431.52	729770.72
27	D27	9956405.21	729786.00
28	D28	9956394.27	729808.82
29	D29	9956417.26	729879.19

EXCAVACIÓN CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BANQUETA	m	7.00 Y 3.00
ALTURA DE BANQUETA	m	9.00 Y 10.00
ÁREA OCUPADA	m <sup>2</sup>	13,100.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL ORGÁNICO	m <sup>3</sup>	13,100.00
VOLUMEN DE CORTE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	40,000.00
VOLUMEN DE RELLENO	m <sup>3</sup>	1,900.00
PAJUD DE BANQUETA	H:V	1:1

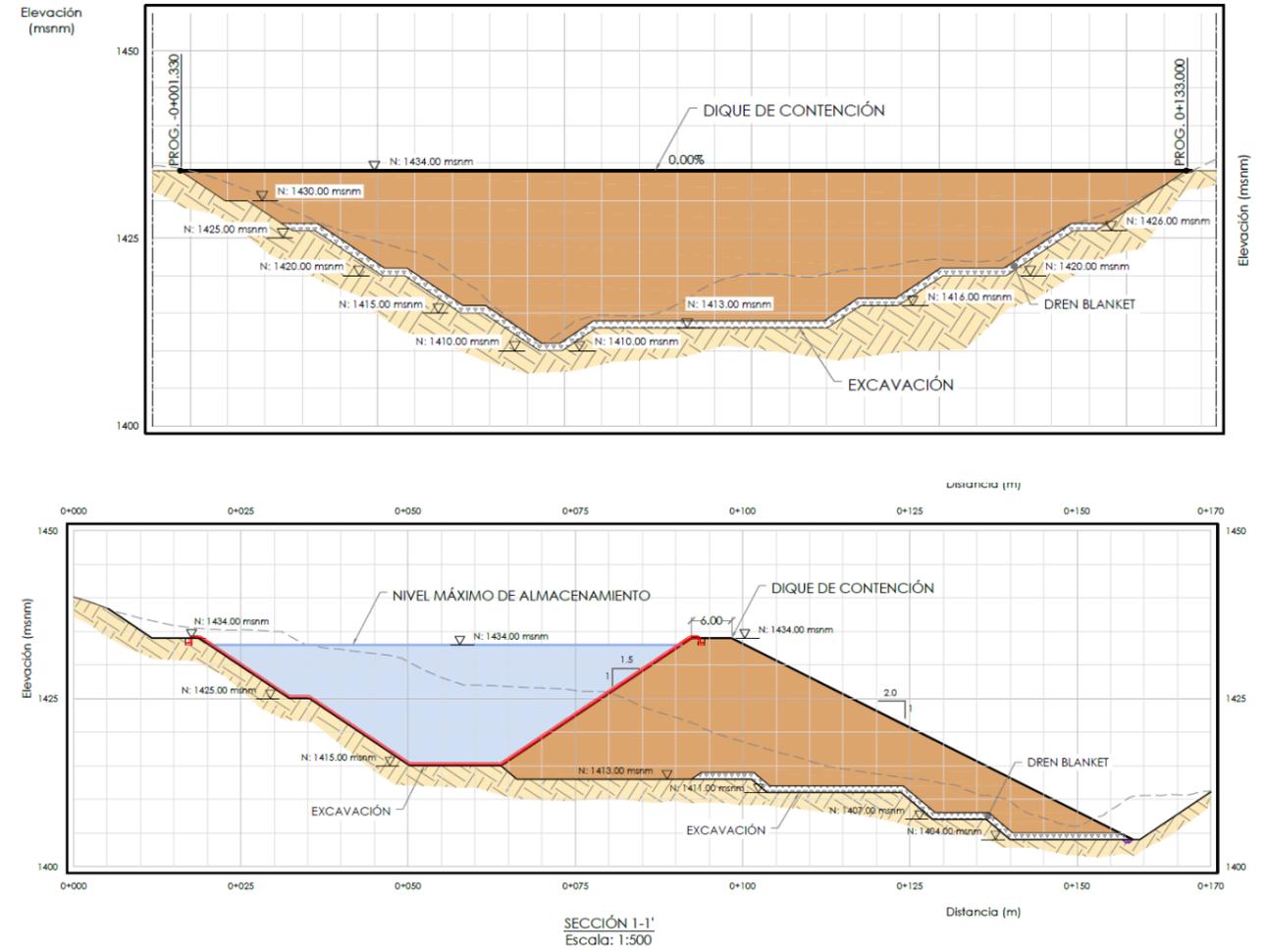
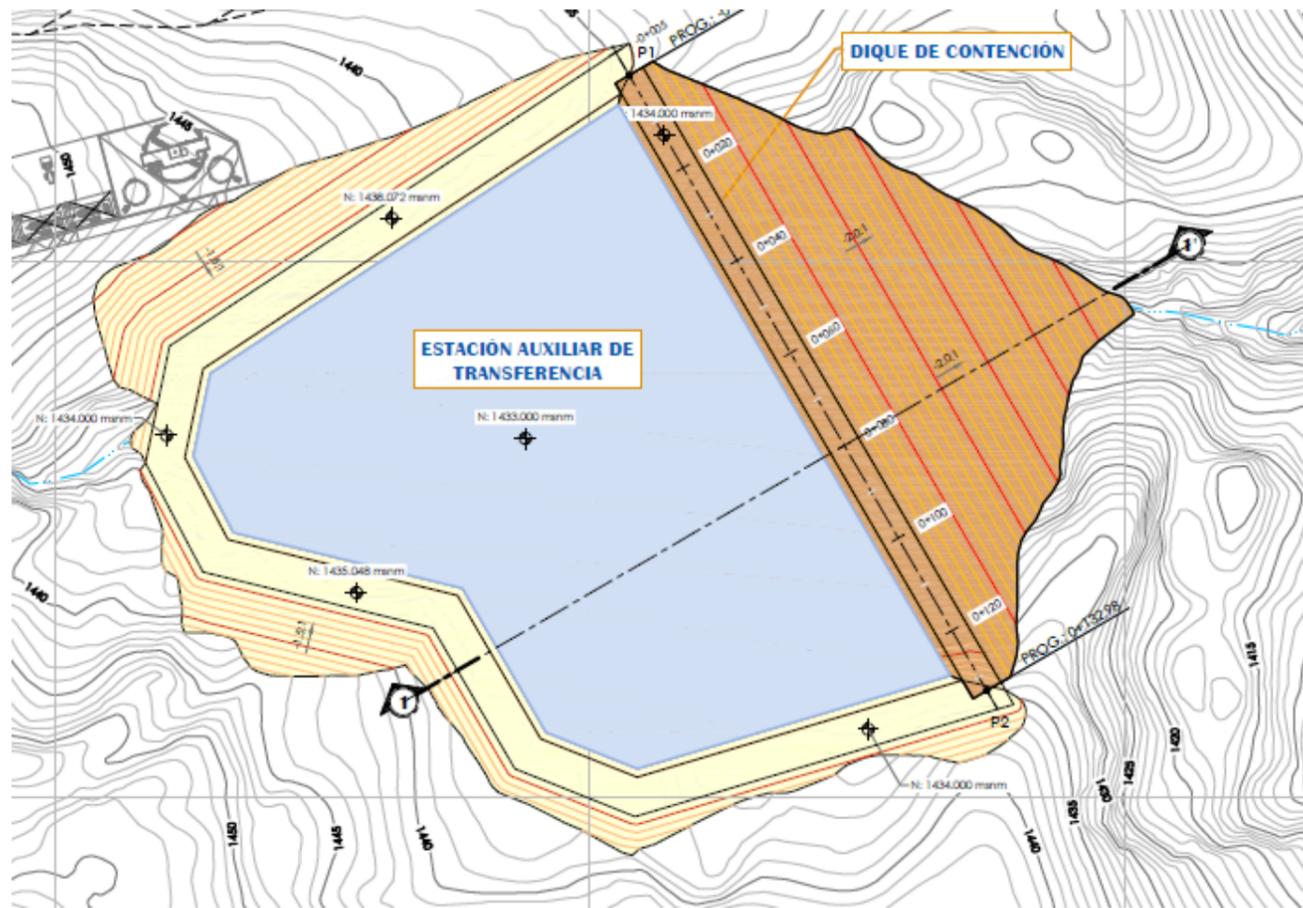
**SIGNOS CONVENCIONALES**

- 5 CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
- 5 CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE DE EXCAVACIÓN
- CAMINO DE ACCESO
- Quebrada



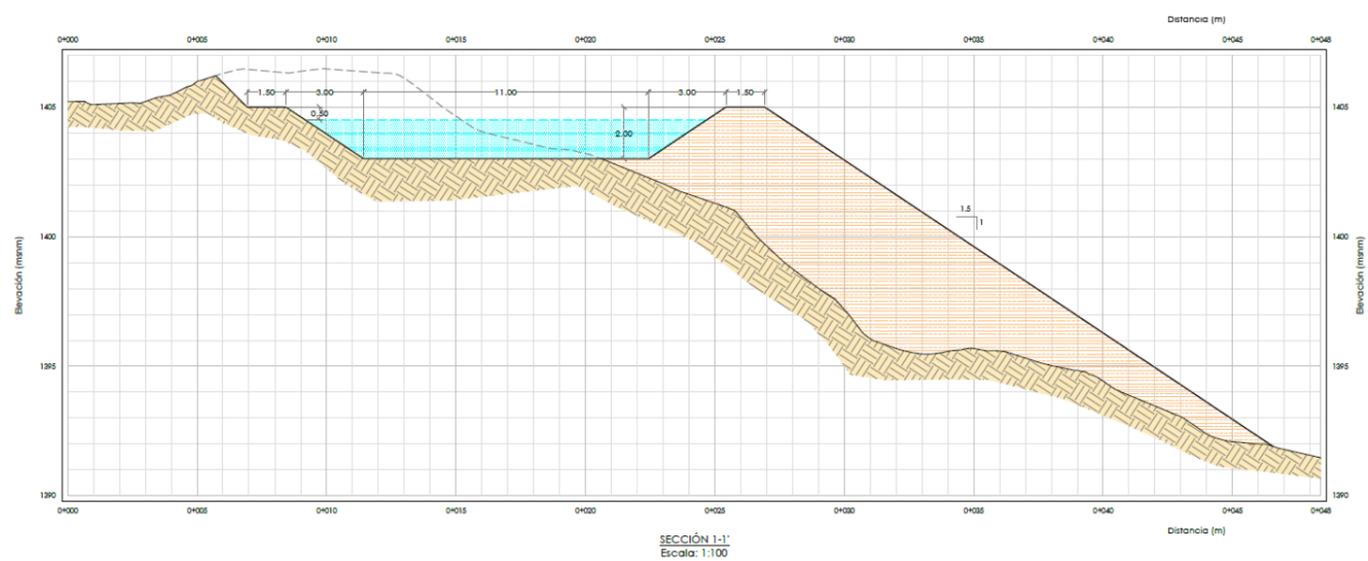
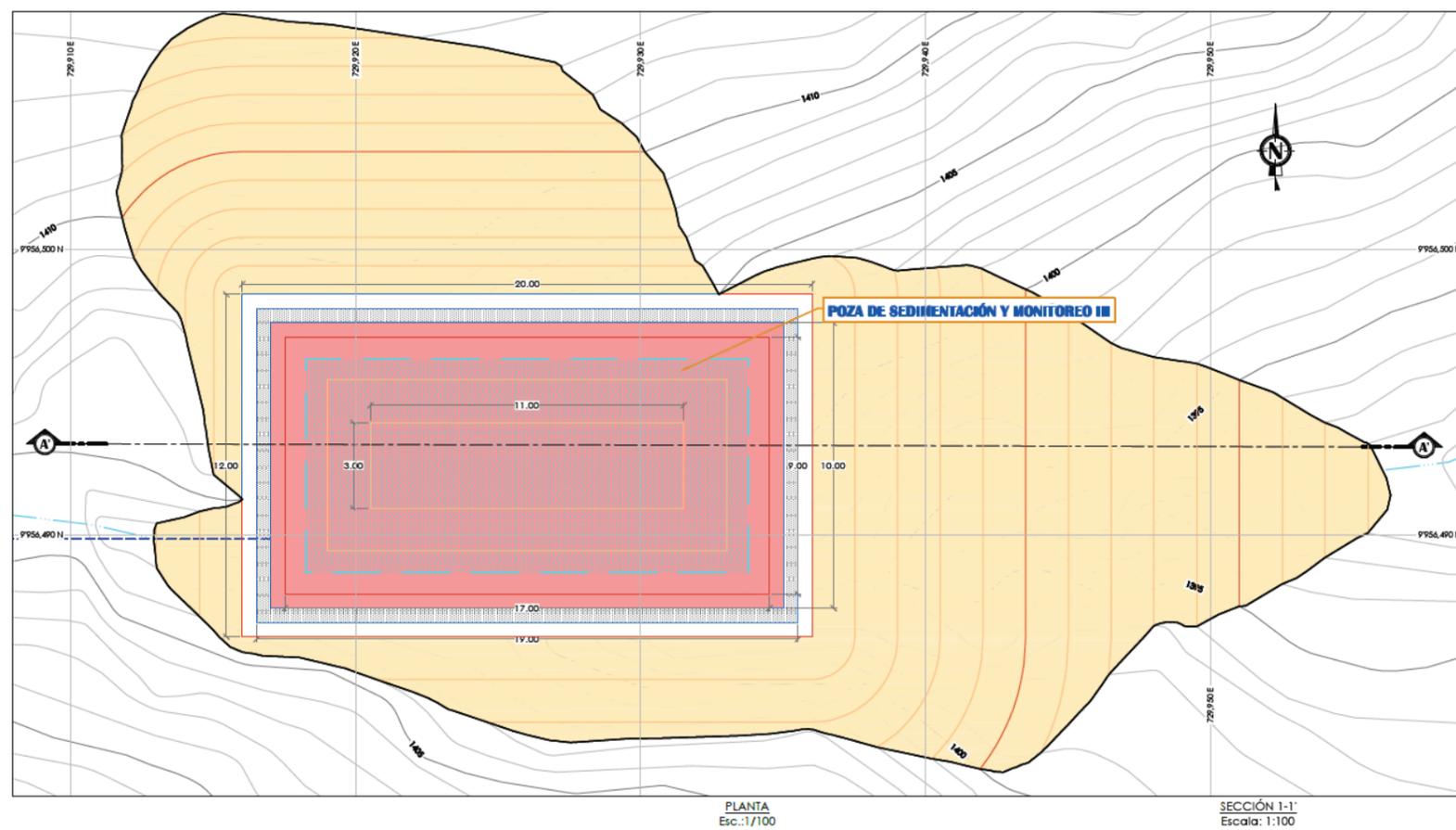
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-53. Estación auxiliar de transferencia – sección 1-1



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-54. Estación auxiliar de transferencia – poza de sedimentación y monitoreo



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

El almacenamiento máximo de la Estación Auxiliar de Transferencia es de 80,000.00 m<sup>3</sup>, lo que garantiza un almacenamiento máximo de 4.0 meses de disposición de relaves en pulpa de forma temporal, las principales características del vaso de almacenamiento de la Estación son las siguientes:

- Cota Máxima de Almacenamiento: 1,433.00 m.s.n.m.
- Borde Libre: 1.00m entre la corona del dique y el nivel máximo de almacenamiento.

Para la construcción de esta infraestructura se requiere además la implementación de:

#### 7.4.2.3.4.1 Dique de contención

Este dique contendrá los relaves en pulpa de manera temporal, para su construcción se utilizará material propio proveniente de las excavaciones realizadas en el sector, el mismo que deberá ser compactado en capas sucesivas hasta alcanzar las dimensiones y geometría proyectada.

Las características del dique de contención se presentan a continuación:

- Altura hasta el nivel de Corona: 29.00m desde el pie del dique de contención hasta la
- corona ubicada en la cota 1,434.00 m.s.n.m
- Talud Aguas Abajo: 2.0H:1.0V
- Talud Aguas Arriba: 1.5H:1.0V
- Ancho de Corona: 6.00m
- Longitud de la Corona: 133.00m

#### 7.4.2.3.4.2 Dren Blanket

Como medida de contingencia en la base del dique se ha proyectado un dren tipo Blanket, mismo que tendrá como finalidad el deprimir la línea de flujo producida en caso ocurra falla en la geomembrana de impermeabilización y se produzcan infiltraciones a través de dique.

Este Blanket estará conectado a un dren talón desde el cual por medio de una tubería HDPE perforada de 6" de diámetro a una poza de monitoreo que estará ubicada aguas abajo del dique de contención.

Es importante comprender que las posibilidades de rotura total de la geomembrana de impermeabilización son poco probables. A modo de asegurar la que la capacidad del dren y de la poza de almacenamiento sean suficientes ante un evento de rotura al 100 %, se han

diseñado estos para una descarga total de 100.00 m<sup>3</sup> (se estimó un caudal de infiltración de 8 m<sup>3</sup>/día/m), lo que garantiza un aproximado almacenamiento de 2.25 horas (SINCO, octubre 2021).

#### 7.4.2.3.4.3 Línea de conducción de relaves

Esta línea dirigirá los relaves en pulpa hacia la poza de transferencia temporal, en los lapsos de tiempo en que el relave no pueda ser procesado por la planta de filtrados.

En esta etapa, el diseño incluye el bombeo de pulpa desde la planta de proceso hasta el área de desagüe y filtración donde la pulpa se deshidratará para producir una pasta, para su disposición en las instalaciones de almacenamiento de relaves filtrados (FTSF). El agua recuperada en este proceso será transportada a través de tuberías de HDPE a las piscinas de recolección y tratamiento. Las tuberías de pulpa y el agua recuperada seguirán rutas internas en zanjas exclusivas revestidas de HDPE y que recogerán cualquier derrame que pueda ocurrir.

#### 7.4.2.3.4.4 Impermeabilización

La impermeabilización del vaso y del talud aguas arriba de la Estación Auxiliar de Transferencia se realizará con Geomembrana LLDPE de 1.50 mm, su instalación será igual que en el caso del depósito de relaves filtrados.

### 7.4.2.4 Infraestructura complementaria

Las instalaciones de superficie que suministrarán la energía eléctrica al proyecto son consideradas como complementarias.

#### 7.4.2.4.1 Subestación eléctrica del proyecto

La subestación eléctrica es considerada como una instalación complementaria que se ha contemplado dentro del EsIA de manera que no se requiera de permisos ambientales adicionales para la dotación de energía.

##### 7.4.2.4.1.1 Antecedentes

El proyecto requiere contar con servicio eléctrico para el abastecimiento del equipamiento eléctrico a instalarse y utilizarse en sus etapas de construcción y operación; mediante el estudio de demanda se determinó un consumo mensual de 1.784 MWh y una demanda máxima de aproximadamente 5 MW.

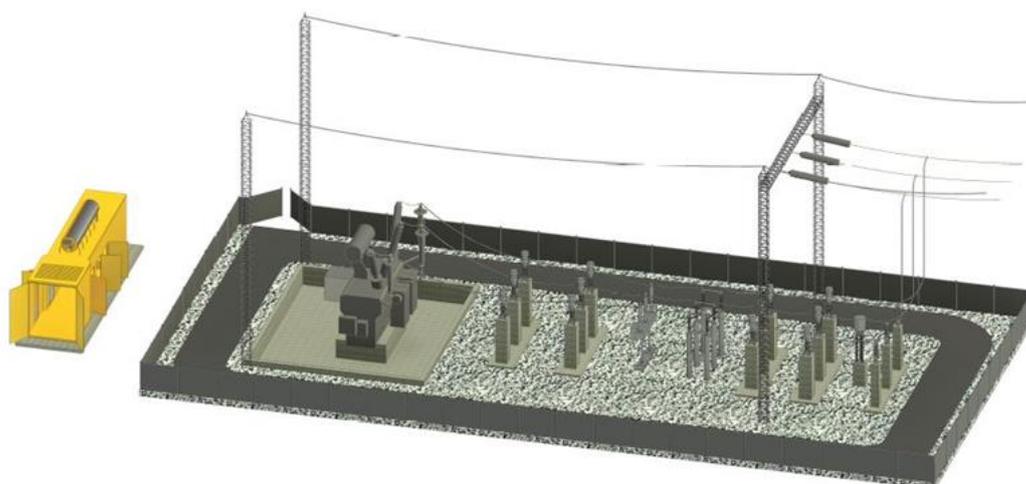
La Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) Unidad de Negocio Santo Domingo abastecerá la energía requerida con un nivel de voltaje de 69 kV y su punto de entrega estará ubicado frente al terreno de la compañía, para esto CNEL EP construirá una posición de salida en la subestación La Palma y una línea de subtransmisión de 6,5 km. Estas instalaciones contarán con su respectivo permiso ambiental y no estará incluido dentro del alcance de este EsIA.

Dado que la compañía requiere un voltaje de distribución de 13,8 kV para suministrar el servicio eléctrico a las distintas dependencias del proyecto se requiere de una subestación eléctrica que permita reducir el voltaje de entrega de CNEL EP (69 kV). Esta subestación nombrada Palo Quemado estará ubicada dentro del área de implantación y será construida por la compañía, por tanto, se encuentra dentro del alcance del presente estudio (TOACHI, octubre, 2021).

#### 7.4.2.4.1.2 Subestación Palo Quemado

La Subestación Palo Quemado permitirá reducir el nivel de voltaje de entrega 69 kV a 13,8 kV, para distribuir el servicio eléctrico a los subsistemas de Planta y Mina del proyecto LA PLATA. La subestación se ubicará junto a la Planta de Beneficio (Provincia: Cotopaxi, Cantón: Sigchos, Parroquia: Palo Quemado, Recinto: Las Minas) en las coordenadas de referencia: 729568 (este), 9956863 (norte), 1432 (cota), que corresponde a la ubicación del transformador de potencia.

**Figura 7.4-55. Subestación Principal, Edificios MCC & Cuartos de Control del Operador**



Fuente: CMLP, 2022

La subestación es aérea de barra simple, con un transformador de potencia de 10 MVA (mega voltio amperios) de capacidad. Tendrá 2 posiciones de 69 kV, una para la llegada de la línea de transmisión y otra para el lado de alto voltaje del transformador de potencia. Tendrá 7 posiciones de 13,8 kV, 1 corresponde a la salida de medio voltaje del transformador de potencia, 4 son para los alimentadores de distribución, 1 para servicios auxiliares y 1 de reserva. El área requerida para la subestación es de 1.000 m<sup>2</sup>, donde se ubicarán los equipos de patio de 69 kV, el transformador de potencia y un cuarto de control de 98 m<sup>2</sup>. En el cuarto de control se ubicarán las celdas de medición, protección y control de las posiciones de 69 kV, y las celdas de interrupción, seccionamiento, protección, medición y control de 13,8 kV.

Dentro de la subestación todo el cableado de 13,8 kV y el de bajo voltaje (208/120 V) se conducirá por ductos, bandejas y/o canaletas.

En resumen, los datos relevantes de la subestación son:

Cuadro 7.4-13. Datos relevantes de la subestación palo Quemado	
Descripción	Valor
Ubicación	Cotopaxi/Sigchos/Palo Quemado
Coordenadas referencia	X: 729568 (este) Y: 9956863 (norte) Z: 1432 (cota)
Tipo de subestación	Aérea – barra simple
Número de transformadores potencia	1
Capacidad de transformación	10 MVA ONAN
Voltajes	69/13,8 kV
Posiciones 69 kV	2 <sup>a</sup>
Posiciones 13,8 kV	7 <sup>b</sup>
Terreno subestación	25 x 40 m (1000 m <sup>2</sup> )
Edificaciones (Cuarto de Control y Oficina)	7 x 14 m (98 m <sup>2</sup> )
Notas: <sup>a</sup> 1 posición de línea de transformación, 1 posición de transformador. <sup>b</sup> 1 posición de entrada, 4 posiciones de salida habilitadas para alimentadores, 1 posición para servicios auxiliares y 1 espacio para una posición de salida futura. <b>Fuente:</b> CMLP, 2022	

Los sectores como se encuentra distribuida la subestación son:

#### *Patio 69 kV*

Los equipos que se prevé colocar en esta área son:

- Pararrayos 60 kV
- Seccionadores

- Interruptor (Disyuntor Tanque Muerto)
- Transformadores de potencial 69 kV
- Transformador de potencia
- Aisladores y herrajes

#### *Cuarto de control*

Los equipos que se prevé colocar en esta área son:

- Tableros de control de 69 kV
- Celdas de 13,8 kV
- Sistemas auxiliares de corriente alterna (AC) y corriente continua (DC)
- Aire acondicionado

#### *Sistema de puesta a tierra*

La malla de puesta a tierra tiene las siguientes funciones importantes:

- Proteger a las personas y equipos contra voltajes peligrosos que puedan aparecer cuando se presente una falla.
- Establecer conexiones equipotenciales, esto es, otorgar un voltaje de referencia para los distintos circuitos eléctricos y electrónicos del sistema.

#### *Obras civiles*

El área destinada para el diseño civil es de 30x35 m (1350 m<sup>2</sup>) la principal infraestructura a construir es el cuarto de control y patio de maniobras, se describe a continuación que actividades se desarrollarán para las obras civiles.

- Preparación del terreno. Se deberá preparar el terreno de tal manera que no existan deformaciones y sea lo suficientemente plano para la ubicación de los equipos, tanto en el patio de maniobras como en el cuarto de control. Para asentar la malla de tierra se requiere de una zanja de profundidad de 80 cm, el material producto de la excavación servirá para realizar una eficiente compactación, luego de instalarse el cable de la malla a tierra.
- Levantamiento topográfico. Con el levantamiento topográfico se ubicará físicamente el perímetro del terreno de la subestación marcando los ejes principales del mismo, para comprobar que las medidas y retiros cumplan adecuadamente de acuerdo con los planos arquitectónicos. Se deberá realizar el trazado y colocación de sus niveles de

referencia para ubicar las diferentes cimentaciones o bases de equipos, pórticos y cuarto de control que se vayan a construir sobre el área de terrenos en estudio.

- Base de equipos. Las bases son las cimentaciones necesarias para el asentamiento de los equipos eléctricos: transformador de potencia, interruptores de 69 kV, transformador de corriente de 69 kV, pórticos de 69 kV. Las dimensiones dependerán del equipo adquirido y serán diseñadas para soportar el peso de estos. La base del transformador de potencia constará con una zanja recolectora de aceite con una dimensión referencial de 50 x 30 mm, la cual es requerida para evitar posibles contaminaciones del suelo y agua con el aceite del transformador. El aceite que pudiese derramarse en la zanja será conducido a través de un canal recolector hasta un tanque o cisterna de tratamiento, diseñado para el manejo de los líquidos aceitosos.
- Cerramientos. El cerramiento perimetral de la subestación eléctrica será construido con mallas de 3 metros de altura y tubería de acero galvanizado para la sujeción, la distancia de separación será de 3 metros, aproximadamente.
- Cuarto de control. Para el cuarto de control se considera un área aproximada de 14 x 7 m (98 m<sup>2</sup>), en dónde se instalarán celdas en media tensión, cuarto para el banco de baterías y una oficina. La implantación del cuarto de control tendrá una altura mínima de 30 cm sobre el nivel del terreno terminado.
- Ductos para conductores. Se requerirá la implantación de ductos de hormigón armado, por el cual pasarán los conductores eléctricos de media tensión desde el transformador de potencia hasta la celda principal de media tensión que se encuentran dentro del cuarto de control. También pasarán por los mismos ductos el cableado de control para los tableros de protección y control a ubicar dentro del cuarto de control.
- Centros de control de las dependencias del proyecto La Plata. El tablero de distribución principal de la subestación Palo Quemado alimentará los centros de control de motores (MCC), los edificios de equipos eléctricos que albergan a los MCC y las salas de control del operador para la trituradora, la planta de proceso, el filtrado de relaves, la energía de emergencia y las áreas de infraestructura de superficie, serán prediseñados de manera que cumplirán con todos los códigos y reglamentos eléctricos y contra incendios locales.

#### 7.4.2.4.1.3 Distribución Eléctrica Proyecto La Plata

La distribución eléctrica dentro del proyecto se efectuará con circuitos trifásicos aéreos, utilizando postes de hormigón de 14 metros, y también se utilizarán cables trifásicos que se serán distribuidos a las dependencias del proyecto a través de ductos subterráneos y bandejas portacables.

La alimentación al área de Chancado y Molienda se realizará con cable de 13,8 kV que se llevará por ducto subterráneo hasta el centro de control de motores MCC, donde se tendrán transformadores de 13,8/4,16 KV para el Molino SAG y Molino de Bolas y transformadores de 13,8 kV/480V/208V/120V para el resto de los motores y otros usos dentro de esta área.

La alimentación a la Planta de Beneficio se realizará con cable de 13,8 kV que se llevará por ducto subterráneo hasta el centro de control de motores MCC, donde se dispondrá un transformador de 1,5 MVA, 13,8 kV/480 V, para alimentar al centro de control de motores, y luego otros transformadores de distintas capacidades con relación 480/208/120V para los demás usos de esta área. Desde la sala eléctrica se distribuirá mediante bandejas portacables.

La alimentación hacia la Mina será con un circuito aéreo trifásico de 13,8 kV, 900 metros de longitud, con postes de hormigón de 14 metros, hasta llegar a la bocamina, luego se continuará con cable aislado de 13,8 kVA través de ducto hasta llegar a la sala eléctrica en el Interior de Mina, donde se tendrán 2 transformadores de 650 kVA, 13,8kV/480V/208V/120V, y 1 transformador de 1.000 kVA 13,8 kV/480V/208V/120V, para la distribución a los sistema de ventilación, bombeo, iluminación, jumbo y demás usos de la mina.

Finalmente, el servicio eléctrico para el campamento se llevará con un circuito aéreo trifásico de 13,8 kV, 720 metros de longitud, para la distribución al campamento se empleará un transformador de 112,5 kVA, 13,8kV/208V/120V. Desde el centro de distribución del campamento, se distribuirá a las distintas áreas utilizando ductos y canaletas. Adicionalmente, del circuito de 13,8 kVA se tomará una derivación para suministrar a la planta de tratamiento de agua, donde se utilizará un transformador de 13,8kV/480V/208V.

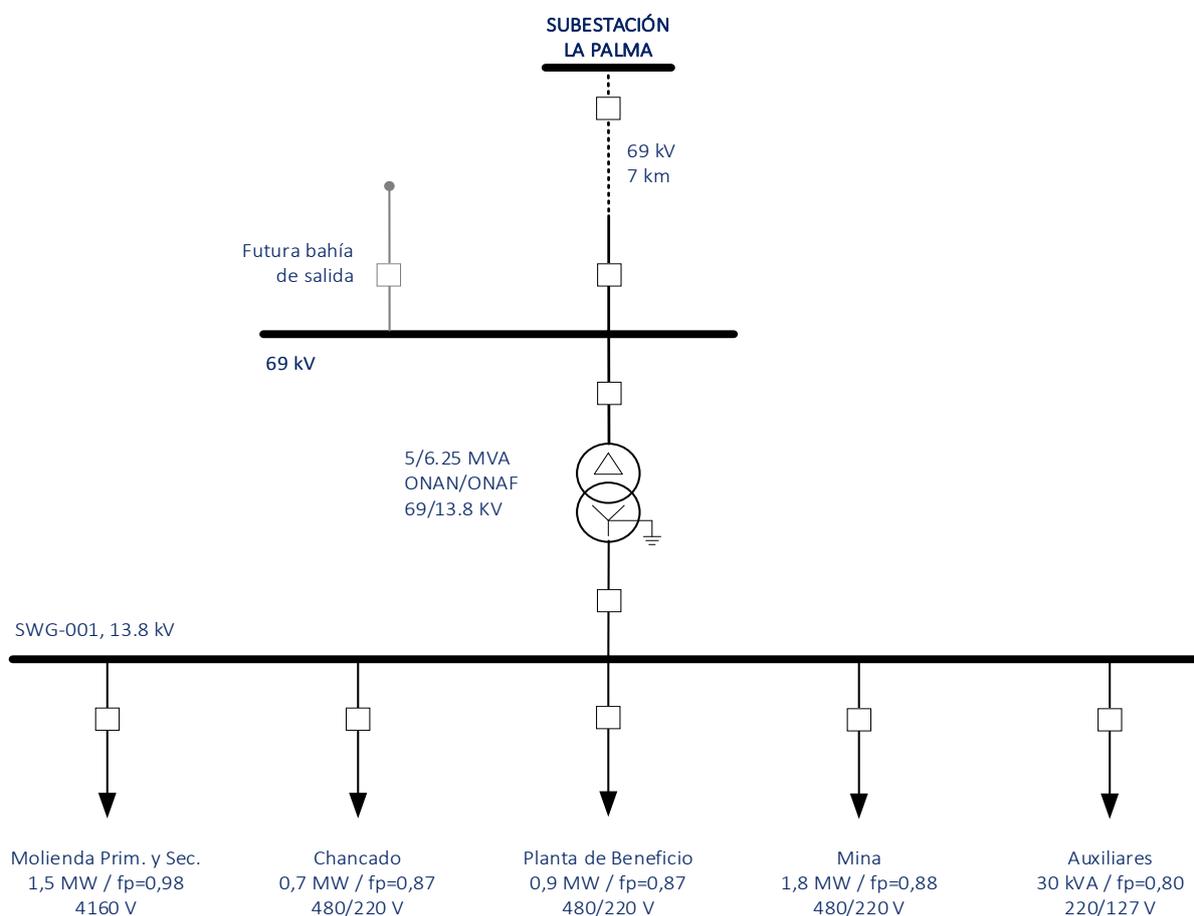
#### 7.4.2.4.1.4 Esquema general y disposición de equipos

La Subestación Principal, estará compuesta por un cerco perimetral, y un bordillo de concreto. 40 m x 25 m, esta instalación incluye el transformador y el interruptor principales que se conectará con la línea de energía de los servicios públicos y el tablero de distribución principal alimentará los edificios del MCC. La subestación principal tiene una capacidad de 10 MVA. El sistema de protección contra incendios cumplirá con NFPA-850. Los edificios de equipos eléctricos, que albergan los centros de control de motores (MCC) y las salas de control

del operador para la trituradora, la planta de procesamiento, el filtrado de relaves, la energía de emergencia y las áreas de infraestructura de superficie, serán edificios prediseñados que cumplan con todos los códigos y reglamentos eléctricos y contra incendios locales. La plataforma del transformador incluye una barrera de hormigón que contendrá el agua en contacto con infraestructura, las canaletas dirigirán el flujo al separador de aceite, el mismo que será entregado a un gestor de residuos calificado. En la Figura 7.4-26 se presenta la disposición de espacios y equipos dentro del terreno.

En la Figura 7.4-56, se muestra el diagrama unifilar simplificado, que considera las dos posiciones de 69 kV, 1 posición de entrada de 13,8 kV y posiciones de salida de 13,8 kV, para las distintas dependencias del proyecto minero y posición de 13,8 kV para servicios auxiliares de la subestación.

**Figura 7.4-56. Diagrama unifilar simplificado**



**Fuente:** CMLP, 2021

La distribución de energía a partir de la subestación Palo Quemado se realizará dentro del área de implantación bajo el esquema de la Figura 7.4-57.



#### 7.4.2.4.1.5 Sistemas de comunicación

La red de datos está compuesta por equipos activos y pasivos, sirve para la interconexión de los distintos terminales necesarios para el funcionamiento de la subestación (Equipos de control, medición, protección y monitoreo), así como el cableado estructurado para la conexión de las computadoras y equipos de vigilancia necesarios.

El diseño del sistema de automatización y comunicación contempla un concentrador de fibra óptica, un switch de mínimo 24 puertos de comunicaciones de fibra óptica y una RTU para conexión remota de los equipos de protección y medidores de energía ubicados dentro de la subestación.

El sistema deberá estar basado en una arquitectura de distribución abierta, de tal manera que sean soportados tanto los equipos que se instalen inicialmente como futuros equipos (que podrán ser de diferentes proveedores).

El cableado estructurado será compatible con todas las aplicaciones y normas vigentes de la industria de telecomunicaciones, tales como: ISO, EIA/TIA, IEEE, ANSI, TP-MPD, en modo tal de soportar aplicaciones de voz (audio), datos e imágenes de alta calidad.

El cableado estructurado será instalado desde el gabinete denominado Rack de Comunicaciones, que estará ubicado la sala de control hasta los distintos puntos y conexiones, y cumplirá las norma EIA-310-D y UL-60950.

El cableado estructurado deberá ser capaz de soportar aplicaciones de alta velocidad, para así garantizar la calidad en las comunicaciones convergentes de IP, voz, datos, vídeo y videoconferencia, así como la transmisión de todas las señales de control, protección y medición de los elementos del Sistema Eléctrico de la Subestación.

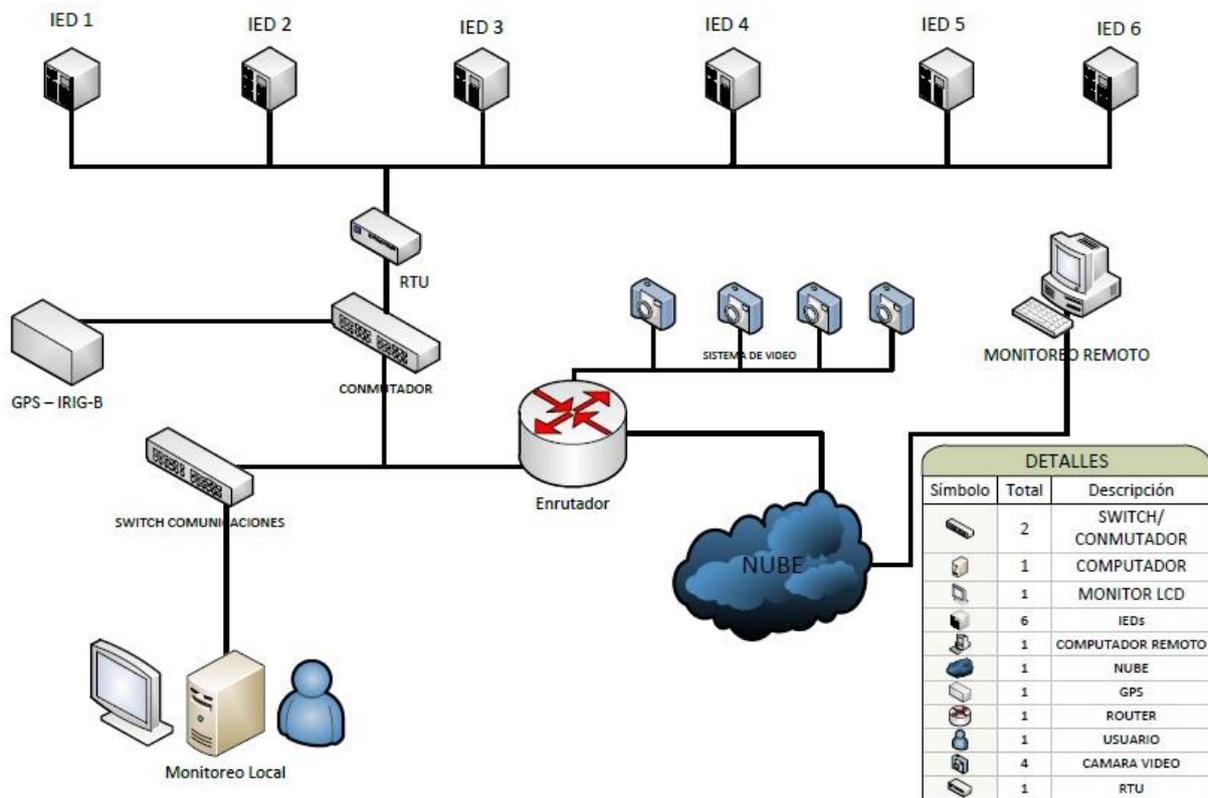
Los elementos necesarios para las redes de datos y medición serán ubicados en cada celda y para los IED de protección y control tendrán comunicación redundante de fibra óptica, todo el sistema estará bajo la norma IEC 61850. El sistema de control se integrará a los controladores de subestación e interfaz hombre-máquina (IHM) a través del sistema de comunicaciones por fibra óptica, el protocolo utilizado será IEC 61850. Para monitoreo y manejo de información de registro y eventos, los IED, se podrán acceder a través de la red de gestión de protecciones por una de las redes LAN disponibles. Para la medición se establecerá una red ethernet de independiente de monitoreo con acceso remoto.

**Cuadro 7.4-14. Equipo referencial sistema de comunicaciones de la subestación eléctrica**

Nro.	Cantidad	Equipo
1	1	Computador
2	1	Switch 24 porticos
3	1	Router Cisco 1841
4	1	GPS IRIG – B
5	1	Rack de comunicaciones completo
6	1	RTU
7	15	Puntos de Red Cat 6A
8	4	Cámaras IP
9	1	Multitoma Vac, administrable via IP/Web
10	1	Multitoma Vdc, administrable via IP/Web

Fuente: (TOACHI, octubre, 2021)

**Figura 7.4-58. Esquema unifilar referencial del sistema de Comunicaciones de la subestación eléctrica**



Fuente: (TOACHI, octubre, 2021)

#### 7.4.2.4.2 Generación de energía de respaldo para mina

En el portal Este se ubicará infraestructura necesaria que albergará a dos generadores los cuales en caso de suspensión de suministro de CNEL EP, dotarán a la mina subterránea de energía eléctrica.

#### **7.4.2.5 Infraestructura común**

Existen instalaciones de superficie que serán construidas para su uso común durante la etapa de construcción y operación de las fases de explotación y beneficio, las cuales son descritas en las siguientes secciones.

##### **7.4.2.5.1 Sistema de manejo de agua contactada y no contactada**

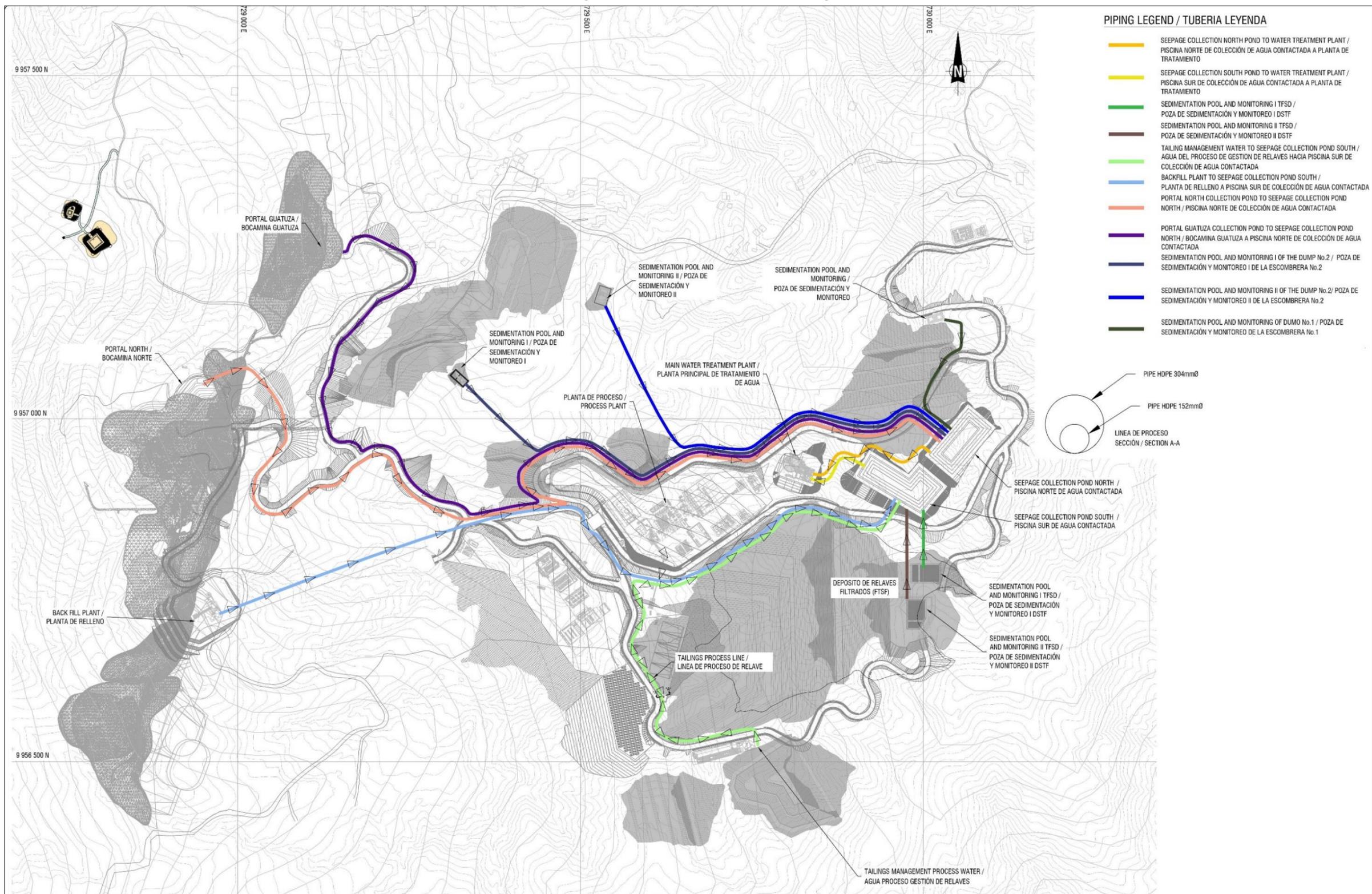
Las áreas de aporte corresponden a las zonas en las cuales se generará la escorrentía superficial o infiltraciones, mismas que proporcionarán los caudales de diseño de las diferentes obras proyectadas.

En esta sección constan las obras de manejo de aguas no contactadas comprendidas por sistemas de drenaje de aguas subterráneas, obras de entrega, canales de coronación para el depósito de relaves filtrados, la estación auxiliar de transferencia, la planta de procesos, la infraestructura de mina, la escombrera N° 1 y la escombrera N° 2; así como, también las obras de manejo de aguas contactadas comprendidas por el sistema de drenaje de aguas de infiltración, los canales de coronación, las rápidas de descarga, las pozas de sedimentación y monitoreo del depósito de relaves filtrados, de la escombrera N° 1 y de la escombrera N° 2.

El sistema de manejo de aguas de mina se describe en la sección Instalaciones subterráneas/Desarrollo minero/Estación de bombeo, otra fuente de agua contactada es la filtración de relaves descrita en la sección Instalaciones en superficie/Área de gestión de relaves.

En la siguiente Figura se muestra cómo se encontrará conformado el sistema de tuberías de agua contactada.

Figura 7.4-59. Sistema de tuberías de agua contactada



Fuente: CMLP, 2022

#### 7.4.2.5.1.1 Sistema para aguas no contactadas

Las áreas de aporte de las aguas no contactadas son aquellas áreas que se encuentran en terreno natural aguas arriba del componente, que por su configuración topográfica genera pendientes tales que el flujo de la escorrentía superficial se dirija hacia el componente, a continuación, se presentan las áreas de aporte determinadas para cada uno de los componentes proyectados.

#### *Depósito de relaves filtrados (FTSF), Estación Auxiliar de Transferencia, Planta de Procesos e Infraestructura de Minas*

Se han proyectado para los componentes mencionados tres canales de coronación denominados de la siguiente manera:

- Canal de Coronación N°01: Se encuentra aguas arriba al oeste de la infraestructura de mina, este canal será el encargado de captar y derivar el área de aparte "A1" de las aguas de no contacto hacia la Quebrada Estero Alambique.
- Canal de Coronación N°02: se encuentra aguas arriba del stock pile y del depósito de relaves, este canal será el encargado de captar y derivar área de aparte "A2" de las aguas de no contacto hacia el canal de coronación N°03.
- Canal de Coronación N°03: se encuentra aguas arriba de la estación auxiliar de transferencia, este canal es el encargado de captar las aguas de no contacto provenientes de canal de coronación N°02, del área de aporte "A3" que se encuentra aguas arriba de la estación auxiliar de transferencia y descargarlos hacia la quebrada S/N 8 La Florida.

Figura 7.4-60. Distribución de áreas de aporte de las aguas de no contacto en la estación auxiliar de transferencia, depósito de relaves filtrados, planta de procesos e infraestructura de mina



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

**Cuadro 7.4-15. Parámetros geomorfológicos de las áreas de aporte de transferencia, depósito de relaves filtrados, planta de procesos e infraestructura de mina**

Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte 1	0.023	0.499	0.092	13.0
Área de Aporte 2	0.024	0.346	0.110	9.9
Área de Aporte 3	0.029	0.448	0.135	11.0

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

*Escombrera N° 01 (WRF)*

El área de aporte “A1” es la que produce el caudal en el canal de coronación de la Escombrera N°01 se ubica al sur de esta, además aporta el caudal de escorrentía al respectivo canal de coronación de aguas no contactadas, este a su vez descarga por medio de su obra de entrega a la Quebrada Estero Alambique. A continuación, se presenta el área de aporte de la Escombrera N°01:

**Figura 7.4-61. Distribución del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°01**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-16. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°01				
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte A1	0.019	0.37	0.100	10.5
Fuente: (SINCO, octubre 2021)				

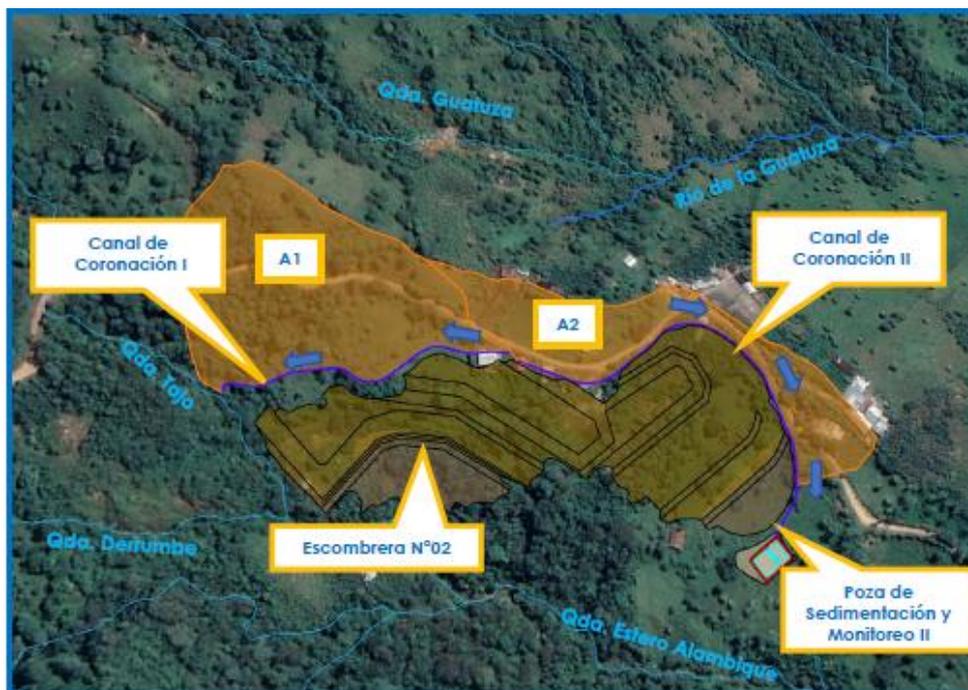
### Escombrera N° 02 (WRF)

La Escombrera N°02 tiene dos áreas de aporte de aguas no contactadas, ambas se ubican aguas arriba hacia el noroeste del componente, estas áreas alimentan a los siguientes canales:

- Canal de Coronación I: este canal se aguas arriba hacia el oeste del componente, se encarga de captar y direccionar las aguas de escorrentía producidas por el área de aporte “A1” hacia la Quebrada Tajo.
- Canal de Coronación II: si bien es cierto el canal de coronación de las aguas no contactadas ubicado al norte del depósito descargará las aguas provenientes del área aporte “A2”, también descargará el área de aporte de aguas de contactadas provenientes de la escombrera, estas serán derivadas hacia la poza de sedimentación y monitoreo ubicada aguas abajo del componente.

La fusión de las aguas no contactadas con las contactadas en el Canal de Coronación II, se debe básicamente a la optimización de los diseños hidráulicos en el sector este de la Escombrera N°2, con lo que se evita la construcción de dos obras hidráulicas para el control de las escorrentías superficiales, aunado al hecho de que aguas arriba del componente existe actualmente un acceso que contiene canales para el manejo de las escorrentías que se den en el área A2, sin embargo estas no son aptas para avenidas extraordinarias con lo que el Canal de Coronación II solo estará en funcionamiento ante eventos extraordinarios.

Figura 7.4-62. Distribución de las áreas de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°02



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-17. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas de no contacto en la Escombrera N°02				
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte A1	0.018	0.491	0.143	11.5
Área de Aporte A2	0.022	0.191	0.523	4.6

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

#### 7.4.2.5.1.2 Sistema para aguas contactadas

Las aguas contactadas son aquellas producidas por la escorrentía superficial o infiltración que tiene lugar en el componente proyectado, en este caso en el depósito de relaves filtrados o las escombreras. A continuación, se presentan las áreas de aporte de las aguas contactadas en cada uno de los componentes proyectados.

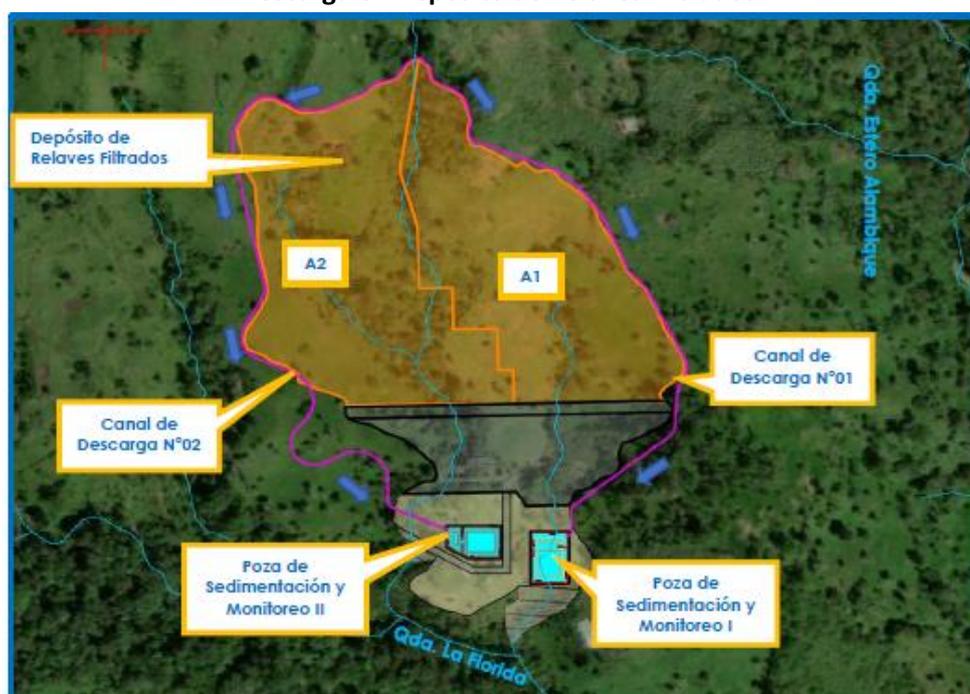
##### *Depósito de relaves filtrados (FTSF)*

El manejo de las aguas contactadas del Depósito de Relaves Filtrados, se realizará por medio de canales de captación, derivación y descargas hacia las pozas de sedimentación y

monitoreo ubicadas aguas abajo del dique de arranque, los canales de descarga proyectados y sus respectivas áreas de aporte son:

- Canal de Descarga N°01: es el encargado de descargar hacia la poza de sedimentación y monitoreo I, las aguas contactadas producidas en el área de Aporte "A1"
- Canal de Descarga N°02: es el encargado de descargar hacia la poza de sedimentación y monitoreo II, las aguas contactadas producidas en el área de Aporte "A2".

**Figura 7.4-63. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para los canales de Descarga en Depósito de Relaves Filtrados**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-18. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas del depósito de relaves hacia los canales de descarga				
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte A1	0.036	0.647	0.108	14.9
Área de Aporte A2	0.036	0.586	0.128	13.4

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

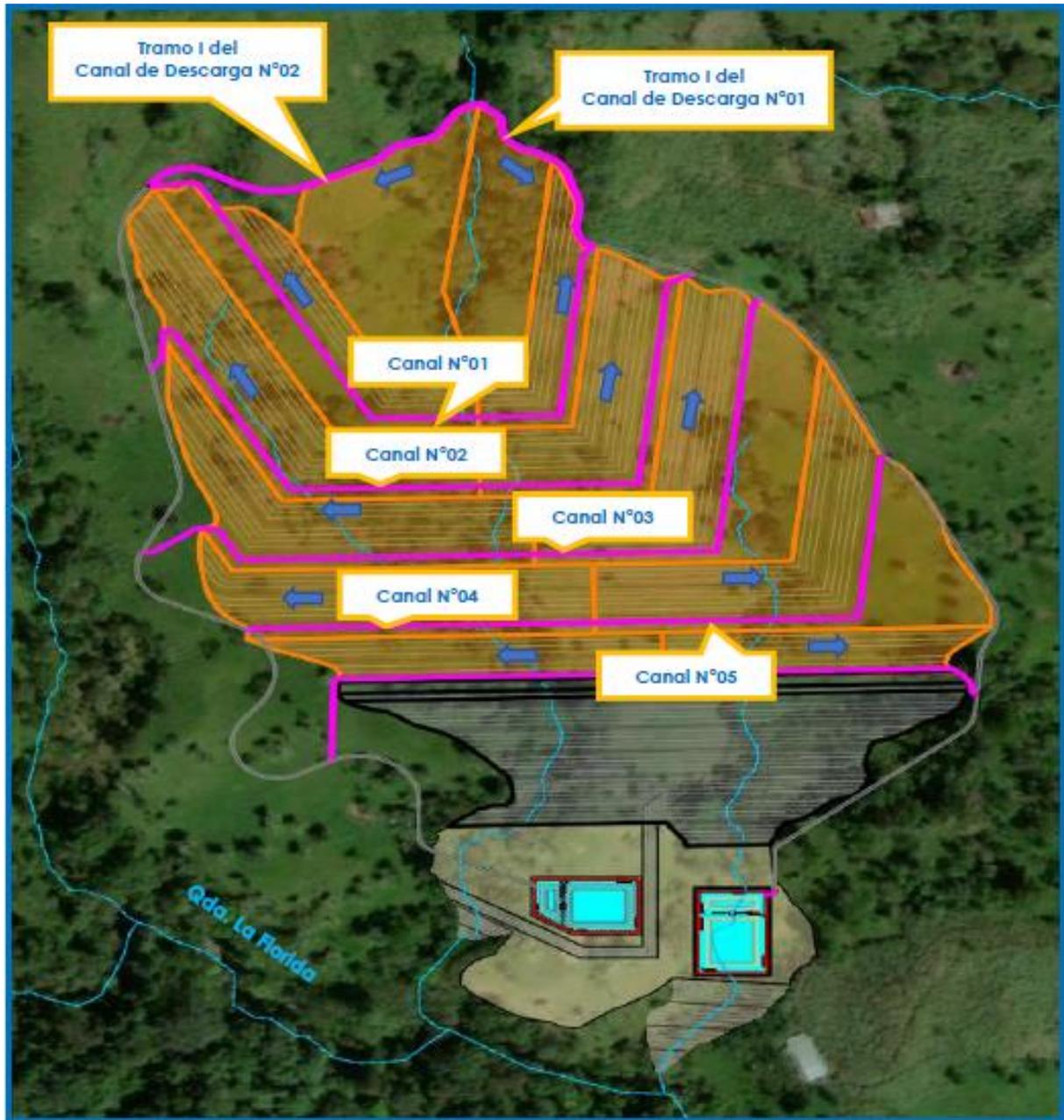
A la vez en el depósito de relaves filtrados se han proyectado cunetas que irán sobre los bancos de conformación, con la finalidad de derivar la escorrentía producida sobre el depósito hacia los canales de descarga, a continuación, se presentan las áreas de aporte de las cunetas proyectadas:

Figura 7.4-64. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas en Depósito de Relaves Filtrados



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-65. Distribución de las Cunetas en Depósito de Relaves Filtrados



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

**Cuadro 7.4-19. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas del depósito de relaves hacia las cunetas**

Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )
Área de Aporte A1	0.006
Área de Aporte A2	0.005
Área de Aporte A3	0.007
Área de Aporte A4	0.006
Área de Aporte A5	0.005
Área de Aporte A6	0.003
Área de Aporte A7	0.004
Área de Aporte A8	0.003
Área de Aporte A9	0.005
Área de Aporte A10	0.009
Área de Aporte A11	0.009
Área de Aporte A12	0.002

**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

#### *Escombrera N° 01 (WRF)*

La Escombrera N°01, tendrá un sistema de canales abiertos que captarán y derivarán la escorrentía de las aguas contactadas hacia la poza de sedimentación y monitoreo ubicada aguas abajo del componente, a continuación, se presentan las áreas de aporte hacia los canales y cunetas proyectadas:

Figura 7.4-66. Área de aporte de las aguas contactadas en la Escombrera N°01



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-20. Parámetros geomorfológicos del área de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°01 hacia los canales de descarga

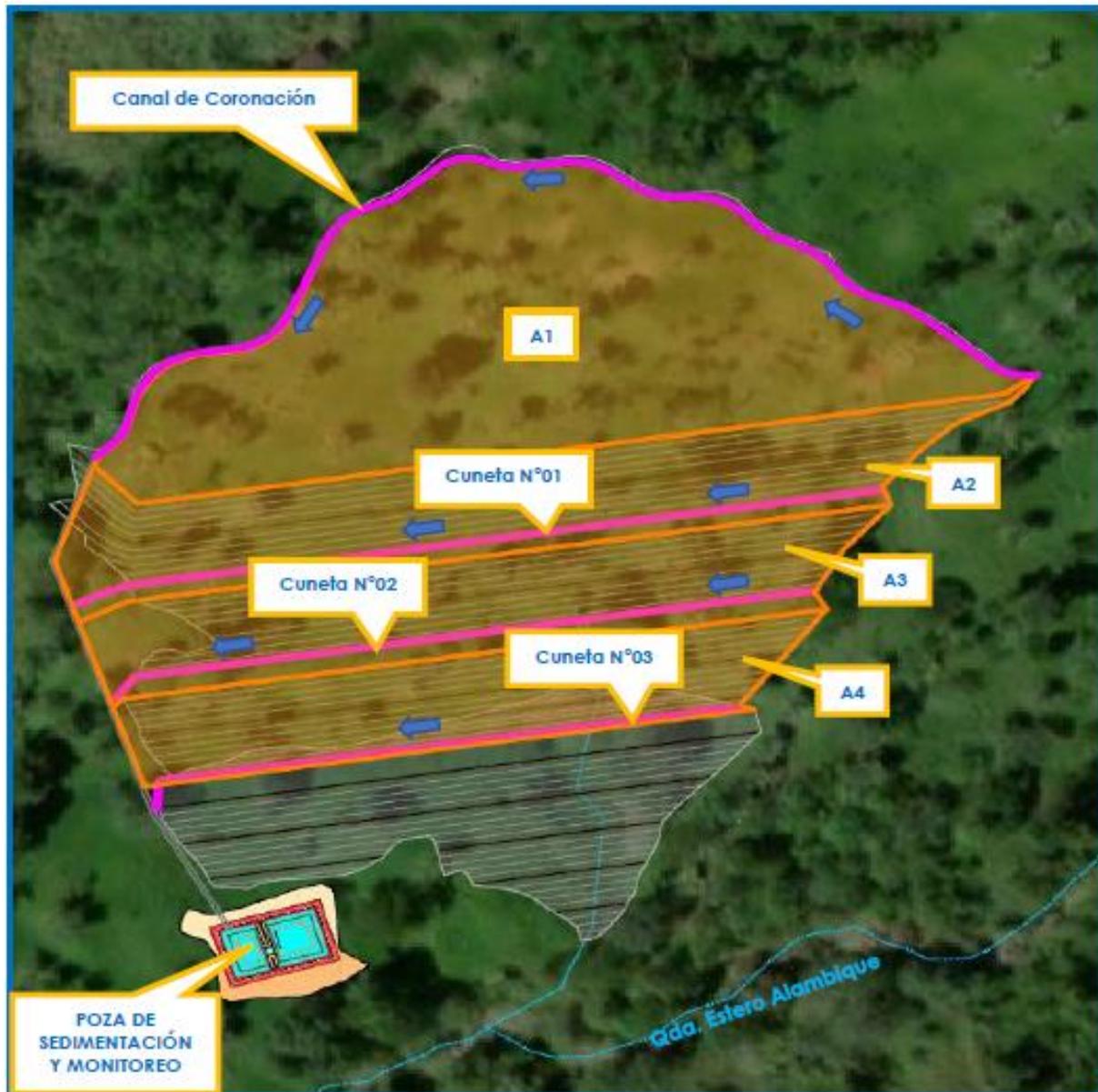
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte A1	0.027	0.189	0.166	6.3

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

A la vez en la Escombrera N°01, se han proyectado cunetas que irán sobre los bancos de conformación, con la finalidad de derivar la escorrentía producida sobre el depósito hacia los

canales de descarga, a continuación, se presentan las áreas de aporte de las cunetas proyectadas:

**Figura 7.4-67. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas y Canal de Coronación en la Escombrera N°01**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-21. Áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°01 hacia las Cunetas	
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )
Área de Aporte A1	0.01
Área de Aporte A2	0.004
Área de Aporte A3	0.004
Área de Aporte A4	0.003

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Escombrera N° 02 (WRF)

En la Escombrera N°02, también se han propuesto una serie de canales abiertos que captaran y conducirán el flujo de escorrentía producto de las precipitaciones y los descargarán en las pozas de sedimentación y monitoreo planteadas aguas debajo de los diques de arranque del componente. A continuación, se presentan las áreas de aporte de los canales de descarga y las cunetas proyectadas:

Figura 7.4-68. Área de aporte de las aguas contactadas en la Escombrera N°02



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-22. Parámetros geomorfológicos de las áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°02 hacia los canales de descarga				
Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud Cauce (Km)	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (minutos)
Área de Aporte A1	0.018	0.491	0.143	11.5
Área de Aporte A2	0.021	0.332	0.157	8.7

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

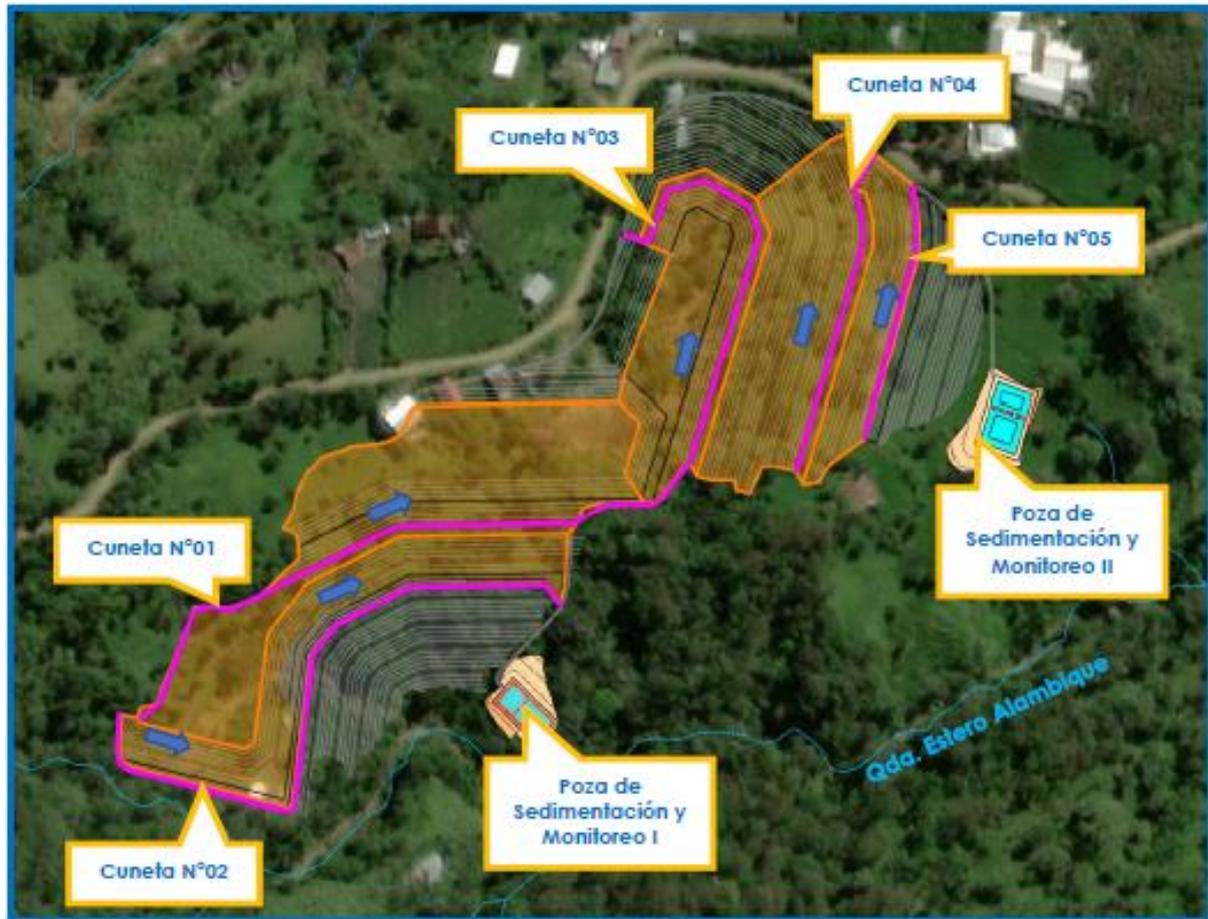
A la vez en la Escombrera N°02, se han proyectado cunetas que irán sobre los bancos de conformación, con la finalidad de derivar la esorrentía producida sobre el depósito hacia los canales de descarga, a continuación, se presentan las áreas de aporte de las cunetas proyectadas:

**Figura 7.4-69. Distribución de áreas de aporte de las aguas contactadas para las Cunetas en la Escombrera N°01**



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-70. Distribución de las Cunetas en la Escombrera N°02



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

**Cuadro 7.4-23. Áreas de aporte de las aguas contactadas de la Escombrera N°02 hacia las Cunetas**

Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )
Área de Aporte A1	0.009
Área de Aporte A2	0.005
Área de Aporte A3	0.005
Área de Aporte A4	0.006
Área de Aporte A5	0.002

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

7.4.2.5.1.3 Diseño hidráulico de las obras para el manejo de agua

Para el manejo de las aguas se han proyectado sistemas de canales abiertos denominados canales de coronación, canales de descarga y cunetas, a la vez que para el manejo de las aguas subterráneas o de infiltración se diseñaron sistemas de subdrenajes.

### Manejo de aguas superficiales

El manejo de las aguas superficiales se realizará por medio de canales abiertos, estos captarán la escorrentía producto de las precipitaciones en las áreas de aporte ubicados en la parte alta o por sobre cada uno de los componentes proyectados.

En caso se trate de canales de manejo de aguas no contactadas este flujo será redirigido hacia las quebradas ubicadas aguas abajo y descargados por medio de obras de entrega diseñadas para sedimentar y entregar en flujo laminar para evitar erosiones en el cauce natural, al igual que los subdrenajes encargados de drenar los manantiales o afloramientos bajo los componentes proyectados o simplemente evitar el ascenso del nivel freático, el flujo captado por estos sistemas serán dirigidos a una obra de entrega para luego descargar a la quebrada natural.

Mientras que para el caso de las aguas contactadas el agua será captada por las cunetas o canales de coronación y serán direccionados hacia los canales de descarga, mismo que los derivarán hacia las pozas de sedimentación y monitoreo, desde las cuales serán bombeadas hacia la planta de tratamiento, de la misma forma los sistemas de subdrenaje de las aguas de infiltración serán descargados a las pozas de sedimentación y monitoreo.

### Canales

De acuerdo con los criterios establecidos en el informe técnico hidráulico se han diseñado los canales para el manejo de aguas que serán empleados en las Escombreras N°01 y N°02, así como también en el Depósito de Relaves Filtrados, todos los canales han sido proyectados con revestimiento de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en el caso de los canales rectangulares estos deberán tener armaduras de acero corrugado con un  $FY=4200$   $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con diámetros de varillas que varían entre 3/8" hasta 1/2".

Con base en el dimensionamiento establecido de acuerdo con los caudales estimados para periodos de retorno de 500 y 1,000 años, se plantearon cinco (05) tipos de canales y una cuneta, con la finalidad de homogenizar las secciones requeridas, a continuación, se presenta el resumen de las características hidráulicas de los canales diseñados:

Cuadro 7.4-24. Características Hidráulicas de los Tipos de Canales								
Tipo de Canal	Tipo de Sección	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Manning "n"	Pendiente Mínima "S" (m/m)	Tirante "Y" (m)	Radio Hidráulico "R" (m)	Velocidad "V" (m/s)	Número de Froude "F"
Canal Tipo I	Trapezoidal	0.400	0.014	2.00%	0.30	0.10	2.77	1.90
Canal Tipo II	Trapezoidal	0.700	0.014	2.00%	0.30	0.20	3.19	1.98

**Cuadro 7.4-24. Características Hidráulicas de los Tipos de Canales**

Tipo de Canal	Tipo de Sección	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Manning "n"	Pendiente Mínima "S" (m/m)	Tirante "Y" (m)	Radio Hidráulico "R" (m)	Velocidad "V" (m/s)	Número de Froude "F"
Canal Tipo III	Rectangular	0.250	0.014	2.00%	0.20	0.10	2.34	1.77
Canal Tipo IV	Rectangular	0.700	0.014	2.00%	0.30	0.20	3.08	1.72
Canal Tipo V	Rectangular	1.40	0.014	2.00%	0.40	0.20	3.65	1.88
Cuneta	Triangular	0.15	0.014	2.00%	0.30	0.10	2.10	1.83

**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

Una vez definidas las características hidráulicas de las cinco (05) secciones más la cuneta proyectada, se procedió a asignar la sección correspondiente que cumpla con los criterios de diseño establecidos para cada uno de los canales, a continuación, se presentan las características geométricas de los canales:

**Cuadro 7.4-25. Características Geométricas de los Canales**

Tipo de Canal	Tipo de Sección	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente Mínima "S" (m/m)	Talud de Muros "Z" (H:V)	Tirante "Y" (m)	Base "B" (m)	Altura "H" (m)	Borde Libre "BL" (m)
Canal Tipo I	Trapezoidal	0.40	2.00%	0.50:1.00	0.30	0.40	0.50	0.20
Canal Tipo II	Trapezoidal	0.70	2.00%	N/A	0.30	0.50	0.60	0.30
Canal Tipo III	Rectangular	0.25	2.00%	N/A	0.20	0.60	0.60	0.40
Canal Tipo IV	Rectangular	0.70	2.00%	N/A	0.30	0.70	0.70	0.40
Canal Tipo V	Rectangular	1.40	2.00%	N/A	0.40	1.00	0.70	0.30
Cuneta	Triangular	0.15	2.00%	1.00:1.00	0.30	N/A	0.40	0.10

**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

Al definirse las características geométricas de cada canal, se procedió a asignarlo en cada sección y ubicación de acuerdo con los caudales estimados para cada área de aporte en los componentes, a continuación, se presenta la ubicación proyectada de cada uno de los canales en sus respectivos componentes:

**Cuadro 7.4-26. Caudales de diseño para obras hidráulicas en el depósito de relaves**

Sector	Obra Hidráulica	Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Canal	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
Aguas No Contactadas	Canal de Coronación N° 01	A1	0,023	IV	<b>0,7</b>
	Canal de Coronación N° 02	A2	0,024	IV	<b>0,7</b>
	Canal de Coronación N°03	A3	0,029	V	<b>1,4</b>
Aguas Contactadas	Canal de Descarga N° 01	A1	0,036	V	<b>1,4</b>
	Canal de Descarga N°02	A2	0,036	V	<b>1,4</b>

Cuadro 7.4-26. Caudales de diseño para obras hidráulicas en el depósito de relaves							
Sector	Obra Hidráulica	Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Canal	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)		
	Tramo I del Canal de Descarga N°01	A7	0,004*	I	0,4		
	Tramo I del Canal de Descarga N°02	A1	0,006*	I	0,4		
	Canal N°01	A8	0,003*	TIPO I	0,4		
		A2	0,005*				
	Canal N°02	A9	0,005*				
		A3	0,007*				
	Canal N°03	A10	0,009*				
		A4	0,006*				
	Canal N°04	A11	0,009*				
		A5	0,005*				
	Canal N°05	A12	0,002*			CUNETAS	0,15
		A6	0,003*				

\* Caudal calculado por rendimiento en base a los parámetros del Canal de Descarga.  
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-27. Caudales de Diseño para Obras Hidráulicas en la Escombrera N° 01					
Sector	Obra Hidráulica	Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Canal	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
Aguas No Contactadas	Canal de Coronación	A1	0,019	I	0,40
Aguas Contactadas	Canal de Descarga	A1	0,027	I	0,40
	Canal de Coronación	A1	0,01*	I	0,40
	Cunetas N°01	A2	0,004*	CUNETAS	0,15
	Cunetas N°02	A3	0,004*		0,15
	Cunetas N°03	A4	0,003*		0,15

\* Caudal calculado por rendimiento en base a los parámetros del Canal de Descarga.  
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Cuadro 7.4-28. Caudales de Diseño para Obras Hidráulicas en la Escombrera N° 02					
Sector	Obra Hidráulica	Área de aporte	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Canal	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
Aguas No Contactadas	Canal de Coronación I	A1	0,018	II	0,70
	Canal de Coronación II	A2	0,022	IV	0,70
Aguas Contactadas	Canal de Descarga	A1	0,019	III	0,25
	Canal de Coronación II	A2	0,021	IV	0,70
	Cuneta N°01	A1(*)	0,009	CUNETAS	0,15
	Cuneta N°02	A2(*)	0,005		0,15
	Cuneta N°03	A3(*)	0,005		0,15
	Cuneta N°04	A4(*)	0,006		0,15
Cuneta N°05	A5(*)	0,003	0,15		

El canal de Coronación II colecta aguas de no contacto y de contacto y las deriva hacia la poza de sedimentación y monitoreo II.  
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Rápidas con Pantallas Deflectoras

Debido a que, en los trazos de los canales proyectados, se presentan sectores o trayectos con pendientes elevadas que pueden producir que el flujo alcance velocidades erosivas que pueden afectar el revestimiento de los canales o flujos turbulentos; se proponen obras que permitan disipar y conducir el flujo con la velocidad y energía adecuada.

De acuerdo con los requerimientos de diseño se han definido cuatro (04) tipos de secciones de canales en rápida a ser usados en los diferentes componentes proyectados, a continuación, se presentan las características geométricas de las rápidas con pantallas deflectoras:

Cuadro 7.4-29. Características Geométricas de las Rápidas con Pantallas Deflectoras									
Tipo de Canal	Tipo de Sección	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente Mínima "S" (m/m)	Canal		Pantalla Deflectora			Velocidad "V" (m/s)
				Base "B" (m)	Altura "H" (m)	Base "B" (m)	Alto "H" (m)	Largo "L" (m)	
Rápida Tipo I	Rectangular	0.25	10.00%	0.60	0.60	0.10	0.15	0.45	3.71
Rápida Tipo II	Rectangular	0.40	10.00%	0.70	0.70	0.10	0.15	0.50	4.07
Rápida Tipo III	Rectangular	0.60	10.00%	0.80	0.80	0.15	0.20	0.60	4.42
Rápida Tipo IV	Rectangular	1.22	10.00%	1.0	1.10	0.20	0.25	0.80	5.09

Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Al definirse las características geométricas de cada rápida, se procedió a asignarlo en cada sección y ubicación de acuerdo con los caudales estimados para descarga o trazos de canales en los componentes, a continuación, se presenta la ubicación proyectada de cada una de las rápidas en sus respectivos componentes:

Cuadro 7.4-30. Distribución de Rápidas con Pantallas Deflectoras en Componentes				
Componente	Tipo de Manejo Aguas	Nombre del Canal en el Cual se Implementará la Rápida	Rápida a Utilizar	
Depósito de Relaves Filtrados	Aguas No Contactadas	Canal de Descarga	Tipo III	
		Canal de Coronación N°03	Tipo IV	
	Aguas Contactadas	Canal de Descarga N°01	Tramo II	Tipo I
			Tramo III	Tipo II
			Tramo IV	Tipo IV
			Tramo V	Tipo IV
			Tramo VI	Tipo IV
		Canal de Descarga N°02	Tramo II	Tipo I
			Tramo III	Tipo III
			Tramo V	Tipo IV

Cuadro 7.4-30. Distribución de Rápidas con Pantallas Deflectoras en Componentes				
Componente	Tipo de Manejo Aguas	Nombre del Canal en el Cual se Implementará la Rápida		Rápida a Utilizar
			Tramo VI	Tipo IV
Escombrera N°01	Aguas No Contactadas	Canal de Coronación		Tipo I
	Aguas Contactadas	Canal de Descarga		Tipo I
Escombrera N°02	Aguas Contactadas	Canal de Coronación II		Tipo III
		Canal de Descarga		Tipo I

**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

### Obras de entrega

Con la finalidad de evitar erosiones, entrega de flujos con alto contenido de sedimentos a las quebradas existentes se han proyectado obras de entrega al final de los canales de coronación de aguas no contactadas proyectadas aguas arriba de cada uno de los componentes.

Estas obras de entrega cuentan con una poza de sedimentación que se ha diseñado en función del caudal de diseño, a un diámetro de partículas a sedimentar de 5.00 mm, por ende, implica que estas pozas deberán contemplar un mantenimiento periódico con el fin de evitar la colmatación excesiva de la poza en frecuencia mensual, aunado de una inspección de las condiciones físicas de la estructura.

A la vez la poza de sedimentación funcionará como dissipador de energía para entregar en flujo laminar el agua circulada a las quebradas existentes, la entrega será por medio de mampostería de piedra de Ø0.20m de diámetro, asentada en concreto f'c 175kg/cm<sup>2</sup>, lo que garantizará que no se produzcan erosiones en la quebrada receptora.

### *Manejo de aguas subterráneas*

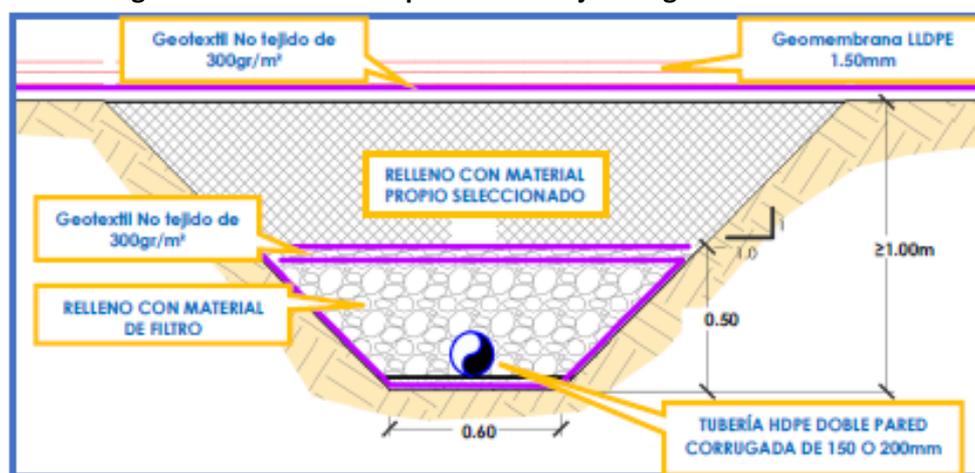
#### Subdrenajes de Aguas Subterráneas

El sistema de subdrenaje de aguas subterráneas se ha diseñado para controlar la altura de los niveles de agua o afloramientos del tipo manantiales que se encuentren en la cimentación de las Escombreras, Depósitos de Relaves Filtrados y la Estación Auxiliar de Transferencia.

El sistema estará conformado por subdrenes construidos en espina de pescado, de forma tal que capte transversalmente las líneas de flujo subterráneo, estos subdrenes se han proyectado como zanjas de un metro de profundidad como mínimo a partir del nivel de

excavación en la cimentación de los componentes, esta zanja tendrá a su vez tuberías de 150.00 a 200.00 mm de diámetro en material HDPE corrugado de pared doble, confinado en material de filtro que permita el paso del agua de forma rápida a través de sus poros, este a la vez estará envuelto en geotextil no tejido, como separador para proteger el material de filtro contra la migración de los finos del material del terreno natural; la pendiente de diseño mínimo de construcción deberá ser de 2% o aquellas que permitan velocidades mayores a los 0.60 m/s. A continuación, se presenta la sección típica de diseño de los sistemas de drenaje de aguas subterráneas.

**Figura 7.4-71. Sección Típica Subdrenaje de Aguas Subterráneas**



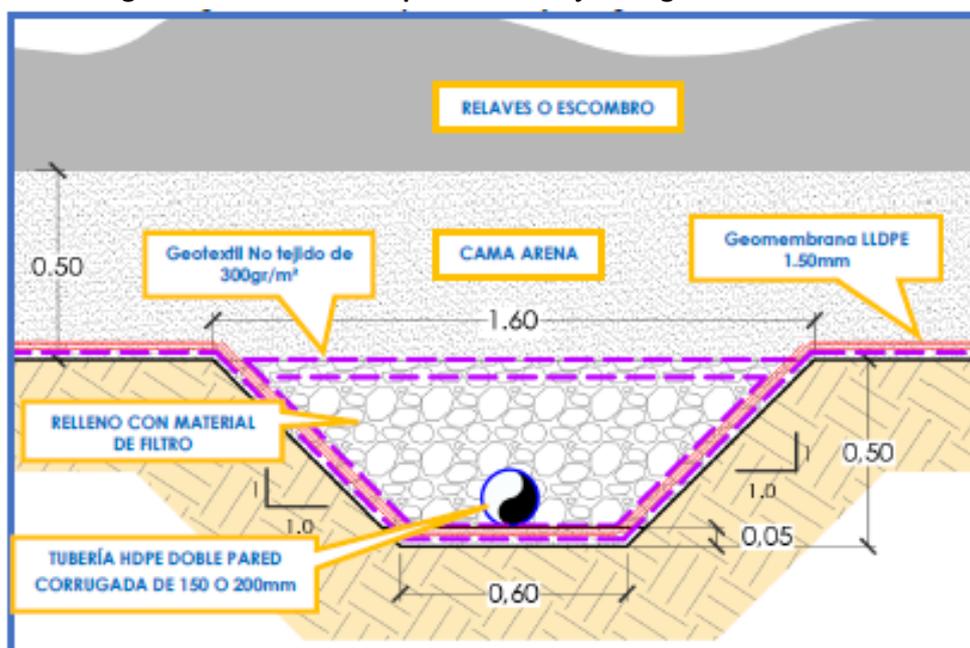
Fuente: (SINCO, octubre 2021)

### Subdrenajes de Aguas de Infiltración

De igual forma que la captación de aguas subterráneas se ha proyectado un sistema de subdrenajes en forma espina de pescado para captar y direccionar las posibles infiltraciones o excesos de saturación en el cuerpo de los componentes, es decir aquella que se infiltre a través del relave o material de roca estéril en las escombreras, esto evitará controlar el exceso de presiones de poro en el cuerpo de los componentes que puedan afectar la estabilidad de estos.

Dado que el agua captada por este sistema es catalogada como agua contactada por tener contacto con los materiales del tipo relave o roca generadora de drenaje ácido, este sistema descargará directamente hacia las pozas de sedimentación y monitoreo para su tratamiento hacia la planta de tratamiento. A continuación, se presenta el detalle típico de la sección del sistema de drenaje de aguas de infiltración:

Figura 7.4-72. Sección Típica Subdrenaje de Aguas de Infiltración



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Como se aprecia en la figura, el sistema estará confinado sobre la geomembrana de impermeabilización en una zanja de mínimo 0.50 m de profundidad en la cual estará instalada la tubería HDPE corrugada de pared doble y perforada de diámetro 150.0 a 200.0 mm, rodeada por material de filtro mismo que estará envuelto en geotextil no tejido de 300 gr/m<sup>2</sup>, este sistema deberá ser instalado con pendientes mínimas de 2.0 % o aquellas que permitan tener velocidades en el flujo mayores a 0.60 m/seg, para evitar la sedimentación.

La separación de los subdrenes ha sido estimada de acuerdo con la recarga calculada, lo que permitió dimensionar la tubería y proyectar la distribución en planta del sistema.

#### Pozas de Sedimentación y Monitoreo

Las pozas de sedimentación y monitoreo fueron proyectadas con la finalidad de recibir el caudal proveniente de los canales de aguas contactadas y el caudal del sistema de subdrenaje de aguas de infiltración, mismo que será colectado en un primer espacio dispuesto para sedimentar los sólidos que puedan ser transportados desde los componentes hacia las pozas, para luego por medio de rebose pasar a la zona de almacenamiento desde la cual podrán ser tratadas o bombeadas hacia las plantas de tratamiento de la unidad; el volumen de almacenamiento de cada una de las pozas fue estimado con base en el caudal producido por una avenida extraordinaria en un periodo de retorno de 150 años.

A continuación, se presentan el resumen de las características de cada una de las pozas proyectadas en los diferentes componentes que conformar el proyecto:

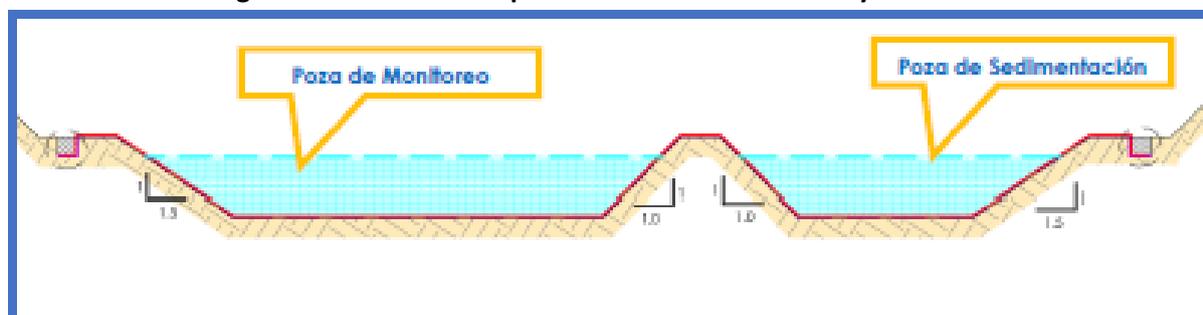
Cuadro 7.4-31. Características Geométricas de las Rápidas con Pantallas Deflectoras							
Componente	Nombre de Poza	Volumen de Almacenamiento (m <sup>3</sup> )	Revestimiento	Dimensiones			Borde Libre (m)
				Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	
Depósito de Relaves Filtrados	Poza N° I	1,500.00	Geomembrana	41.00	26.00	3.00	0.50
	Poza N° II	1,500.00		41.00	26.00	3.00	
Escombrera N°1	Poza	280.00		26.00	17.00	2.00	
Escombrera N°2	Poza N° I	260.00		26.70	13.40	2.00	
	Poza N° II	600.00		29.00	20.00	2.00	

**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

Todas las pozas serán impermeabilizadas mediante una capa de Geomembrana LLDPE de 1.50 mm apoyada sobre un Geotextil no tejido de 300gr/m<sup>2</sup> para proteger a la geomembrana del punzonado, con la finalidad de evitar el contacto de las aguas ácidas captadas con el terreno natural; estos geosintéticos serán anclados por medio de una zanja de 0.50x0.50 m en la berma, esta berma tiene un ancho de 2.00 metros alrededor del pozas, en la que permita la inspección o instalación de equipos necesarios durante la operación de estas pozas.

Desde estas pozas se podrá monitorear la calidad del agua colectada y ser bombeada hasta las plantas de tratamiento correspondientes para su uso en las operaciones de la unidad minera, con la finalidad de mantener el nivel de almacenamientos máximo hasta límites adecuados se deberá implementar un sistema automatizado que encienda el sistema de bombeo una vez el nivel alcance el 90% del máximo proyectado. A continuación, se presenta la sección típica de las pozas de sedimentación y monitoreo proyectadas.

**Figura 7.4-73. Sección Típica Poza de Sedimentación y Monitoreo**



**Fuente:** (SINCO, octubre 2021)

#### 7.4.2.5.1.4 Planta de tratamiento de agua contactada

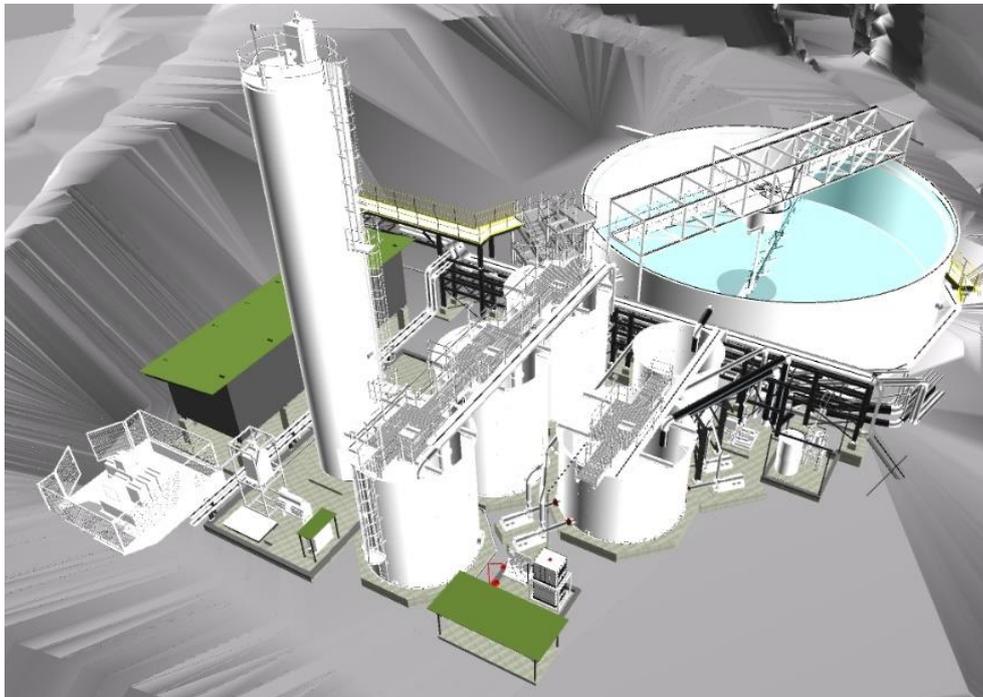
##### *Criterios de diseño*

##### Bases de diseño

La capacidad máxima de diseño de la Planta de Tratamiento de Agua del Proyecto La Plata es de 300 m<sup>3</sup>/h con un factor de diseño del 25%, y cuenta con una superficie de 47 m x 33 m. A continuación, se describirán las partes del sistema.

- Tres tanques para mezcla de reactivos, que cuentan con agitadores.
- Un tanque clarificador con aspas para el movimiento controlado de flujos y limpieza.
- Un tanque para agua efluente con agitador.
- Un tanque para efluentes de clarificación.
- Un sistema de dosificación de HCl con dos bombas para dosificación y contenedor.
- Sistema de aire comprimido para aireadores.
- Tres bombas para circulación en el proceso de planta de tratamiento.
- Estructuras de soporte de acero, pasarelas y escaleras para mantenimiento y operación.
- Pisos de concreto para soporte de estructuras, tanques, bombas y sistemas de dosificación.

**Figura 7.4-74. Planta de tratamiento de agua contactadas**

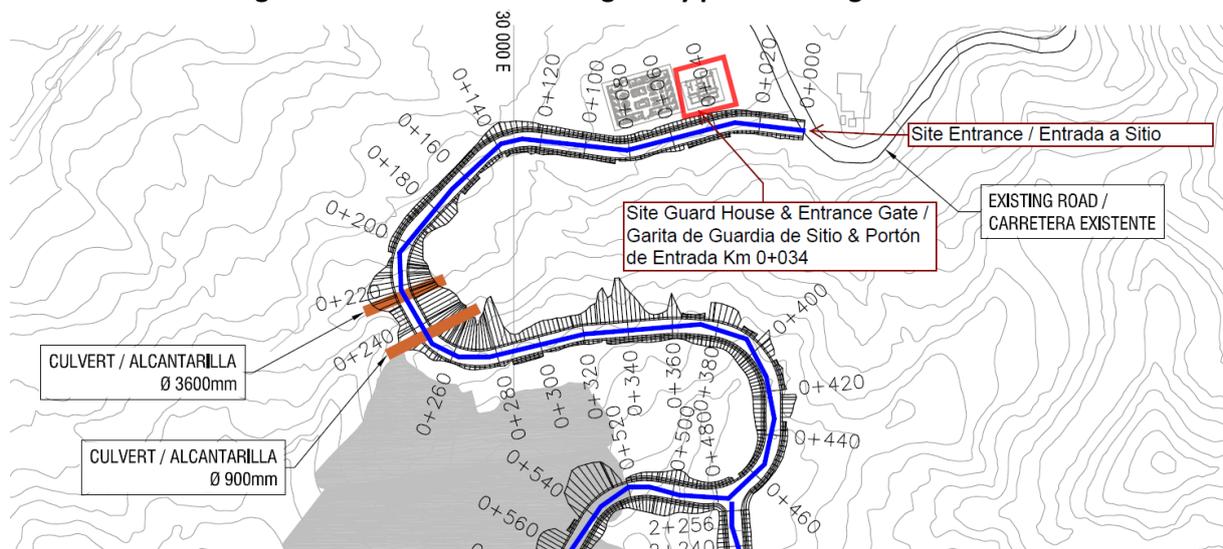


Fuente: CMLP, 2022

### 7.4.2.5.2 Garita y puerta de ingreso-salida

Este edificio está ubicado en la entrada del sitio, como se muestra en la vista del plano general del sitio del documento ECLP-A-112-EW-DWG-0001, en la Vía Principal de Acceso Km 0+034.

**Figura 7.4-75. Ubicación de la garita y puerta de ingreso-salida**



Fuente: CMLP, 2022

Diseñado para cinco (5) trabajadores, este edificio tiene unas dimensiones de 10 m x 12,2 m, se construirá con una losa de hormigón como base, estructura metálica y paneles monowall para paredes y techo. Está equipado internamente con baños para hombres y mujeres, para controlar la seguridad del personal. Contará con detector de metales, oficina de registro de visitantes y dos (2) portones de seguridad. Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua.

En este lugar se realizará una inspección preliminar de todo el personal interno y externo que ingrese al proyecto. Un estacionamiento estará ubicado en la propiedad a poca distancia de la puerta de acceso.

El edificio de control albergará la oficina de control de acceso de seguridad y controlará todo el personal que ingrese y salga del sitio. Solo los vehículos aprobados y autorizados por seguridad podrán avanzar más allá de este punto. Los empleados y visitantes (vehículos no homologados) estacionarán sus vehículos en este lugar antes de pasar por el punto de control de seguridad.

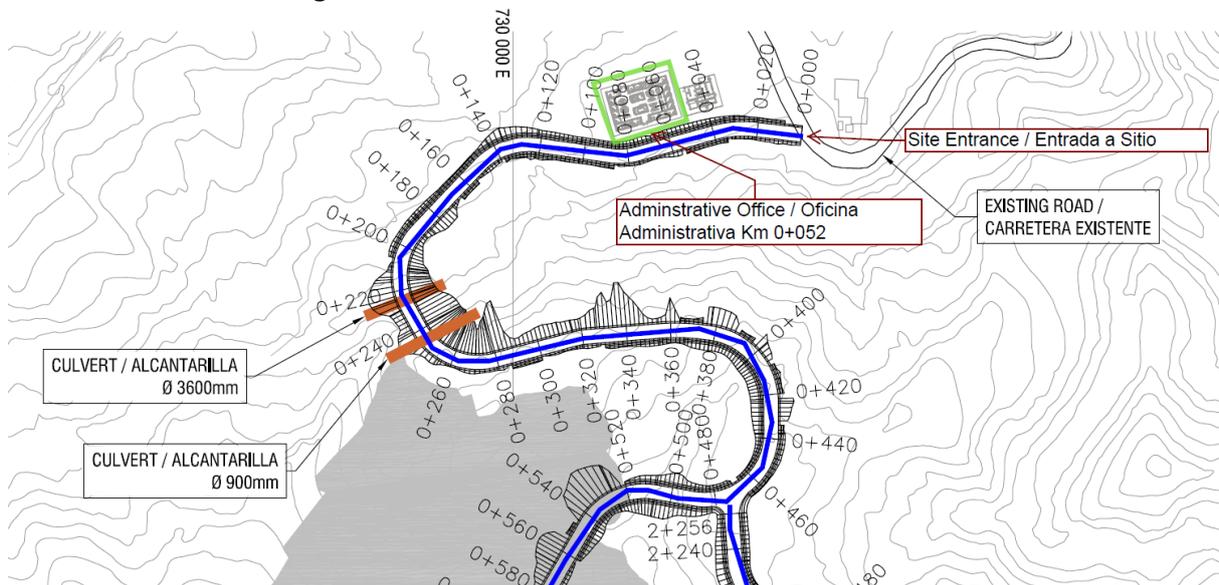
Figura 7.4-76. Garita y Puerto de ingreso-salida



7.4.2.5.3 Oficina administrativa

El edificio de administración es una construcción de una planta ubicada junto a la entrada del sitio, como se muestra en la vista del plano del sitio del documento ECLP-A-112-EW-DWG-0001, en la Vía Principal de Acceso Km 0+052.

Figura 7.4-77. Ubicación de la Oficina Administrativa



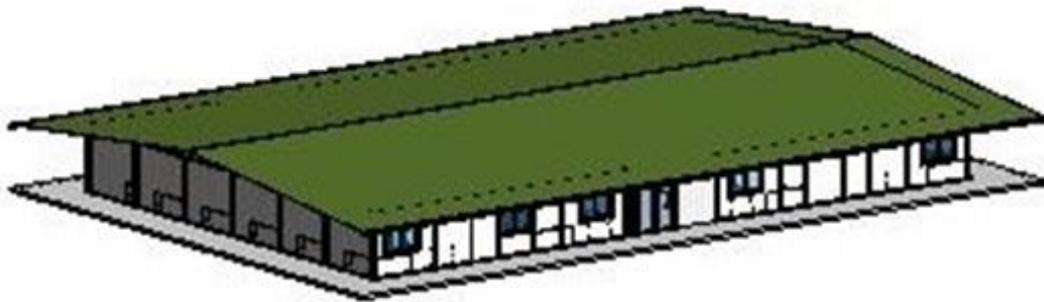
Fuente: CMLP, 2022

Sus dimensiones son de 22,2 m x 34 m incluidas las aceras. Este edificio será utilizado por la gerencia del sitio y el equipo administrativo, el mismo que tiene una capacidad para 44 trabajadores. Este edificio tendrá como base una losa de hormigón, estructura metálica y

paneles monowall aislados para muros exteriores, divisiones interiores y cubierta como muros. Inicialmente servirá como oficina de obras durante el período de construcción. Una vez finalizada la construcción, se convertirá en una oficina administrativa como se describe anteriormente.

Las aguas residuales de todo el sitio serán tratadas en la planta de tratamiento de agua.

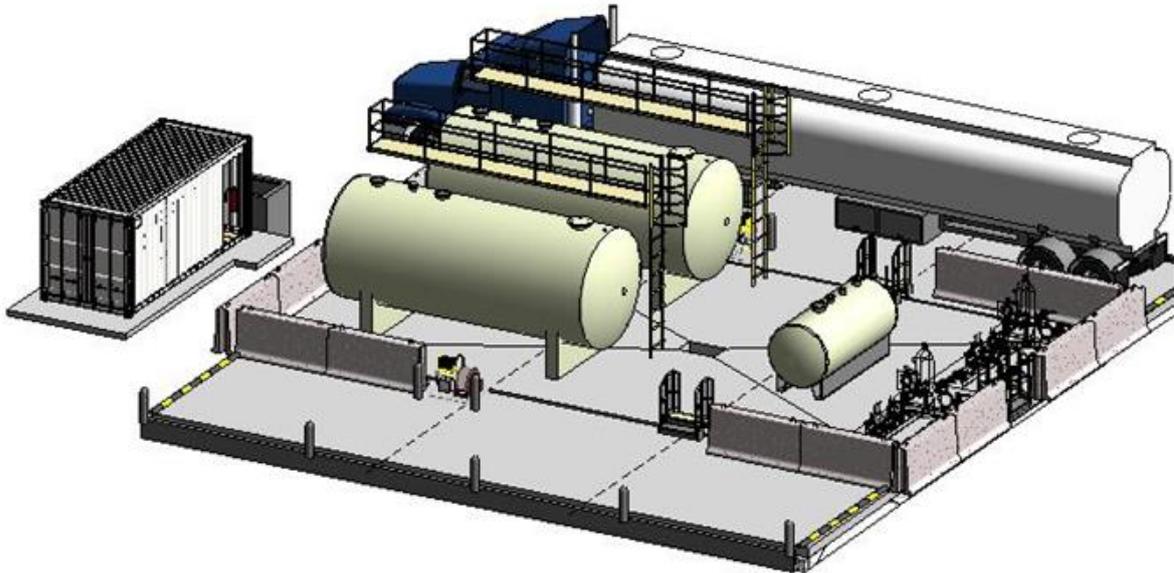
**Figura 7.4-78. Oficina administrativa**



#### **7.4.2.5.4 Área almacenamiento de combustible**

La instalación de almacenamiento de combustible dará servicio a la flota de minería y de superficie del sitio con una capacidad de 80,000 l de diésel (40,000 l cada tanque) durante aproximadamente 14 días de operaciones de equipos móviles, incluido un tanque de gasolina para vehículos ligeros de 5000 l. Esta infraestructura se encuentra cerca del Portal 1. Todo el equipo móvil obtendrá combustible del área de almacenamiento y distribución de combustible, no se entregará combustible en otros lugares del sitio. Las dimensiones del edificio son 21 m x 18 m. En caso de un corte de energía de la red, la capacidad de almacenamiento de combustible para los generadores de respaldo es de cuatro (4) días funcionando con todas las cargas críticas de apoyo con una capacidad total de 3650 KW. El área de almacenamiento de combustible contará con un sistema de detección y supresión de incendios que cumplirá con NFPA 30 y NFPA 13. La normativa utilizada para los tanques es UL-142: Tanques de acero sobre el suelo para líquidos inflamables y combustibles. La plataforma donde se instalará será de hormigón, con una capacidad de contención del 110% del volumen del tanque de mayor capacidad, el sistema de combustible contará con válvulas de emergencia, canaletas, sumideros, trampas de grasa y sistema contra incendio. Los sumideros y trampas de grasa se vaciarán regularmente y serán eliminados por una empresa de gestión de residuos certificada.

Figura 7.4-79. Almacenamiento de combustible y distribución



#### 7.4.2.5.5 Campamento

Para la construcción y operación, se requiere contar con un campamento donde se pueda alojar al personal que trabajará directamente en el proyecto. A continuación, se construirá un campamento para aproximadamente 300 personas, el cual, se contará con todos los servicios necesarios para ser habitable.

#### **Especificaciones generales:**

El área del campamento y los servicios e infraestructura tendrán una superficie total aproximada de 7 ha., mismas que contarán con las siguientes infraestructuras:

- Comedor
- Almacén.
- Lavandería.
- Consultorio Médico.
- Oficinas.
- Área de Mantenimiento.
- Control Contra incendios.
- Almacén para desechos.
- Almacén para Combustibles.
- Área de recreación.
- Estacionamiento.
- Planta de tratamiento de Agua Entubada.

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Suministro de energía eléctrica.
- Área de Recreación
- Vivero

**Especificaciones adicionales:**

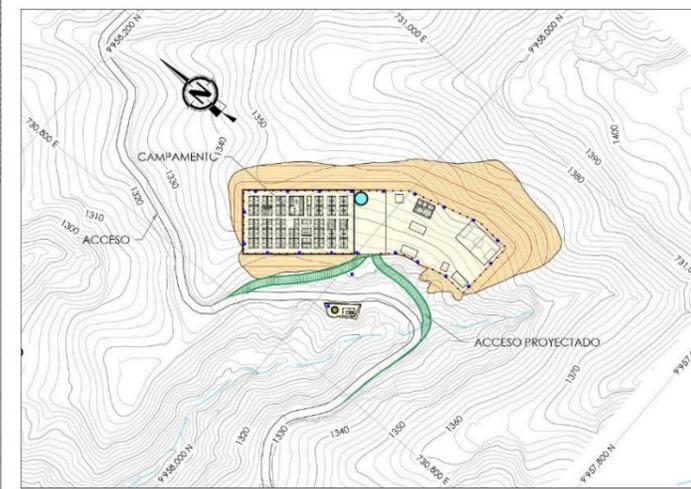
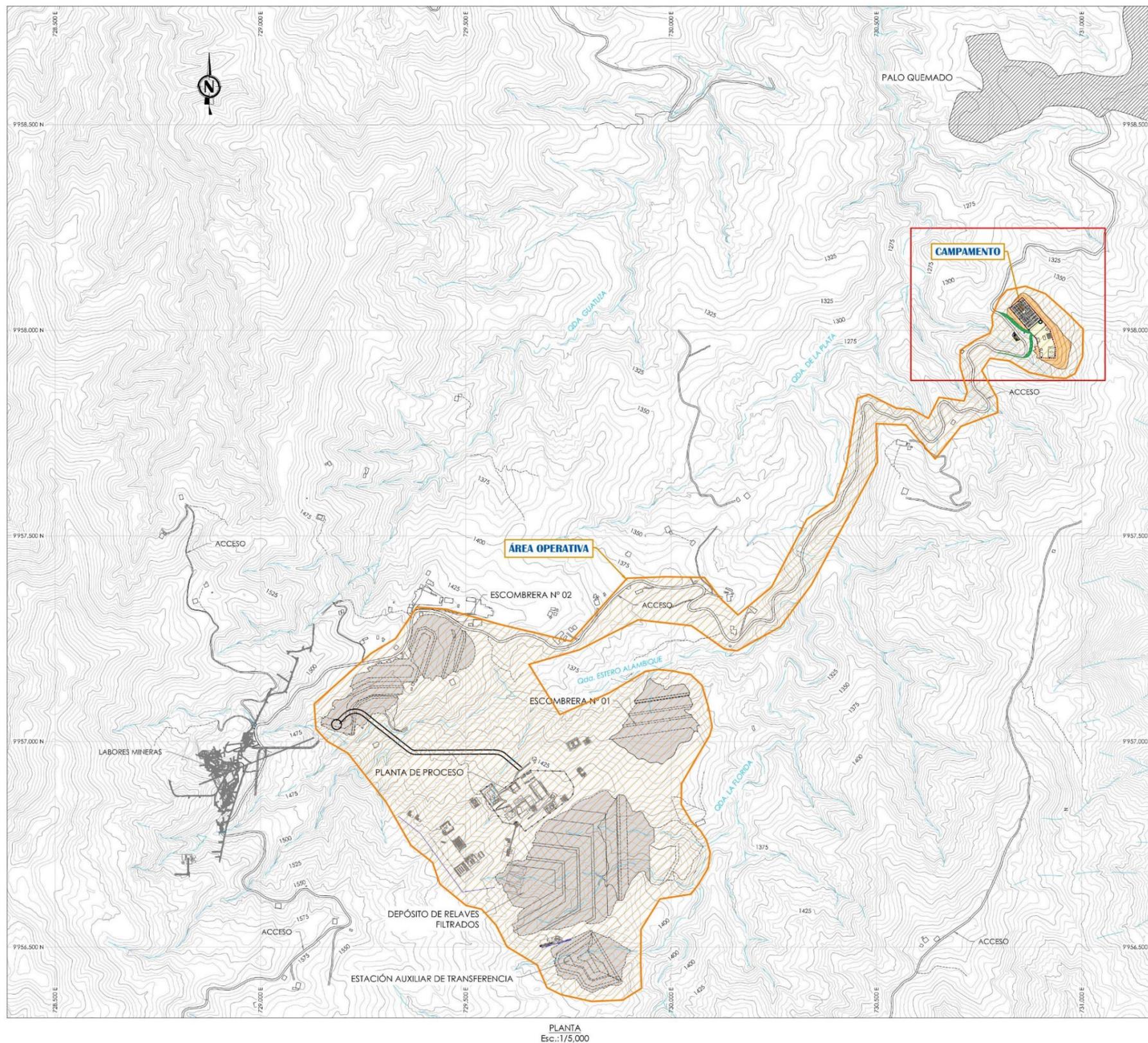
1. El campamento tendrá una iluminación interior y exterior, la interior abarcará el área de dormitorio, la exterior principalmente en el área de servicios y esparcimiento, así también en todo el perímetro externo.
2. Contará con un sistema de iluminación de emergencia en las áreas principales y dormitorios en caso de algún problema con el suministro de energía.
3. Un sistema contra incendio será instalado en el campamento, se contarán con extintores en cada dormitorio y en todas las áreas donde haya alguna infraestructura.
4. Toda el área del campamento será cercada con malla metálica a 2.4 m de altura.
5. Un área de control de acceso permitirá controlar el campamento.

El campamento permanente contará en sus instalaciones con un sistema de canalización de aguas residuales domésticas, trampa de grasa para agua residual de la cocina, plantas de tratamiento de agua residual doméstica, un sitio de almacenamiento de residuos y desechos peligrosos y/o especiales y áreas de almacenamiento de productos químicos, áreas de almacenamiento de productos inflamables en cumplimiento con los requerimientos legales vigentes en materia ambiental.

La fuente de energía para el campamento será a través de una línea de postes desde la subestación eléctrica Palo Quemado, con energía de respaldo proporcionada a través de un generador (1000 kva) local a diésel de emergencia sitio que contará con instalaciones conforme la normativa ambiental.

El campamento permanente estará ubicado a aproximadamente 2.70 km del proyecto y 0.80 km de Palo Quemado como se observa en la Figura 7.4-80.

Figura 7.4-80. Ubicación del campamento del proyecto

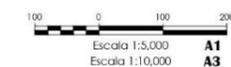


RELACIÓN DE DISTANCIAS	
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (Km)
Proyecto - Campamento	2.70 Km
Palo Quemado - Campamento	0.80 Km

NOTA: Las distancias aquí presentadas son referenciales.

LEYENDA	
	ÁREA OPERATIVA

SIGNOS CONVENCIONALES	
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERREÑO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
	CAMIÑO DE ACCESO
	QUEBRADA



Fuente: SINCO, 2022

#### **7.4.2.5.6 Depósitos DMI y DMO**

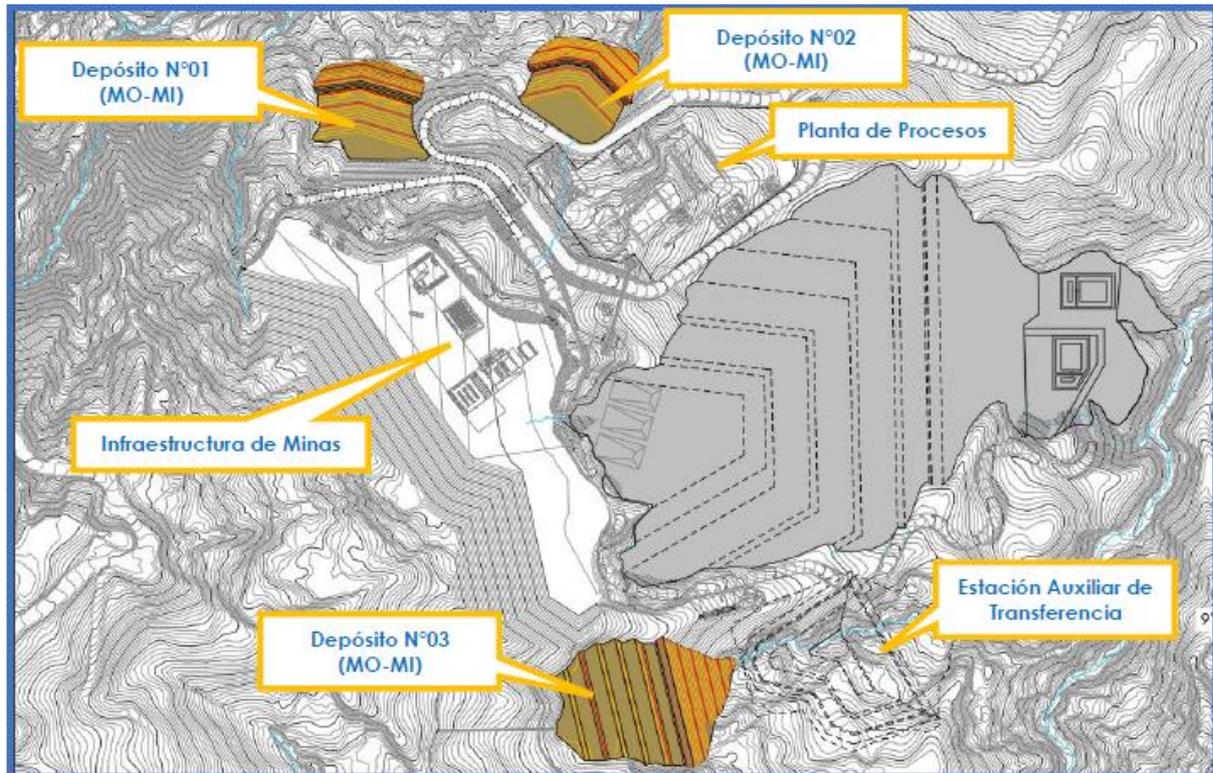
Los Depósitos DMI y DMO, son componentes de almacenamiento temporal de material de suelo orgánico o inadecuado provenientes de la remoción de mencionadas capas durante las actividades de movimiento de tierras en la construcción de los componentes mineros.

Para efectos del presente estudio el material clasificado como orgánico, corresponde al estrato superficial de suelo que se encuentra en el área del proyecto, este material se caracteriza principalmente por contener una muy alta presencia de raíces, tiene un color marrón oscuro y se encuentra en espesores comprendidos desde 0.50m hasta 1.5m.

El material clasificado como inadecuado, corresponde al primer metro de espesor del material de limo de alta plasticidad y compacidad blanda (MH blando), que debido a la ejecución de los trabajos de corte para la eliminación del estrato orgánico realizado por equipos y/o maquinarias pesada, produce una mezcla en ambos materiales debido a su consistencia blanda, teniendo como resultado que se tenga presencia de trazas de material orgánico en el estrato MH (limo de alta plasticidad) blando en profundidades comprendidas desde los 0.50m hasta 1.0m de profundidad, este último en casos de zonas con alta presencia de contenido de humedad en los primeros metros del estrato de MH blando.

Se ha proyectado tres (03) depósitos de almacenamiento de material orgánico o inadecuado, distribuidos estratégicamente en los sectores cercanos al emplazamiento de los componentes como depósito de relaves filtrados y la planta de procesos, tal como se aprecia en la siguiente Figura:

Figura 7.4-81. Depósitos de los DMI y DMO

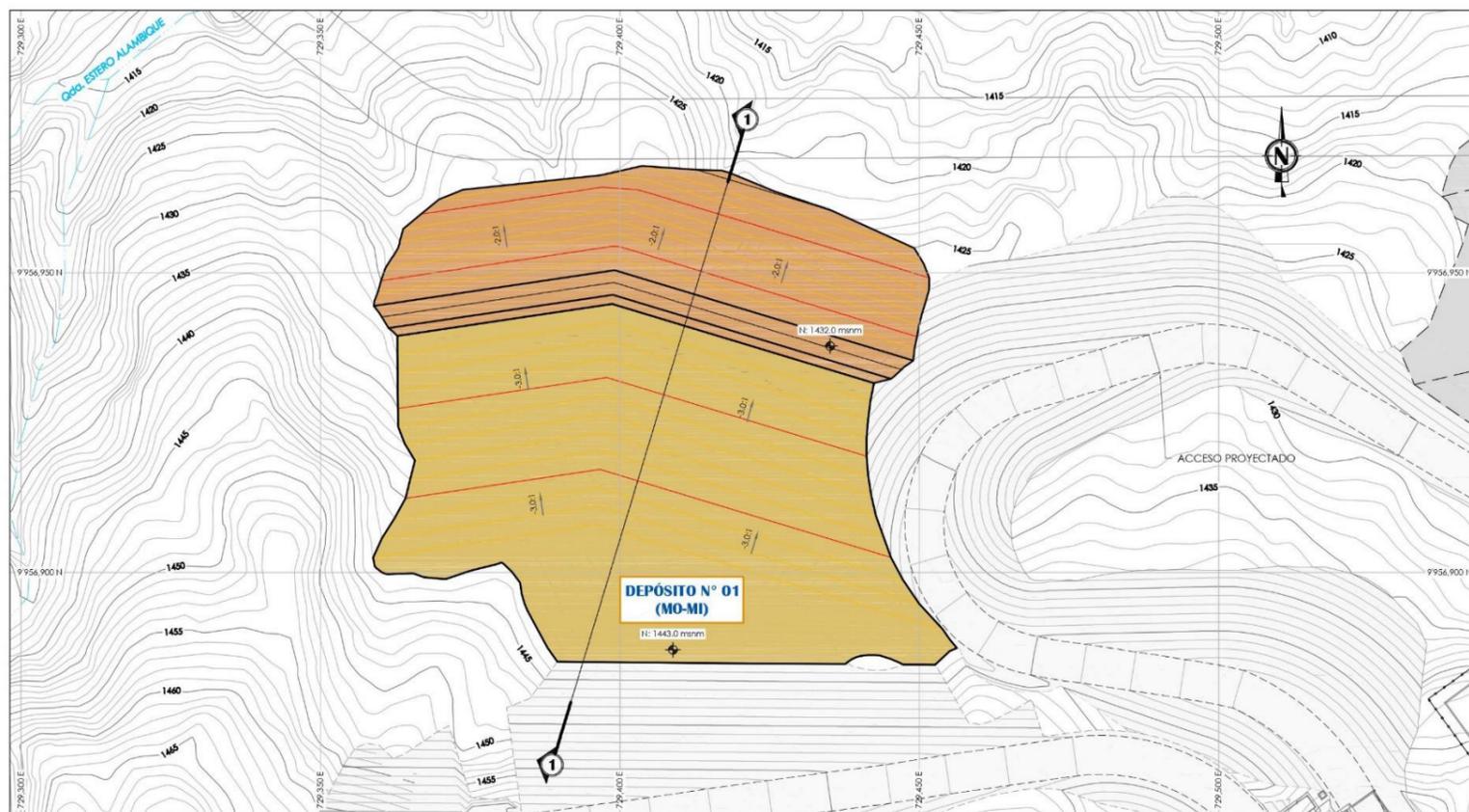


Fuente: (SINCO, octubre 2021)

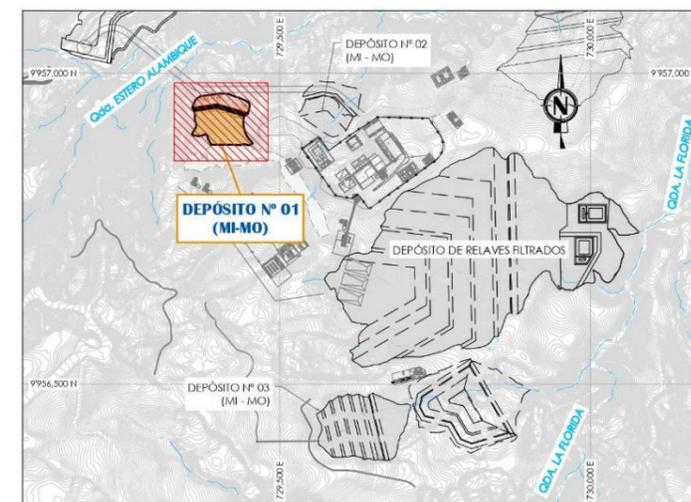
Los tres depósitos en conjunto contemplarán un almacenamiento total de 80,000.00 m<sup>3</sup>, para almacenamiento temporal de material orgánico o inadecuado, dada la naturaleza de los materiales a depositar como lo es el material orgánico este deberá ser almacenado en estos depósitos de forma temporal para ser usado posteriormente en el las actividades de cierre progresivo de igual forma el material inadecuado o excedentes de excavación serán acopiados temporalmente en estos componentes y luego serán usados como material impermeabilizante en las coberturas propuestas en el cierre conceptual.

En las ilustraciones 7.4-82, 7.4-83 y 7.4-84 se observan las características del dique de arranque y del depósito, su vista en sección que muestra cómo será la conformación de material orgánico e inadecuado de cada uno de los depósitos DMI y DMO.

Figura 7.4-82. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 1



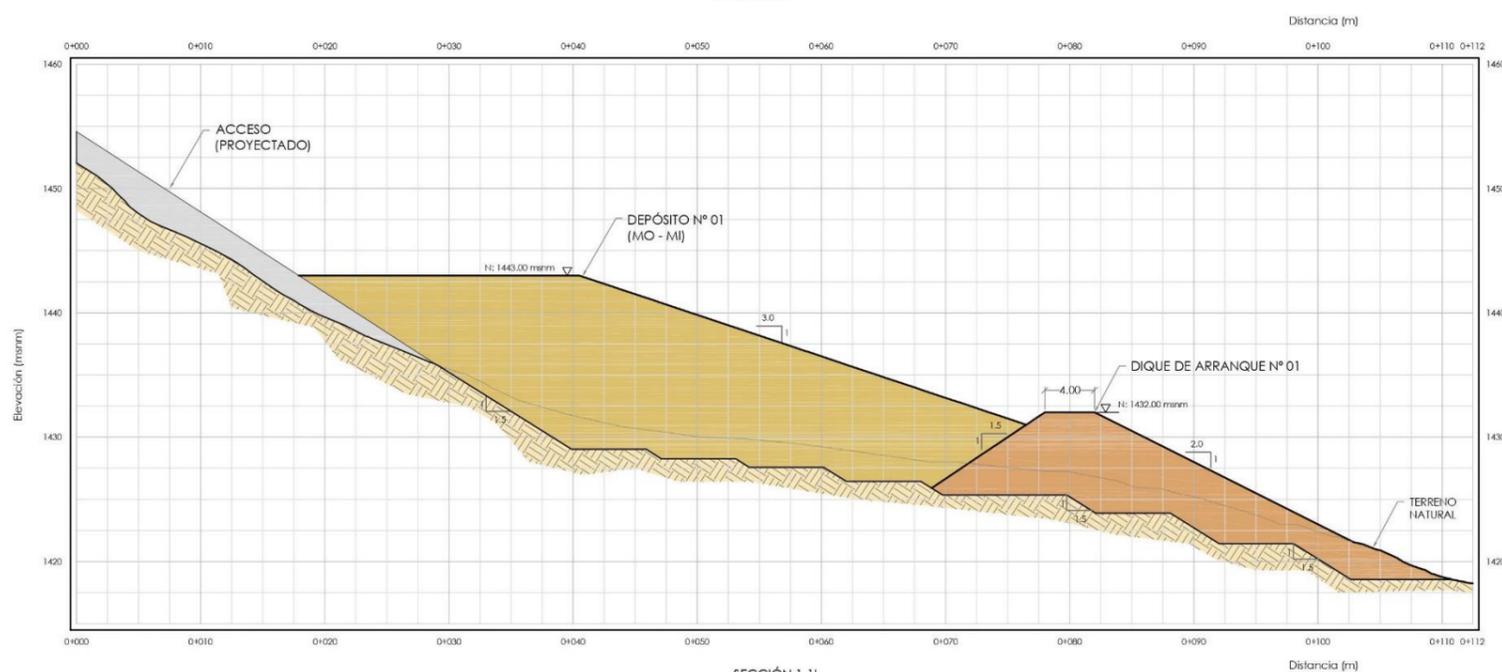
PLANTA  
Escala: 1/500



PLANO LLAVE  
Esc.: 1/5,000

DIQUE DE ARRANQUE N° 01 CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COTA DE CORONA	msnm	1,432.00
ANCHO DE CORONA	m	4.00
LONG. DE CORONA	m	90.00
TALUD A/ABAJO	H:V	2.0:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m³	6,000.00
ÁREA DEL DIQUE	m²	2,450.00

DEPÓSITO N° 1 (DMI-DMO) CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	0.00
ALTURA DE BANCOS	m	12.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m²	4,200.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m³	23,200.00
TALUD DE BANCOS	H:V	3.0:1



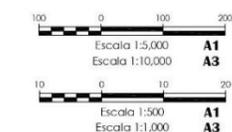
SECCIÓN 1-1'  
Escala: 1:250

**LEYENDA**

- DIQUE DE ARRANQUE
- ESCOMBRETA - FASE I
- TERRENO NATURAL

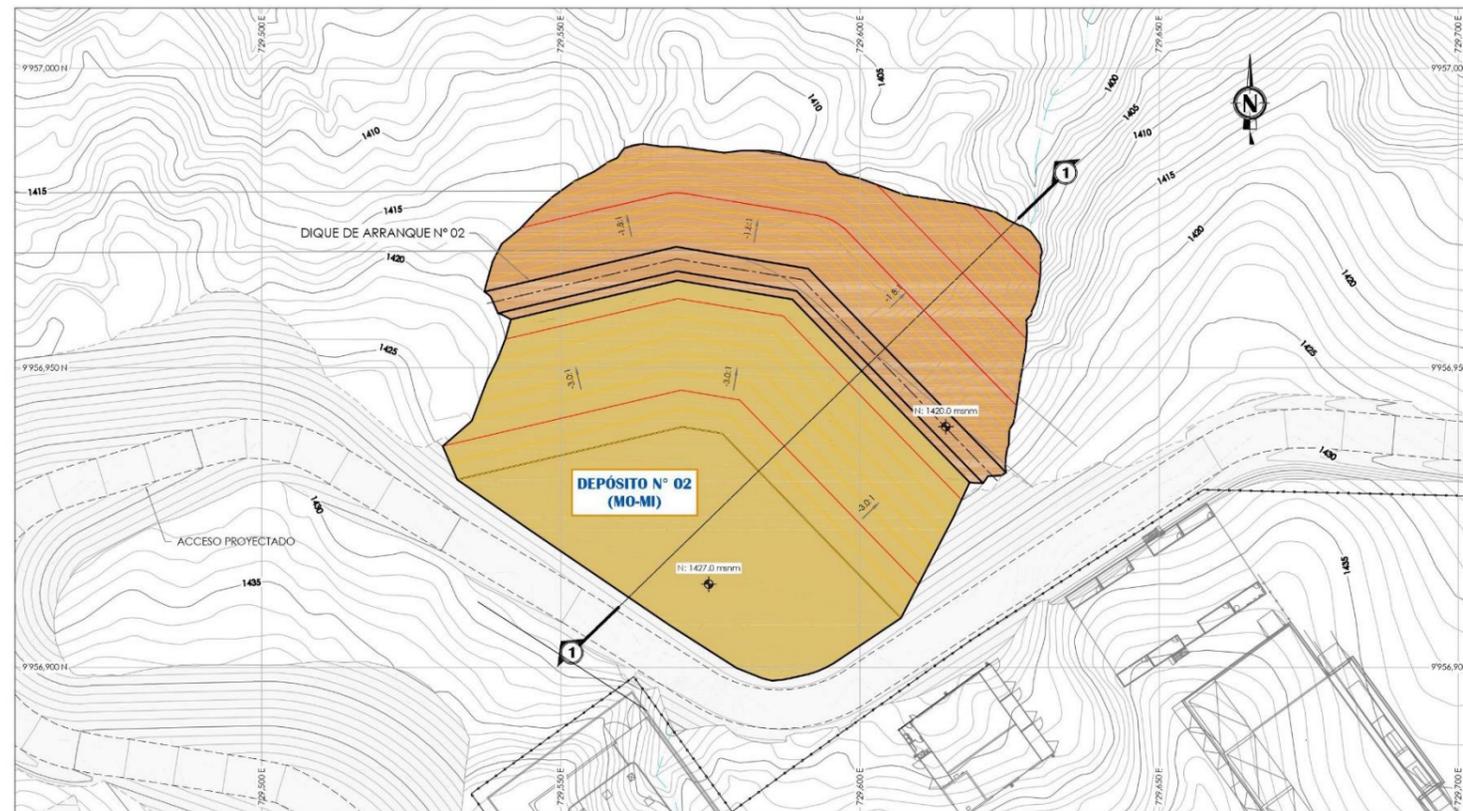
**SIGNOS CONVENCIONALES**

- CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
- CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
- CAMINO DE ACCESO
- QUEBRADA

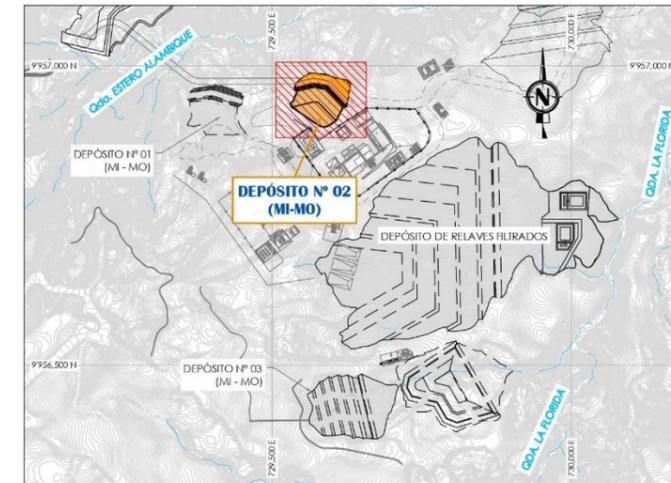


Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-83. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 2



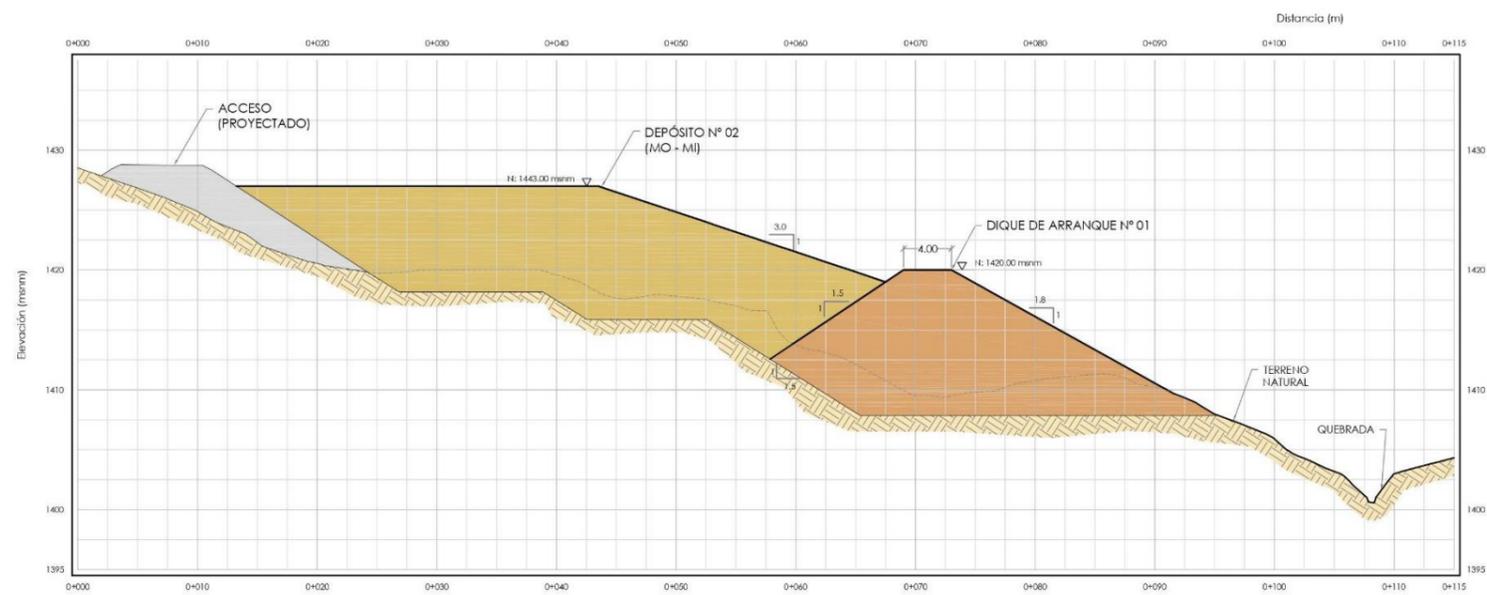
PLANTA Escala: 1/500



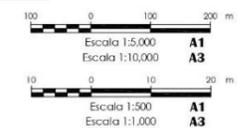
PLANO LLAVE Esc.: 1/5,000

DIQUE DE ARRANQUE N° 02 CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COJA DE CORONA	m/nm	1,420.00
ANCHO DE CORONA	m	4.00
LONG. DE CORONA	m	100.00
TALUD AJABAJO	H:V	1.8:1
TALUD AJARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m³	8,000.00
ÁREA DEL DIQUE	m²	2,800.00

DEPÓSITO N° 02 (MI-MO) CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	0.00
ALTIURA DE BANCOS	m	8.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m²	3,800.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m³	20,600.00
TALUD DE BANCOS	H:V	3.0:1

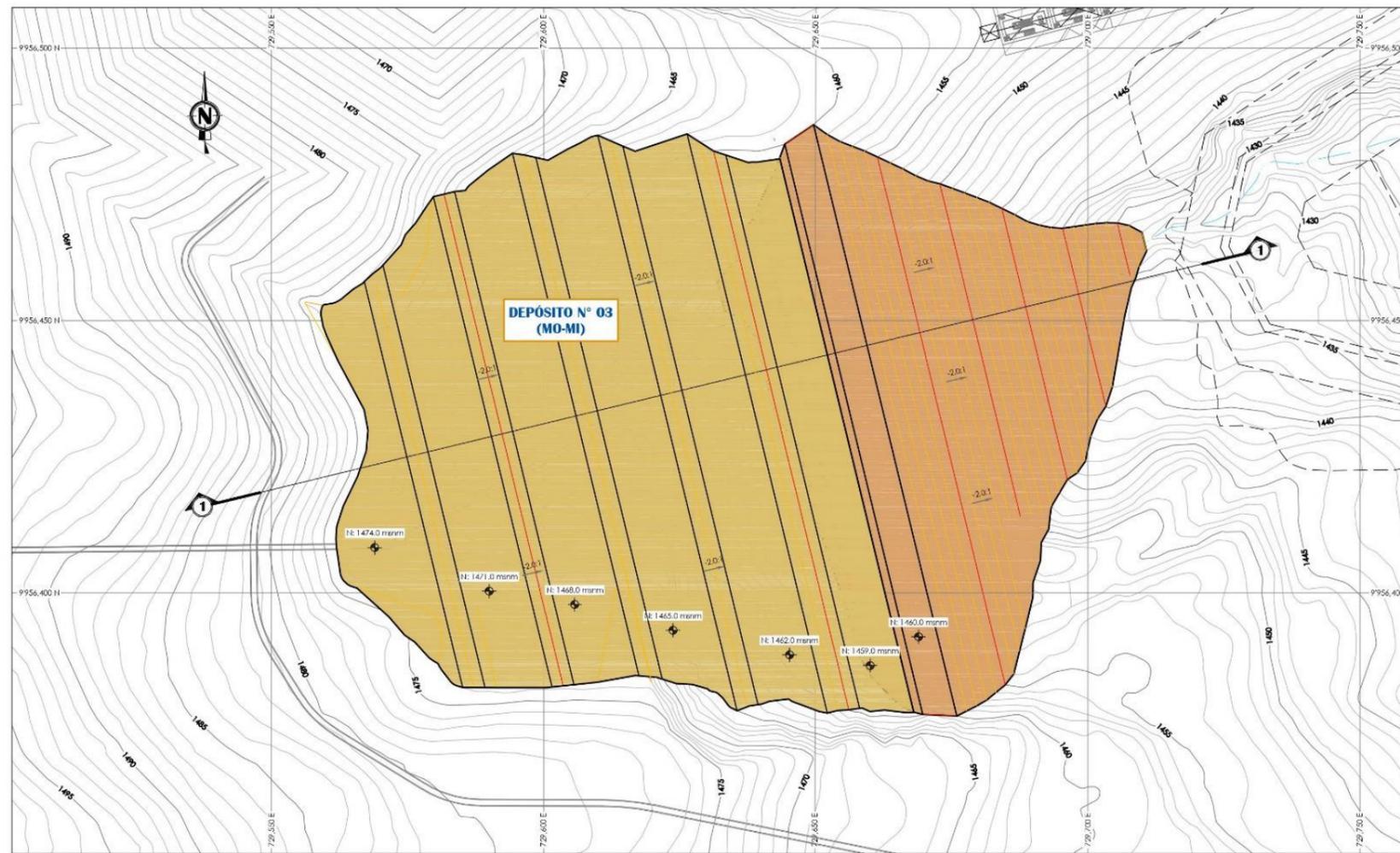


SECCIÓN 1-1' Escala: 1:250

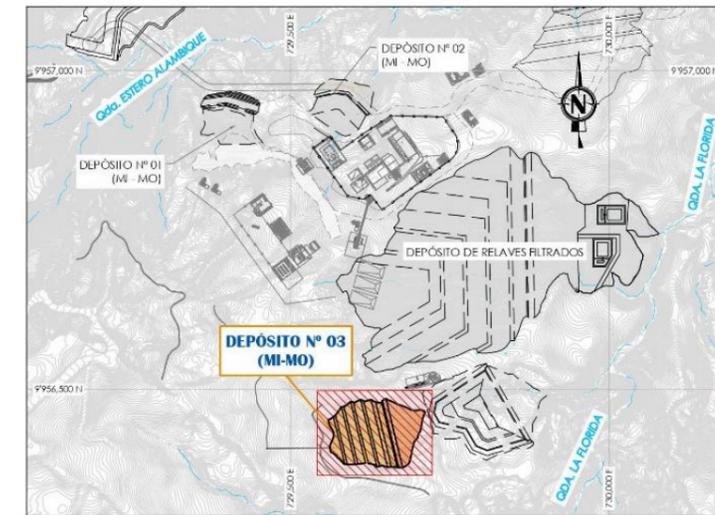


Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Figura 7.4-84. Vista en planta y sección del depósito de material orgánico y/o inorgánico N° 3



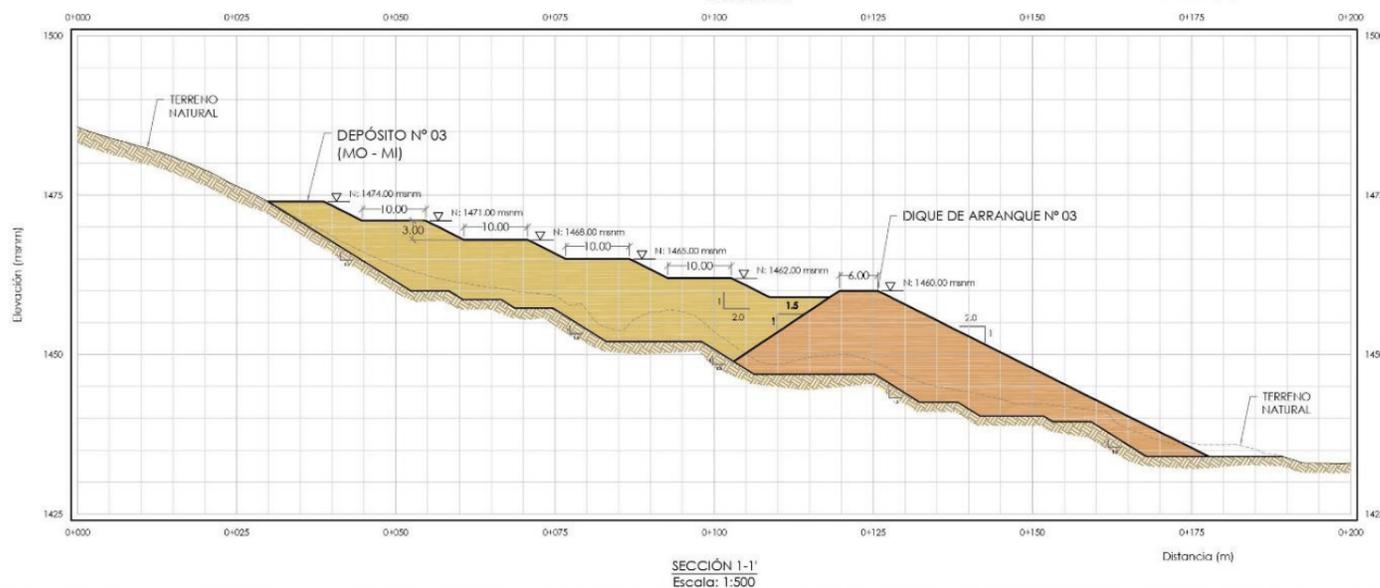
PLANTA Escala: 1/500



PLANO LLAVE Esc.: 1/5,000

DIQUE DE ARRANQUE N° 03 CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
COTA DE CORONA	msnm	1,460.00
ANCHO DE CORONA	m	6.00
LONG. DE CORONA	m	110.00
TALUD A/BAJO	H:V	2.0:1
TALUD A/ARRIBA	H:V	1.5:1
VOLUMEN DEL DIQUE	m³	30,000.00
ÁREA DEL DIQUE	m²	4,900.00

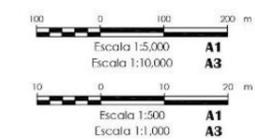
DEPÓSITO N° 03 (DMI-DMO) CARACTERÍSTICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
ANCHO DE BERMA	m	10.00
ALTURA DE BANCOS	m	3.00
ÁREA DEL DEPÓSITO	m²	10,400.00
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	m³	40,000.00
TALUD DE BANCOS	H:V	2.0:1



SECCIÓN 1-1' Escala: 1:500

LEYENDA	
	DIQUE DE ARRANQUE
	ESCOMBRERA FASE I
	TERRENO NATURAL

SIGNOS CONVENCIONALES	
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE OBRA PROYECTADA
	CAMINO DE ACCESO
	QUEBRADA



Fuente: (SINCO, octubre 2021)

Se cuenta con el plan de manejo de masas operacionales, que consistirá en el planteamiento de operación de almacenamiento temporal y cronograma de reutilización del material depositado en los DMI o DMO implementado, con lo que se asegurará un correcto manejo de los suelos orgánicos, inadecuados y excedentes de excavación durante la construcción de los componentes a lo largo de operación minera.

#### 7.4.2.5.6.1 Dique de arranque

En cada uno de los depósitos se ha proyectado un dique de arranque que sirva de contención en la conformación de los materiales orgánicos o inadecuados serán conformados con capas compactadas de los materiales de excavación (materiales seleccionados) de los diferentes componentes proyectados en la unidad minera.

Las características principales de los diques de arranque se enlistan a continuación:

- Altura hasta el nivel de Corona del dique de arranque del Depósito N°01: 13.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,432.00 m.s.n.m
- Altura hasta el nivel de Corona del dique de arranque del Depósito N°01: 12.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,420.00 m.s.n.m
- Altura hasta el nivel de Corona del dique de arranque del Depósito N°01: 26.00m desde el pie del dique de contención hasta la corona ubicada en la cota 1,460.00 m.s.n.m

#### 7.4.2.5.6.2 Disposición de DMI y DMO

Dada la naturaleza del material a depositar, siendo estos suelos con alto contenido de vegetación del tipo raíces (suelo orgánico) y materiales inadecuados (suelos saturados con presencia de raíces), mismos que no pueden tener un procesos de compactación o control de conformación dado que pierde las propiedades químicas necesarias (putrefacción de los suelos) para ser reutilizado en actividades de cierre o revegetaciones, por lo que serán apilados al volteo y acomodados de acuerdo con la geometría por medio de retroexcavadoras hasta alcanzar los niveles y geometría proyectada detallada en los planos de diseño.

El acopio temporal del material orgánico o excedente de excavación durante las actividades de movimiento de tierras o construcción de la cimentación de los componentes o accesos podrá ser dispuesto en los sectores aledaños a las obras siempre y cuando las condiciones topográficas permitan el correcto acopio y se deberá evitar que se erosione o lave el material producto de las precipitaciones frecuentes de la zona del proyecto.

#### 7.4.2.5.7 Sistema contra incendios

La protección contra incendios se proporcionará para salvaguardar la integridad de los ocupantes y la protección de la propiedad. La estrategia de protección contra incendios incluye:

- Entrenamiento y desarrollo de un equipo de respuesta de emergencia.
- Entrenamiento y capacitación de personal de la mina.
- Selección de materiales apropiados, productos y ambientes para prevenir o limitar los incendios.
- Detección de incendios y alarma.
- Extinción de incendios.
- Confinamiento de incendios.

#### 7.4.3 Infraestructura vial

La infraestructura vial es de uso común para la construcción y operación durante las fases de explotación y beneficio, sin embargo, dado que su construcción abarca otros aspectos ya que es una obra lineal en varias direcciones hacia los accesos de cada infraestructura de superficie dentro del área de estudio, es considerada de manera individual para la evaluación de impactos.

##### 7.4.3.1 Vías externas

El proyecto La Plata se ubica a una distancia aproximada de 55 km al suroeste de Quito y a 27 km de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. A su vez el área de estudio se ubica a una distancia aproximada de 2,5 km del poblado de Palo Quemado.

La vía existente que se usará para acceder al proyecto es la Alóag – Santo Domingo, es una vía de tercer orden sinuosa a causa de la cantidad de curvas que la conforman y la arteria de conexión entre la sierra y la costa ecuatoriana, con más de 100 kilómetros operativos para el tránsito vehicular.

Su administración está a cargo de la prefectura de Pichincha institución responsable de los permisos ambientales para su funcionamiento. Esta vía es monitoreada permanentemente para solventar eventuales sucesos de emergencia como daños mecánicos y otro tipo de siniestros. Además, dispone de 11 vehículos con radio-comunicación, 5 grúas, 3 patrulleros, 1 unidad de rescate, 1 ambulancia, 3 equipos de mecánicos, 1 equipo caminero, 1 volqueta, para el servicio a la comunidad. Dadas las características de la vía se encuentra en constante desarrollo y mantenimiento.

Desde Quito, donde se encuentran las oficinas de la compañía, se avanza por la vía Alóag – Santo Domingo, hasta la “Unión del Toachi”, se continúa por la vía de lastre (segundo orden) hasta el centro poblado de Palo Quemado desde donde se avanza 2,5 km por la vía existente (segundo orden) hacia donde se ubicará el acceso al proyecto. En su interior se construirán vías internas como se detalla más adelante.

#### 7.4.3.2 Vías internas

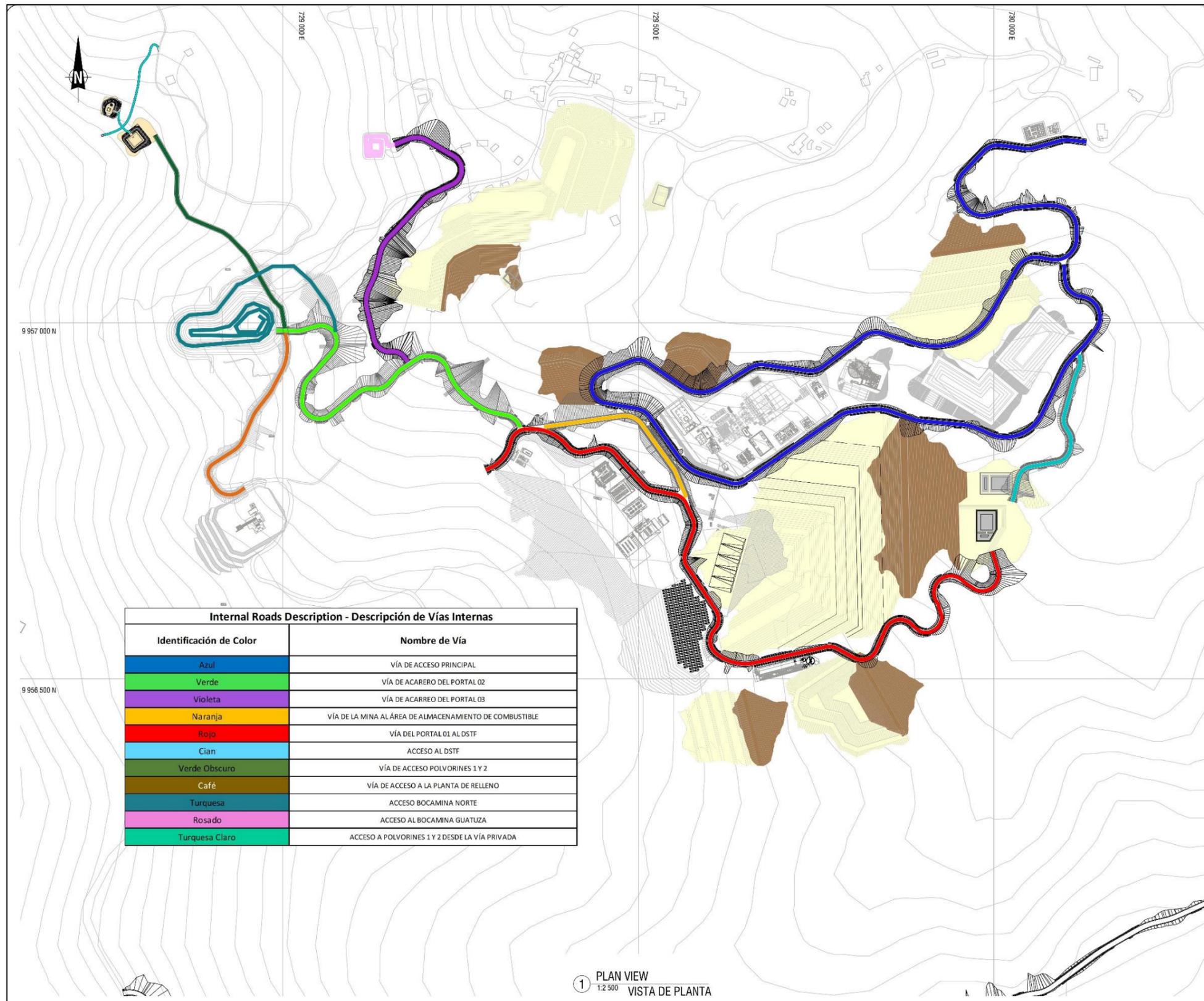
Se desarrollarán vías internas que se distribuirán por todo el proyecto de la siguiente manera, la vía principal iniciará desde la entrada al proyecto donde se encuentra la garita y oficinas administrativas y avanzará hasta la escombrera N° 01, en donde se dividirá. Un tramo continuará hacia el depósito N° 2 y depósito N°1 de DMI y DMO, y rodeará la planta de procesos para seguir por las piscinas sur y norte de colecta de filtración hasta unirse con el tramo principal que viene desde la entrada al proyecto. La vía llamada de acceso al DSTF continuará desde la vía principal por la piscina norte hacia el depósito de relaves filtrados (DSTF), desde donde continuará la vía de acceso de la mina al DSTF pasando por la estación auxiliar de transferencia y el depósito # 3 de DMI y DMO, posteriormente pasará entre el Stock pile mineral para muestreo y el Stock de mineral para la planta de procesos hasta llegar al portal/bocamina Este. La vía de acceso mina al área de almacenamiento de combustible pasará por la estación de combustible, esta inicia y termina en la vía de acceso de la mina al DSTF, posteriormente estas vías convergen para formar la vía de acarreo del portal 2/bocamina Norte desde donde continúa la vía de acarreo del portal 3/bocaminas Guatuza que pasa por la escombrera N° 02 y termina en las bocaminas Guatuza.

Adicionalmente, se ha diseñado los accesos a las bocaminas Guatuza y Norte de manera que no existan eventos de procesos geológicos (deslizamientos) dadas las características del suelo del sitio, estos accesos se conectan a las vías de acarreo y continúan su trayectoria “circular” bajando de nivel hasta cada portal/bocamina.

La producción de la mina se transportará por la vía que va desde el portal Este hasta la trituradora. Se desarrollarán vías auxiliares adicionales para acceder a todas las instalaciones.

La distribución de las vías se puede observar en la Figura 7.4-85 Infraestructura vial del proyecto.

Figura 7.4-85. Infraestructura vial del proyecto



Fuente: CMLP, 2022

Características principales

Las características principales de las vías como longitud, número de carriles por vía, ancho del carril, ancho de la vía, y ancho de seguridad por lado de cada una se presentan en el cuadro 7.4-32 Características principales de las vías del proyecto.

Cuadro 7.4-32. Características principales de las vías del proyecto						
Identificación de Color	Nombre de Vía	Longitud	Número de Carriles por vía	Ancho de Carril	Ancho de Vía	Ancho de Seguridad por lado
Azul	Vía de acceso principal	2,256 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Verde	Vía de acarreo del PORTAL 02	598 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Violeta	Vía de acarreo del PORTAL 03	472 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Naranja	Vía de la Mina al área de almacenamiento de combustible	301 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Rojo	Vía del Portal 01 AL DSTF	1,165 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Cian	ACCESO AL DSTF	263 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Verde Oscuro	Vía acceso a Polvorines 1 y 2	435 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Café	Vía acceso a Planta de Relleno	335 m	2	3.30 m.	9.0 m	1.20 m
Turquesa	Acceso Bocamina Norte	95 m	1	5.50 m.	7.0m	1.0 m
Rosado	Acceso Bocamina Guatuza	215 m	1	5.50 m.	7.0 m	1.0 m
Turquesa Claro	Acceso Polvorines 1 y 2 desde la Vía Privada	200 m	2	3.00 m	8.00 m	1.00 m

Fuente: CMLP, 2022

En general, Las vías internas tendrán un ancho de la capa de rodadura aproximado entre 7 m y 9 m, en total todos los tramos suman una extensión de aproximadamente 6,135 km. El trazado de las vías interseca con ramales del Estero Alambique y un ramal de la Quebrada la Florida, en estos cruces se colocarán alcantarillas de manera que no exista desviaciones en su curso, en total se ha identificado 6 cruces.

Las vías atravesarán áreas con pendientes, por tanto, será necesario actividades de corte y relleno en las zonas que se requiera.

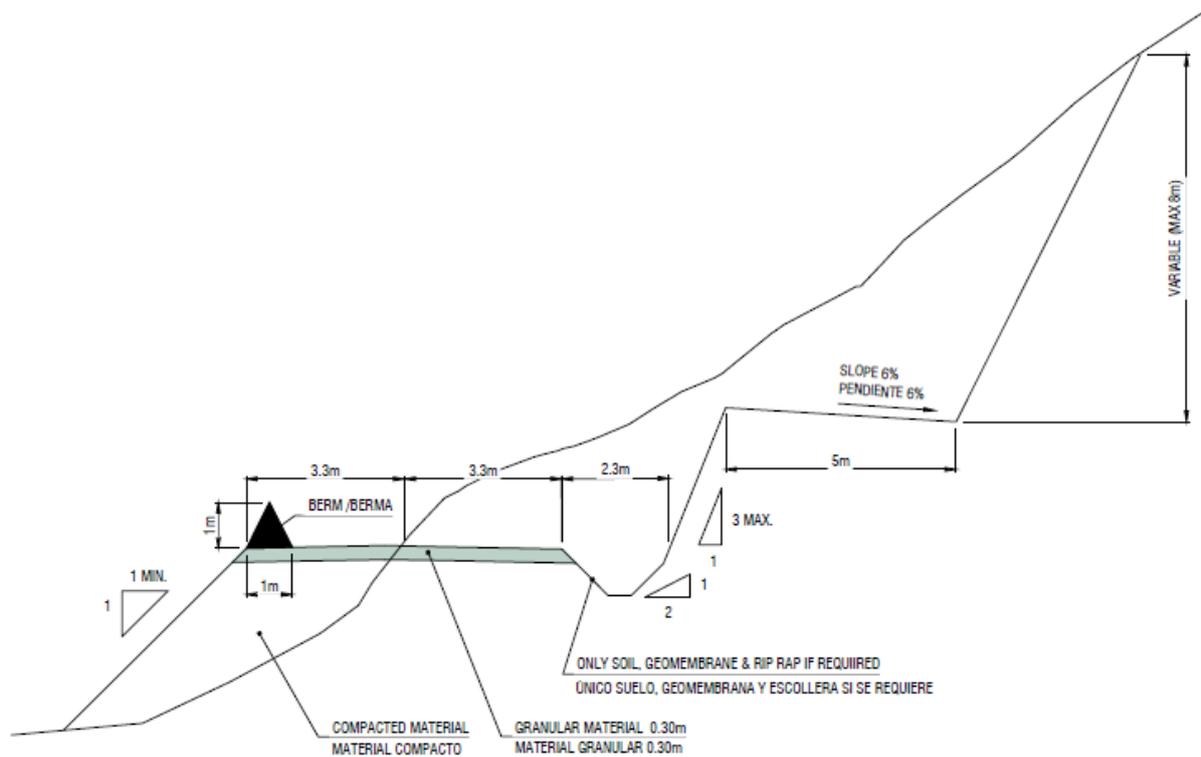
El relleno mantendrá una relación de 1H mín.: 1V y se realizará con material compactado sobre el cual se colocará la capa de material granular de 0,30 m, en el borde del relleno se conformará una berma de 1 m x 1 m.

Hacia al borde del corte, después de la capa de rodadura se construirán zanjas cuyos laterales tendrán una inclinación de 1V:2H y su ancho será de alrededor de 2.3 m, estas estarán recubiertas con geotextile con escolladero o geomembrana.

A continuación de la zanja, se conformará un talud con una relación de 1H:3V máx., una base de previo al talud de extensión de 5 m con pendiente de 6% seguida de otro talud que variará de inclinación conforme su altura teniendo como máximo 8 m.

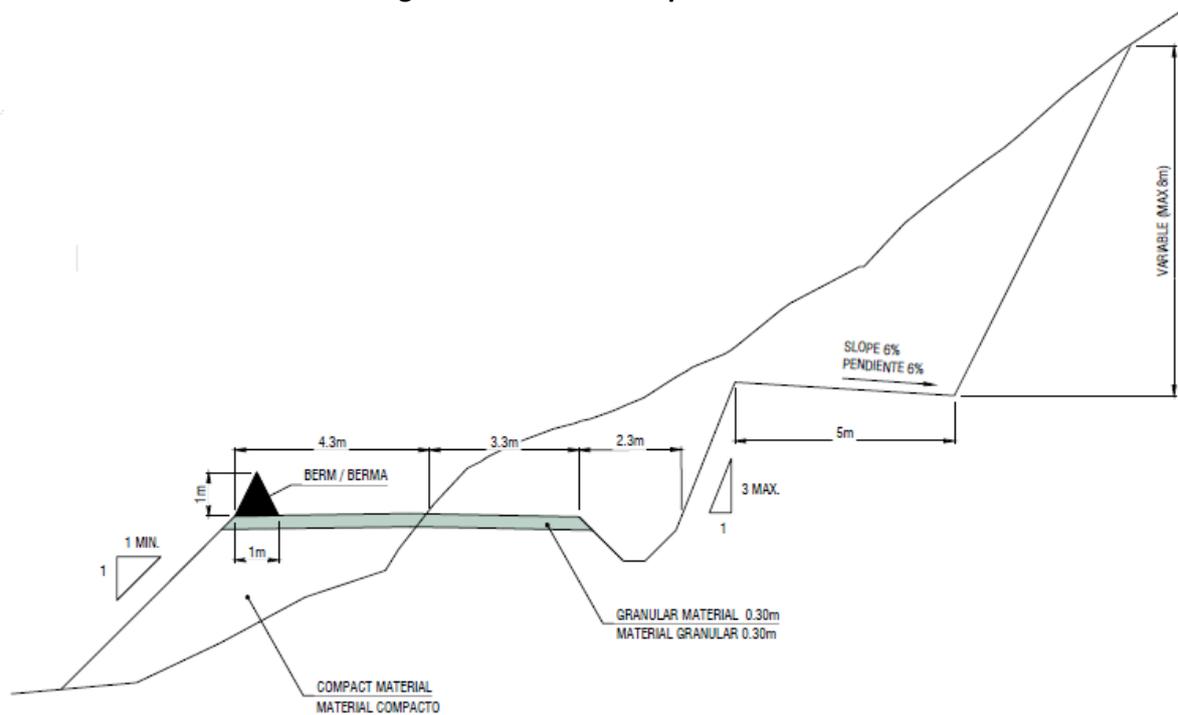
Las secciones tipo de la vía se muestran en las ilustraciones a continuación.

Figura 7.4-86. Sección típica de vía A



Fuente: GMining Services, 2021

Figura 7.4-87. Sección típica de vía B



Fuente: GMining Services, 2021

Cuando sea necesario, se realizarán o modificarán varios caminos de acceso a la construcción temporal a partir de los caminos existentes para las instalaciones del proyecto. Cabe indicar que la construcción de vías contempla mayormente relleno con material que su corte y sustitución, sin embargo, en caso de necesitar almacenamiento para material removido de construcción de estas, se contará con dos escombreras temporales ubicadas estratégicamente para abarcar toda la extensión de la construcción de las vías.

#### 7.4.4 Instalaciones subterráneas

La fase de explotación iniciará con la construcción de la infraestructura minera que es parte de la etapa de desarrollo minero. La operación de la mina subterránea será mecanizada, para el acceso peatonal y vehicular hacia los bloques de los cuerpos mineralizados que se explotarán. Se contará con cuatro (4) bocaminas o portales diseñados con un alto refuerzo de sostenimiento, una construcción de falso túnel en la superficie y una plataforma.

Las bocaminas iniciarán las excavaciones subterráneas mediante rampas orientadas tácticamente hacia los cuerpos mineralizados, seccionadas por niveles y subniveles, generando posicionamiento para las demás labores subterráneas de infraestructura y preparación minera.

Se considerará como infraestructura subterránea a todas las labores mineras que den soporte principalmente en: ventilación, suministro de energía eléctrica, chimeneas para tránsito peatonal y de material (mineral y/o desmonte), estaciones de bombeo, servicios de agua-aire, conducción del relleno hacia los tajos, estación de supervivencia, refugio peatonal, talleres para mantenimiento de equipos y maquinarias, comedor, polvorín provisional para tránsito de explosivos y accesorios que contendrán una cantidad de explosivos máxima para veinticuatro (24) horas de trabajo.

#### 7.4.4.1 Sección típica de las labores mineras

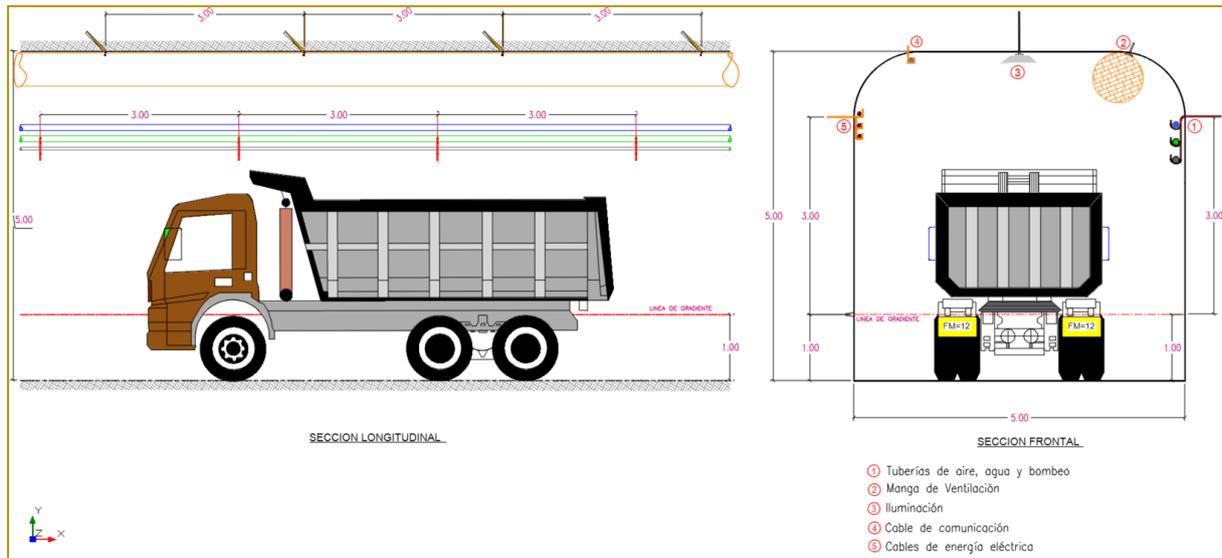
Se han diseñado estándares de sección para el avance de las labores en las diferentes etapas, a continuación, se muestra a manera de ejemplo el diseño de las principales secciones del laboreo minero:

Figura 7.4-88: Diseño de rampas, corresponde al diseño del laboreo con sección típica de 5.0 metros de ancho por 5.0 metros de alto (5.0 mAn x 5.0 mAl), las especificaciones técnicas se van actualizando durante el tiempo.

Figura 7.4-89: Ubicación del refugio peatonal (perpendicular al desarrollo minero), corresponde al diseño del laboreo con sección típica de 4.5 metros de ancho por 4.5 metros de alto (4.5mAn x 4.5mAl), las especificaciones técnicas se van actualizando durante el tiempo.

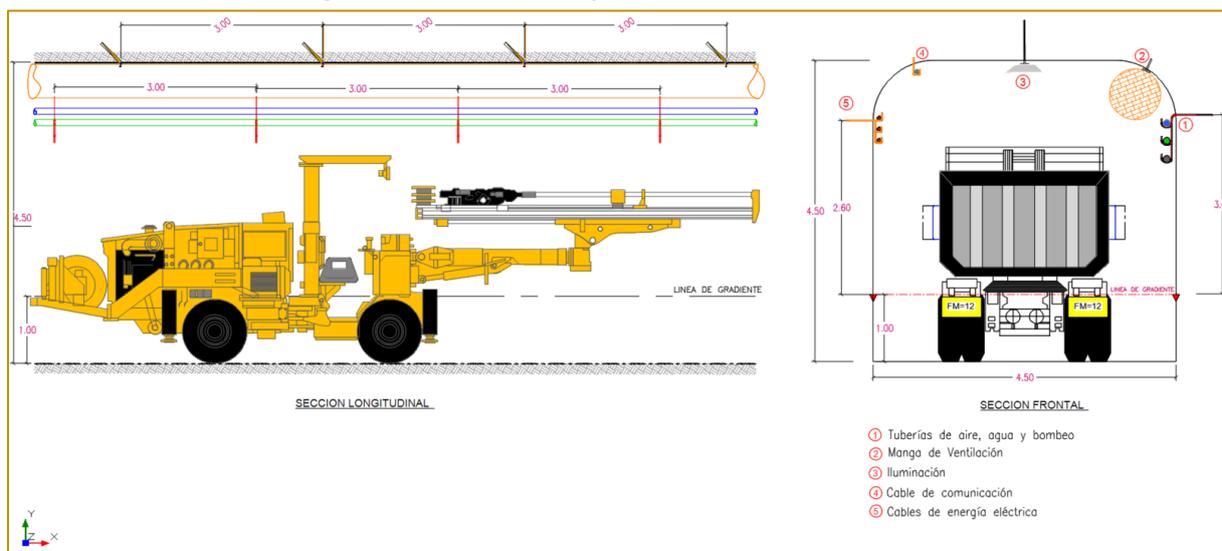
Figura 7.4-90: Ubicación del polvorín provisional en la mina subterránea, corresponde al diseño del laboreo con sección típica de 4.0 metros de ancho por 4.0 metros de alto (4.0mAn x 4.0mAl), las especificaciones técnicas se van actualizando durante el tiempo.

Figura 7.4-88. Sección típica de 5.0 m An x 5.0 m Al



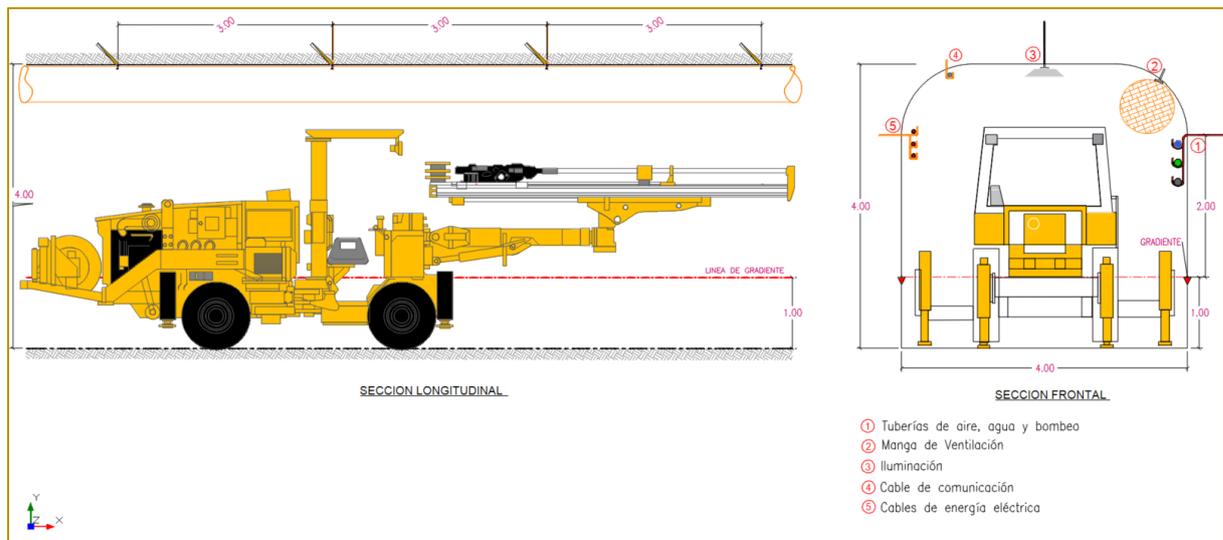
Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

Figura 7.4-89. Sección típica de 4.5 m An x 4.5 m Al



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

Figura 7.4-90. Sección típica de 4.0 m An x 4.0 m Al



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

En el siguiente cuadro se presentan todas las labores que contempla el diseño de minado de acuerdo con la etapa minera, consta también la descripción de la labor y las dimensiones de la sección.

Cuadro 7.4-33. Diseño de minado		
Fase de labor	Descripción de labor	Sección aproximada de labor
Desarrollo	Acceso Chimenea de Escape	4.0mAn x 4.0mAl
	Acceso Chimenea de Relleno	4.0mAn x 4.0mAl
	Acceso Chimenea de Servicios	4.0mAn x 4.0mAl
	Acceso Chimenea de Ventilación	4.0mAn x 4.0mAl
	Acceso Nivel	4.5mAn x 4.5mAl
	Bocamina	5.0mAn x 5.0mAl
	Chimenea de Escape	2m diámetro
	Chimenea de Relleno	3m diámetro
	Chimenea de Servicios	3m diámetro
	Chimenea de Ventilación	3.7m diámetro
	Comedor	4.5mAn x 4.5mAl
	Estación de Bombeo	4.5mAn x 4.5mAl
	Estación de Carga	4.5mAn x 4.5mAl
	Estación de supervivencia	4.5mAn x 4.5mAl
	Nivel	4.5mAn x 4.5mAl
	Polvorines provisionales	4.5mAn x 4.5mAl
	Rampa	5.0mAn x 5.0mAl
	Refugio peatonal	2.0mAn x 2.0mAl
	Subestación Eléctrica	4.5mAn x 4.5mAl
	Talleres	5.0mAn x 5.0mAl

Cuadro 7.4-33. Diseño de minado		
Fase de labor	Descripción de labor	Sección aproximada de labor
Preparación	Acceso Subnivel	4.0mAn x 4.0mAl
	Acceso tajos	4.0mAn x 4.0mAl
	Subnivel	4.5mAn x 4.5mAl
Fuente: Atico, 2021		

Las chimeneas se emplearán como medios de conducción de servicios (cables, tubería o ducto) para energía eléctrica, aire comprimido, agua de proceso, drenaje, comunicación y ventilación hacia cada nivel, en los que también se distribuirá estos servicios en las áreas que se requiera conforme el avance del proyecto.

#### 7.4.4.2 Desarrollo minero

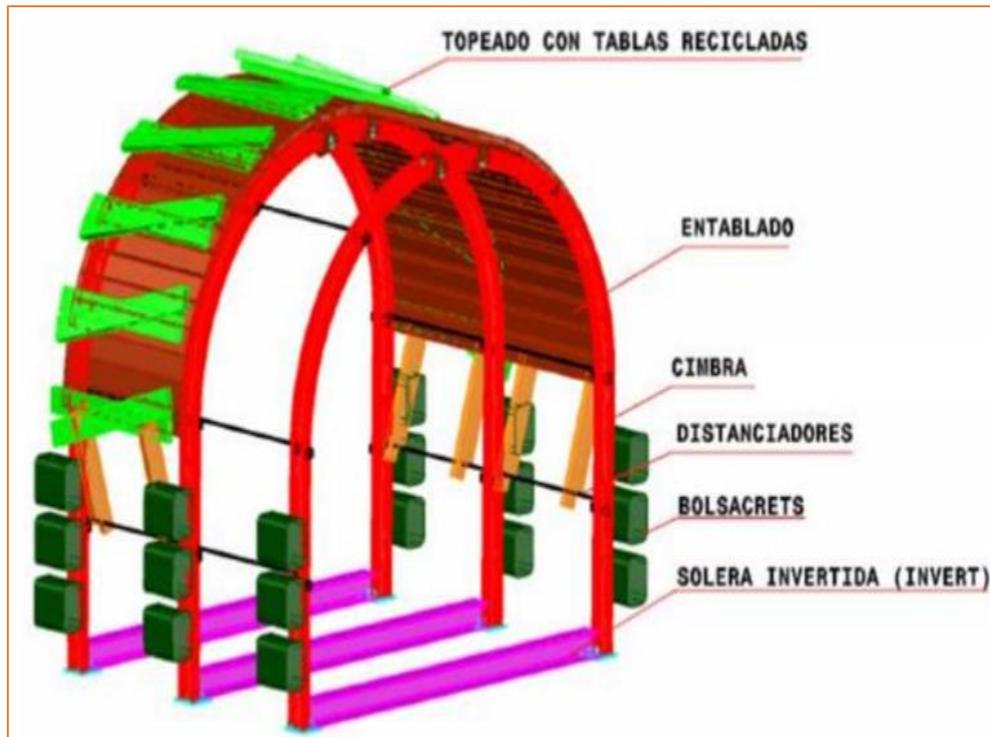
Es la etapa que se asocia a toda la infraestructura minera; necesaria para cubrir toda la extensión de los cuerpos mineralizados, generando posicionamiento para las labores de preparación y que sean de soporte los servicios auxiliares en la sostenibilidad de la explotación minera.

Las labores mineras para conformarse seguirán los lineamientos establecidos en el Reglamento de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito minero, Resolución Nro. ARCERNNR-013/2020, Registro Oficial N° 339 del 27 de noviembre de 2020.

##### 7.4.4.2.1 Bocaminas

Se ha diseñado tres bocaminas y un portal que darán accesibilidad hacia la operación minera subterránea, independizando y teniendo varios ingresos y varias salidas hacia las labores mineras subterráneas; las secciones de estas labores mineras serán 5.0 mAn por 5.0 mAl. Para la estabilidad de las bocaminas, se construirá un falso túnel o también llamado boquete artificial con hormigón armado, con paredes rectas y techo abovedado y, así mismo se instalarán hacia el interior del socavón arcos metálicos con otros elementos que se requiera de acuerdo con el estándar de sostenimiento a aplicar en la mina. En las ilustraciones 7.4-91 y 7.4-92 se muestra un esquema referencial de la construcción del boquete artificial en las bocaminas.

Figura 7.4-91. Esquema del boquete artificial en las bocaminas



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

Figura 7.4-92. Boquete artificial en proceso de construcción



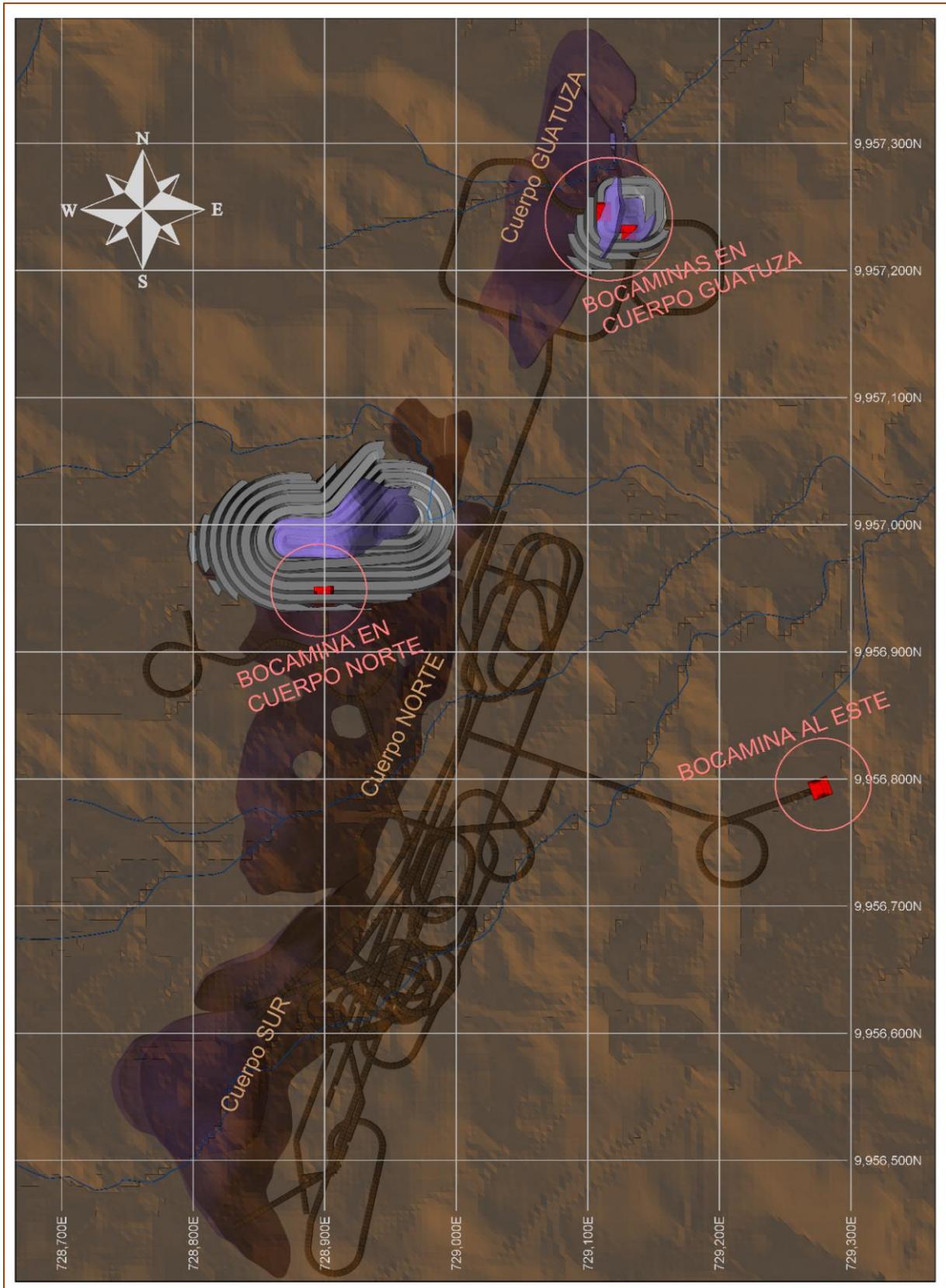
Fuente: Perú, Compañía Minera Volcan S.A.A – 2021

Las bocaminas y el portal se ubicarán en las mejores zonas considerando la estabilidad que deberán tener los ingresos y salidas a la mina subterránea, además asegurando su independencia. En la Figura 7.4-93, se muestra la ubicación geográfica referencial de las tres bocaminas y el portal Este, para el cuerpo Guatuza se colocarán dos bocaminas.

Las coordenadas de la ubicación geográfica referencial de las bocaminas y el portal, y su correspondiente elevación se presentan en el cuadro 7.4-34:

<b>Cuadro 7.4-34. Ubicación geográfica de las bocaminas</b>			
<b>Bocamina</b>	<b>Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 S</b>		
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Portal Este	729281	9956794	1483
Cuerpo Norte	728899	9956948	1510
Cuerpo Gatuza (1)	729131	9957232	1470
Cuerpo Gatuza (2)	729115	9957246	1473
<b>Fuente: CMLP, 2021</b>			

Figura 7.4-93. Ubicación de las tres bocaminas y el portal (ingreso y salida de la mina subterránea)



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

Se adecuará el área de la superficie donde estarán las bocaminas para mantener una plataforma semihorizontal que ayudará en la seguridad del parqueo provisional de los equipos, vehículos y la seguridad en el tránsito peatonal, esta área estará al exterior de las bocaminas, la cual dependiendo de las necesidades del momento podría modificarse; adicionalmente para el posicionamiento de las bocaminas al lado Cuerpo Norte y Cuerpo Gatuza, se realizará actividades de desbroce y movimiento de tierras para alcanzar la cota diseñada (elevación de metro sobre el nivel del mar).

#### **7.4.4.2.2 Rampas**

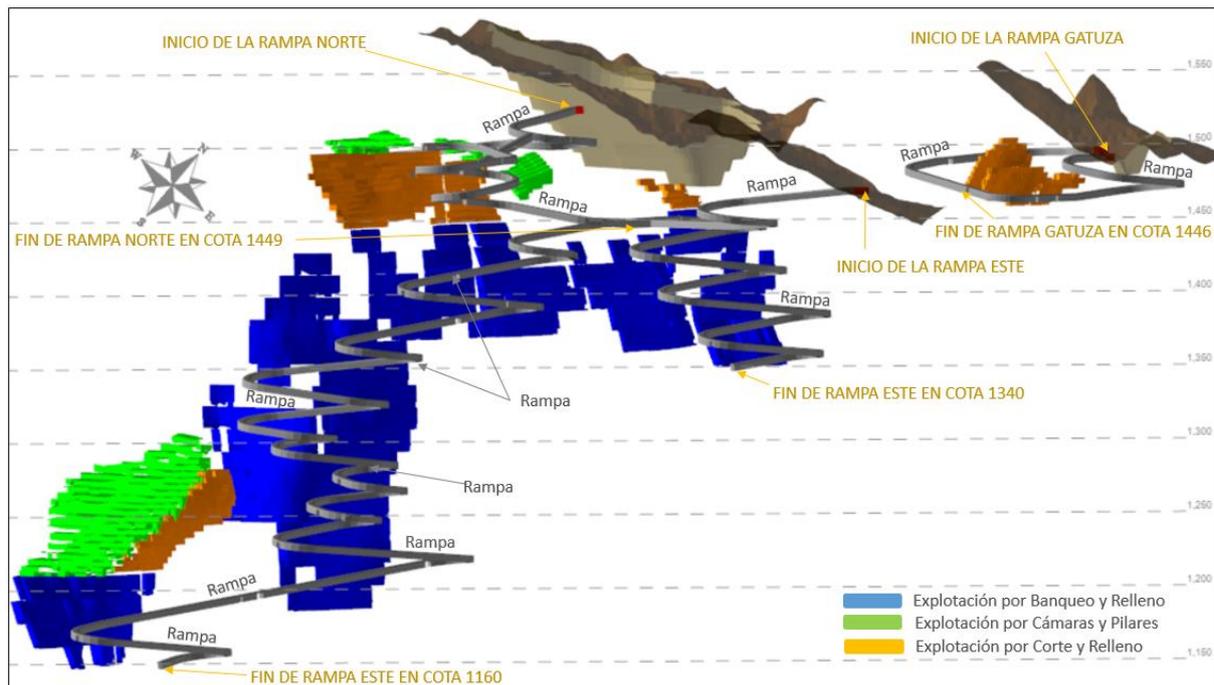
El desarrollo de las rampas servirá para conectar la mina subterránea con la superficie, este laboreo minero tendrá una sección estándar (5 mAn x 5 mAl), tal como se muestra en la Figura 7.4-8 Sección típica, que permitirá el tránsito seguro de los equipos pesados, equipos livianos y tránsito peatonal en el interior de la mina.

Las Rampas en el interior de la mina se conectarán entre sí, para poder generar rutas alternas de ingreso y salida, estos diseños suelen actualizarse periódicamente dado que la operación es dinámica, en función de análisis geológicos y geotécnicos, costos, entre otros.

Se ha estimado las siguientes longitudes de recorrido de las Rampas de acuerdo con la Figura 7.4-94:

- Rampa Este = 1,157m aproximadamente, profundiza 326 metros;
- Rampa Norte = 3,904m aproximadamente, profundiza 61 metros;
- Rampa Guatuza = 667m aproximadamente, profundiza 25 metros;

Figura 7.4-94. Diseño de las Rampas



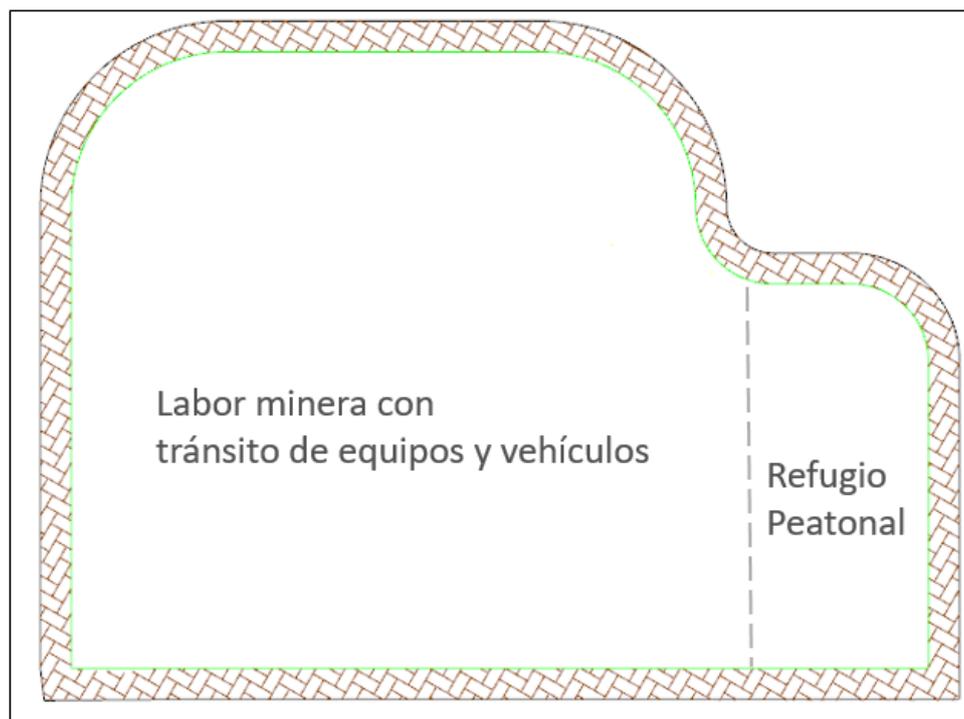
Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

#### 7.4.4.2.3 Refugio peatonal

Los refugios peatonales, son labores mineras que acompañarán perpendicularmente al desarrollo minero, los cuales tendrán como propósito dar resguardo al tránsito peatonal; estas labores se han diseñado cada 50 metros espaciadas entre sí, con una sección típica de 2 metros de ancho por 2 metros de alto (2mAn x 2mAl) y 2 metros de profundidad o avance.

Así mismo, se muestra en la Figura 7.4-95 el esquema del refugio peatonal que estará posicionado lateralmente de las labores principales donde habrá tránsito de equipos y vehículos.

**Figura 7.4-95. Ubicación del refugio peatonal (perpendicular al desarrollo minero)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

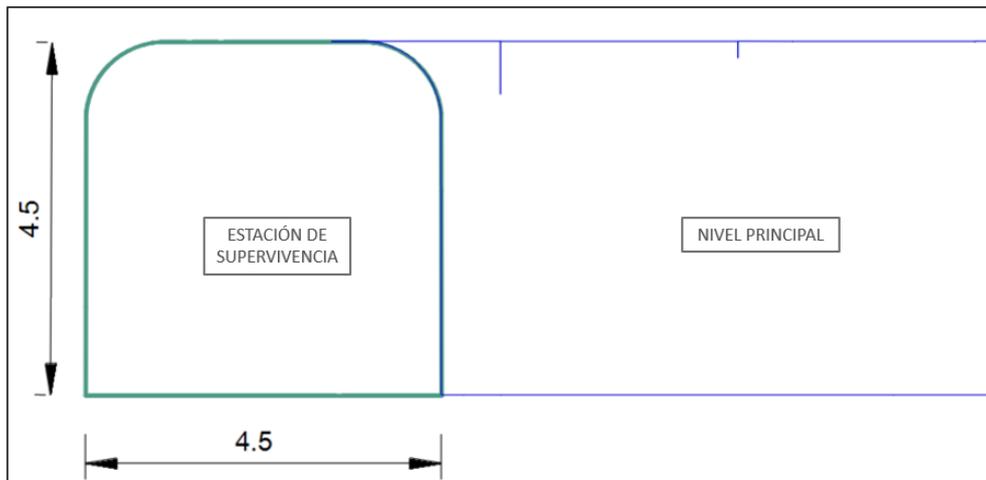
#### 7.4.4.2.4 Estaciones de supervivencia

En cada nivel está diseñada la construcción de esta infraestructura minera, la cual será exclusivamente para poder implementar una estación de refugio de salvamento para cualquier evento de emergencia que impida la salida normal de la mina subterránea a superficie.

Estas estaciones de emergencias estarán dotadas con equipos para primeros auxilios, comunicación, equipos auto contenidos, alimentos y agua potable para todo el personal para permitir la subsistencia durante al menos 48 horas.

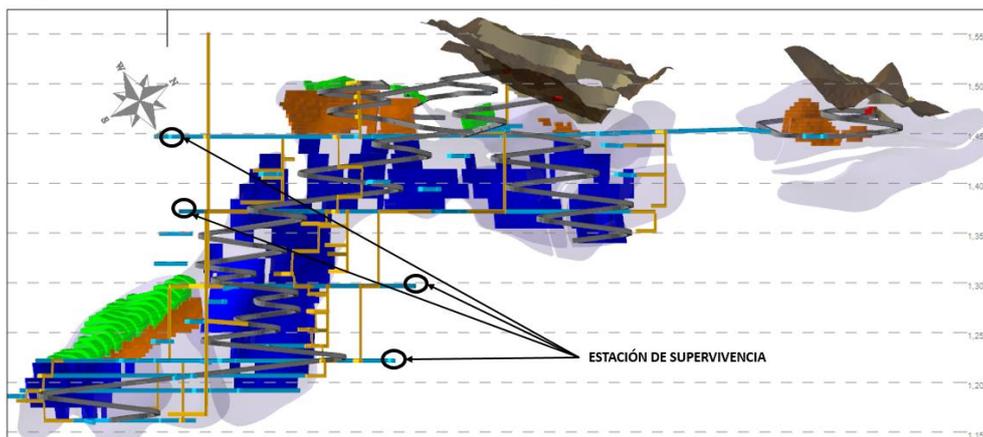
La sección típica de la labor minera para estas estaciones ha sido diseñada con 4.5 metros de ancho por 4.5 metros de alto (4.5 mAn x 4.5 mAl). Tal como se puede apreciar en la Figura 7.4-96 y en la Figura 7.4-97 la ubicación de estas infraestructuras.

**Figura 7.4-96. Sección típica del diseño de la labor minera para ubicar la estación de supervivencia (perpendicular al nivel principal)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

**Figura 7.4-97. Ubicación de la Estación de supervivencia en la mina subterránea**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

En la Figura 7.4-98 se muestra un refugio minero de una operación minera subterránea, estos refugios pueden ser mediante containers o también ocupar el espacio de una labor minera, cuyas características de estabilidad sea superiores. En La Plata se dispondrá en cada nivel donde ocurra algún tipo de operación una estación de supervivencia con capacidad de 50 personas aproximadamente.

Figura 7.4-98. Refugio minero tipo



Fuente: CMLP, 2022

#### 7.4.4.2.5 Polvorín provisional

Se ha diseñado la construcción de un polvorín provisional (un polvorín de explosivos y un polvorín de accesorios para la detonación del explosivo) que deberá cumplir las siguientes condiciones:

- a) Contendrán una cantidad de explosivos, máximo para veinticuatro (24) horas de trabajo.
- b) Estarán ubicados fuera de las vías de tránsito del personal, y a una distancia de las instalaciones subterráneas, igual o mayor a diez (10) metros en línea recta. Para el almacenamiento de explosivos y sus accesorios, se considerará lo siguiente:
  - b.1) Los explosivos se almacenarán exclusivamente en los polvorines.
  - b.2) Se asignará a una persona debidamente capacitada como responsable del control físico y de la administración del inventario de explosivos.

- b.3) Los explosivos se almacenarán en sus propios envases; luego de emplearlos, los envases serán destruidos por el técnico del proveedor o fabricante.
- b.4) El apilamiento de materiales será de máximo 1,60 metros. Sobre el piso de los polvorines se utilizará madera con tratamiento ignífugo. En caso de no recubrirse el piso, se utilizarán anaqueles de madera con tratamiento ignífugo, y espaciados según las dimensiones de las cajas.
- b.5) Las cajas o envases de los explosivos en cartuchos (dinamitas y/o emulsiones) se almacenarán de modo que las etiquetas permitan leer claramente las características del contenido, de forma que los cartuchos se encuentren con su eje mayor en posición horizontal.
- b.6) Las cajas o envases almacenados mantendrán una separación de 0,80 metros como mínimo, respecto de la pared más próxima.
- b.7) La rotación de los materiales será tal que se entreguen primero los más antiguos.
- b.8) El almacenamiento de explosivos o depósitos estarán señalizados de acuerdo con la norma de señalización respectiva.

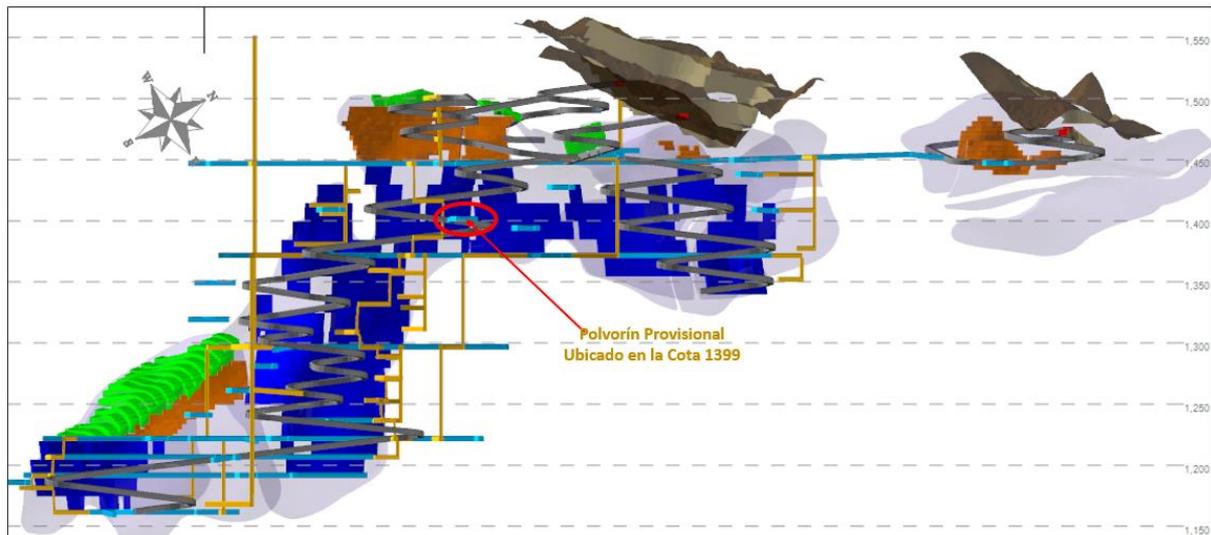
Un contenedor especial (para emulsiones) será diseñado para transportar material explosivo desde los polvorines hasta las áreas de minado. Los cargadores móviles de emulsión se utilizarán como unidades primarias para la carga de explosivos en la mina. Un sistema compacto de carga de emulsión que se transporte fácilmente en un cubo de un equipo cargador a control remoto o con un montacargas de horquilla también se podrá utilizar para cargar los barrenos tanto para el desarrollo de la mina como para las voladuras de producción.

Los permisos apropiados para el almacenamiento y uso de explosivos se obtendrán de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas.

En la Figura 7.4-99, se muestra la ubicación del polvorín provisional en la mina subterránea.

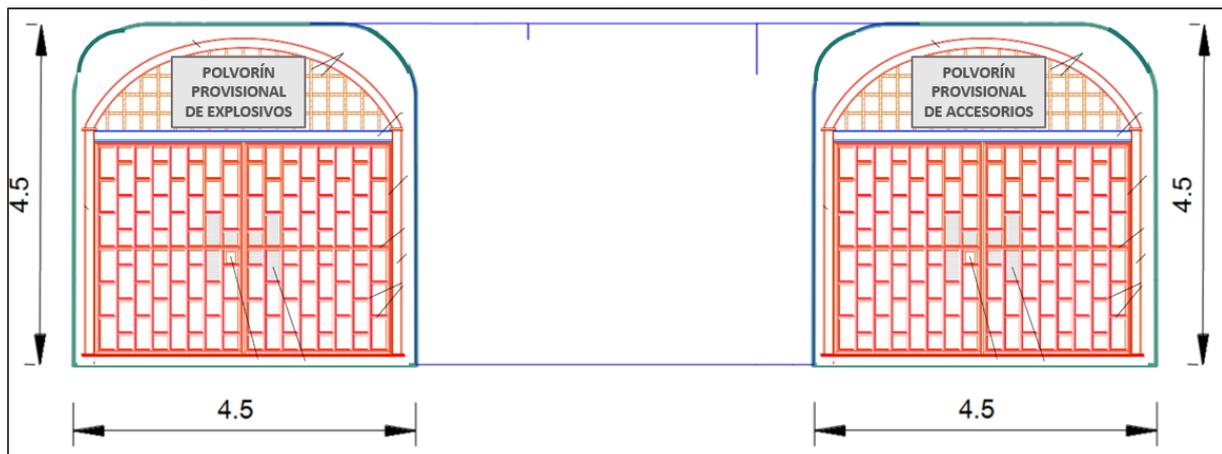
En la Figura 7.4-100, se muestra la sección de labor donde se acondicionará el polvorín para el almacenamiento de explosivos y sus accesorios, estas áreas tendrán la misma sección típica.

**Figura 7.4-99. Ubicación del polvorín provisional en la mina subterránea**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

**Figura 7.4-100. Sección del polvorín provisional en la mina subterránea**

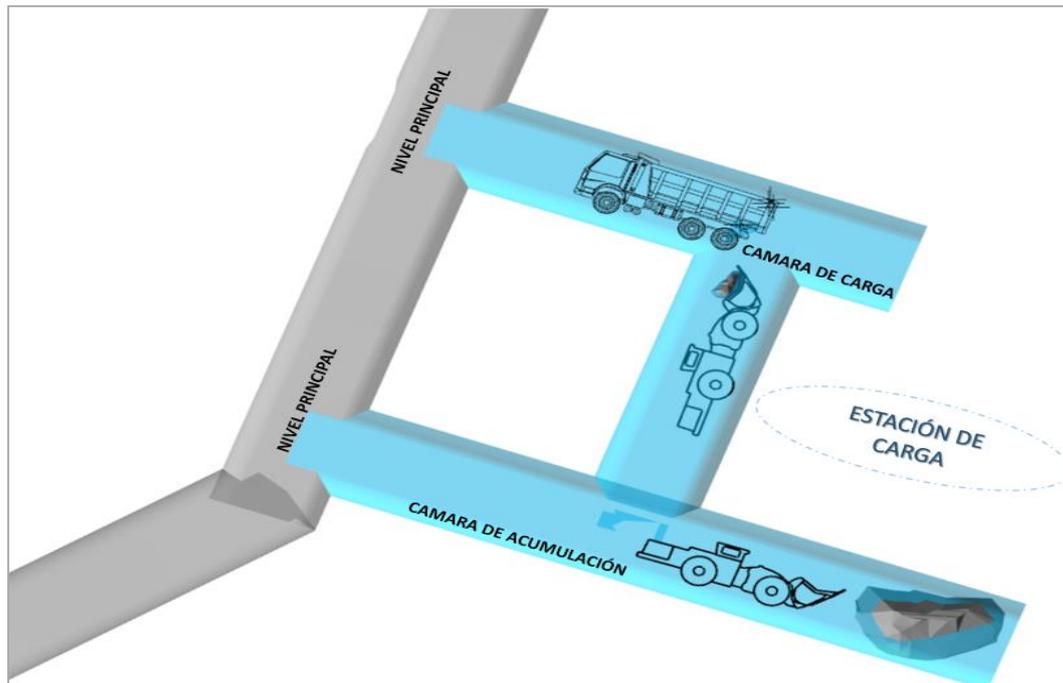


Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### 7.4.4.2.6 Estación de carga

Las estaciones de carga son labores que acompañarán al desarrollo minero, las cuales servirán para poder aislar la actividad de cargue de material producto del avance de las labores mineras. Esta infraestructura minera servirá para realizar la operación de carguío de material al equipo que realizará la extracción hacia superficie. La sección típica de esta infraestructura será de 4.5 metros de ancho por 4.5 metros de alto (4.5 mAn x 4.5 mAl), pudiéndose modificar de acuerdo con la necesidad que requiera la operación. En la Figura 7.4-101 se muestra el esquema típico del sistema de carguío en estas infraestructuras mineras.

Figura 7.4-101. Esquema de la estación de carga



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

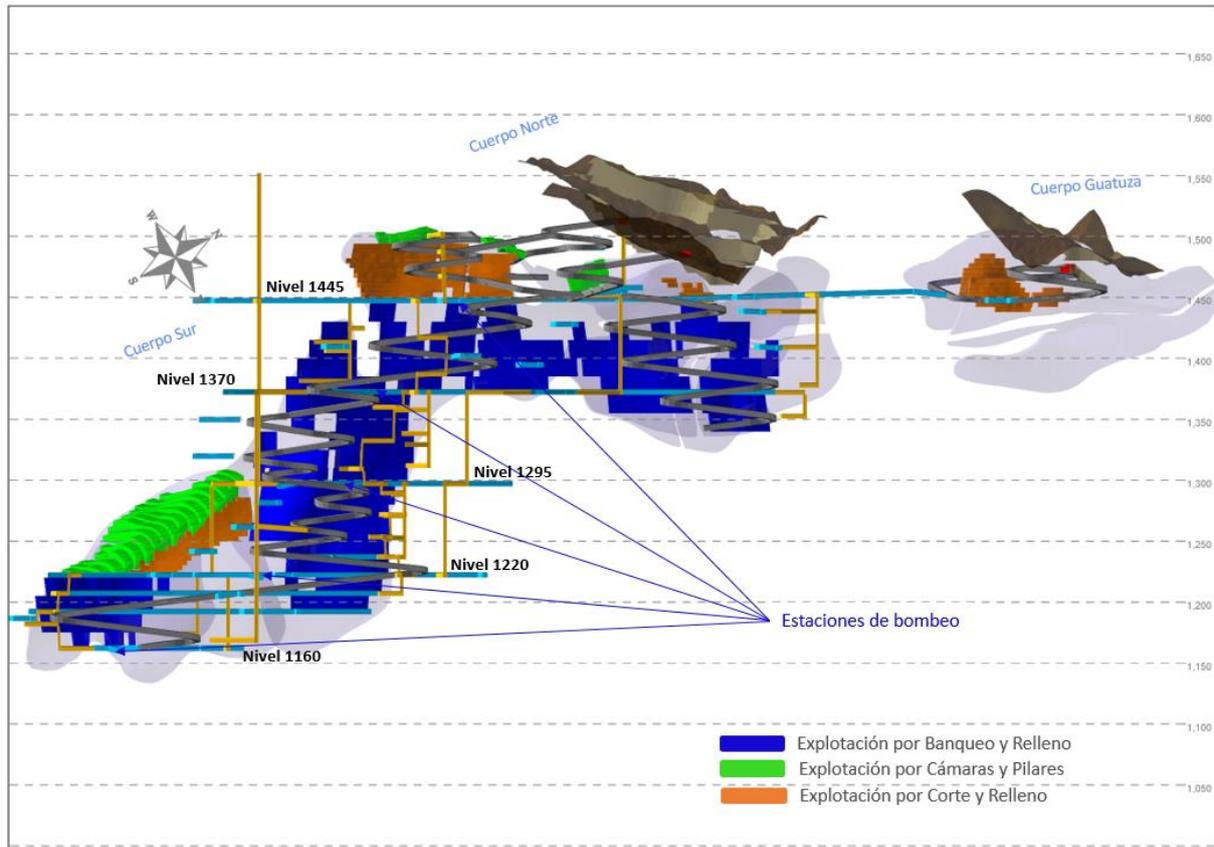
#### 7.4.4.2.7 Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son labores mineras asociadas a la captación de agua que existirá en la mina subterránea, la cual cumplirá su objetivo de evitar cualquier posible inundación por las filtraciones de agua en la mina subterránea.

El sistema del servicio de bombeo de la mina subterránea está diseñado con la construcción de cinco estaciones de bombeo en los niveles 1445, 1370, 1295, 122 y 1160, alineadas para poder conducir el agua de un nivel a otro nivel mediante tuberías de HDPE  $\Phi 4''$  ya sea usando la Rampa donde se requeriría entre cada nivel 300 metros de tubería aproximada, en cada estación de bombeo está calculado tener operando una bomba con capacidad a 30HP y una bomba de similar capacidad como stand by, pudiendo garantizar de esta manera el bombeo continuo.

En la Figura 7.4-102 se muestra la ubicación de cada estación de bombeo dentro de la mina subterránea.

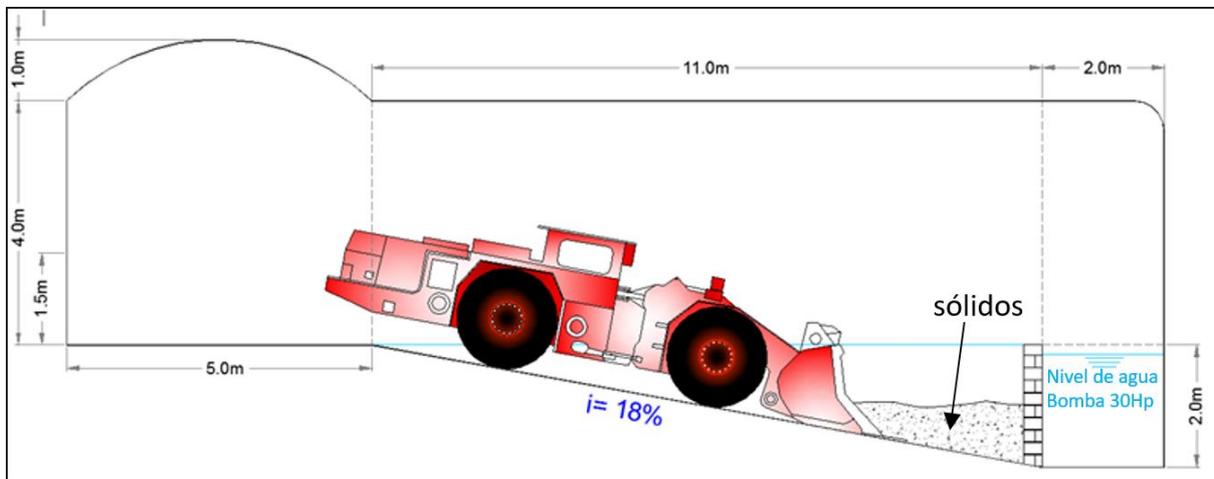
Figura 7.4-102. Ubicación de estaciones de bombeo



Fuente: CMLP, 2022

En la Figura 7.4-103, se muestra el diseño de la estación de bombeo la cual es mediante un laboreo minero con pendiente negativa para que los sólidos del agua bombeada decanten a lo largo de la cámara, esos sólidos al llenar la estación de bombeo son limpiados con un equipo scooptram, está práctica es usual en minería y garantiza el mantenimiento de las estaciones de bombeo.

Figura 7.4-103. Diseño de estación de bombeo



Fuente: CMLP, 2022

De acuerdo con el módulo de drenaje proyecto en el estudio hidrogeológico, cuadro 7.4-35 se ha considerado los siguientes valores para calcular el volumen de agua que recorrería desde las afueras de la mina subterránea hasta la ubicación de la planta de tratamiento, la cual comprende una extensión de 1.2 km aproximadamente con tubería HPDE  $\Phi 4''$ .

Cuadro 7.4-35. Módulos de drenaje en las galerías proyectadas		
Sector	Profundidad (m)	Módulo de Drenaje (l/s/km)
1	0-50	2.40
2	50-100	3.60
3	100-150	5.00
4	150-200	6.76
5	200-250	7.12
6	250-300	9.63
7	300-350	9.08
8	350-400	12.28
9	400-450	8.39
10	450-500	11.35

Fuente: Fuente especificada no válida.

Con esto se ha llegado a proyectar un bombeo desde las labores subterráneas igual a 55 m<sup>3</sup>/h y 18.15 m<sup>3</sup>/h provenientes del desbroce para el acceso a las rampas Norte y Guatuzá. Dando un total de 73.15 m<sup>3</sup>/h de bombeo hacia la planta de tratamiento de aguas. Todo el recorrido de las aguas se realizará mediante tubería HPDE  $\Phi 4''$ .

#### 7.4.4.2.8 Subestación eléctrica de mina

Se construirán labores mineras específicamente para poder contener aisladamente un conjunto de aparatos eléctricos localizados en un mismo lugar, necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica o para el enlace entre dos o más circuitos. La energía eléctrica para la mina subterránea se distribuirá desde la subestación Palo Quemado, desde la que se transmitirá energía a todo el proyecto. Su funcionamiento, componentes y características principales se han detallado en la sección 7.6.1. Adicionalmente, en caso de fallo en el suministro de energía desde el sistema eléctrico de CNEL EP, al cual estará conectada la subestación Palo Quemado, se dispondrá de dos generadores que funcionarán en caso de emergencia.

La distribución de energía subterránea sigue una fuente de alimentación de 4,16 kV distribuida a través de las 3 bocaminas y 1 portal de la mina a través de cables de 5 kV. Las subestaciones móviles están estandarizadas como un transformador de tipo seco reductor

que convierte 4,16 kV (tensión de distribución) a 480 V (tensión de utilización del equipo), en la Figura 7.4-104 se presenta una fotografía tipo de una subestación móvil.

**Figura 7.4-104. Subestación móvil**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A., 2021

La carga de demanda para actividades subterráneas se estima en un pico en 2023 en 1,05 MW como se muestra en el siguiente cuadro.

<b>Cuadro 7.4-36. Requerimientos estimados de energía de la mina por período</b>									
<b>Cargas eléctricas</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Equipo móvil (kW)	218	218	242	242	242	242	242	242	242
Ventilación primaria (kW)	90	211	211	211	211	211	211	211	211
Ventilación auxiliar (kW)	271	437	346	90	90	90	90	90	90
Estaciones temporales de bombeo de agua	43	43	85	128	128	213	213	213	213
<b>Total (MW)</b>	<b>0,76</b>	<b>1,05</b>	<b>1,02</b>	<b>0,81</b>	<b>0,81</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>

**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### **7.4.4.2.9 Chimenea de ventilación**

Labor minera vertical, cuyo objetivo es de generar circuito de salida del aire con presencia de gases producto de las operaciones de la mina subterránea. Se han diseñado chimeneas de

ventilación a lo largo de la extensión del área donde existirá operación minera, para garantizar la cobertura de ventilación requerida.

### Requerimiento de aire fresco

Se determinó que el requisito de aire fresco cumplía con el estándar de salud y seguridad de la convención internacional en minería. La tasa de aire fresco para diluir las emisiones debe ser de 2,13 m<sup>3</sup>/min de aire por cada caballo de fuerza operativo de la maquinaria que funciona con motores de combustión a diésel.

Se aplicaron tasas de utilización conservadoras para tener en cuenta el tiempo en que la maquinaria puede no estar disponible mecánicamente, o simplemente, no estar en uso. Las tasas de utilización son: 100 % para equipos de producción y 50 % para la mayoría de los equipos de servicio y para maquinaria que opera principalmente con electricidad.

El cuadro 7.4-37 muestra la tasa de ventilación de cada equipo a diésel y los volúmenes de aire fresco necesarios para respetar la regulación y proteger a los trabajadores.

Para el cálculo de la demanda de aire por equipo se consideró:

1. Demanda de aire basado en la potencia del motor que provee el fabricante y corresponde al máximo promedio en trabajo, expresado en m<sup>3</sup>/s o CFM y su respectiva conversión.
2. El porcentaje de utilización está basado en el uso probable medio del equipo durante un día estándar de operación ininterrumpida.
3. Factor de consumo de aire es 0.0063 m<sup>3</sup>/s por cada KW.

$$Demanda\ de\ aire\ \left[ \frac{m^3}{s} \right] = Potencia\ Motor\ [KW] \times Factor\ de\ Consumo\ de\ Aire\ por\ KW\ \left[ \frac{m^3}{s\ KW} \right]$$

**Cuadro 7.4-37. Requisito de Aire Fresco: Tasa de Ventilación por Equipo Diésel**

Requerimiento de aire fresco por Personal	CANTIDAD	m <sup>3</sup> /min	cfm
Personal por turno	42	4,449	145,787

3.2.-REQUERIMIENTO PARA EQUIPOS DIESEL						
EQUIPO	CANTIDAD	Potencia Hp	Potencia Kw	Factor utilización	CFM	m <sup>3</sup> /min
Jumbo Frontonero 1 brazo	1	94	70	0.20	1,869	53
Jumbo Frontonero 2 brazos	1	181	135	0.20	3,604	102
Jumbo Empernador	1	94	70	0.35	3,270	93
Scooptram 6yd <sup>3</sup> - 4.6m <sup>3</sup>	2	315	235	0.85	53,329	1,510
Scooptram 4yd <sup>3</sup> - 3m <sup>3</sup>	2	215	160	0.85	36,309	1,028
Scalemin L	1	143	107	0.35	4,999	142
Scissor lif SL2-022	1	148	110	0.35	5,139	146
Telehandler	2	110	82	0.25	5,477	155
Robojet SPM 4210	1	74	55	0.20	1,468	42
Mixer o Hurón 4m <sup>3</sup>	2	139	104	0.20	5,553	157
Jumbo (Longhole)	1	74	55	0.15	1,101	31
Volquetes (extracción y acarreo)	5	500	373	0.85	211,614	5,991
Tractor D6T	1	207	154	0.25	5,139	146
Motoniveladora 120K	1	125	93	0.35	4,345	123
Minicargador Bobcat 236D	1	74	55	0.20	1,468	42
<b>TOTAL</b>					<b>344,687</b>	<b>9,759</b>

3.3 .-REQUISITO DE AIRE FRESCO	
m <sup>3</sup> /min	CFM
<b>14,208</b>	<b>490,474</b>

\*CFM: pies cúbicos por minuto

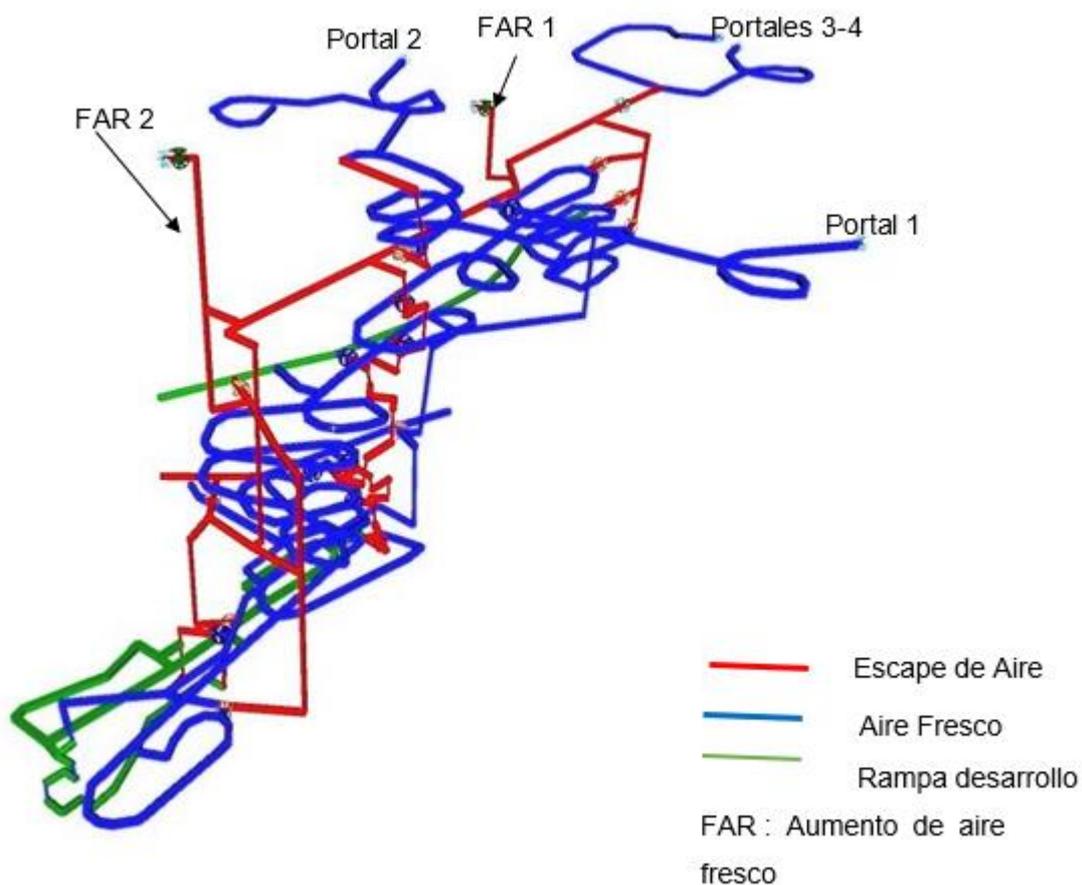
Fuente: CMLP, 2022

Se aplicó una contingencia del 10% como compensación por posibles fugas en el sistema. Se estimó un total de 500 000 pies cúbicos por minuto y representa el criterio de diseño para la infraestructura de ventilación subterránea. Se adjunta en el anexo 7.4 el archivo correspondiente al cálculo de requerimiento de aire fresco proyectado.

Red de Ventilación

Como se presenta en la Figura 7.4-105, la red de ventilación del desarrollo de mina en el Proyecto La Plata consiste en tener 2 subidas de ventilación como toma de aire y 4 rampas utilizadas como salida de aire.

**Figura 7.4-105. Sección longitudinal de la red de ventilación proyecto La Plata**



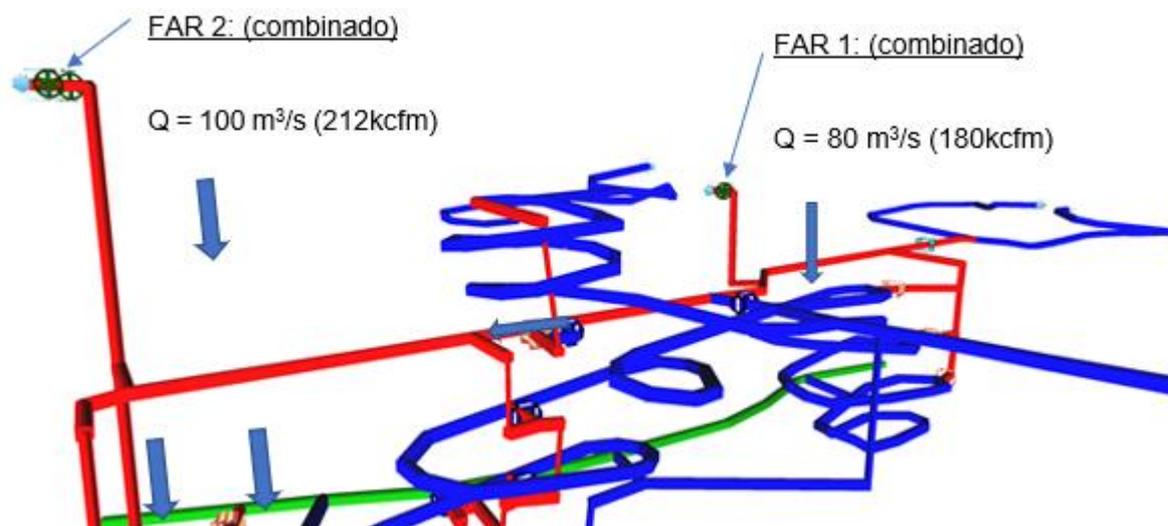
**Fuente:** CMLP, 2022

## Sistema de Ventilación

Para proporcionar el volumen requerido en la red presentada en la Figura 7.4-106, se instalará un sistema de ventilación de presión positiva (push) por encima de las tasas de ventilación de aire fresco (FAR 1 y 2).

Cada una de estas chimeneas contará con un sistema de dos ventiladores en paralelo lo que permite una mayor flexibilidad de producción durante el mantenimiento y rotura.

**Figura 7.4-106. Sistema de Ventilación en Superficie**



Fuente: CMLP, 2022

## Ventilación auxiliar / Desarrollo

Para desarrollos largos, se planea un camión y un cargador en el área de trabajo con un volumen de aire de 82,000 cfm. Se instalará un conducto de 48 " para proporcionar el aire requerido. Dependiendo de estos parámetros, para cada intervalo de desarrollo de 250 m, se requerirán 250 HP de potencia del ventilador para impulsar este volumen.

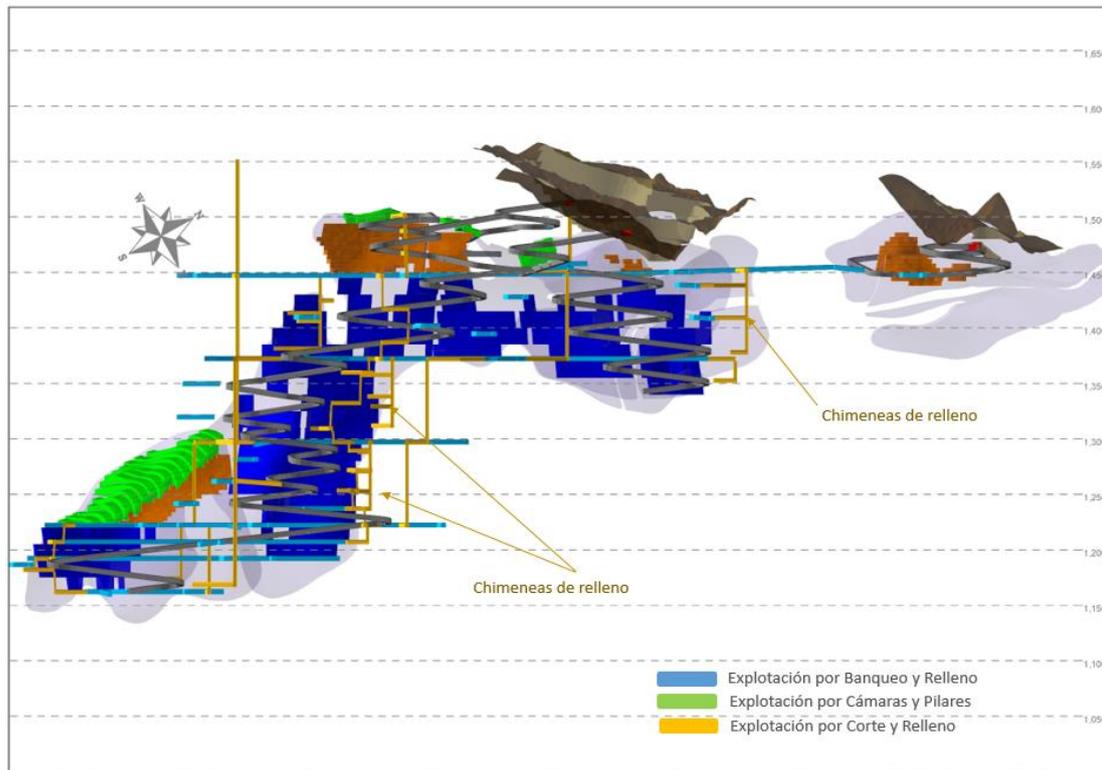
## Corte y relleno

Durante las operaciones de corte y relleno, se implementará una ventilación "forzada" en las galerías. Un LHD de capacidad 6 y3 estará en servicio en esta ubicación y requerirá 31370 cfm. Se requerirá un conducto flexible de 42 pulgadas para suministrar aire a la superficie de trabajo. Se debe planificar un ventilador de 75 HP por zona de corte y relleno.

#### 7.4.4.2.10 Chimenea de relleno

Las chimeneas de relleno son labores verticales que formarán parte de la infraestructura de servicios auxiliares, la cual tendrá como objetivo poder conducir de manera aislada el material que servirá para rellenar los tajos. Esta labor minera tendrá una sección de 3 metros de diámetro. La ubicación de esta infraestructura se muestra en la Figura 7.4-107.

Figura 7.4-107. Ubicación de las chimeneas de relleno (traspaso de material)

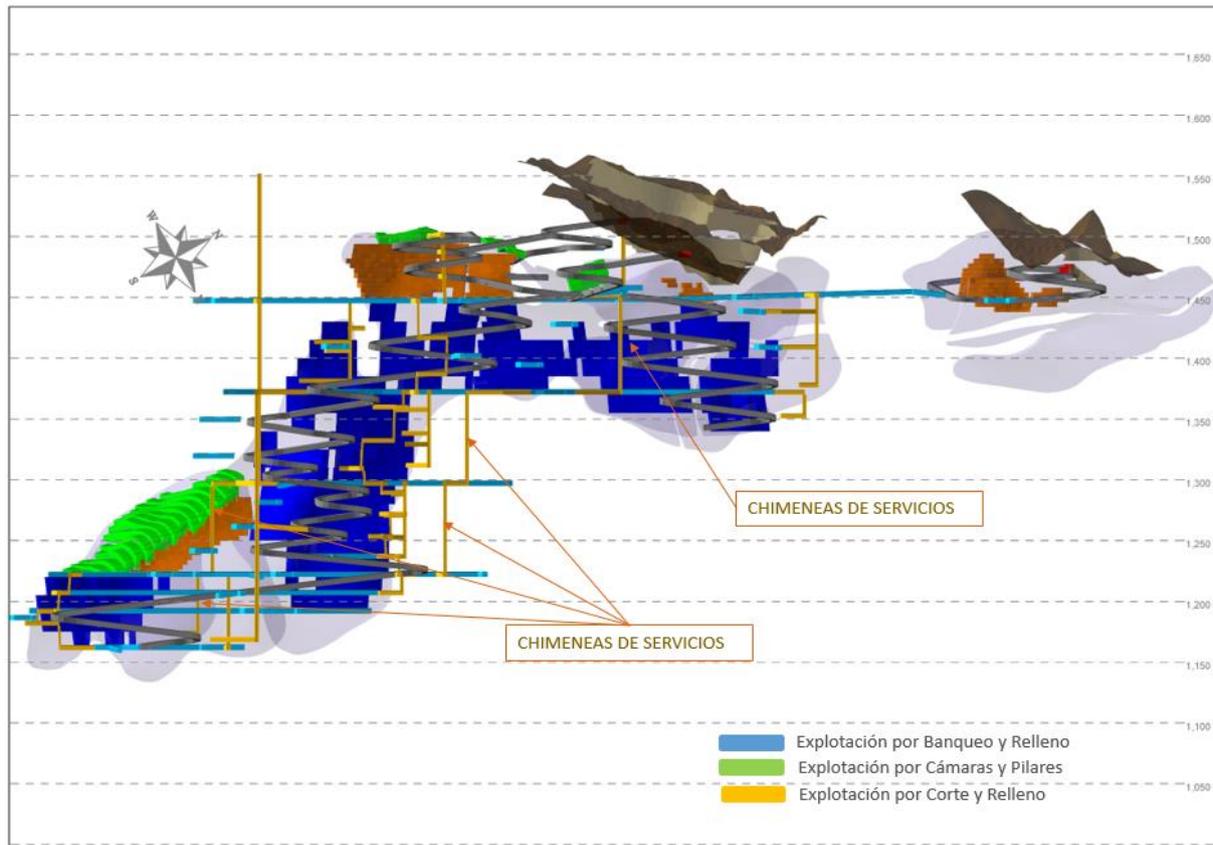


Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### 7.4.4.2.11 Chimenea de servicios

Las chimeneas de servicios son labores mineras verticales que servirán para conducir aisladamente las tuberías de servicios como aire, agua, y otras tuberías; hacia la proximidad de los tajos, es importante esta infraestructura para dejar en lo más posible libre las rampas que son las labores donde habrá alto tránsito. Esta labor minera tendrá una sección de 3 metros de diámetro. La ubicación de esta infraestructura se muestra en la Figura 7.4-108.

Figura 7.4-108. Ubicación de las chimeneas de Servicios

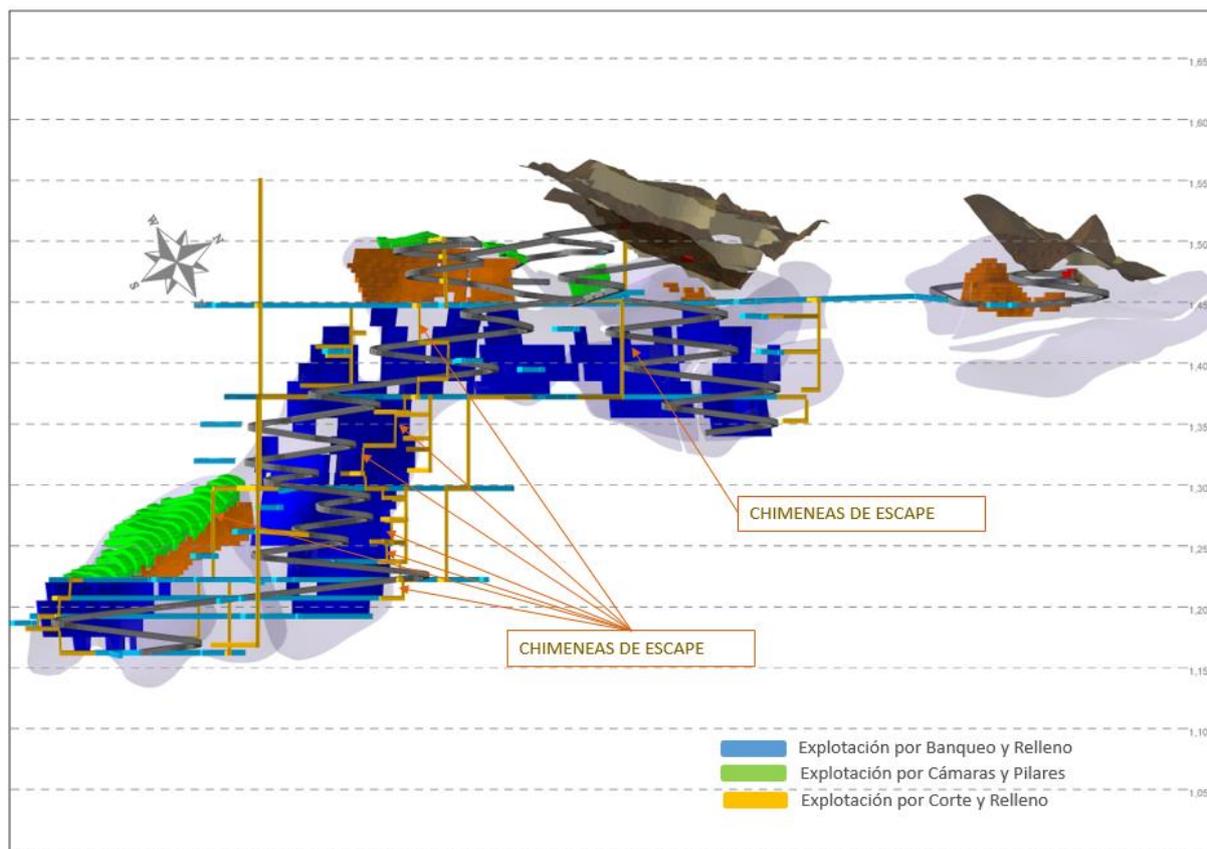


Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### 7.4.4.2.12 Chimenea de escape

Las chimeneas de escape son labores mineras verticales que acompañarán al desarrollo minero y a la extensión de la explotación minera, estas infraestructuras se han diseñado en proporción a todas las áreas de explotación, para que pueda existir un sistema de salida de personal en caso hubiese algún tipo de emergencia. Esta labor minera tendrá una sección de 2 metros de diámetro. La ubicación de esta infraestructura se muestra en la Figura 7.4-109.

Figura 7.4-109. Ubicación de las chimeneas de Escape

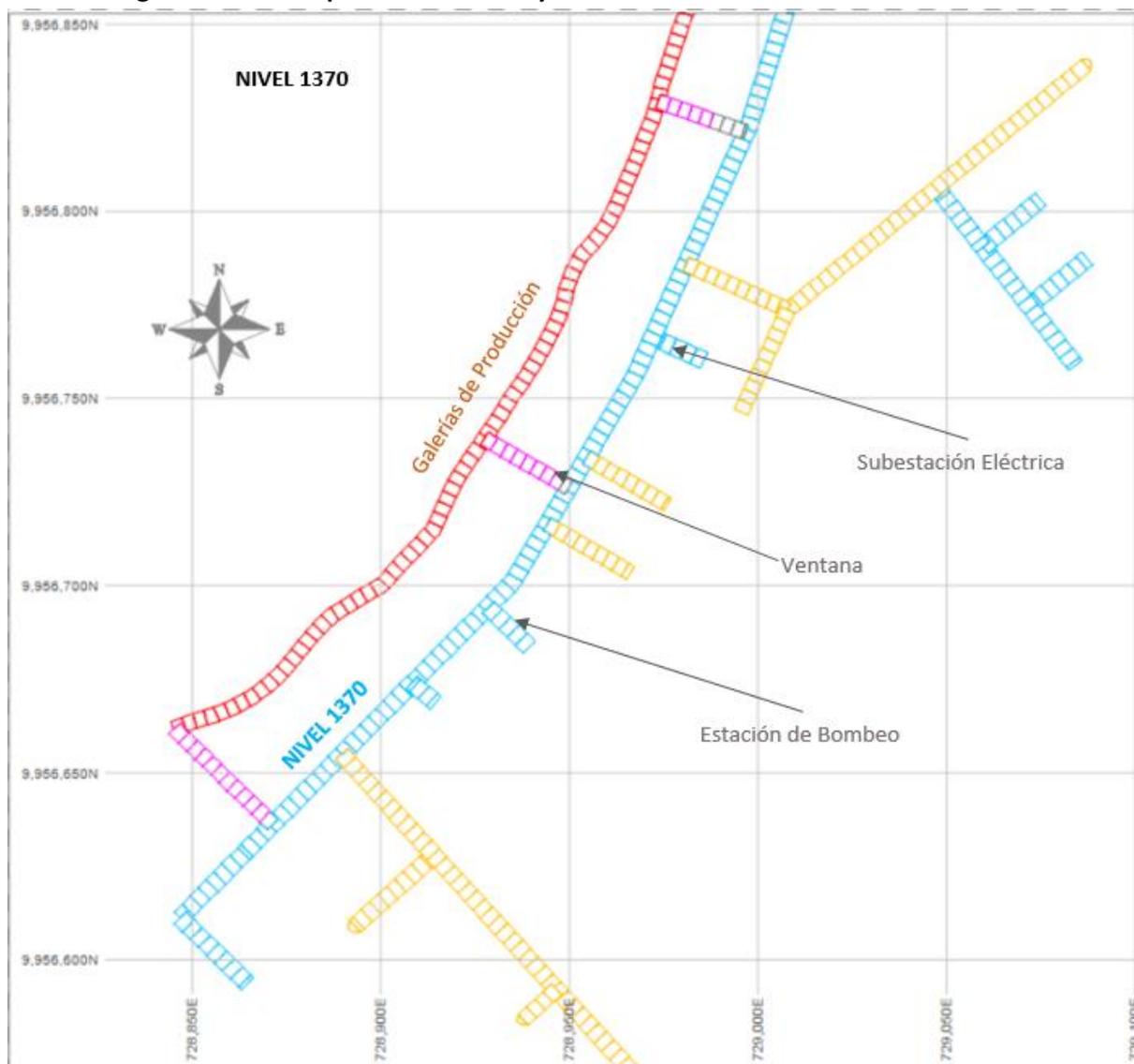


Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### 7.4.4.2.13 Nivel

Se denomina nivel, a la labor minera horizontal que se extiende en toda la dimensión del depósito mineralizado, estas labores se originan desde las rampas de desarrollo, y seccionan verticalmente toda el área de explotación para dividir las homogéneamente entre sí. Se han diseñado cinco niveles que garantizará la independización de las operaciones mineras y sostenibilidad en la secuencia del minado. La sección típica de esta infraestructura será de 4.5 metros de ancho por 4.5 metros de alto (4.5 mAn x 4.5 mAl), pudiéndose modificar de acuerdo con la necesidad que requiera la operación. En la Figura 7.4-110 se muestra el esquema de un nivel y sus interconexiones con otras labores.

Figura 7.4-110. Esquema de un nivel y sus conexiones con otras labores mineras



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

#### 7.4.4.2.14 Servicios auxiliares

En esta sección se describirán los servicios auxiliares para el desempeño normal de actividades dentro de la mina subterránea, se consideran en este grupo de servicios a los talleres de mantenimiento en el interior de la mina para maquinaria y vehículos, al sistema de provisión de aire comprimido y al sistema de iluminación.

##### 7.4.4.2.14.1 Talleres de mantenimiento en el interior de la mina

Los talleres de mantenimiento que se construirán al interior de la mina servirán para arreglos mínimos de vehículos y maquinaria.

#### 7.4.4.2.14.2 Sistema de provisión de aire comprimido

Para abastecer la mina subterránea con aire comprimido, se construirá una infraestructura de compresores cerca del portal de la rampa de la mina en la superficie. Esta infraestructura albergará tres (3) compresores con una capacidad de 882 cfm a 125 PSI de presión cada uno. Una vez que la mina esté en plena producción, dos de ellas estarán en funcionamiento y una permanecerá en espera. Esto proporcionará un total de 1764 cfm a 125 PSI para los requisitos de la mina. Solo se instalará un compresor durante el primer año; los dos restantes se comprarán e instalarán un año después.

Los compresores serán del tipo compresor de tornillo rotativo con motores de 175 HP que serán refrigerados por aire. El sistema también incluirá receptores de tanque húmedo, un sistema de secado de aire, receptores de tanque seco, filtros, recolección de condensado y un sistema de tratamiento y control.

La infraestructura será un refugio simple, un área de espacio abierto compuesto por losa de concreto sobre rasante, estructura de acero ligero y paredes y techos aislados. Estará equipado con tres puertas de garaje para facilitar el acceso para inspecciones y mantenimiento. No se prevé ninguna grúa aérea ni monorraíl. Se utilizará un pequeño equipo de elevación móvil para levantar piezas pesadas.

#### 7.4.4.2.14.3 Sistema de iluminación

La mina contará con una serie de subestaciones de 13.8 kV / 480 V @ 500 kVA, cada una a su vez dispondrá de un transformador de 480 V / 120-208 V @25 kVA el cual alimentará los circuitos que suministran iluminación a los diferentes elementos.

Con referencia al estándar M421-16, el sistema de iluminación garantizará que los equipos, instrumentos y etiquetas sean claramente distinguibles y para ello se dispondrá un mínimo de 50 Lx en las áreas que así se requiera.

La iluminación de emergencia será instalada en las salidas, salidas de emergencia, escaleras, con una autonomía de 30 minutos de potencia.

El sistema de iluminación será desarrollado a medida que la mina vaya avanzando.

## **7.5 Etapa de operación y mantenimiento**

### **7.5.1 Operaciones en superficie**

#### **7.5.1.1 Gestión de campamentos y oficinas**

La compañía será solidariamente responsable de que sus proveedores de campamento realicen una correcta provisión de servicios de alojamiento, alimentación, agua de consumo humano, agua potable y gestión de desechos sólidos. Los servicios de alcantarillado, tratamiento de aguas residuales domésticas y energía eléctrica se encontrarán fuera del alcance de quien preste el servicio ya que dependerá de las instituciones de gobierno.

Durante la operación del campamento y oficinas se realizará el correcto tratamiento de aguas residuales, gestión de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos, mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones que permiten estas actividades y, mantenimiento preventivo y correctivo del generador auxiliar para la provisión de energía eléctrica.

Los residuos generados en los campamentos en mayor cantidad son los comunes, orgánicos, reciclables y en menor cantidad se generan los desechos peligrosos y/o especiales. Estos deberán ser colocados en recipientes específicos según su tipo y almacenados temporalmente bajo techo, sobre una superficie impermeable hasta su tratamiento y/o disposición.

#### **7.5.1.2 Soporte a maquinarias, equipos y vehículos**

Las actividades de soporte con aquellas que permiten un óptimo funcionamiento de maquinarias, equipos y vehículos como su lavado y mantenimiento en el sitio con repuestos y gran variedad de consumibles asociados a las operaciones, para esto se dispone de los talleres específicos para cada fase: taller en el interior de la mina, taller de beneficio, taller de mina, bahía de lavado, área de soldadura, almacén.

Durante la etapa de operación estos sitios generarán desechos líquidos y sólidos que requerirán gestión dentro de los principales se encuentran filtros, aceites y grasas, materiales contaminados aceites y grasas, variedad de repuestos usados en materiales de plástico y metales, aguas grises y aguas con trazas de aceites y grasas.

### 7.5.1.2.1 Insumos

Los productos químicos comunes por emplearse en todas las fases explotación y beneficio que permiten el funcionamiento y mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos son el combustible y lubricantes.

Cuadro 7.5-1. Productos químicos que se ocuparán en la construcción y operación		
1	Diésel	Generador, equipos y maquinaria
2	Gasolina	Vehículos
3	Aceite	Generadores, equipos, maquinaria y vehículos

### 7.5.1.3 Gestión del agua contactada y no contactada

#### 7.5.1.3.1 Requerimiento de agua

El agua para el proyecto se tomará de puntos de captación de agua previamente autorizados por La Autoridad Única del Agua para aprovechamiento industrial y consumo para uso humano.

En los cuadros 7.5-2 y 7.5-3 se presenta la ubicación tentativa de los puntos de captación de agua y los caudales aproximados requeridos.

Cuadro 7.5-2. Ubicación geográfica de los puntos de captación de agua para aprovechamiento industrial				
Código	Coordenadas WGS 84 Zona 17 S		Nombre cuerpo hídrico	Caudal (l/s)
	X	Y		
LP-MA-FI -01	730123	9957215	Estero Alambique	108.04
LP-MA-FI -02	730056	9956626	Q. La Florida	68.66
LP-MA-FI -03	729152	9957035	Bocamina antigua	41.95
LP-MA-FI -04	730271	9957170	Antigua infraestructura	92.82

Fuente: CMLP, 2022

Cuadro 7.5-3. Ubicación geográfica de los puntos de captación de agua para consumo humano				
Código	Coordenadas WGS 84 Zona 17 S		Nombre cuerpo hídrico	Caudal (l/s)
	X	Y		
LP-MA-FH1	729586	9956283	S/N La Florida	0.31
LP-MA-FH2	730436	9957322	S/N 15 La Plata	18.50
LP-MA-FH3	729339	9957002	Estero Alambique	4.88

Fuente: CMLP, 2022

### 7.5.1.3.2 Balance de agua general del proyecto

El balance de agua del proyecto considera el agua usada por las diferentes instalaciones y procesos y adicionalmente evaluadas en base a una precipitación máxima de 24 horas, las mismas que serán bombeadas hacia las piscinas de almacenamiento de agua contactada, y posteriormente enviada a la planta de tratamiento. A continuación, se detalla los respectivos componentes donde su agua es transportada a las respectivas piscinas de almacenamiento:

- Escombrera No. 1
- Escombrera No. 2
- Infraestructura Gestión de Relaves
- Accesos a los portales Norte y Guatuza
- Mina
- Planta de relleno
- Depósito de Relaves Filtrados

Cabe indicar que el agua transportada hacia las piscinas de recolección desde la planta de relleno es solo en caso de contingencia cuando los tanques de esta sobrepasen su capacidad de almacenamiento, los flujos de la planta de relleno y de la infraestructura de gestión de relaves, son flujos que no dependen de la precipitación máxima en 24 horas.

A medida que, al avance del proyecto, este balance de agua será optimizado en términos de flujo y demandas de consumo para los diferentes componentes del proyecto, ya que el propósito es reducir el uso y consumo de agua fresca.

#### 7.5.1.3.2.1 Flujos de agua que provenientes de Escombrera No. 1 y No. 2

En la Figura 7.5-1 se muestra el balance de agua general del proyecto, donde los volúmenes de manejo de agua son considerados para una precipitación máxima de 24 horas. La escorrentía de la escombrera No. 01 tiene un volumen calculado  $170 \text{ m}^3$ , en la misma se estima una infiltración de  $20 \text{ m}^3$ , teniendo un caudal  $0.13 \text{ m}^3/\text{min}$  que es bombeado hacia la piscina norte de recolección de agua contactada.

La escombrera No. 2 cuenta con dos pozas de sedimentación y monitoreo, por lo cual, en la primera poza se tiene volúmenes de escorrentía que corresponden a  $170 \text{ m}^3$ , e infiltración de  $15 \text{ m}^3$ , adicionalmente en la segunda poza contiene volúmenes de escorrentía de  $435 \text{ m}^3$  y de infiltración de  $20 \text{ m}^3$ , almacenados temporalmente para enviar un caudal de  $0.44 \text{ m}^3/\text{min}$  a la piscina de almacenamiento de agua contactada norte mediante bombeo.

#### 7.5.1.3.2.2 Flujos de agua que provenientes del depósito de relaves filtrados

Para el manejo del agua tanto de escorrentía e infiltración desde el depósito de relaves filtrados se ha diferenciado los volúmenes que van a la primera poza de sedimentación y monitoreo, que recibe escorrentía de 410 m<sup>3</sup> e infiltración de 1 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, se cuenta con la segunda poza de sedimentación y monitoreo que recibe los volúmenes de escorrentía 398 m<sup>3</sup> e infiltración de 1 m<sup>3</sup>, enviando un caudal de 0.562 m<sup>3</sup>/min hacia la poza de recolección de agua contactada sur mediante bombeo.

#### 7.5.1.3.2.3 Flujos de agua que provenientes desde mina

Los flujos de agua provenientes de la mina subterránea tienen un caudal de 55 m<sup>3</sup>/h y el agua recolectada en los accesos a los portales Norte y Guatuzá que es de 18.15 m<sup>3</sup>/h. El caudal a ser bombeado a la piscina de recolección de agua contactada norte es de 1.22 m<sup>3</sup>/min.

#### 7.5.1.3.2.4 Flujos de agua que provenientes desde Gestión de Relaves y Planta de Relleno

Los relaves que provienen de la planta de proceso son enviados a la infraestructura de gestión y filtrado de relaves, donde se genera agua del proceso de filtrado, la misma que es bombeada hacia la piscina de recolección de agua contactada sur, con un caudal de 1.18 m<sup>3</sup>/min.

Para la planta de relleno se considera una línea de recolección de agua, en caso de que el agua de los tanques del proceso de producción de relleno supere el límite de almacenamiento, en dicho caso se tendrá un caudal aproximado de 0.08 m<sup>3</sup>/min durante su uso, nominalmente el caudal es nulo. En caso de que exista este caudal será bombeado a la piscina de agua contactada sur.

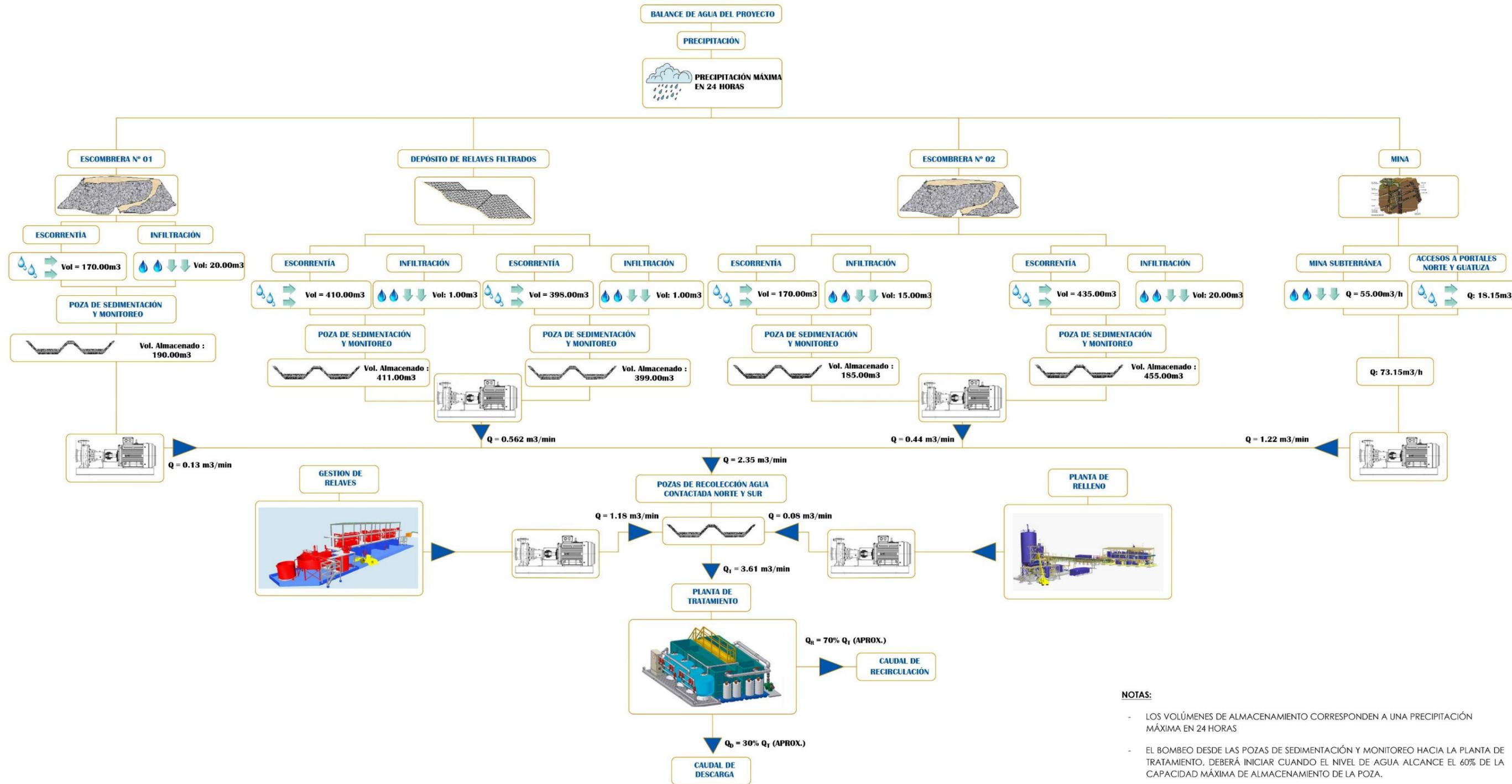
#### 7.5.1.3.2.5 Flujos de agua que provienen de la planta de tratamiento

El caudal que ingresa a la planta de tratamiento de las piscinas de recolección de aguas contactadas norte y sur es de 3.61 m<sup>3</sup>/min. Una vez que el caudal total de las aguas contactadas haya pasado el proceso de tratamiento, aproximadamente el 70% del caudal tratado será recirculado a los diferentes procesos del proyecto y el 30% será descargado en los respectivos cuerpos hídricos una vez que se haya verificado el cumplimiento con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental aplicable.

#### 7.5.1.3.2.6 Características del sistema de bombeo de agua contactada

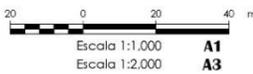
El sistema de bombeo de agua contactada desde las piscinas de sedimentación y monitoreo de las escombreras y depósitos de relaves filtrados, así como de la mina, planta de relleno, infraestructura de gestión de relaves serán mediante tuberías de tipo HDPE doble, de diámetro 152 mm y 304 mm. Adicionalmente, para el bombeo del agua se utilizarán bombas que tendrán una velocidad máxima de 1750 rpm, para flujos de sólidos y mixtos (lodos o slurry) cuando se requiera, se considerarán bombas centrífugas con una velocidad que no excederá 1500 rpm.

Figura 7.5-1. Balance de agua general del proyecto



NOTAS:

- LOS VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO CORRESPONDEN A UNA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS
- EL BOMBEO DESDE LAS POZAS DE SEDIMENTACIÓN Y MONITOREO HACIA LA PLANTA DE TRATAMIENTO, DEBERÁ INICIAR CUANDO EL NIVEL DE AGUA ALCANCE EL 60% DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO DE LA POZA.



Fuente: CMLP, 2022

#### 7.5.1.3.2.7 Balance de agua general de la planta de procesos

La planta de procesos tratará 38.5 t/h de material y se requiere de 2,51 m<sup>3</sup>/t mismos que serán recuperados en un 93,5 % (2,35 m<sup>3</sup>/t) para su recirculación por el proceso, la cantidad restante 0,16 m<sup>3</sup>/t que equivale al 6,5% de la cantidad de agua total requerida para 1 t será alimentada a la planta de procesos con agua fresca como se muestra en el diagrama de flujo del balance general de consumo de agua que se incluye en el Anexo 7.5 Diagrama balance agua planta.

#### 7.5.1.4 Plantas de tratamiento de agua

Existirán plantas de tratamiento de agua para consumo humano, para tratamiento de aguas residuales domésticas y la planta de tratamiento de agua industrial para las aguas contactadas. Las capacidades de las plantas están proyectadas a la capacidad máxima de ocupación, sin embargo, se deberá tomar en cuenta que el personal se distribuirá durante su trabajo por todas las instalaciones y la ocupación de los sitios variará en función de las etapas y fases del proyecto.

En el área de infraestructura del proyecto se prevé tener una planta para el tratamiento de agua captada para el consumo humano y una planta para el tratamiento de agua residual doméstica.

El campamento tendrá una planta de tratamiento de agua para abastecimiento humano y una planta para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Las características que las plantas y su funcionamiento se describen a continuación.

##### 7.5.1.4.1 Sistema de tratamiento para abastecimiento de agua de consumo humano

El Sistema de tratamiento para abastecimiento de agua de consumo humano considera una población de 300 personas en campamento, que consumirán aproximadamente 200 l/persona/día, de manera que se requerirá de un caudal de 54 m<sup>3</sup>/día para la dotación de agua potable.

La función de este sistema será tratar el agua proveniente de fuentes naturales para la producción de agua de consumo humano que deberá cumplir con la normativa ecuatoriana de agua potable NTE INEN 1108.

La planta de tratamiento de agua de consumo humano (PTAP) se colocará sobre una obra civil y su manejo se encontrará a cargo de personal capacitado.

Cada planta de tratamiento estará equipada con lo siguiente:

- Electrobomba centrífuga 2 HP
  - Cantidad : 02 UND
  - Marca : Pentax
  - Otros : Incluye Hidroneumático 24 litros
  
- Bomba dosificadora precloración - postcloración 3LPH – 10 BAR
  - Cantidad : 02 UND
  - Marca : SEKO
  - Modelo : AML200NPE0000
  - Otros : Incluye sonda de nivel, Tanque 80L
  
- Filtro multimedia
  - Cantidad : 01 UND
  - Marca : Nacional
  - Modelo : 7 pie3
  
- Filtro carbón activado
  - Cantidad : 01 UND
  - Marca : Nacional
  - Modelo : 7 pie3
  
- Manómetro 0-100 PSI SS
  - Cantidad : 04 UND
  - Marca : Hidronix
  - Modelo : PG25100B
  - Otros : Glicerina
  
- Skid
  - Cantidad : 01 UND
  - Marca : Nacional
  - Modelo : Acero

Figura 7.5-2. Modelo referencial de planta de agua potable - Tipo Skid



Fuente: RWL Water, 2021

#### 7.5.1.4.2 Sistema de tratamiento de agua residual doméstica

Se estima una población en campamento máxima de 300 personas que consumirán cerca de 200 l/persona/día, de manera que se prevé la generación de un caudal aproximado de aguas residuales domésticas a tratar de 43,20 m<sup>3</sup>/día.

El tipo de planta para tratamiento de agua residual doméstica (PTARD) será compacta, metálica y portátil, de tratamiento biológico con Tanque de Ecuilización, Tanque de Aeración, Decantador clarificador y Cámara de Contacto incorporados a la Planta y, trabajará bajo el principio de fangos activados con aeración extendida. Sus dimensiones serán de 3.05 m de ancho por 3,35 m de alto y 9,06 m de largo, con un peso de 7 t aproximado y en operación de 70 t aproximado. Su operación será a cargo de personal previamente capacitado para su correcto funcionamiento.

Los elementos con los que contará la PTARD se enlistan a continuación:

- 01 reja de solidos
- 01 caja reguladora de caudal
- 01 cámara de ecuilización
- 01 cámara de aireación (reactor biológico)
- 01 sedimentador de lodos
- 01 cámara serpentín para contacto de cloro

- 01 tanque de solución de cloro de 175 litros PVC

#### EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS

- 02 sopladores blowers regenerativos con motor de 5 HP
- 01 tablero eléctrico automatizado
- 02 bombas sumergibles para transferencia de caudal de 1 hp, marca Pedrollo
- 01 bomba sumergible para excesos de fangos de 1 hp marca Pedrollo
- 01 bomba dosificadora de cloro de 4.5 gph
- Tuberías de 1 ½ -2" de diámetro sch-40
- Juego de tuberías conduit y cables eléctricos
- Difusores de burbujas de 9 cm
- Soportes, bafles y vertederos.
- Pernos, abrazaderas e insumos.
- Pintura de tuberías y equipos.
- El proceso de pintura será con la norma SSPC-SP 10
- Área interna; con arenado al blanco y pintado con base epóxica ZINC y acabado JET TAR con 14 mils de película.
- Área externa y barandas; con arenado al blanco y pintado con base EPOXICA ZINC Y acabado con JET JHANE poliuretano con 12mils de película

La planta se ubicará sobre una losa armada de 5 m de ancho por 12 m de largo y descargará el agua tratada en tanques de almacenamiento ya que previo a su descarga se realizará su monitoreo para dar cumplimiento a los parámetros establecidos en la legislación para descarga a un cuerpo de agua dulce.

**Figura 7.5-3. Modelo referencial de la planta de tratamiento de agua residual doméstica (PTARD)**



**Fuente:** RWL Water, 2021

**Figura 7.5-4. Modelo referencial de la planta de tratamiento de agua residual doméstica – Vista superior (PTARD)**



Fuente: RWL Water, 2021

### 7.5.1.4.3 Sistema de tratamiento de agua industrial

#### 7.5.1.4.3.1 Calidad del agua tratada

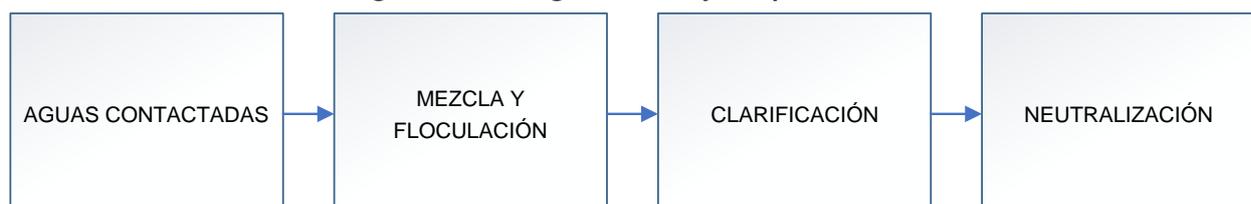
El sistema de tratamiento de agua propuesto está diseñado en base a que el caudal de descarga cumpla con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental aplicable.

#### 7.5.1.4.3.2 Caudal de afluente (fuente de agua)

El caudal de tratamiento de agua incluye todos los caudales dentro del manejo de aguas contactadas, para el drenaje de relaves filtrados, agua de la mina subterránea, las piscinas de manejo de aguas contactadas Norte y Sur, las pozas de sedimentación y monitoreo de escombreras y estación auxiliar de transferencia.

#### 7.5.1.4.3.3 Los diagramas de flujo de proceso

**Figura 7.5-5. Diagrama de flujo de proceso**



#### 7.5.1.4.3.4 Descripción del proceso

Las aguas de recolección de sobre flujos de piscina norte, recolección de flujos de piscina sur, mina subterránea, y manejo de relaves, las pozas de sedimentación y monitoreo de escombreras y estación auxiliar de transferencia serán enviadas directamente a la planta de tratamiento de aguas mediante tubería HDPE doble capa.

El proceso de mezcla y floculación inicia en el tanque reactor #1, donde se acumulan los flujos mencionados anteriormente para luego colocar reactivo (cal dosificada con agua de proceso), donde son mezclados mediante el agitador #1. En un segundo proceso de adición de reactivos, los flujos pasan al tanque reactor #2 donde son agitados nuevamente; tanto en el tanque reactor # 1 y 2 el agua cruda pasa por un proceso de aireación. Siguiendo con el proceso de tratamiento, el tanque reactor #3 actúa para contener la mezcla de las aguas y reactivos, y se acondiciona con un agitador para pasar al tanque clarificador de aspas.

En clarificación, el agua que se encuentra en el tanque clarificador de aspas mediante procesos de decantación y sedimentación, se remueven los agentes que se usaron en la planta de procesos y en el proceso de tratamiento, en este punto se forman dos subproductos, agua cruda parcialmente tratada y lodos de hidróxido. Los lodos son enviados mediante una bomba de sólidos al área de tratamiento de lodos en el manejo de relaves.

En neutralización, el agua parcialmente tratada pasa a un tanque de clarificación secundario, donde se realizan procesos para determinar la calidad parcial del agua, de no cumplir con los rangos y parámetros establecidos, se envía al inicio del proceso nuevamente.

En el tanque de agua efluente se tiene el producto de agua tratada, aquí se diferencian dos flujos, uno que pasa a recirculación del proceso que es superior al 70% de los flujos de toda el agua de proceso y el porcentaje restante pasa a la descarga de un cuerpo hídrico previo tratamiento y cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

#### 7.5.1.4.3.5 Aspectos del tratamiento

El sistema de tratamiento contempla los siguientes procesos:

- Eliminación de metales pesados
- Clarificación y espesamiento de lodos
- Corrección del pH

### Proceso físico-químico

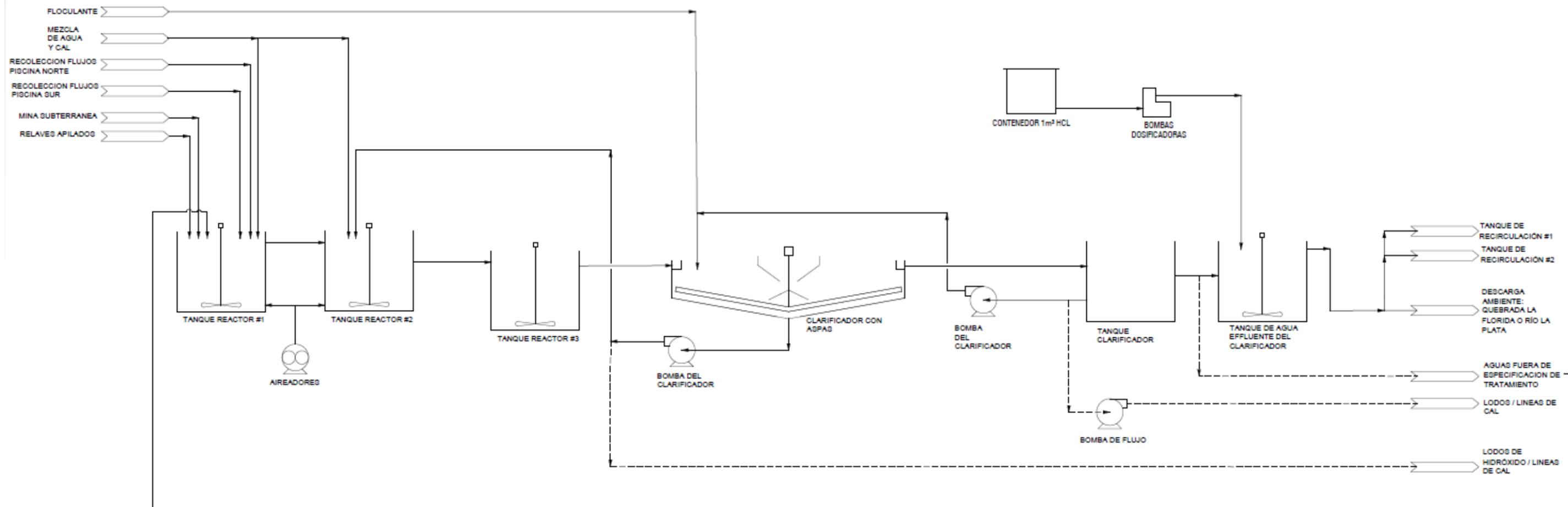
Diferentes metales pesados se precipitan en diferentes rangos de pH. Hidróxidos metálicos trivalentes se precipitan en un ambiente ligeramente ácido e hidróxidos metálicos divalentes en un rango neutro a alcalino. Por lo tanto, al elevar el pH del flujo superior del espesador de concentrado y de relaves, y el agua de superficie y de mina a pH 9.0 - 10, se eliminará la mayoría de los metales pesados. La cal ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) es el álcali preferido para la elevación del pH de las aguas de proceso.

Para un control del proceso y una mezcla óptima, el sistema estaría equipado con control de pH y agitador de eje vertical.

La sedimentación de los lodos de hidróxido se mejora mediante la adición de un polímero como ayuda a la floculación en el clarificador.

La etapa de neutralización consiste en un tanque donde se agrega ácido (HCL) para la corrección del pH antes de su descarga final.

Figura 7.5-6. Diagrama de procesos de la planta de tratamiento de aguas



Fuente: CMLP, 2022

#### 7.5.1.4.4 Puntos de descarga

##### 7.5.1.4.4.1 Aqua doméstica tratada

En el cuadro 7.5-4 se presenta la ubicación tentativa de los puntos de descarga de agua y caudales aproximados de las PTAR tanto del campamento como de la infraestructura de mina (en superficie) y las áreas administrativas mismos que deberán contar con el permiso correspondiente emitido por la Autoridad Única del Agua.

Cuadro 7.5-4. Ubicación geográfica de los puntos de descarga de agua doméstica tratada				
Código	Coordenadas WGS 84 Zona 17 S		Nombre cuerpo hídrico	Caudal (l/s)
	X	Y		
PDAR1	729440,35	9957051,69	Estero Alambique	0.5 (43.2 m <sup>3</sup> /d PTAR)
PDAR2	730391,79	9957654,10	Río La Plata	0.5
PDAR3	730331,20	9957547,15	Río La Plata	0.5

Fuente: CMLP, 2022

##### 7.5.1.4.4.2 Aqua industrial tratada

Se han establecido dos posibles puntos de descarga en la Qda. La Florida (PD1 y PD2) y uno en el Río La Plata (PD3) y sus caudales aproximados, en los cuales se descargará el agua tratada en la planta de tratamiento proyectada, misma que tiene una capacidad de tratamiento de 300 m<sup>3</sup>/h, desde la cual se recirculará a la operación el 70.00% y el 30.00% será descargado a uno de los puntos previamente mencionados, es decir, se descargará al cuerpo hídrico un caudal máximo de 90.00 m<sup>3</sup>/h lo que es igual a 0.025 m<sup>3</sup>/s o 25.00 l/s.

En el cuadro 7.5-5 se presenta la ubicación tentativa de los puntos de descarga de agua de las PTAR tanto del campamento como de la infraestructura de mina (en superficie) y las áreas administrativas, mismos que deberán contar con el permiso correspondiente emitido por la Autoridad Única del Agua.

Cuadro 7.5-5. Ubicación geográfica de los puntos de descarga de agua industrial tratada				
Código	Coordenadas WGS 84 Zona 17 S		Nombre cuerpo hídrico	Caudal (l/s)
	X	Y		
PDI1	730313,13	9957297,63	Quebrada La Florida	25
PDI2	730345,35	9957221,74	Quebrada La Florida	25
PDI3	730331,20	9957547,15	Río La Plata	25

Fuente: CMLP, 2022

Comportamiento del cauce por descarga en Qda. La florida

Para evaluar el comportamiento que tendrá el cauce por el efecto de la descarga de los 0.025 m<sup>3</sup>/s en la Qda. La Florida se realizó un modelamiento hidráulico con los parámetros obtenidos de la medición de los cuerpos hídricos en campo como lo son, el ancho del cauce, el caudal en temporada seca y húmeda, la pendiente de la quebrada y los taludes laterales; con lo cual se pudo obtener lo siguiente:

**Cuadro 7.5-6. Comportamiento de la Qda. La Florida**

Comportamiento sin descarga												caudal de descarga (m <sup>3</sup> /h)	caudal de descarga (m <sup>3</sup> /s)	Comportamiento con descarga			
caudal (l/s)		caudal (m <sup>3</sup> /s)		tirantes (cm)		caudal en quebrada (m <sup>3</sup> /s)		tirantes (cm)									
época		época		época		época		época									
seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda								
74.970	504.350	0.075	0.504	3.591	<b>11.294</b>	<b>90,000</b>	0,025	0,100	0,529	<b>4,267</b>	<b>11,628</b>						

Fuente: CMLP, 2022

Como se pudo apreciar la variación del tirante en temporada seca y húmeda producto de la descarga del agua desde la planta de tratamiento produce un aumento de menos de 1.00 cm en cauce, lo que resulta insignificante y se traduce en que la quebrada no tendrá alteraciones importantes en su trazo, sección y/o flujo.

Comportamiento del cauce por descarga en río La Plata

Bajo las mismas condiciones de análisis empleados en el cauce del río La Plata, se evaluó el comportamiento con y sin descarga del agua desde la planta de tratamiento, obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro 7.5-7. Comportamiento del Río La Plata**

Comportamiento sin descarga												caudal de descarga (m <sup>3</sup> /h)	caudal de descarga (m <sup>3</sup> /s)	Comportamiento con descarga			
Caudal (l/s)		caudal (m <sup>3</sup> /s)		tirantes (cm)		caudal en río (m <sup>3</sup> /s)		tirantes (cm)									
época		época		época		época		época									
seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda	seca	húmeda								
120	2675,28	0,12	2,675	<b>3,141</b>	<b>20,284</b>	90	0,025	0,145	2,7	<b>3,516</b>	<b>20,397</b>						

Fuente: CMLP, 2022

Como se pudo apreciar la variación del tirante en temporada seca y húmeda producto de la descarga del agua desde la planta de tratamiento produce un aumento de menos de 1.00 cm en cauce, lo que resulta insignificante y se traduce en que el río no tendrá alteraciones importantes en su trazo, sección y/o flujo.

Las descargas de efluentes tratados de aguas negras y grises y de efluentes tratados de aguas industriales (deberán cumplir los parámetros de descarga a cuerpos de agua dulce acorde a la normativa ambiental vigente), se realizarán en cuerpos de agua con la capacidad adecuada de asimilación de dichos contaminantes. La Compañía se asegurará que en el tramo en el cual se generará este proceso de asimilación no existirán tomas de agua por parte de la comunidad tanto para uso de consumo humano o con fines productivos. Ver áreas de influencia directa del componente agua para las distancias que se indican.

La ubicación de los puntos de descarga se encuentra en el Mapa 7.2 Puntos y caudales para captación y descarga del Anexo 15: 1 Cartografía.

#### **7.5.1.5 Gestión de combustibles**

Para La operación minera subterránea se considerará realizar el suministro del combustible en la mayor cantidad de veces al interior de la mina subterránea, los equipos que podrán realizar esta acción son los siguientes:

- 02 Jumbos frontoneros (para avance de las labores mineras subterráneas).
- 01 Jumbo empernador (para el sostenimiento de las labores mineras subterráneas).
- 04 cargadores de bajo perfil, scooptram (para el movimiento del material fragmentado producto del avance de las labores mineras subterráneas).
- 01 desatador mecanizado (para la acción de desatar rocas sueltas de la parte alta de las labores subterráneas).
- 01 equipo lanzador de concreto (para sostenimiento de las labores mineras subterráneas)
- 03 equipos tipo mixer que transportar concreto preparado (para usarlo con el lanzador de concreto y sostener las labores mineras subterráneas).
- 01 camión tipo tijera de servicios (para realizar trabajos en altura).
- 02 telehandler (equipo móvil de servicios para trabajar en altura)
- 01 Jumbo de perforaciones largas

Se calcula que con un camión cisterna de 1.500 galones puede cubrir la demanda del combustible de los equipos, considerando que esta demanda es variable dependiente de la disponibilidad mecánica y horas de trabajo con su motor diésel.

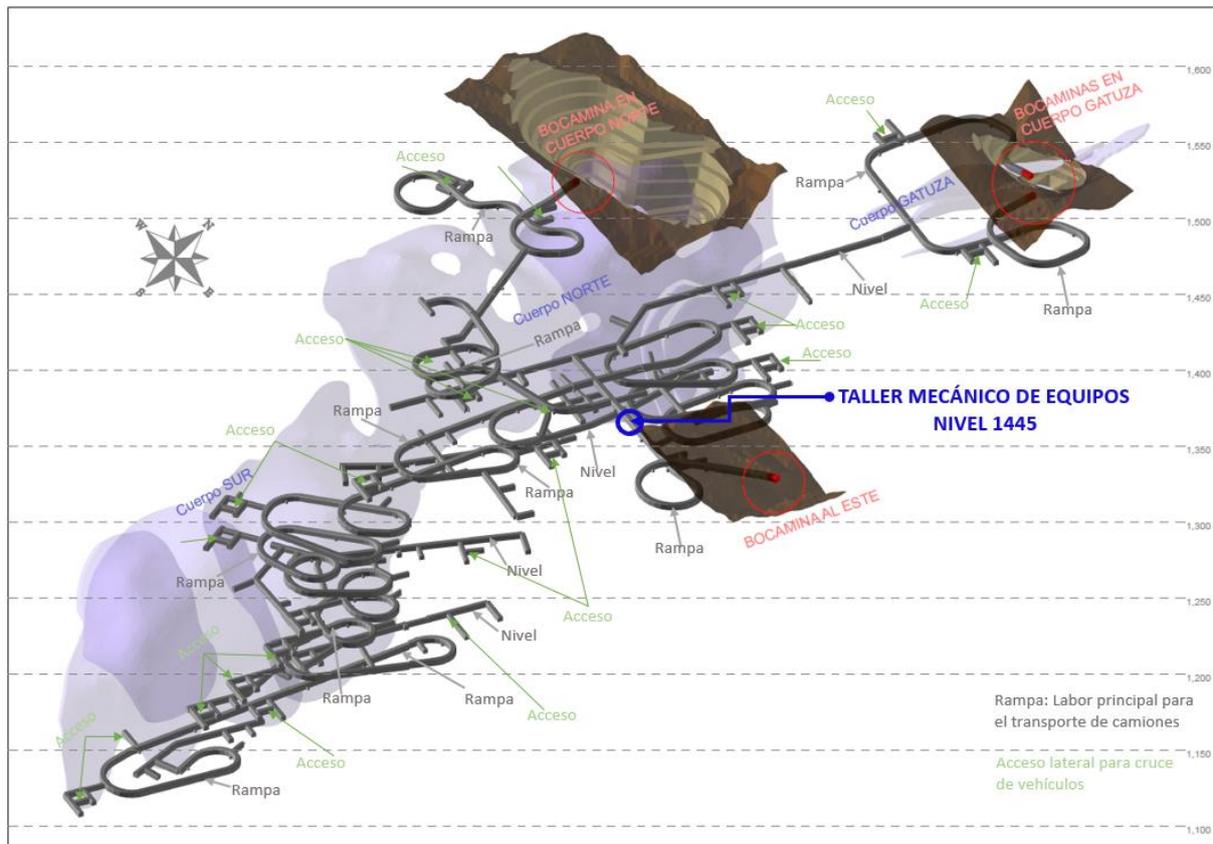
**Cuadro 7.5-8. Consumo de diésel por equipos**

Equipos	Cantidad	Consumo promedio (DIESEL)	horas motor diésel x turno	Consumo aprox Diésel turno 8horas	Consumo aprox Diésel día 24hr
Jumbo frontonero	2	2.30 gln/hr	2.00 hr	9.20 glns	27.60 glns
Jumbo empernador	1	2.30 gln/hr	2.00 hr	4.60 glns	13.80 glns
Jumbo perforaciones largas	1	2.30 gln/hr	1.00 hr	2.30 glns	6.90 glns
Scooptram	4	6.67 gln/hr	6.50 hr	173.42 glns	520.26 glns
Desatador mecanizado	1	2.30 gln/hr	5.00 hr	11.50 glns	34.50 glns
Equipo lanzador de concreto	1	3.10 gln/hr	5.00 hr	15.50 glns	46.50 glns
Mixer	3	4.20 gln/hr	7.00 hr	88.20 glns	264.60 glns
Camión tijera de servicios	1	3.10 gln/hr	5.00 hr	15.50 glns	46.50 glns
Telehandler	2	2.80 gln/hr	5.00 hr	28.00 glns	84.00 glns
<b>Total</b>				<b>348.22 glns</b>	<b>1,044.66 gal</b>

**Fuente:** CMLP, 2022

En la Figura 7.5-7, se muestra la ubicación del taller mecánico de equipos, lugar donde habitualmente se realizará la recarga de combustible a los equipos mencionados.

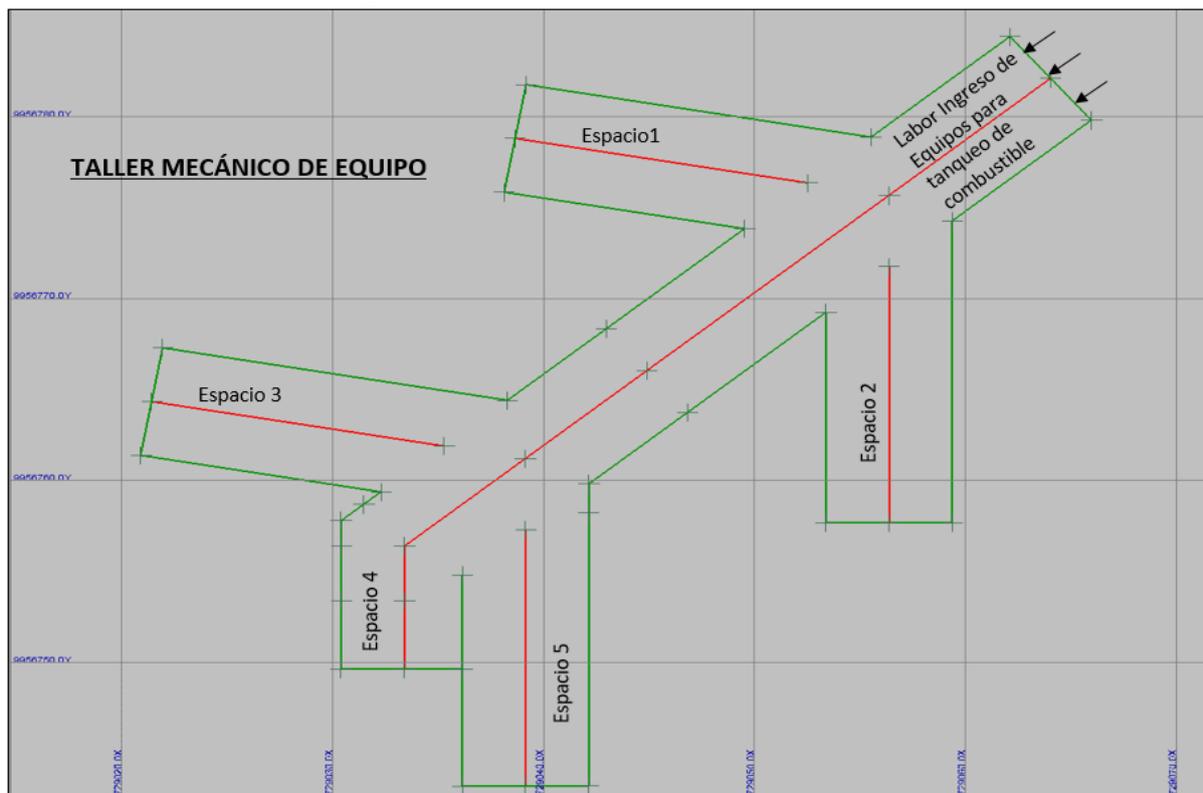
Figura 7.5-7. Ubicación del suministro de combustible a los equipos mineros



Fuente: CMLP, 2022

En la Figura 7.5-8, se muestra el diseño preliminar con la que se tendría como taller de equipos, la cual tiene espacio necesario para realizar la acción del suministro de combustible a los equipos.

Figura 7.5-8. Diseño de estación de bombeo



Fuente: CMLP, 2022

Las ilustraciones 7.5-9 y 7.5-10, muestran la práctica de esta acción de suministro de combustible a los equipos en el interior de la mina subterránea, usando un camión cisterna de combustible con capacidad aproximada de 1.500 galones. Este camión cisterna es llenada en el principal surtidor de combustible que está ubicada en las instalaciones de superficie.

Figura 7.5-9. Ingreso de cisterna de combustible a la mina subterránea



Fuente: Volcán Compañía Minera Perú – 2021

**Figura 7.5-10. Suministro de combustible a los equipos mineros en interior de la mina subterránea**



Fuente: Volcán Compañía Minera Perú - 2021

#### 7.5.1.6 Gestión de mineral y roca estéril

La roca estéril o material de baja ley a depositar en el componente será el proveniente de la explotación de las galerías, este deberá ser conformado y extendido en capas de un máximo de 0.50 m y densificado con un tractor sobre orugas hasta alcanzar una densidad de 2.10 tn/m<sup>3</sup> en el dique de arranque, mientras que en los bancos de conformación de las fases la deposición del material será al volteo y tendido sin controles de densidad.

#### 7.5.1.7 Funcionamiento de la planta de relleno

Se utilizarán relaves de flotación espesados y filtrados para la planta de relleno en la mina. Las dos (2) corrientes de relaves de flotación, los relaves de flotación del depurador (rougher scavenger) de Zinc y los relaves del limpiador (cleaner scavenger) de Zinc se combinarán y espesarán en el espesador de relaves.

El flujo inferior del espesador se bombea a un tanque de alimentación del filtro desde donde se bombea a la placa de presión de relaves y al filtro de marco para producir una torta de filtrado de aproximadamente un 13% de humedad. La torta de filtrado se almacena en el área de almacenamiento. Los relaves filtrados se pueden apilar en la instalación de almacenamiento de relaves o usarse en la planta de relleno de pasta cuando se requiere relleno de pasta.

En los métodos de explotación de corte y relleno, y cámaras y pilares se usará relleno de pasta (relaves filtrados), y estos se recolectan mediante cargadora frontal y se depositan en la tolva receptora de torta de filtrado de la planta de relleno. El relleno en pasta para el método de banqueo y relleno estará en función de las propiedades físico mecánicas del macizo conforme avance la explotación. Los métodos de explotación minera se desarrollarán en la sección 7.4.2.4.

Se incluye un controlador lógico programable (PLC) como parte del paquete de la planta de relleno. El PLC está programado para leer las mediciones de instrumentación y las entradas del operador y calcula los parámetros para garantizar que la pasta se mezcle con la consistencia de asentamiento correcta. El requisito de asentamiento debe confirmarse (el rango típico es de 203 a 254 mm de asentamiento). Los componentes de la pasta, incluidos los relaves filtrados y el cemento, se pesan, y un mezclador de alta intensidad entrega la pasta a una bomba de concreto que bombea a los trabajos subterráneos. La cantidad de cemento variará dependiendo del requerimiento de asentamiento. Por lo general, está en el rango de 5 a 20% de la cantidad de relaves filtrados, no se espera ningún requerimiento adicional de agua fresca.

Adicionalmente, también se puede utilizar:

- a) Mezcla de detritos y cemento
- b) Mezcla de relaves, detritos y cemento

### Criterios de diseño del proceso de la planta de relleno

Se han elaborado criterios preliminares de diseño de procesos basados en el siguiente Cuadro.

Cuadro 7.5-9. Criterios de diseño del proceso de la planta de relleno					
PARÁMETRO			UNIDAD	NOMINAL	
Relaves de Flotación	Solidos	--	t/h	32	
	Gravedad específica de los sólidos	--	t/m <sup>3</sup>	2.75	
	Lodos	--	m <sup>3</sup> /h	85	
	Densidad de los lodos	--	% solidos w/w	30.0	
	Partículas de alimentación del Relave (asumido)	P <sub>80</sub>		µm	40
		P <sub>90</sub>		µm	65
		% pasante 20 µm		%	53
	Descarga inferior de Espesador de Relaves	--		% solidos w/w	60
Filtro de Relaves / Torta de Filtrado	--		% solidos w/w	87	
Planta de Relleno					

**Cuadro 7.5-9. Criterios de diseño del proceso de la planta de relleno**

Cuadro 7.5-9. Criterios de diseño del proceso de la planta de relleno					
PARÁMETRO			UNIDAD	NOMINAL	
Producción de Relleno de Pasta	Rendimiento de Pasta (Nominal)	Relaves Filtrados como Alimentación	m <sup>3</sup> /h	16	
	Disponibilidad de Planta		%	50-60%	
	Concentración de Sólidos de Relleno de Pasta	Relaves Completos	% sólidos w/w	60-70%	
	Resistencia de Pasta			TS - Tipo 1: 260kPa a 30 días	
				TS - Tipo 2: 260kPa a 30 días o 330kPa a 180 días	
				TS - Tipo 3: 150kPa a 28 días	
				TS - Tipo 4: 1850kPa a 365 días	
				DF - Tipo 5a: 115kPa a 7 días	
			DF - Tipo 5b: 115kPa a 7 días o 700kPa a 90 días		
			TS Tapones: 250kPa a 3 días		

Fuente: CMLP, 2022

Adicionalmente, se requerirán pruebas de dosificación para confirmar los parámetros de la pasta de relleno.

### 7.5.1.8 Gestión de relaves

Los relaves generados del procesamiento de mineral en la planta de beneficio serán empleados para el relleno de la mina, el resto serán dispuestos en el depósito de relaves filtrados, en el caso de requerir la disposición de filtrados en pulpa se empleará la estación auxiliar de transferencia como se detalla en las secciones a continuación.

#### 7.5.1.8.1 Disposición de relaves filtrados

Para el manejo de relaves filtrados se plantearon varias alternativas, las cuales fueron analizadas en función de las diferentes opciones e impactos, dando como resultado la selección del mecanismo de pila seca. Es así como el manejo de los relaves consistirá en filtración y disposición final en pilas, lo cual es comúnmente conocido como un mecanismo de relaves filtrados. Los relaves deshidratados pueden ser apilados en estructuras de autoaporte porque son no-saturados.

Las principales características identificadas en el diseño de las instalaciones de relaves filtrados son las siguientes:

- Las pilas de relaves filtrados generalmente requieren menor espacio de almacenamiento porque pueden apilarse con una mayor densidad seca, en relación con el manejo convencional de relaves húmedos.
- Las pilas de relaves filtrados no son susceptibles de sufrir una rotura catastrófica porque no contienen agua empozada dentro de las instalaciones y se asemejan más a un botadero de estériles. En este sentido, los relaves filtrados se someterán a un proceso de compactación con control de calidad durante el proceso de construcción.
- Debido a la naturaleza estable e insaturada de los materiales, la superficie de las pilas puede reformarse simultáneamente, por lo que pueden ser objeto de un cierre progresivo.

Los relaves serán apilados en el área de la planta de filtrado de o en los espacios destinados como zonas de acopio temporal, desde el cual serán transportados con el uso de camiones de 30 toneladas de capacidad (o similares), estos serán cargados mediante cargadores frontales y luego serán transportados hasta la zona de almacenamiento donde serán extendidos en capas de 0.30 m de espesor con un tractor hasta alcanzar un valor cercano de 10% a 16% de contenido de humedad, para luego ser compactados controlando la densidad de los relaves hasta que alcancen el orden de 1.90 g/cm<sup>3</sup> o hasta alcanzar el 95% del ensayo de proctor modificado realizado a los relaves producidos durante la operación.

Para garantizar la estabilidad física de los relaves filtrados se compactarán los relaves no saturados a lo largo del depósito (taludes exteriores) con el fin de conformar una zona estructural y dar confinamiento a los relaves. El depósito de relaves filtrados también tendrá un sistema de drenaje inferior, sumideros de recolección y una poza de recolección de aguas para captar drenajes del depósito.

Los relaves filtrados y humedecidos por efecto de la precipitación tendrán un incremento del contenido de humedad. En consecuencia, se establecerá un manejo adecuado de aguas lluvia y un control estricto de la disposición de relaves, y se implementarán sistemas de manejo de aguas de contacto y no-contacto durante las etapas de operación y cierre.

Para el control de la escorrentía superficial se optará por:

- El uso de geo-membranas temporales de 1 mm de grosor o lonas de PVC en las frentes de relaves no compactadas para controlar el agua lluvia que se recolectará y descargará en una poza ubicada en el pie de la instalación.

- La implementación del cierre progresivo con una cubierta de suelo orgánico (topsoil) para limitar lo más posible el área expuesta a la precipitación.

Adicionalmente, se construirán zanjas en el pie de los bancos del depósito de relaves filtrados para capturar agua de contacto proveniente de los relaves expuestos, lo que permite el drenaje de la superficie final de los relaves para conducirlo luego a los canales perimetrales de aguas de contacto.

#### **7.5.1.8.2 Disposición de relaves filtrados en pulpa**

La Estación Auxiliar de Transferencia tendrá una operación temporal, en la cual en los intervalos de tiempo de operación será conformado el vaso de almacenamiento relaves en pulpa, estos serán bombeados posteriormente hasta la planta de procesos para su filtrado y posterior conformación en el depósito de relaves filtrados.

La Estación ha sido diseñada para operar hasta un nivel máximo de almacenamiento ubicado en la cota 1,433.00 m.s.n.m, que garantiza la existencia de 1.0 m de borde libre con respecto a la corona del dique de contención, por lo que en ninguno de los casos este componente deberá almacenar relaves por encima de esta cota.

#### **7.5.1.9 Procesamiento para la obtención de concentrados**

La planta de procesos estará localizada en la parte central del diseño general del proyecto, procesará 38.5 t/h de mineral polimetálico para la obtención de concentrados de cobre, plomo y zinc con contenidos de oro y plata. Para ello se emplearán reactivos de flotación: colectores, depresores, reguladores de pH, activador, espumante y floculantes en las diferentes etapas del procesamiento que se detallan en adelante.

##### **7.5.1.9.1 Mineralogía**

El estudio mineralógico indica la presencia de minerales de cobre como la calcopirita y en menor extensión covelita, bornita, digenita, chalcocita y tenantita. Se observa también la presencia de minerales de plomo como la galena y mineral de zinc como la esfalerita. Existe oro nativo grueso (con contenido de plata) asociado a la baritina y cuarzo y finamente diseminado en los sulfuros. Las gangas incluyen a la sericita y muscovita. Posiblemente la tenantita sea el mineral portador de plata.

La obtención de concentrados de grado comercial exige grados de molienda bastante finos, alrededor de un P80 de 63 micrones en molienda primaria y 37 micrones en la remolienda.

### **7.5.1.9.2 Trituración**

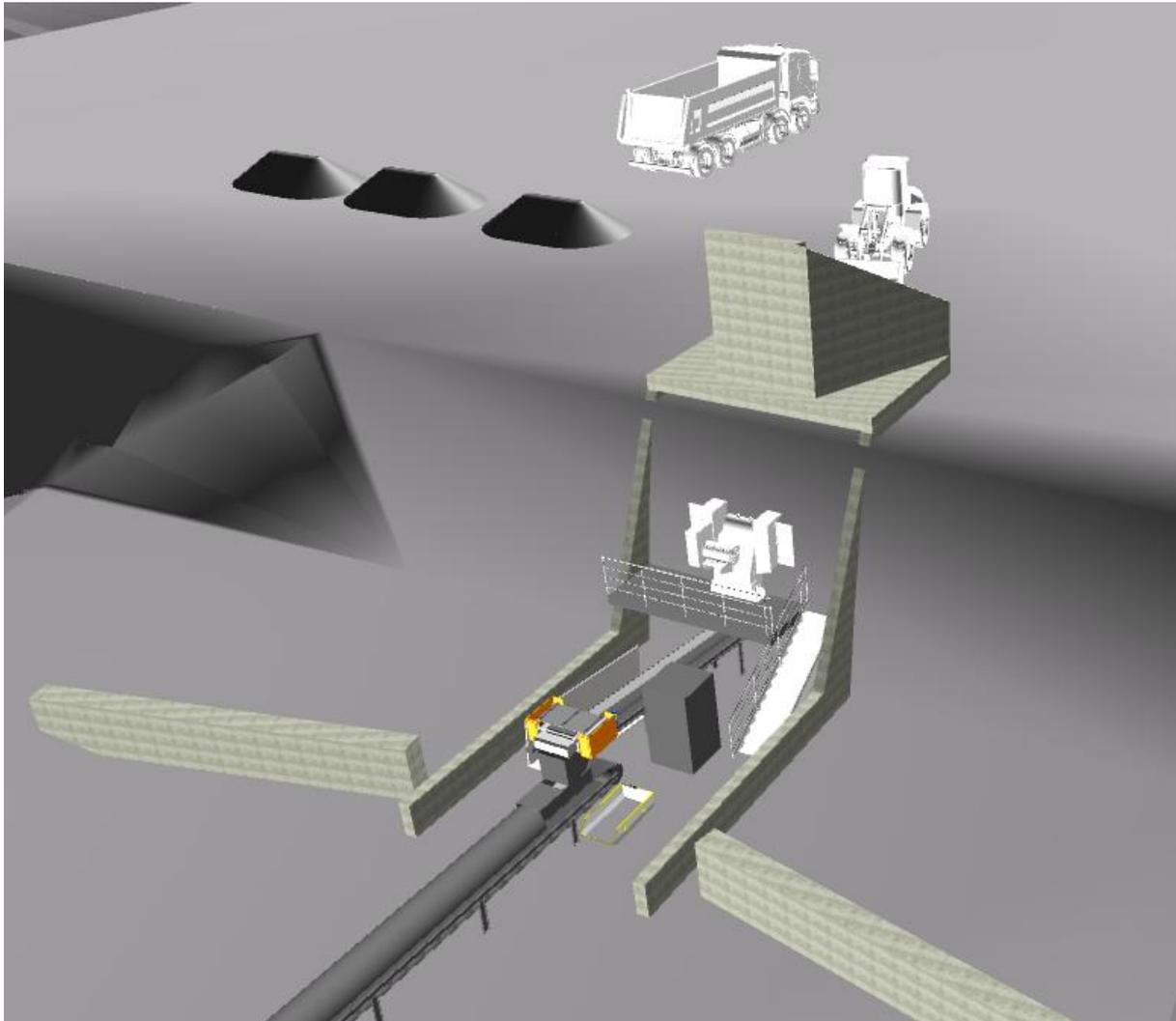
El mineral que provendrá de la mina tendrá un diámetro aproximado de 30 cm, una humedad estimada de 4%, será transportado mediante volquetas, luego descargado en la tolva de gruesos. El sobre tamaño será reducido manualmente y/o con un rompe-bancos mecánico. Se usarán chisguetes de agua presurizada para mitigar los polvos generados por la descarga de los camiones.

El circuito de trituración o chancado operará 18 horas por día y tendrá una capacidad horaria de 55.5 toneladas.

El mineral de la tolva de gruesos se extraerá mediante un alimentador vibratorio o un alimentador de placas, el que alimentará a un alimentador vibratorio grizzly, el sobre tamaño se direccionará hacia la chancadora de mandíbulas, las partículas menores de 4" que pasarán por el grizzly se unirán al producto del chancado, el cual será descargado en el stock pile de 1000 toneladas de capacidad, o a una tolva de finos de 200 toneladas de capacidad, mediante fajas transportadoras. La sección contará con electroimán para retirar las piezas metálicas que vienen junto con el mineral de mina y un cable carril para los trabajos de mantenimiento de la sección. Asimismo, se instalarán chisguetes con agua presurizada para mitigar los polvos generados en la operación.

El tamaño del producto de la trituración primaria será de un P80 igual a 90 mm y P100 igual a 105 mm.

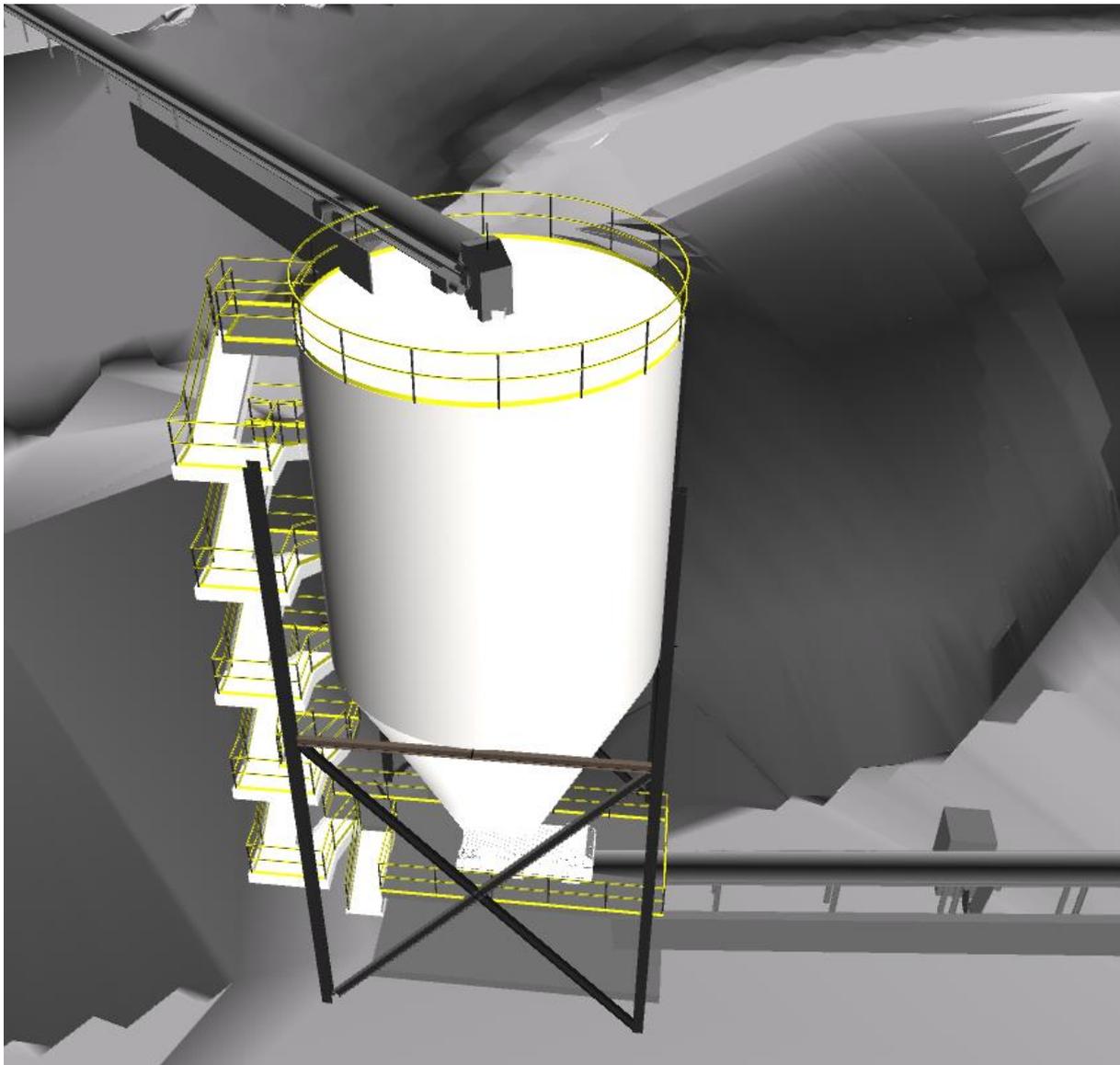
Figura 7.5-11. Trituradora



Punto de partida para la trituración, el material es clasificado e introducido en la trituradora de mandíbulas, para luego pasar a la banda transportadora.

Fuente: CMLP, 2022

Figura 7.5-12. Área de recuperación de minerales



En la recuperación de materiales, el material granular grueso es acopiado en el silo para luego ser dosificado a la banda transportadora, el volumen almacenado es de 356 m<sup>3</sup>.

Fuente: CMLP, 2022

### 7.5.1.9.3 Molienda

#### 7.5.1.9.3.1 Molienda primaria

El mineral acumulado en el stock pile o tolva de fino, es alimentado al molino SAG mediante alimentadores de placas de velocidad variable y faja transportadora ubicado en un nivel inferior. La faja transportadora de transferencia descarga en el chute de alimentación al molino SAG. Sobre la estructura de dicha faja transportadora se instalará una balanza

electrónica para registrar el peso de mineral alimentado al molino SAG. Igualmente, se contará con chisquetes de agua para mitigar los polvos en los puntos de transferencia.

El circuito de molienda con un factor de disponibilidad de 92 %, procesará 38.5 toneladas por hora “Nominal”, durante 365 días/año.

En proporción al tonelaje alimentado se añadirán al molino agua, lechada de cal y bolas de acero. El volumen total de llenado por las bolas, agua y mineral será de 28% a 32%. La densidad de pulpa será de 70% de sólidos en peso dentro del molino SAG, luego se añadirá agua al circuito en cantidad conveniente, de acuerdo con el requerimiento del proceso.

El molino SAG descargará a través de parrillas de descarga “grates” sobre un tamiz cilíndrico o trommel adosado al molino. Los residuos “scats” separados en el trommel se acumularán para tratamiento posterior. La fracción de mineral pasante “undersize” del tamiz cilíndrico fluirá por gravedad al cajón de alimentación de la bomba que alimenta al nido de ciclones que operarán en circuito cerrado con el molino de bolas secundario. El tamaño objetivo del producto de la descarga del molino SAG es de T80 igual a 1354 micrones, esta etapa es conocida como Molienda Primaria.

#### 7.5.1.9.3.2 Molienda secundaria

El molino de bolas secundario recibirá la descarga del producto grueso o underflow del nido de ciclones; la descarga del molino de bolas se unirá en el cajón de la bomba con la descarga del molino SAG, cerrando el circuito de molienda - clasificación.

La densidad de la pulpa en este molino será de 65 % de sólidos en peso.

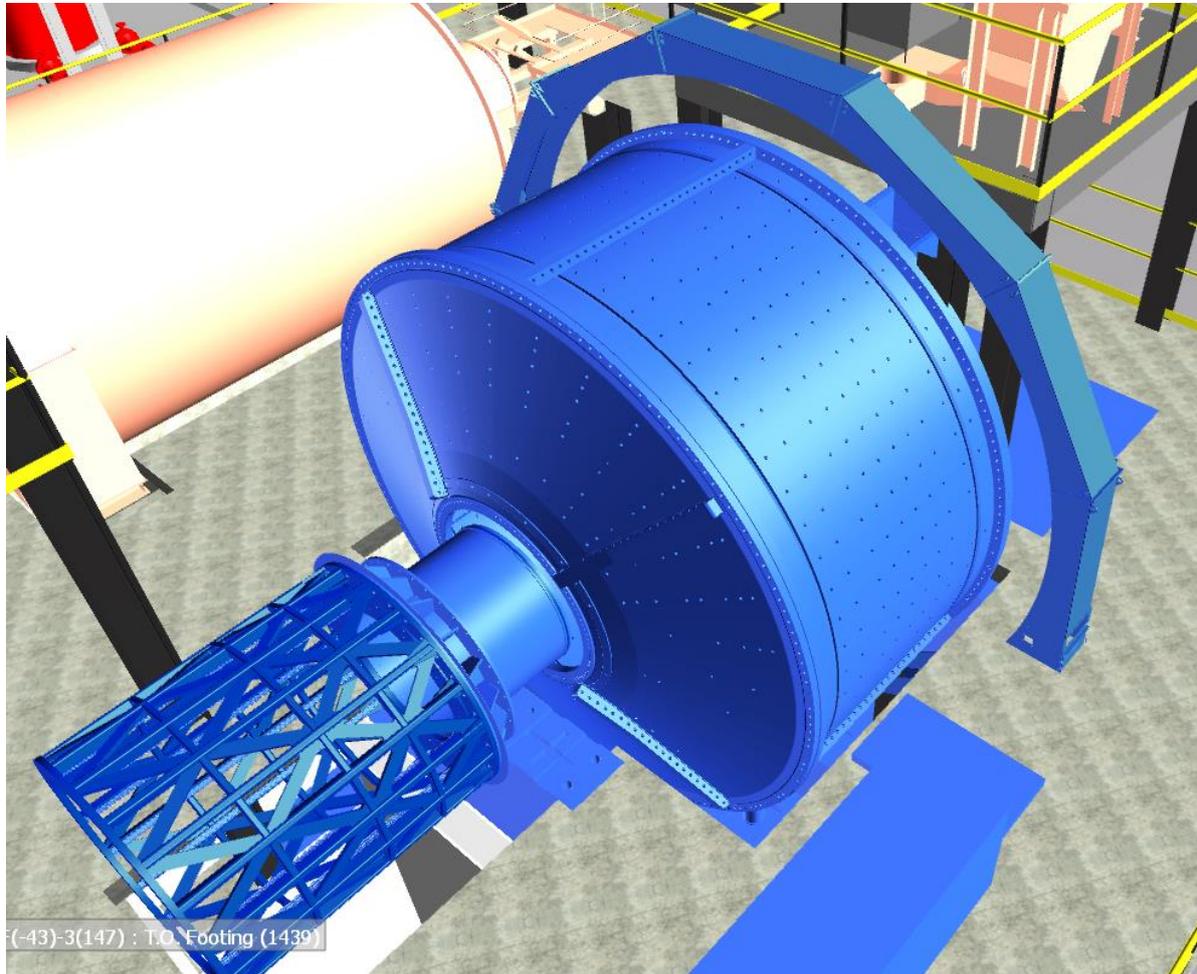
La descarga combinada de los molinos será bombeada al nido de ciclones mediante una bomba centrífuga. El producto fino u overflow de los ciclones con 35 % de sólidos en peso fluirá por gravedad a un cedazo para retirar material indeseado para el proceso, previo a ser alimentado a la flotación. El tamaño objetivo del producto de molienda es de P80 igual a 63 micrones.

En el producto fino de los ciclones se tomará la muestra de pulpa para el análisis químico correspondiente “leyes de cabeza del mineral”. Se contará con un medidor de tamaño de partículas en línea en el flujo del producto fino de los ciclones.

Los reactivos químicos requeridos para el proceso de flotación de los minerales tales como el sulfato de zinc, cianuro de sodio, metabisulfito, serán añadidos al molino de bolas.

Se contará con aire comprimido para la operación y aire seco para los instrumentos de control, asimismo se instalará una grúa puente para los trabajos de mantenimiento en la sección de molienda.

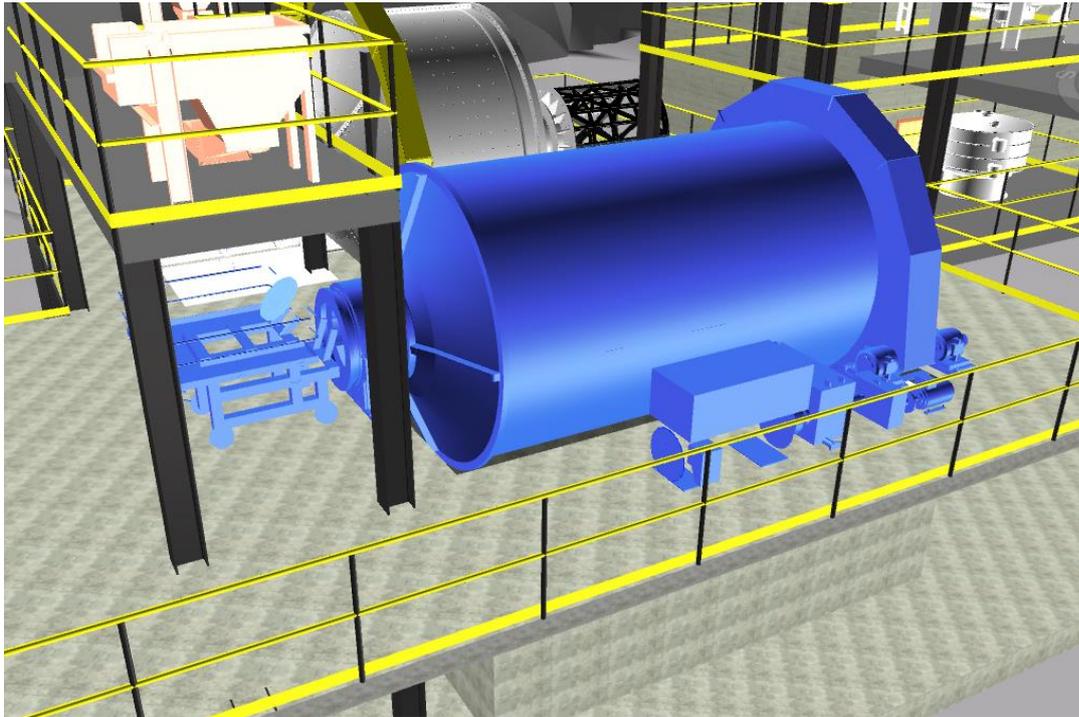
**Figura 7.5-13. Molienda primaria-molino SAG**



Molino SAG: en este el material por acción de la gravedad reduce su tamaño.

**Fuente:** CMLP, 2022

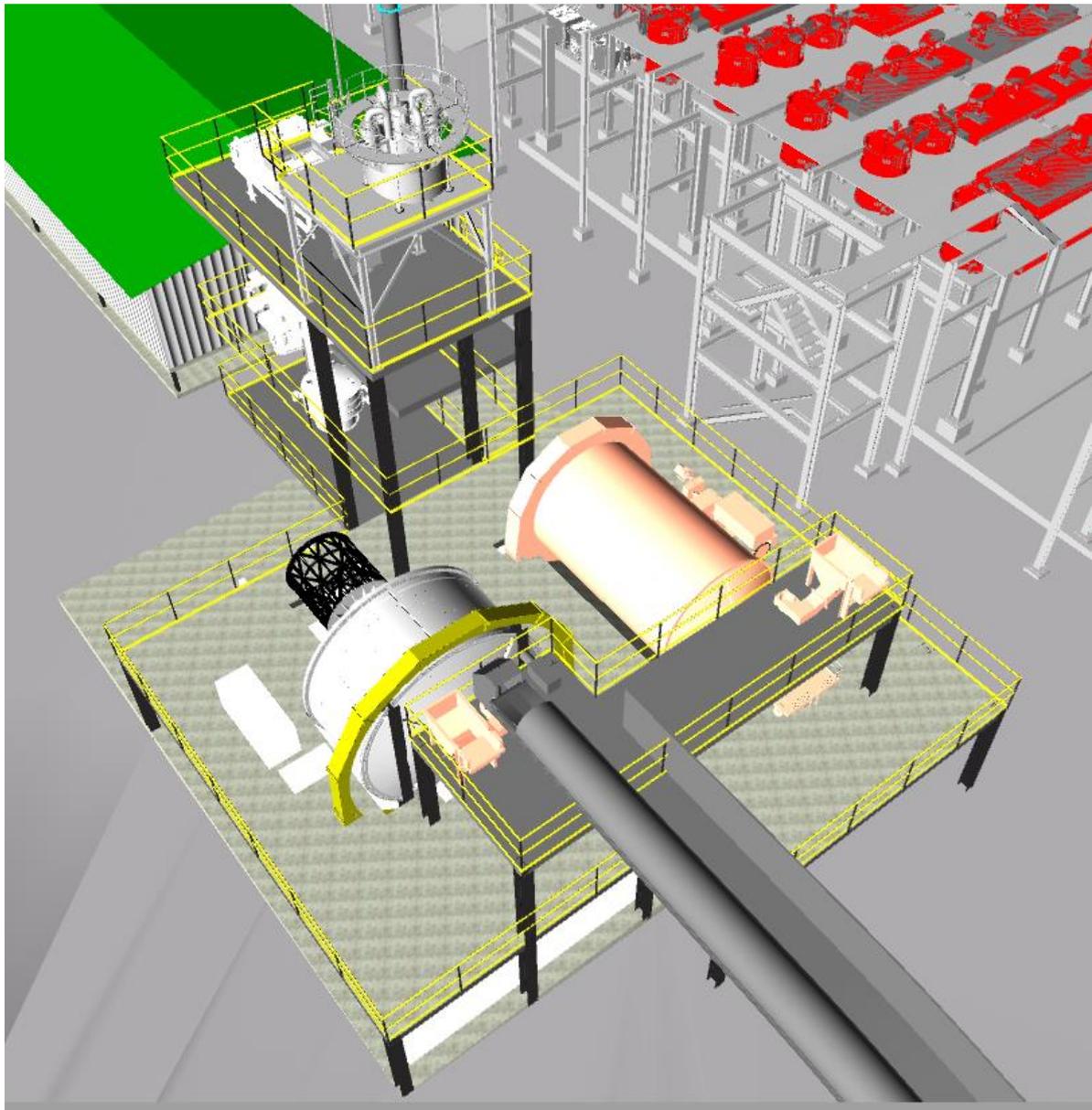
Figura 7.5-14. Molienda secundaria-molino de Bolas



Molino de Bolas: el mineral con la ayuda de bolas de acero, reduce el tamaño del grano producido en el molino SAG.

Fuente: CMLP, 2022

Figura 7.5-15. Molino SAG y de Bolas



Luego de ser acopiado el mineral pasa a un molino SAG y posteriormente a un molino de bolas (Se encuentran detallados de manera independiente en la parte superior).

Fuente: CMLP, 2022

#### 7.5.1.9.4 Gravimetría

Una fracción del producto grueso o underflow del nido de ciclones primarios se enviará a un cedazo DSM, de donde el producto con sobre tamaño será enviado al molino de bolas primario mientras que el flujo pasante “undersize” del cedazo alimentará a un concentrador centrífugo. Este descargará periódicamente en lotes “batch” en la tolva de una mesa

gravimétrica. El relave del concentrador retornará continuamente al molino de bolas primario.

La mesa gravimétrica operará manualmente en forma continua mientras se procese el mineral. El concentrado obtenido se enviará al espesador de concentrado de Cu y el relave de la mesa gravimétrica retornará continuamente al molino de bolas primario.

#### **7.5.1.9.5 Flotación y remolienda bulk**

El producto fino u overflow del nido de ciclones primarios constituirá el alimento a la sección de flotación.

El banco de flotación rougher estará conformado por un acondicionador de pulpa, cuyo rebose alimentará a 6 celdas de flotación. Las primeras tres celdas generarán el concentrado rougher I y las tres últimas el concentrado rougher II, los que serán enviados al cajón de la bomba del circuito de remolienda bulk, para la reducción adicional del tamaño de partícula requerida para la liberación de las especies mineralógicas. El relave del banco rougher II de flotación bulk, será enviado al circuito de flotación de zinc. El pH de operación será el natural del mineral.

El circuito de remolienda bulk, estará conformado por un molino de bolas, una bomba horizontal y 5 ciclones. Se usarán bolas de acero de una pulgada de diámetro como carga molturante y la densidad de la pulpa de descarga del molino cuyo alimento es el producto grueso o underflow de los ciclones será de 48 % de sólidos en peso.

El flujo overflow del nido de ciclones de remolienda bulk, con tamaño de partícula P80 igual a 40 micrones, fluirá por gravedad al acondicionador bulk de limpieza. Se contará con monitor de tamaño de partícula (medidor de tamaños de partículas en línea).

El banco de celdas de flotación de primera limpieza de cobre lo conformarán 4 celdas, estas producirán el concentrado de primera limpieza que será enviado a una bomba que alimenta a los ciclones 3B (3 Body) de segunda remolienda, el flujo underflow de los ciclones se enviará al molino Isamill de segunda remolienda y su descarga irá a la bomba (de ciclones 3B), cerrando el circuito, el flujo overflow remolido a 20 micrones se envía al acondicionador de segunda limpieza de cobre; el relave del banco de primera limpieza de cobre es derivado al acondicionador rougher del circuito de flotación de zinc.

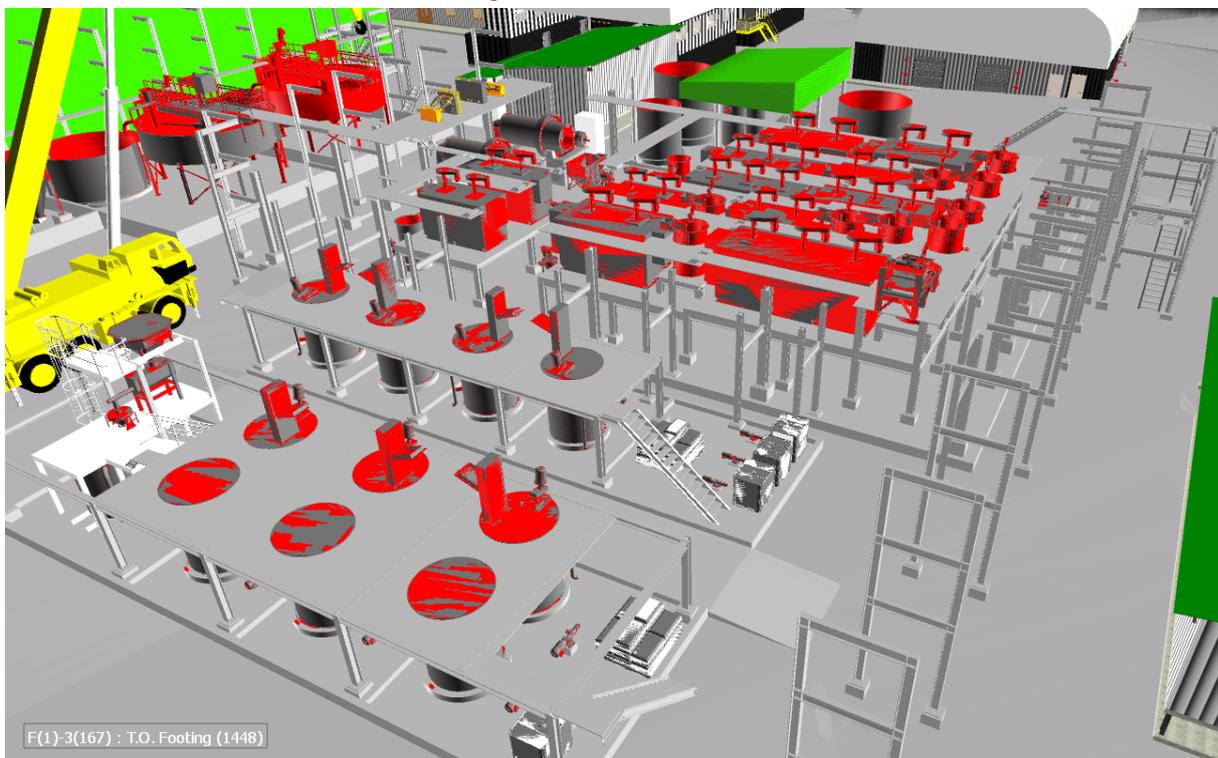
La etapa de segunda limpieza de cobre se realizará en un banco de 4 celdas. Las primeras tres celdas generarán el concentrado de cobre de segunda limpieza que alimentará al banco de tercera limpieza de cobre. La cuarta celda genera el concentrado scavenger de segunda

limpieza de cobre que es enviado al circuito de segunda remolienda. El relave de esta última celda se envía al acondicionador rougher de zinc.

La tercera etapa de limpieza de cobre se lleva a cabo en dos celdas de flotación, el concentrado obtenido es enviado al espesador de cobre y el relave del banco de flotación al circuito de segunda remolienda.

A los circuitos de flotación de cobre y remolienda bulk se añade cianuro de sodio, sulfato de zinc, metabisulfito de sodio, lechada de cal, DETA, ácido sulfúrico, colector 3418 A, colector 3894 A, tiocarbamilida y espumante MIBC.

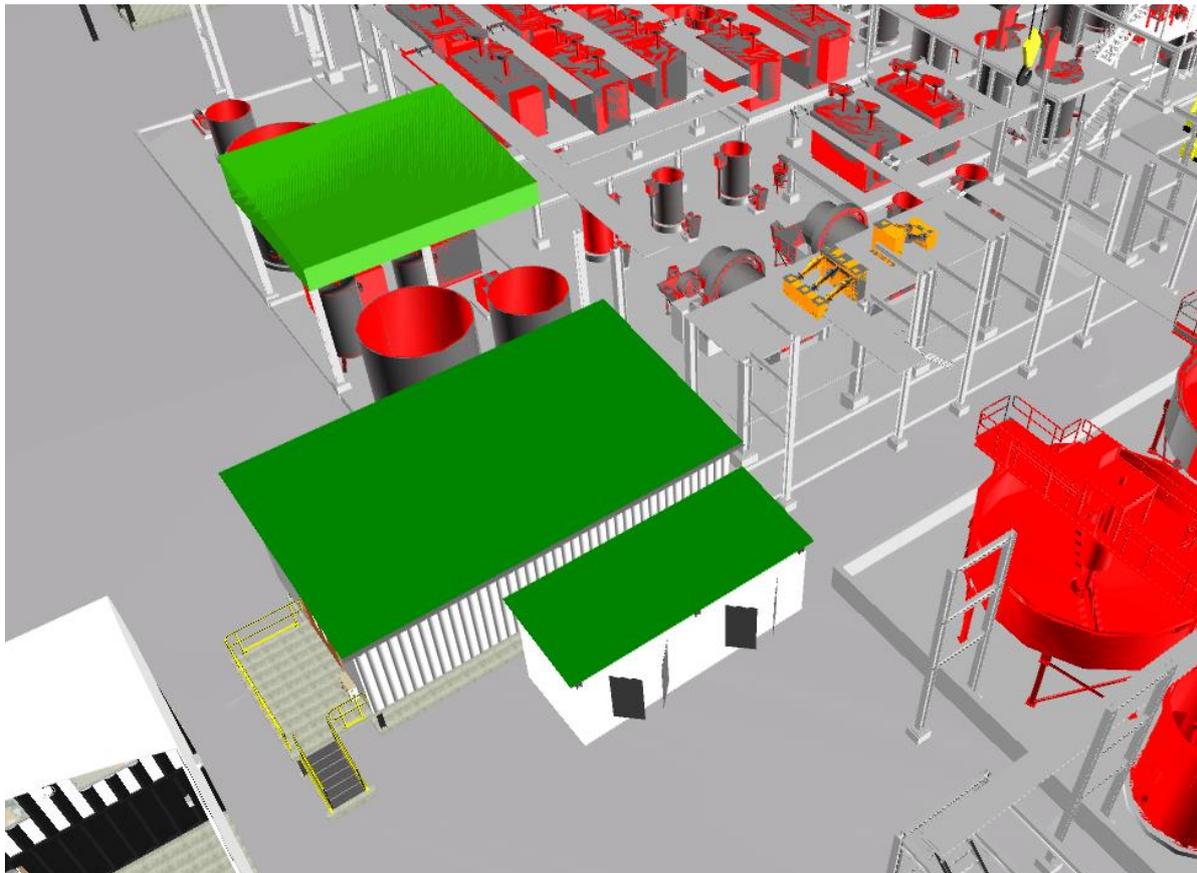
**Figura 7.5-16. Flotación**



En la flotación el mineral se mezcla con los reactivos, en las celdas de flotación y mediante aireadores se separan los minerales.

**Fuente:** CMLP, 2022

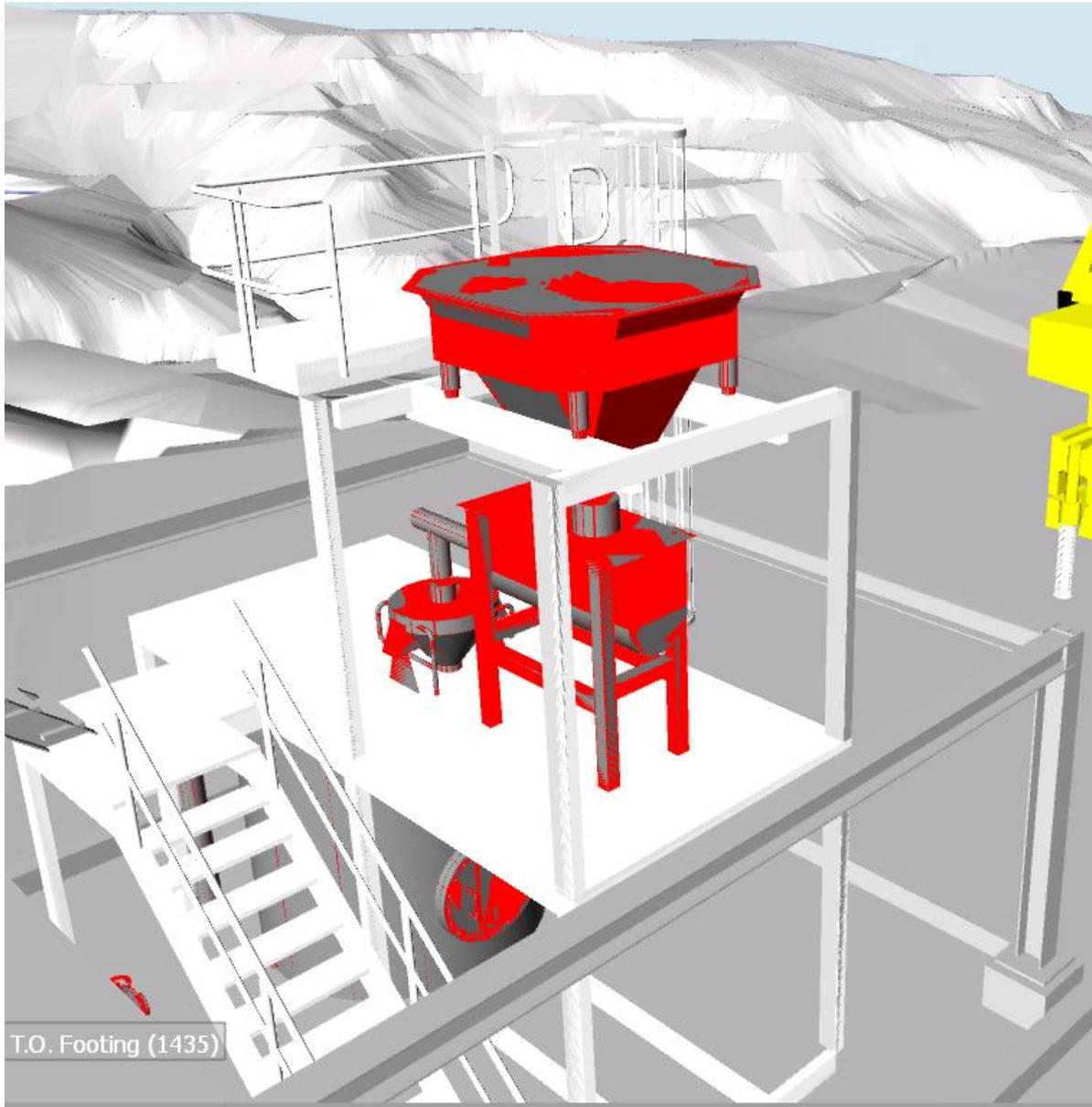
Figura 7.5-17. Cuarto eléctrico de Flotación



El cuarto eléctrico tiene como finalidad albergar a los componentes eléctricos para el uso de energía en el área señalada.

Fuente: CMLP, 2022

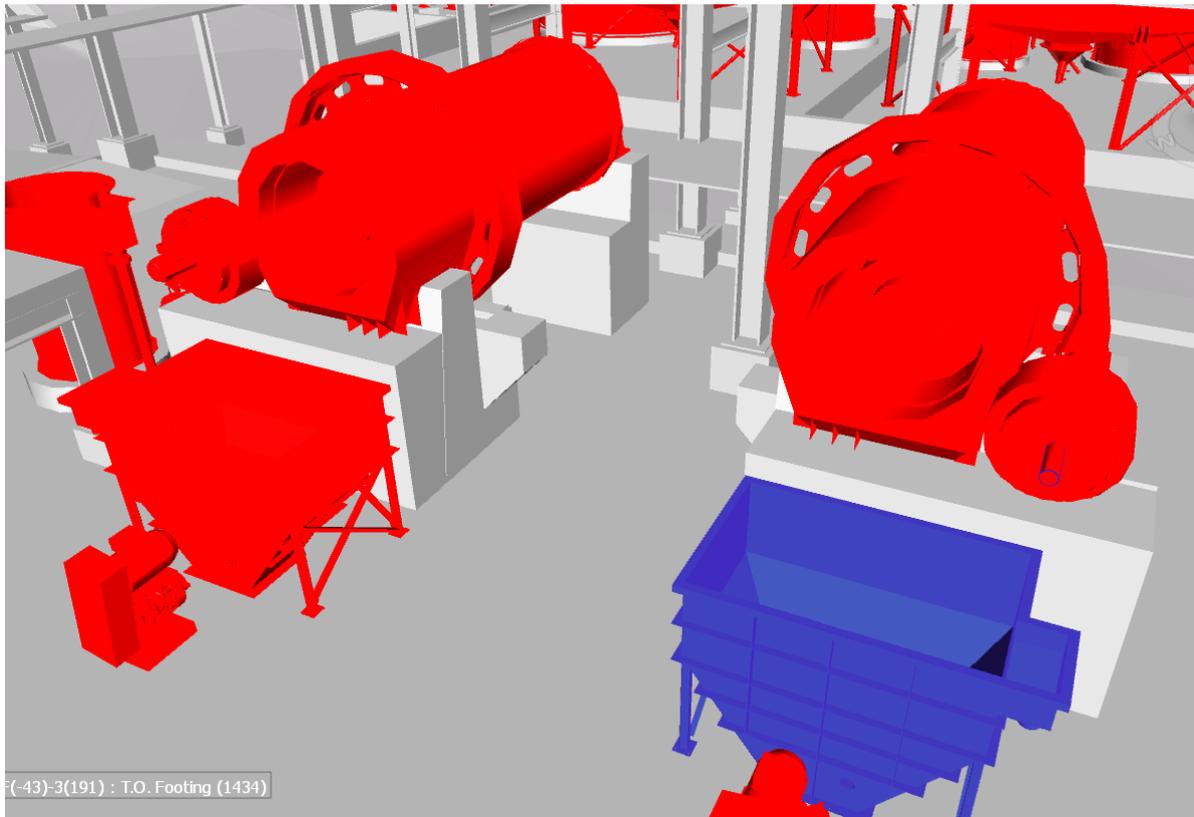
Figura 7.5-18. Molino vertical de remolienda



En la remolienda luego de separar los minerales en flotación, el residuo que se decanta en las celdas pasa a ser molido nuevamente e integrarse al proceso.

Fuente: CMLP, 2022

Figura 7.5-19. Molienda ISAMIL



En los molinos ISAMIL las partículas de material adicionales cuyo tamaño permite su decantación, disminuyen su tamaño y son incorporados nuevamente en flotación.

Fuente: CMLP, 2022

Figura 7.5-20. Cuarto eléctrico del molino



El cuarto eléctrico del molino sirve para albergar diferentes componentes electrónicos que ayudan a distribuir la energía eléctrica en forma segura, para el funcionamiento de los molinos.

Fuente: CMLP, 2022

#### 7.5.1.9.6 Circuito de separación cobre/plomo

El concentrado bulk obtenido, será enviado al primer tanque acondicionador de separación, donde se adiciona el complejo Cianuro de sodio/ZnOx, lechada de cal y carbón activado, luego el flujo de pulpa se transfiere por rebose al segundo tanque acondicionador, donde se agrega el colector 3418 A y espumante en dosificación muy controlada para flotar el plomo en la primera de dos celdas de flotación, el relave de la segunda celda de flotación del banco será el concentrado de cobre.

El pH de operación en esta etapa será cercano a 11.0. Ambos concentrados se transfieren por gravedad a los espesadores de plomo y de cobre respectivamente.

La cantidad de cianuro de sodio (30.0 g/t) que se va a emplear es como complejo con el óxido de zinc, dicha cantidad en realidad es mínima comparado con las cantidades que se emplean en plantas de cianuración, las cuales están en el orden de 2.0 a 3.0 Kg/t, en tal sentido no será necesario implementar ninguna planta de detoxificación de cianuro.

#### **7.5.1.9.7 Sección flotación de zinc y remolienda**

El alimento a este circuito estará conformado por el relave de flotación rougher II bulk y por el relave scavenger de limpieza bulk. Los dos flujos alimentarán al acondicionador 1 del circuito de zinc, en este acondicionador se alimentará lechada de cal para regular el pH a valores próximos a 10.5 y deprimir las piritas. El flujo de pulpa fluirá por rebose al segundo acondicionador, en este acondicionador se agregará solución de sulfato de cobre, reactivo activador de la esfalerita. En el tercer acondicionador se agregará el colector 3894 A y espumante.

El banco de celdas de flotación estará constituido por cinco celdas. Las tres primeras celdas producirán el concentrado rougher I y las dos celdas siguientes el concentrado rougher II. Ambos concentrados se enviarán al cajón de la bomba, de donde la pulpa será bombeada al nido de ciclones del circuito de remolienda de zinc, siendo el propósito de esta sección obtener en el overflow un P80 de 40 micrones, para el seguimiento de esta se contará con monitor de tamaño de partícula (analizador de tamaño de partículas en línea).

El circuito de remolienda de zinc estará conformado por un molino vertical que operará en circuito cerrado con ciclones, el flujo underflow de los ciclones fluirá por gravedad al molino y descargará en el cajón de la bomba, cerrando el circuito. En el molino se agregará sulfato de cobre y lechada de cal para ajustar el pH a 11.0 – 11.5; el flujo overflow se enviará al acondicionador de primera limpieza de zinc, donde se añadirá colector y espumante. El concentrado rougher fluirá por gravedad al banco de primera limpieza de zinc conformado por cinco celdas. Las tres primeras celdas producirán el concentrado de primera limpieza de zinc y las dos últimas celdas el concentrado scavenger de limpieza que retornará a los acondicionadores rougher de zinc. El relave de este banco se unirá al relave de flotación rougher de zinc y se descartará como relave final del circuito de flotación. El concentrado de primera limpieza de zinc fluirá por gravedad al banco de segunda limpieza de zinc.

La etapa de segunda limpieza de zinc se llevará a cabo en el banco de 2 celdas. El concentrado final de zinc se enviará al espesador de zinc por gravedad y el relave del banco retornará al circuito de remolienda

La sección de flotación contará con un soplador para suministrar aire a las celdas, aire comprimido y aire seco para los trabajos de mantenimiento y equipos de control - instrumentación, asimismo se dispondrá de grúa puente para los trabajos de izaje.

Se instalará un analizador en línea OSA, para el seguimiento de las leyes en las diferentes etapas del proceso de flotación en la planta de procesos.

#### **7.5.1.9.8 Espesamiento y filtrado de concentrados y relave**

Los concentrados y relaves se transfieren por gravedad a los espesadores, una fracción menor del agua del rebose de estos se bombeará a los espesadores mediante chisguetes para eliminar la formación de espumas sobre la superficie del espejo de agua en los espesadores, el resto de agua clarificada se bombeará a los tanques de agua de proceso para su uso en la flotación y molienda.

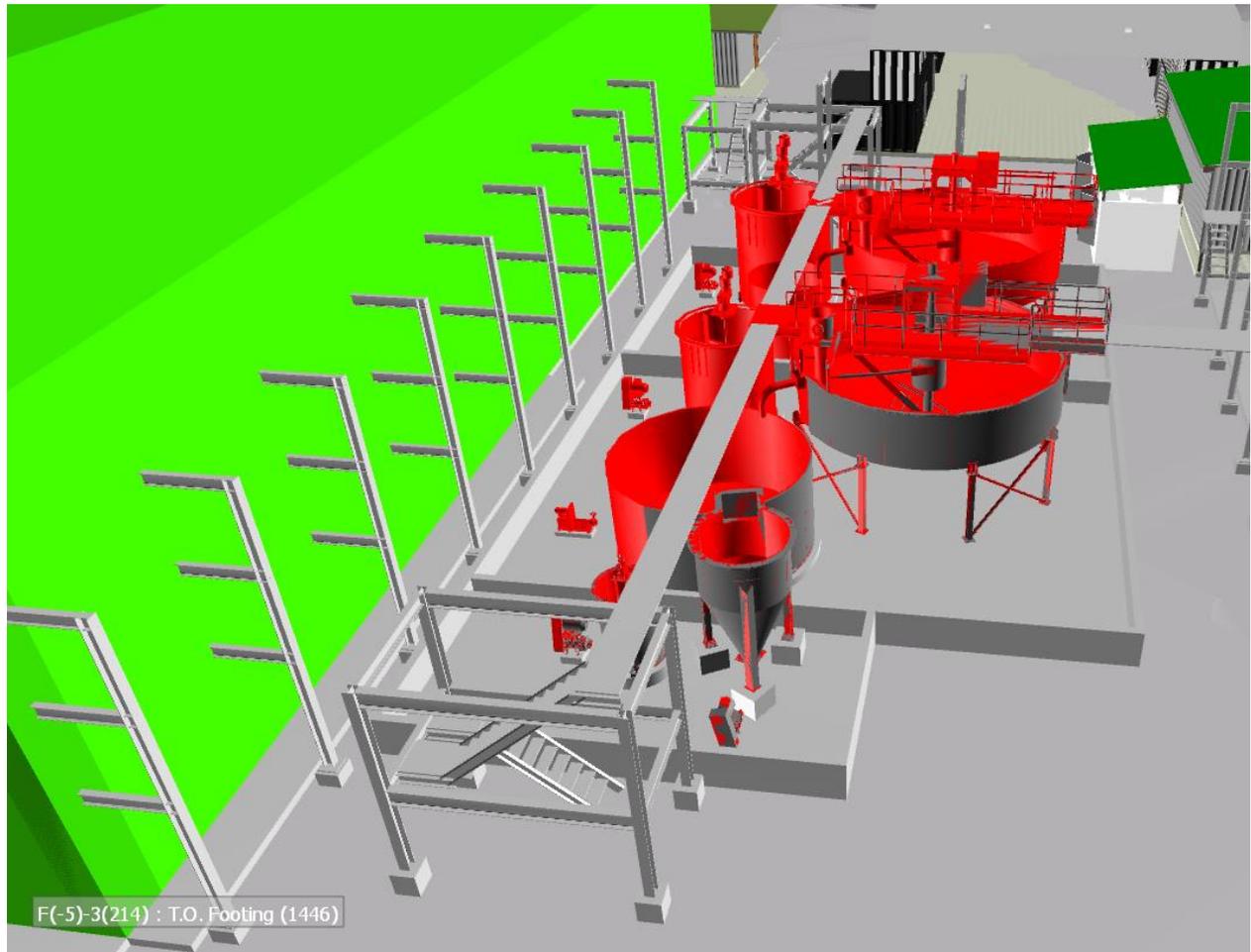
Los concentrados espesados a 60% de sólidos “Underflow” se bombearán a tanques con agitación y de estos se transfieren con bomba a los filtros prensa. El agua producto de la separación sólido – líquido en los filtros, será bombeada también a los tanques de agua de proceso.

Los concentrados de cobre con 9 % de humedad y los de zinc con 9 % de humedad, se acumulan sobre losas de concreto techadas y se despachan a granel mediante camiones.

El relave filtrado con una humedad del 15% se traslada a la cancha respectiva con camiones.

El esquema del diagrama de flujo de la planta de procesos se incluye en el anexo 7.6 Diagrama planta de procesos.

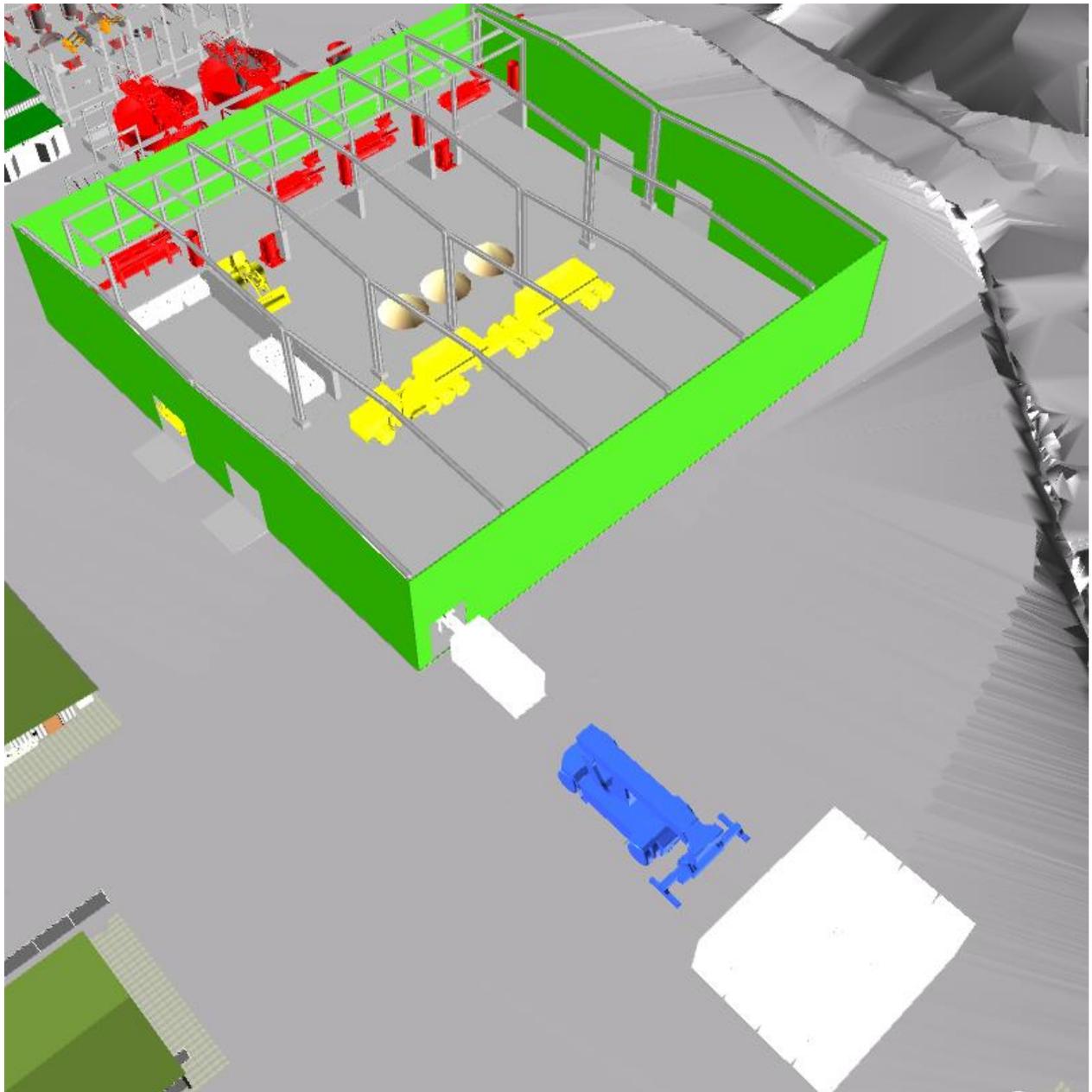
Figura 7.5-21. Área de espesado de concentrados de cobre y zinc



En los tanques de concentrado, el mineral se espesa y se filtra para formar concentrado de cobre, plomo y zinc.

Fuente: CMLP, 2022

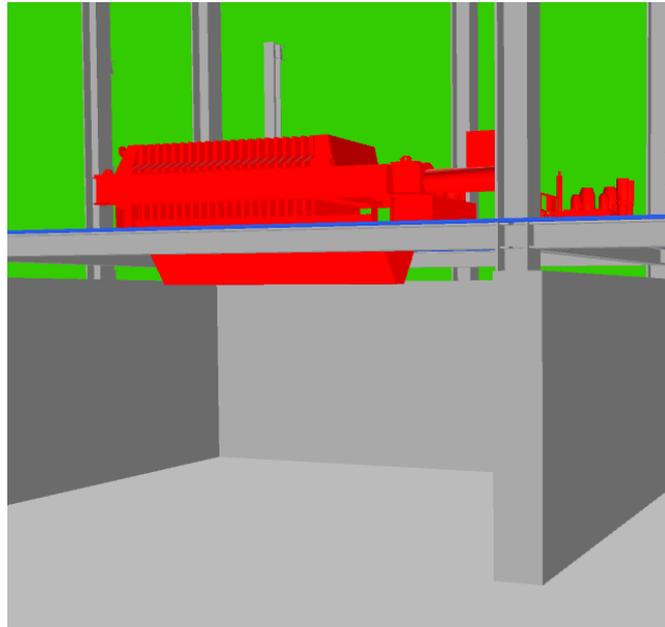
Figura 7.5-22. Cuarto de concentrado



Luego que los minerales son espesados en los tanques de cobre, plomo y zinc, pasan por las prensas filtro para obtener el concentrado, las misamas que son almacenada in situ y posteriormente ser cargado en los camiones de transporte.

Fuente: CMLP, 2022

Figura 7.5-23. Prensa filtro del área de concentrado



En el área de almacenamiento de concentrado las prensas filtro separan los minerales para producir concentrado de cobre, zinc y plomo.

Fuente: CMLP, 2022

#### 7.5.1.9.9 Equipos

A continuación, se describen los equipos que se emplearán en la fase de beneficio y su funcionamiento en relación con las operaciones unitarias del proceso (ATICO, 2021).

##### 7.5.1.9.9.1 Equipos de reducción de tamaño y clasificación

En el Procesamiento de minerales, el propósito de la reducción de tamaño es preparar el mineral para que, en los procesos subsiguientes la separación mediante la técnica de la flotación diferencial, el mineral valioso con valor económico de los que no tengan valor. Es decir, para obtener productos comerciales “concentrados”, por lo mismo los minerales tienen que ser sometidos a dos procesos:

- Conminución o reducción de tamaño, para que los minerales del total alimentado a la planta sean físicamente separados (es decir liberados) unos de otros progresivamente, mediante la fracturación de estos.
- Separación, es decir concentración de los minerales que contengan los metales valiosos en productos vendibles “concentrados” y el resto es descartado como relaves.

La reducción de tamaños ocurre en etapas. El término trituración se aplica a las reducciones subsecuentes de tamaño hasta alrededor de 12.5 mm, considerándose las reducciones a tamaños más finos como molienda. Tanto la trituración como la molienda pueden subdividirse aún más en etapas primaria, secundaria, terciaria y a veces cuaternaria.

Prácticamente en todas las maquinas, las fuerzas para lograr la fractura se aplican ya sea por compresión o por impacto. La diferencia entre las máquinas está asociada principalmente con los aspectos mecánicos de aplicación de la fuerza a los diversos tamaños de partícula.

En la industria minera, la mayor parte de la reducción de tamaño inicial (trituración) se realiza con trituradoras de compresión. En nuestro caso se empleará una chancadora de mandíbulas.

En la etapa de molienda se emplearán molinos de tambor giratorio donde se aplicará una pequeña fuerza de fractura a un gran número de partículas. Los medios de molienda lo constituyen bolas ya sea de acero o de cerámica o partículas del mismo mineral, a este último proceso se le llama molienda autógena, siendo una variante la molienda semiautógena que implica la utilización de una cantidad de bolas grandes de acero para fracturar ciertos tamaños intermedios de partículas, los que formarían acumulaciones dentro del molino si no se usaran dichos medios de molienda.

Entre las etapas de chancado y molienda se interponen separadores de tamaño que sirven para controlar el tamaño del material que se alimenta de un equipo al otro o proceso. En la etapa de chancado se emplean cribas o zarandas y en la etapa de molienda se emplea hidrociclones.

### **Chancadora de mandíbulas**

En una chancadora de mandíbulas convergen una mandíbula móvil y una mandíbula fija. La mandíbula móvil es accionada mediante un toggle que ejerce una gran presión sobre la mandíbula fija. El toggle a su vez es accionado mediante el pitman acoplado al eje excéntrico de la volante o polea que recibe energía del motor mediante correas de transmisión. En consecuencia, las chancadoras tienen que ser voluminosas y estructuralmente fuertes. Son alimentadas por la parte superior (boca) que se especifican por la abertura de entrada y el ancho de la entrada. La capacidad de la chancadora depende del tamaño de la abertura de descarga (CSS, close side setting) y de la velocidad de la máquina.

Las superficies de trituración o forros se construyen normalmente de acero al manganeso y se reemplazan con secciones nuevas.

En el proyecto La Plata se instalará una chancadora de mandíbulas de 18" x 24" con motor de 50 HP, que recibirá una alimentación de rocas – mineral con un tamaño máximo de 12" y generará productos con un P100 de 105 milímetros y P80 de 90 milímetros.

### **Molino SAG**

Los molinos autógenos son cilindros rotatorios con una relación diámetro/ longitud mayor a 2, los que generan sus medios de molienda propio del mismo mineral alimentado. Para que esto ocurra el alimento debe ser el producto de una chancadora primaria y para que la fragmentación ocurra, las rocas de mayor tamaño pulverizan a las de menor tamaño durante las colisiones en el pie del molino o zona de impacto y por la abrasión entre ellas mismas.

Un problema que se genera en esta forma de reducir los tamaños de las partículas es la formación y acumulación de pebbles de 25 mm a 75 mm dentro del molino, debido a que son lo suficientemente grandes para resistir el impacto de las partículas más grandes y suficientemente pequeñas como para no generar un trabajo útil de impacto. La solución a este problema es la alimentación de bolas de acero grandes (de 5% a 12% del volumen del molino normalmente), que rompan estos pebbles, dando origen a los molinos semiautógenos SAG.

El proyecto la Plata instalará un molino SAG de 16' x 4.8' con motor de 500 kW de velocidad variable, con parrillas de 12 mm x 45 mm., se emplearán bolas de acero de 5 pulgadas de diámetro hasta 12 % del volumen del molino como carga de bolas, considerando la carga total (mineral, bolas y agua) la que ocupará un volumen de 28% a 32 % del volumen del molino. La densidad de la pulpa será de 70 % de sólidos en peso.

### **Molinos de Bolas**

Son cilindros rotatorios recubiertos interiormente con forros metálicos que se van desgastando conforme opera el molino. Los forros tienen perfiles que sobresalen o barras que levantan las bolas y el mineral en cada rotación, hasta cierta altura donde se separan para luego caer sobre la parte inferior del molino, originando colisiones entre las partículas de mineral con las bolas y con los forros del molino, dando lugar a la reducción de tamaño por fuerzas de abrasión e impacto. Los medios de molienda son bolas de acero, de alúmina o del mismo material como en el caso de los molinos autógenos. Cabe mencionar que también se emplean como revestimientos híbridos, los que son de caucho – acero.

Todos los molinos operan en un rango de velocidad menor que su velocidad crítica, que es aquella velocidad en que las bolas se adhieren por efecto de la fuerza centrífuga al casco del molino.

Son muchos los factores que afectan la performance de un molino, por ejemplo:

- El diámetro del molino tiene efecto sobre la capacidad, el tamaño de alimentación y la potencia consumida.
- La longitud del molino tiene efecto sobre la capacidad y la potencia consumida.
- La carga de bolas tiene efecto sobre la capacidad y el consumo de potencia.
- El tamaño de las bolas y su distribución tiene efecto sobre la reducción de tamaño.
- El porcentaje de sólidos de la pulpa tiene efecto sobre la velocidad de descarga, sobre la reducción de tamaño y el consumo de potencia.

En el proyecto La Plata se instalará un molino de bolas secundario de descarga por rebose de 3.3 m. de diámetro y 5.2 m. de longitud que recibirá la descarga del molino SAG. El motor tendrá una potencia de 746 kW, dentro del molino se tendrá 65 % de sólidos en la pulpa y empleará bolas de acero de diámetro variable entre 50mm a 75 mm.

También, se tiene planeado instalar un molino de bolas de 2.1 m. de diámetro y 4.0 m. de longitud con motor de 215 kW para remoler el concentrado bulk, dicho molino empleará bolas de acero de 1 pulgada.

Asimismo, se instalará un molino de bolas de 1.5 m. de diámetro y 3.0 m. de longitud con motor de 75 kW para remoler el concentrado rogher de zinc, la misma que empleará bolas de acero de 1 pulgada.

### **Molino Vertimill**

Es un cilindro vertical estático donde la carga (mineral y bolas) es removida por un agitador vertical con paletas o tipo helicoides. Ocurren contactos partícula/partícula o partícula/bola que causan la rotura por abrasión y atricción, produciendo partículas muy finas. Pueden emplear bolas de acero o bolas de alúmina de diámetro pequeño como medios de molienda.

El proyecto la Plata instalará 1 molino vertimill como molino secundario VTM 800 WB con motor de 800 HP.

Asimismo, se instalarán 2 molinos vertimill como molino de remolienda para el circuito de flotación de cobre y otro en el circuito de flotación de zinc.

## Molino Isamill

Es un cilindro horizontal fijo que al igual que en el vertimill, unos discos agitan la pulpa y las bolas. Es un molino de alta intensidad donde las bolas son movidas a gran velocidad. Se consiguen productos de tamaño muy fino y emplean bolas de cerámica pequeñas.

El proyecto La Plata instalará un molino Isamill para remoler el concentrado de cobre, de manera que se logre un P80 de 20 micras en la etapa de limpieza de este circuito.

## Hidrociclones

Como ya se mencionó en las etapas de reducción de tamaño se intercalan aparatos de clasificación que controlan la submolienda y la sobremolienda del mineral. El ciclón es un aparato de forma cilindro-cónica, instalado verticalmente u horizontalmente, ampliamente utilizado para circuitos cerrados de molienda, genera dos productos el sobreflujo "overflow", que contiene las partículas de tamaño fino que generalmente va a la flotación como producto terminado y el subflujo "underflow" que retorna al molino y contiene partículas de tamaño grueso que requieren molienda adicional. La separación la genera la presión de la pulpa que ingresa al ciclón tangencialmente y por la fuerza centrífuga que se produce dentro del ciclón. A menor diámetro de ciclón menor es el tamaño de separación, otras variables de operación son la densidad de la pulpa alimentada, la presión, el tamaño del ápex y vortex.

Se instalarán nidos de ciclones de 6", 4" y 3" de diámetro.

### 7.5.1.9.9.2 Equipos de concentración por flotación

Actualmente la Flotación es sin duda el método más usado en la concentración diferencial de minerales, se utiliza para procesar casi todos los minerales sulfurosos y también se aplica extensamente para los minerales metálicos no sulfurosos y el carbón mineral.

La flotación puede aplicarse a minerales de baja ley y a minerales que requieren molienda fina para lograr la liberación. Como se trata de un proceso relativamente selectivo, una aplicación importante está en la separación y concentración de los minerales valiosos contenidos en los complejos minerales, como, por ejemplo, en sulfuros complejos que contienen cobre, plomo y zinc.

La mayoría de los minerales son naturalmente hidrofílicos (afinidad por el agua). Para lograr una separación por flotación, las superficies del mineral tienen que cambiar selectivamente a hidrofóbicas (repulsión por el agua). Esto se adquiere mediante la regulación de la química de la solución, seguida por la adición de un colector que selectivamente se

adsorba y proporcione la superficie hidrofóbica requerida a las partículas de los sulfuros deseados a flotar.

La regulación de la química de la solución puede abarcar la adición de reactivos; ya sea activadores que aumentan la selectividad intensificando la adsorción del colector o depresores que retardan o evitan la adsorción del colector. También puede incluir la adición de un dispersor para asegurar que las partículas minerales estén libres de partículas finas.

Otro grupo de reactivos que intervienen en la flotación son los espumantes. Estos tienen dos funciones: mejorar la dispersión de las burbujas finas en la pulpa y controlar las características de la espuma. Finalmente, la regulación química de la solución puede incluir el control del pH para asegurar la estabilidad del colector (que es a menudo un ácido débil) en la solución en la forma deseada.

Aunque existen muchos diseños diferentes de máquinas de flotación, todas ellas tienen la función primaria de hacer que las partículas que se han convertido en hidrofóbicas entren en contacto y se adhieran a las burbujas de aire, las que son estabilizadas por la acción del espumante, permitiendo así que dichas partículas se eleven a la superficie y formen una espuma, la cual es removida.

En el proyecto La Plata se instalará celdas Outotec de 8 m<sup>3</sup> de capacidad para las flotaciones rougher de cobre y de zinc accionados con motor de 30 Hp cada una. Estas celdas tienen impulsor (de turbina plana) curvo para dar distribución uniforme del aire y mantener en suspensión a los sólidos gruesos. El aire se introduce en la parte baja para ser dispersada por el impulsor.

Asimismo, se instalarán celdas Outotec de 3 m<sup>3</sup> cada una con motor de 10 HP para las etapas de limpieza de los concentrados.

También, se instalarán celdas tipo Denver con un diseño de celdas individuales, cuyo impulsor es de tipo turbina plana. El aire se introduce por la flecha del impulsor (autoaireante). La recirculación se aumenta mediante un collarín, la cual mejora la suspensión de las partículas gruesas.

En el proyecto La Plata también instalará celdas Denver SubA 30 de 100 pies cúbicos, con motor de 10 Hp cada una para los circuitos de limpieza de concentrado de cobre y de zinc.

## Espesadores y Filtros

Normalmente se separa el agua de los sólidos de un concentrado antes de llevarlos a la fundición. Al igual que ocurre con otras separaciones, en la mayoría de los procesos, la separación del agua se realiza por lo menos en dos etapas. La primera se realiza mediante un proceso de espesamiento y la segunda etapa con filtración, para lograr la separación sólido – líquido de los concentrados. Esta combinación es capaz de proporcionar un concentrado con un contenido de humedad lo suficientemente bajo (7.5% a 12%), para ser entregado a una fundición, la humedad no debe exceder al punto de fluencia para ser transportado mediante camiones, más aún en los barcos. El producto filtrado que esencialmente no contiene sólidos, o en su defecto con un contenido de sólidos suficientemente bajo como para ser reciclado a la planta, la misma que se constituye parte del agua de procesos.

El tipo más común de sedimentador es el espesador cilíndrico continuo con brazos mecánicos para el arrastre de los lodos. La alimentación entra al espesador por un pozo central de alimentación y el líquido clarificado rebosa hacia un canal ubicado en torno a la periferia. El lodo espesado se deposita en la base cónica y se rastrilla mediante un mecanismo de rotación lenta hasta un punto central de descarga.

En La Plata instalará 4 espesadores, considerando los concentrados de plomo, cobre, zinc y los relaves de diverso diámetro, las cuales estarán en función del tonelaje que procesarán cada uno de ellos.

La Filtración es la separación de las partículas sólidas de un fluido, haciendo pasar dicho fluido por un medio filtrante en el que se acumulan los sólidos “retienen”. En el filtro prensa la fuerza de separación es la presión diferencial a través del queque. Una caída de presión alta permitirá un desaguado más rápido y una menor humedad residual. Estrictamente hablando estas máquinas no son continuas, más bien recorren automáticamente el ciclo formado por una serie de operaciones, tales como: filtración, prensado de la torta (mediante diafragma) 1, lavado de la torta, prensado de la torta (mediante diafragma) 2, soplado de la torta con aire y descarga de la torta, es decir estos equipos funcionan de manera cíclica en función a los tiempos que se programan.

En la Plata se instalarán Filtros prensa de diversa capacidad para filtrar los concentrados de plomo, cobre, zinc y los relaves. Estos equipos funcionan en forma automática controlados por un PLC, cuya secuencia lógica es programada para las etapas de bombeo de pulpa a las cámaras, ingreso de aire para inflar los diafragmas o membranas de jebes, el soplado de la torta y la descarga. La presión de operación llega 6 – 8 bares.

### 7.5.1.9.9.3 Control de procesos

Todos los equipos de la planta operarán en Modo remoto y manual. El control remoto se hará desde la sala de control que monitorea permanentemente los parámetros operativos, comparando los valores actuales con los valores fijados “Set Point”, si hubiere diferencia considerable emite las alarmas para su corrección por el operador. El control visual del proceso es también de suma importancia, tarea a cargo de los operadores como responsables de la operación.

Es decir, los arranques y paradas de los equipos principales se realizarán desde la sala de control, las mismas que tendrán accionamiento local para casos de emergencia. En el campo también se instalarán paneles de control, para la visualización de los parámetros operativos, en dichas estaciones se dará acceso para el cambio de los parámetros, mediante una clave y en coordinación con el operador de la sala de control. Esta estación también se utilizará en caso falle la comunicación con la sala de control.

El funcionamiento de los equipos, tendrán una lógica secuencial, de manera que, si un equipo falla o se detiene, automáticamente deben detenerse los equipos aguas arriba. Estos enclavamientos se implementarán desde el inicio de las operaciones.

El proyecto considera la implementación de una plataforma de comunicación desde el inicio de la operación, para enlazar todos los equipos en una sola y con ello almacenar la data, para su posterior uso orientado en la optimización de los procesos.

El detalle de los equipos a utilizarse y la potencia a la cual trabajarán se presentan en el cuadro contiguo.

Cuadro 7.5-10. Equipos de la planta de procesos		
N°	Descripción	Potencia HP
1	Tolva de gruesos	---
2	Alimentador vibratorio ó Apron Feeder	15
3	Grizzly vibratorio	10
4	Chancadora de mandíbulas	50
5	Faja Transportadora	---
6	Stock pile de mineral chancado	---
7	Alimentador vibratorio	10 c/u
8	Faja Transportadora	ND
9	Molino SAG	670
10	Trommel	---
11	Cajón - bomba	40
12	Ciclón primario, 2 en stand by	---
13	Malla para basura (Trommel con motor)	5
14	Molino de bolas	1000

**Cuadro 7.5-10. Equipos de la planta de procesos**

N°	Descripción	Potencia HP
15	Distribuidor de pulpa	---
16	Acondicionador rougher de cobre	10
17	Celda rougher de cobre	30 c/u
18	Celda scavenger de cobre	30 c/u
19	Ciclón de remolienda Cu, 1 en stand by	---
20	Molino vertical de remolienda	300
21	Cajón - bomba	20
22	Acondicionador 1ra. limpieza cobre	10
23	Celda de 1ra. Limpieza de cobre	10 c/u
24	Cajón bomba	10 c/u
25	Molino Isamill de remolienda	5
26	Ciclón de D 3B	5
27	Acondicionador de 3ra. limpieza de cobre	10 c/u
28	Celda de 2da. Limpieza de cobre	10 c/u
29	Celda scavenger de limpieza de cobre	2
30	Celda de 3ra. Limpieza de cobre	4
31	Espesador de cobre	*
32	Bomba peristáltica, una en stand by	*
33	Cajón bomba para filtro de cobre	7.5
34	Filtro prensa de cobre	12
35	Acondicionador rougher 1 de zinc	12
36	Acondicionador rougher 2 de zinc	30 c/u
37	Acondicionador rougher 3 de zinc	30 c/u
38	Celda rougher de zinc	---
39	Celda scavenger de zinc	---
40	Ciclón para relleno hidráulico, 1 en stand by	100
41	Ciclón de remolienda de zinc, 1 stand by	12
42	Molino vertical de remolienda de zinc	5
43	Cajón - bomba	10 c/u
44	Acondicionador de limpieza de zinc	10 c/u
45	Celda de 1ra. limpieza de zinc	4
46	Celda scavenger de limpieza de zinc	*
47	Celda de 2da. Limpieza de zinc	10
48	Espesador convencional de zinc	*
49	Bomba peristáltica, una en stand by	*
50	Cajón - bomba para filtro de zinc	*
51	Filtro - prensa para zinc	*
52	Espesador convencional de relave	*
53	Bomba peristáltica, una en stand by	1.5
54	Cajón - bomba para filtro de relave	10
55	Filtro - prensa para relave	7.5
56	Zaranda estática DSM	15
57	Concentrador centrífugo	---
58	Mesa gravimétrica Gemini	7.5
* A definir por el proveedor		
Fuente: (ATICO, 2021)		
Elaborado por: ESSAM, 2021		

### 7.5.1.9.10 Consumibles

La planta de procesos trabajará con una serie de equipos y reactivos que tendrán un consumo periódico, los cuales se enlistan conjuntamente sus cantidades aproximadas anuales a continuación (ATICO, 2021):

<b>Cuadro 7.5-11. Lista de equipos y reactivos consumibles</b>	
<b>Equipo/Reactivo</b>	<b>Consumo</b>
Placa de alimentador de Apron Feeder	1 juego
Forro de muela fija de chancadora de mandíbulas	6 piezas
Forro de muela móvil de chancadora de mandíbulas	6 piezas
Forro lateral de chancadora de mandíbulas	3 juegos
Faja transportadora	100 metros
Forro metálico de molino SAG, incluye lifter bars	1.5 juegos
Forro metálico de molino de bolas primario	1.5 juegos
Forro metálico de molino de remolienda de cobre	1.0 juegos
Forro metálico de molino de remolienda de Zinc	1.0 juegos
Impulsor de bomba de molienda primaria	12 piezas
Forro de bomba de molienda primaria	8 juegos
Impulsor de bomba de remolienda de cobre	6 piezas
Forro de bomba de remolienda de Cobre	6 juegos
Impulsor de bomba de remolienda de Zinc	6 piezas
Forro de bomba de remolienda de Zinc	6 juegos
Bola de acero de 5 pulgadas	114,800 kg
Bola de acero de acero de 3"	145,820 kg
Bola de acero de 1" para molino de remolienda de Cobre	71,360 kg
Bola de acero de 1" para molino de remolienda de Zinc	37,230 kg
Bolas Cerámicos de 6 mm	5,274 kg
Promotor A-3894 de Cytec o equivalente	9,308 kg
Aerophine 3418 A de Cytec o equivalente	6,515 kg
Tiocarbanilida	4,312 kg
Espumante MIBC	18,615 kg
Cianuro de sodio al 98 %	30,000 kg
Metabisulfito de sodio al 96 %	651,525 kg
DETA	13,962 kg
Sulfato de cobre pentahidratado al 99 %	170,638 kg
Sulfato de Zinc heptahidratado al 92 %	387,813 kg
Ácido sulfúrico al 96 %	20,694 kg
Cal viva al 90 %	491,436 kg
Floculante para concentrados	834 kg
Floculante para relave	2,544 kg
Óxido de zinc al 99.9 %	10331 kg
<b>Fuente:</b> La Compañía, 2021	
<b>Elaborado por:</b> ESSAM, 2021	

### 7.5.1.9.11 Productos químicos

Los productos químicos que se emplearán para la fase de beneficio son los reactivos y los consumibles en la planta de procesos y para el tratamiento de relaves, los cuales se describen a continuación (ATICO, 2021).

En términos generales, los reactivos de flotación son clasificados como:

1. Colectores, cuya función principal es la de proporcionar propiedades hidrofóbicas a las superficies de los minerales de interés económico.
2. Espumantes, son los que permiten la formación de una espuma estable, de tamaño de burbujas apropiado para llevar los minerales o transportarlos hacia los concentrados.
3. Modificadores, que sirven para la regulación de las condiciones de funcionamiento de los colectores y aumentan su selectividad. Estos están relacionados con la modificación del pH de la pulpa.

Cuadro 7.5-12. Productos químicos en la fase de beneficio				
N°	Nombre	Función	g/t de mineral	Kg/día
1	Promotor Aero 3894	Colector	30 g	27,7
2	Promotor Aerophine 3418 A	Colector	21	19,4
3	Tiocarbanilida	Colector	15	13,9
4	Metilisobutilcarbinol (MIBC)	Espumante	60	55,4
5	Cal Viva	Modificador	1584	1463
6	Cianuro de Sodio NaCN	Modificador	96,7	89,4
7	Dietilen triamina (DETA)	Modificador	45	41,6
8	Metabisulfito de sodio (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Modificador	2100	1940
9	Sulfato de zinc (ZnSO <sub>4</sub> )	Modificador	1250	1155
10	Sulfato de cobre (CuSO <sub>4</sub> )	Modificador	550	508
11	Óxido de zinc	Modificador	33,3	30,8
12	Ácido Sulfúrico	Modificador	66,7	61,6
13	Floculante para concentrados	Modificador	2,7	2,3
14	Floculante para relave	Modificador	8,2	7
Fuente: CMLP, 2021				

### 7.5.1.10 Generación y transmisión de energía eléctrica

En la etapa de operación de la subestación eléctrica y líneas de transmisión se cumplirá con el mantenimiento indicado por los fabricantes de los elementos que la componen, este es un aspecto importante y directamente relacionado con la seguridad de las operaciones y minimización de impactos al ambiente.

Las líneas de transmisión tendrán un mantenimiento electromecánico de aisladores, ensambles, conductores, accesorios, elementos de puesta a tierra, entre otros; y, del área de servidumbre.

En el caso del sistema de generación auxiliar de energía eléctrica para la mina, se mantendrá un programa de inspecciones y mantenimiento que garantice su activación en caso de requerirse, así como, fortalezca la prevención de impactos ambientales por contaminación con combustible, lubricantes y otros productos químicos.

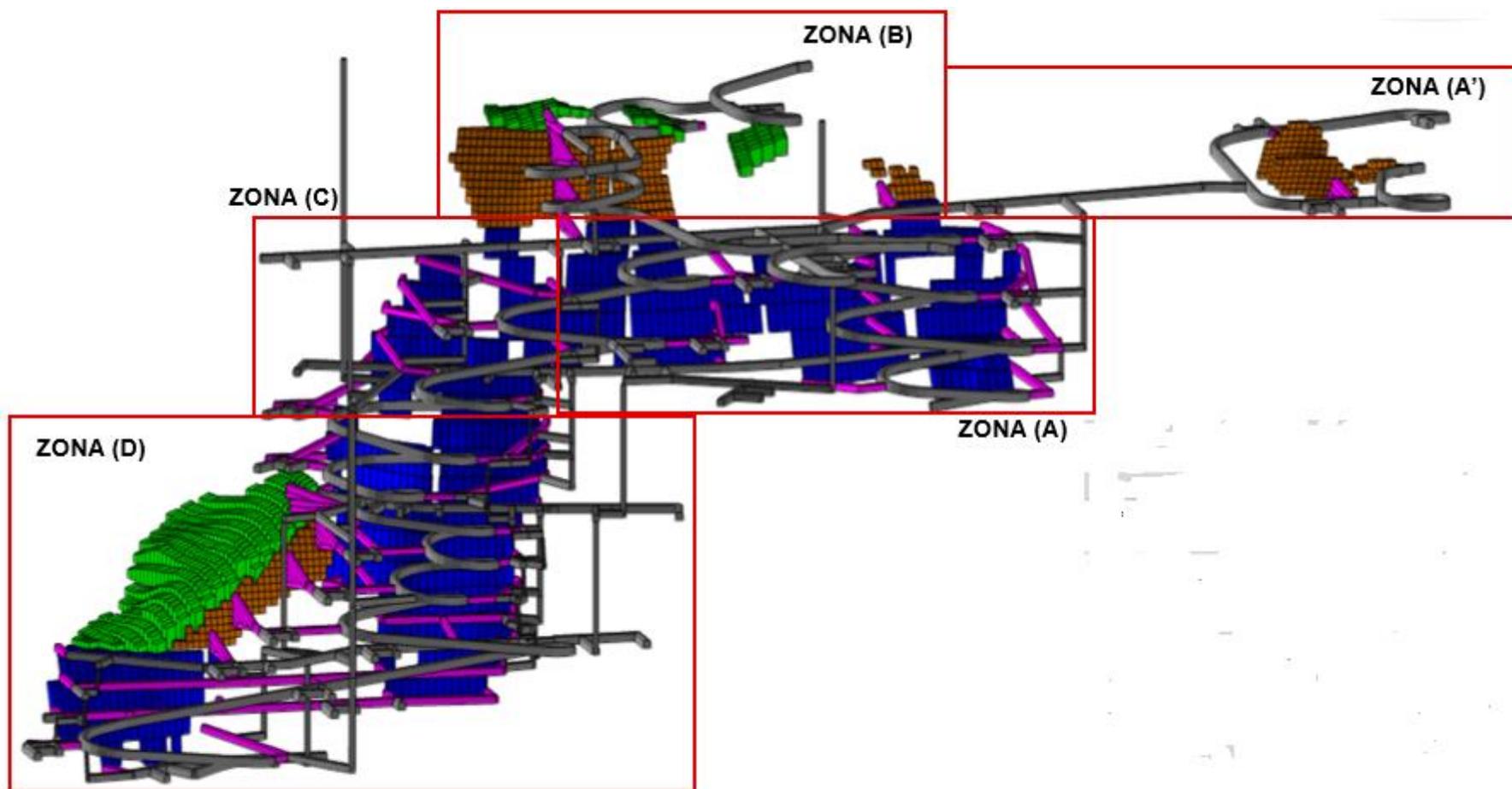
### **7.5.2 Operaciones subterráneas**

La etapa de preparación minera incluye a todas las labores subterráneas que sirven para conectar desde el desarrollo minero hacia los tajos (bloques económicos que están ubicadas dentro del cuerpo mineralizado), la construcción de este laboreo minero es dependiente de la selección del tipo de método de explotación; de acuerdo a los estudios geológicos, geomecánicos y otros análisis estos serán: Banqueo y Relleno (Bench & Fill), Corte y Relleno (Cut & Fill) y, Cámaras y Pilares ( Room & Pillar); utilizando dos tipos de relleno para la efectividad en la estabilidad de la explotación los cuales son relleno detrítico (roca estéril con cemento) y relleno de pasta (mezcla de relave y cemento)

La operación de la mina subterránea en el proyecto se desarrollará en 5 turnos, cada uno está formado por 42 personas y será mecanizada, comprendiendo el uso adecuado de equipos con tecnología empleada en la actualidad, para cumplir todas las actividades que generen las labores mineras, de acuerdo con estándares y procedimientos para un trabajo seguro, productivo y de calidad. Las labores mineras, han sido diseñadas en función de cada etapa de la operación minera estas son: desarrollo, preparación y explotación.

Se prevé una secuencia para la operación de la mina por zonas iniciando por la Zona (A') donde se encuentra el cuerpo mineralizado Guatuza, continuando por las Zonas (A), (B) y (C) en ese orden que corresponden al cuerpo mineralizado Norte y finalmente la Zona (D) del cuerpo mineralizado Sur, como se observa en la Figura contigua.

Figura 7.5-24. Zonas de operación y secuencia



Fuente: Atico, 2021

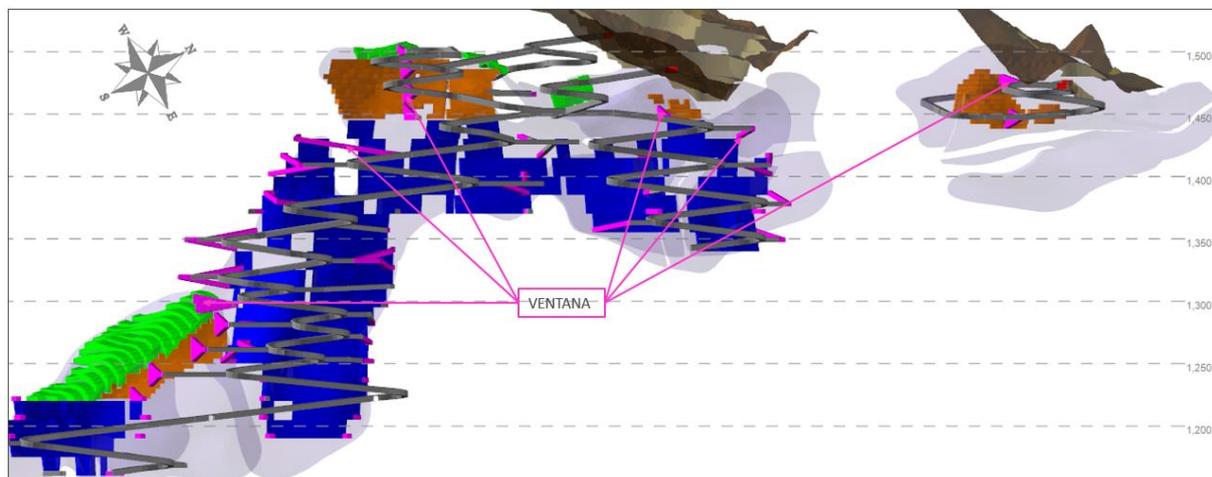
### 7.5.2.1 Preparación minera

Esta etapa consiste en las labores mineras necesarias que hacen posible acceder a las zonas mineralizadas para su explotación, el diseño de estas labores va a depender del método de explotación que se ha definido.

#### 7.5.2.1.1 Ventana

En el proyecto, se llama “ventana” a las labores mineras que salen de las rampas u otra labor de desarrollo para ingresar en contacto con la zona mineralizada, estas labores tendrán una sección típica de 4.0 metros de ancho por 4.0 metros de alto (4.0 m An x 4.0 m Al).

**Figura 7.5-25. Ubicación de las Ventanas (accesos a los tajos)**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A., 2021

### Explotación minera

Esta etapa consiste en la producción de los bloques mineralizados económicos, los cuales tendrán lo necesario en valor para que sean transportados hacia la planta de procesamiento. La explotación minera se realizará mediante tres (03) métodos: Banqueo y Relleno (Bench & Fill), Corte y Relleno (Cut & Fill) y, Cámaras y Pilares (Room & Pillar). A las labores que constituyen la explotación minera se les ha asignado los nombres de tajos y galería, esta última se empleará dependiendo del método de explotación minera.

#### 7.5.2.1.2 Tajos

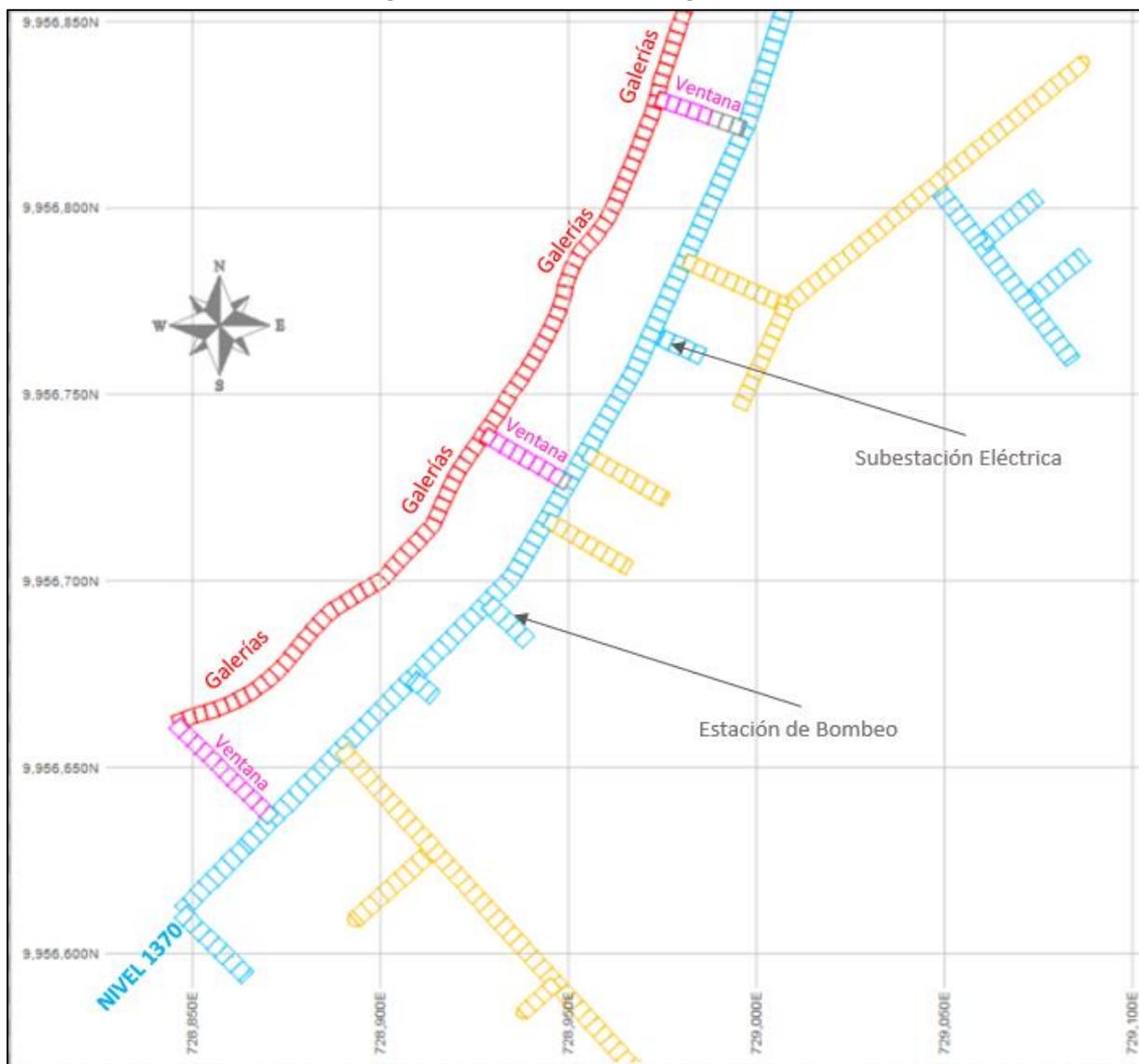
En el proyecto, se llama “tajos” a las labores mineras que salen de los bloques de explotación que tienen el valor económico necesario para ser transportados hacia la planta de procesamiento. Estas labores estarán presentes en los bloques de los métodos Banqueo y

Relleno (Bench & fill), Corte y Relleno (Cut & Fill) y, Cámaras y Pilares (Room & Pillar), tendrán sección de ancho y alto variable, dependientes de la potencia del cuerpo mineralizado y del método de explotación.

### 7.5.2.1.3 Galerías

En el proyecto La Plata, se llama “galería” a las labores mineras de reconocimiento, estas labores están asociadas en los bloques que se explotarán mediante el método Banqueo y Relleno (bench & fill), las cuales servirán principalmente como posicionamiento de la perforación (barrenación larga) y acarreo del mineral explotado producto de la voladura. Estas labores están diseñadas con una sección típica de 4.0 metros de ancho por 4.0 metros de alto (4.0mAn x 4.0mAl).

Figura 7.5-26. Diseño de las galerías



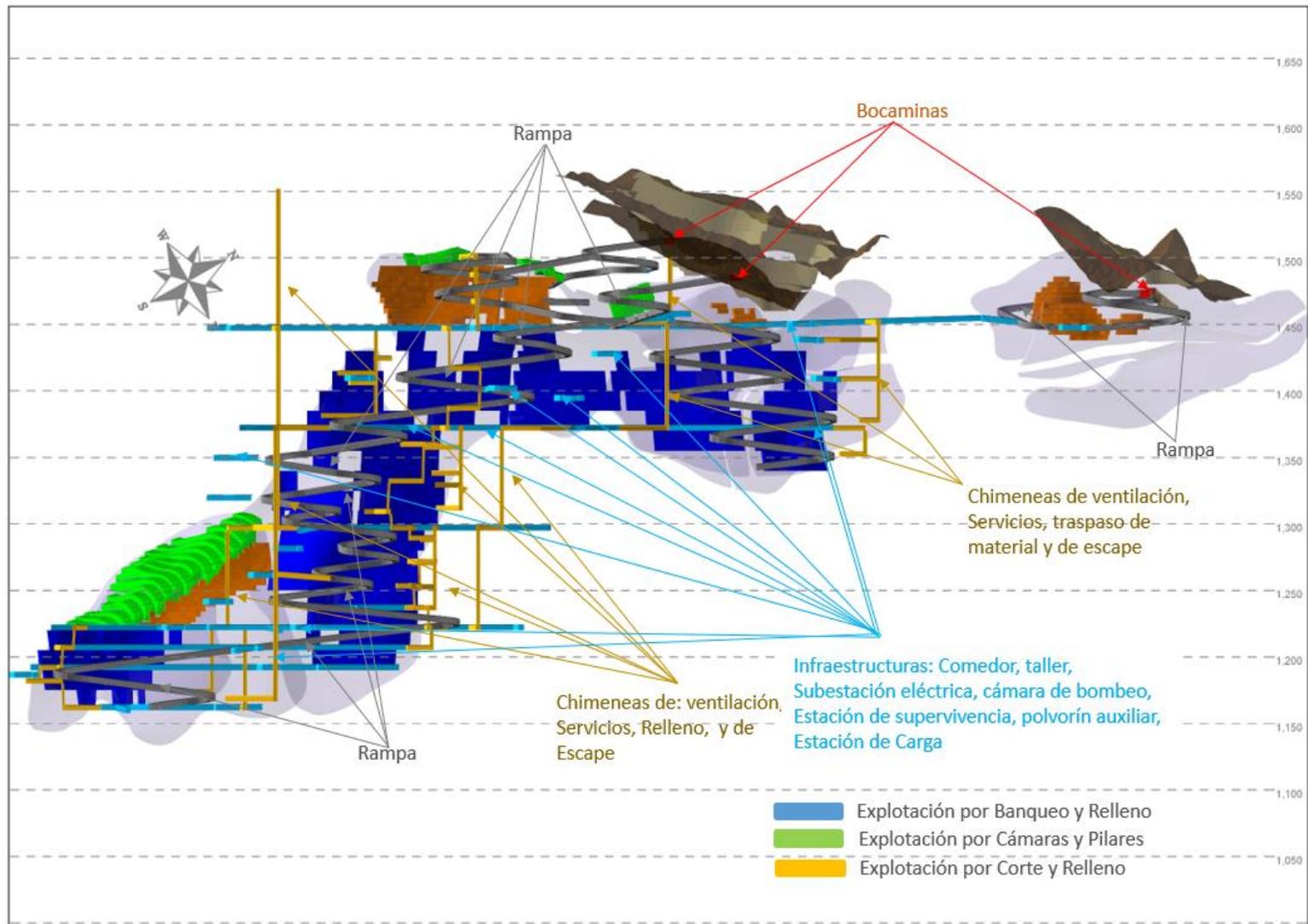
Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

### **7.5.2.2 Arquitectura de la mina**

Habiendo revisado las labores mineras de acuerdo con las etapas de minado (desarrollo, preparación y explotación), se realizan los diseños de las infraestructuras con el objetivo de mantener sostenible la operación.

En la Figura 7.5-27, se muestra el detalle del diseño de las infraestructuras mineras.

Figura 7.5-27. Diseño de la infraestructura minera



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

### 7.5.2.3 Operaciones unitarias

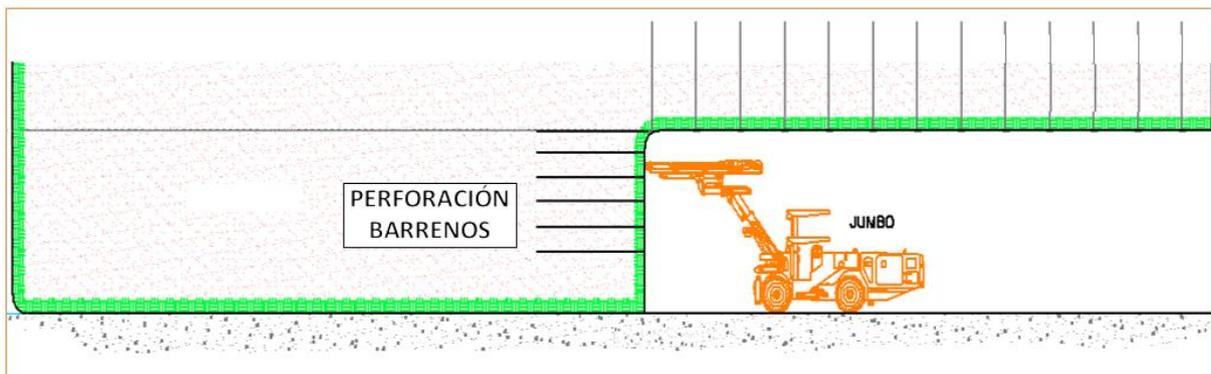
El avance de una labor minera es un conjunto de actividades descritas como operaciones unitarias, dependientes una de la otra para completar un ciclo de minado. Se requieren de las siguientes operaciones unitarias: Perforación, Voladura, Desatado de Rocas, Limpieza de material, Sostenimiento, Relleno y Extracción de material.

#### 7.5.2.3.1 Perforación

La perforación será mecanizada con equipos llamados Jumbos, las perforaciones de los barrenos se realizarán bajo un diseño de malla estándar por tipo de sección (ancho y alto) y calidad del macizo rocoso.

Se puede apreciar en la Figura 7.5-28 la actividad de perforación usando un equipo mecanizado (Jumbo) y en la Figura 7.5-29 la malla de perforación.

**Figura 7.5-28. Perforación mecanizada**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

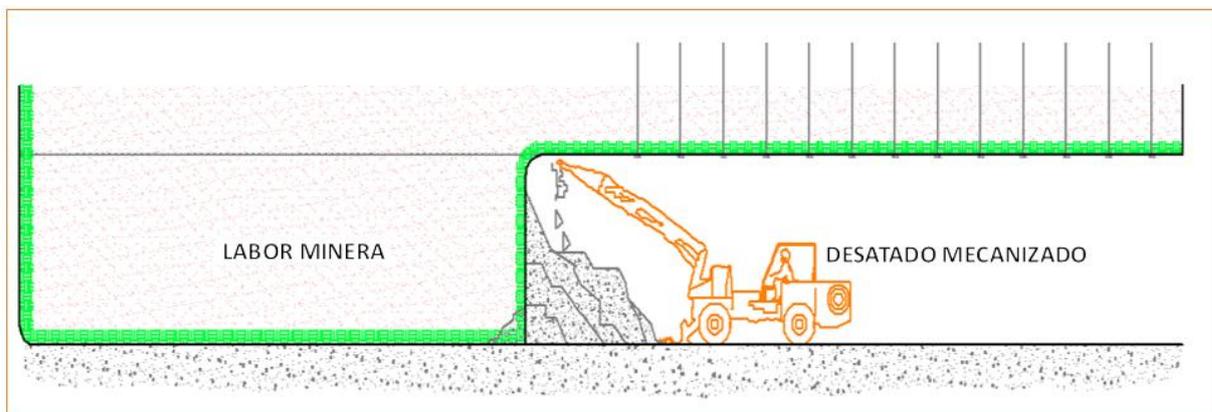


### 7.5.2.3.3 Desatado de rocas

El desatado de rocas se realizará de manera mecanizada con equipos específicos, de manera que esta operación unitaria se realice correctamente en todas las labores mineras que se tiene diseñado; tomando como principio el evitar que el personal tenga contacto directo y cercano con una roca suelta, ya que se minimiza el riesgo de caída de rocas.

Se puede apreciar en la Figura 7.5-31 la operación del desatado de rocas mecanizado.

Figura 7.5-31. Desatado mecanizado



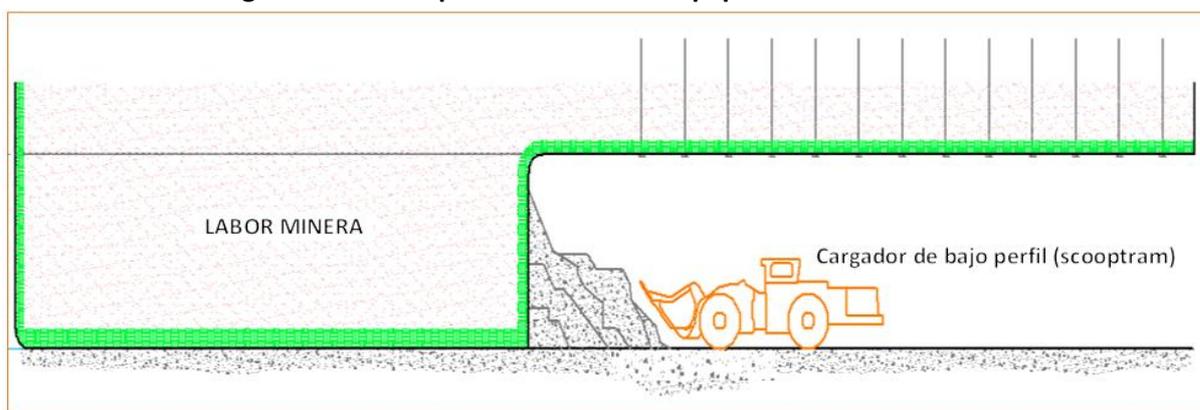
Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

### 7.5.2.3.4 Limpieza o rezaga

Después de tener el frente acumulado con roca fragmentada producto de la voladura y con el techo y laterales sin rocas sueltas producto del desatado mecanizado, la siguiente operación unitaria es la actividad de limpieza o rezaga del material, la cual se realiza con equipos mecanizados que son cargadores de bajo perfil (scooptram). Esta operación consiste en rezagar todo el material de la labor minera hacia una cámara para acumular y/o directamente su transporte hacia la superficie.

Se puede apreciar en la Figura 7.5-32 la operación de limpieza o rezaga de material de la labor minera.

**Figura 7.5-32. Limpieza de labor con equipos mecanizado**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

### 7.5.2.3.5 Sostenimiento

Después de haber concluido con la limpieza o rezaga de todo el material del frente, se procede a realizar la operación de sostenimiento del avance, esta actividad se realizará bajo un análisis de ingeniería a detalle preliminar, donde se pueda tener la mejor opción de sostenimiento para garantizar la estabilidad de toda la labor minera que está en avance activo.

Para la mina subterránea, se ha realizado un estudio de estabilidad (estudio geomecánico), de manera que la mina cumple con todos los análisis necesarios para poder tener un modelamiento del macizo rocoso y crear alternativas óptimas para el sostenimiento que más se adecue en el avance de las labores mineras.

De acuerdo con ello, se ha clasificado el tipo de sostenimiento según el tipo de labor minera (labores permanentes y temporales), principalmente se tendrá un sostenimiento con shotcrete (concreto armado), pernos de anclaje y pernos con malla metálica; todas estas operaciones se realizarán con equipos mecanizados.

En el Cuadro 7.5-13, se muestra las recomendaciones de sostenimiento para las labores mineras permanentes, de acuerdo con el análisis de estabilidad por espacios abiertos.

**Cuadro 7.5-13. Recomendaciones de sostenimiento para labores mineras permanentes**

Dominio	Rango RMR	Sostenimiento
DE-II	> 60	Requiere solo sostenimiento esporádico con pernos cementados.
DE-III A	51 – 60	Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies longitud espaciados a 1.5 m.
DE-III B	41 – 50	Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies longitud espaciados a 1.5 m + una capa de shotcrete sin refuerzo de 2” de espesor.
DE-IV A	31 – 40	Aplicar preventivamente una capa de shotcrete reforzado de 2” de espesor. Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies de longitud espaciados cada 1.5 m + shotcrete reforzado de 1” de espesor. Utilizar malla metálica de ser necesario.
DE-IV B	21 – 30	Colocar previamente una capa de shotcrete reforzado de 3” de espesor. Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies de longitud, espaciados cada 1 m + malla metálica + shotcrete reforzado de 2” de espesor. Alternativamente, cimbras tipo 6W20 espaciadas cada 1.2 m.
DE-V	< 21	Cimbras tipo 6W20 espaciadas cada 1.0 m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 3” de espesor como preventivo. Avanzar el frente con spilling bar de fierro corrugado de 1” diámetro y/o de ser necesario avanzar con marchavantes.

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

En el cuadro 7.5-14, se muestra las recomendaciones de sostenimiento para las labores mineras temporales, de acuerdo con el análisis de estabilidad por espacios abiertos

**Cuadro 7.5-14. Recomendaciones de sostenimiento para labores mineras Temporales**

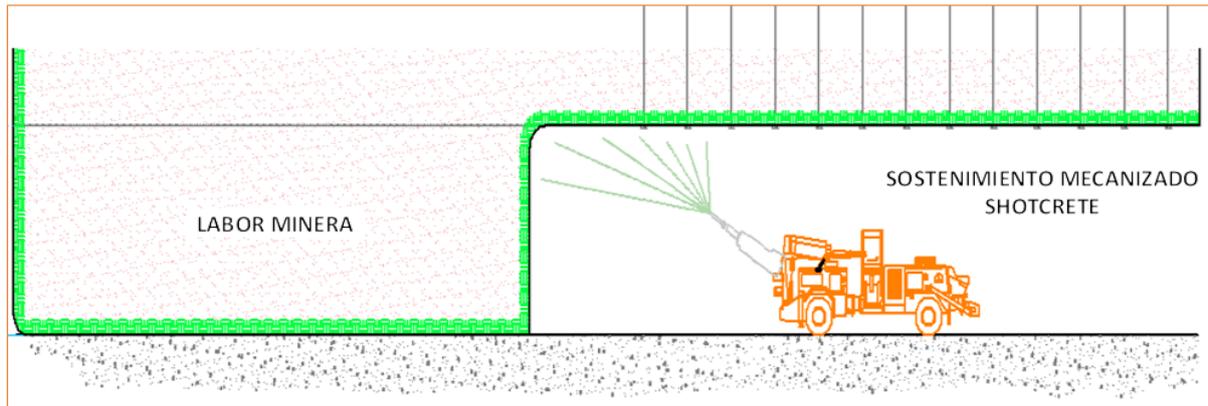
Dominio	Rango RMR	Sostenimiento
DE-II	>60	Requiere solo sostenimiento esporádico con pernos.
DE-III A	51 – 60	Requiere solo sostenimiento esporádico con pernos.
DE-III B	41 – 50	Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies longitud espaciados a 1.5 m.
DE-IV A	31 – 40	Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies longitud espaciados a 1.5 m + una capa de shotcrete sin refuerzo de 2” de espesor.
DE-IV B	21 – 30	Aplicar preventivamente una capa de shotcrete reforzado de 2” de espesor. Pernos sistemáticos de 7 a 8 pies de longitud, espaciados cada 1 m + malla metálica + shotcrete reforzado de 2” de espesor.
DE-V	< 21	Una capa preventiva de shotcrete de 3” de espesor + pernos espaciados a 1 m + malla metálica + shotcrete de 2” de espesor. De ser necesario usar cuadros de madera, paquetes de madera, gatas, puntales y otros.

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros – 2021

Se concluye que la operación de sostenimiento tanto para las labores mineras permanentes y para las labores mineras temporales se ejecutan usando equipos mecanizados.

En la Figura 7.5-33, se aprecia el sostenimiento de shotcrete usando equipo mecanizado para la actividad.

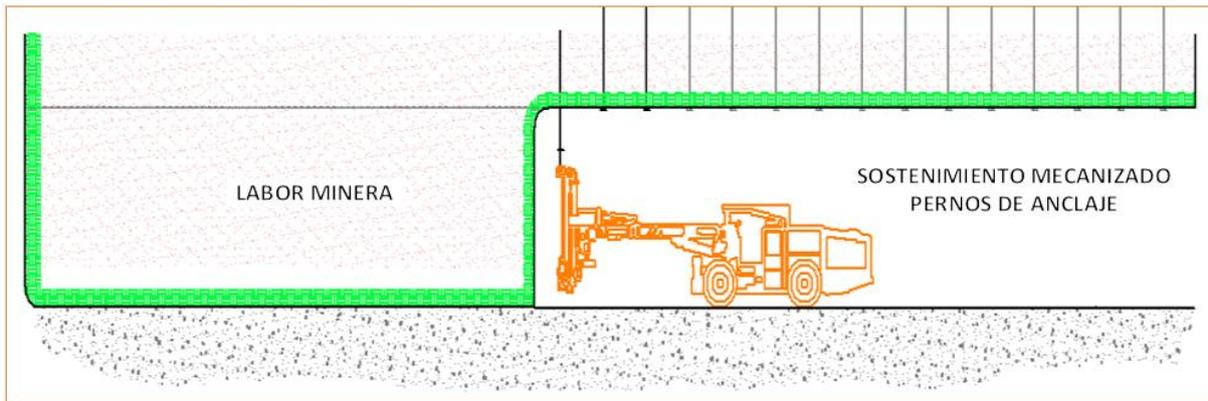
**Figura 7.5-33. Sostenimiento mecanizado con shotcrete**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

En la Figura 7.5-34, se aprecian el sostenimiento de pernos que también podrían instalarse pernos con malla metálica, ambas actividades se ejecutan con equipos mecanizados.

**Figura 7.5-34. Sostenimiento mecanizado con Pernos de anclaje o Pernos con Malla metálica**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

### 7.5.2.3.6 Extracción

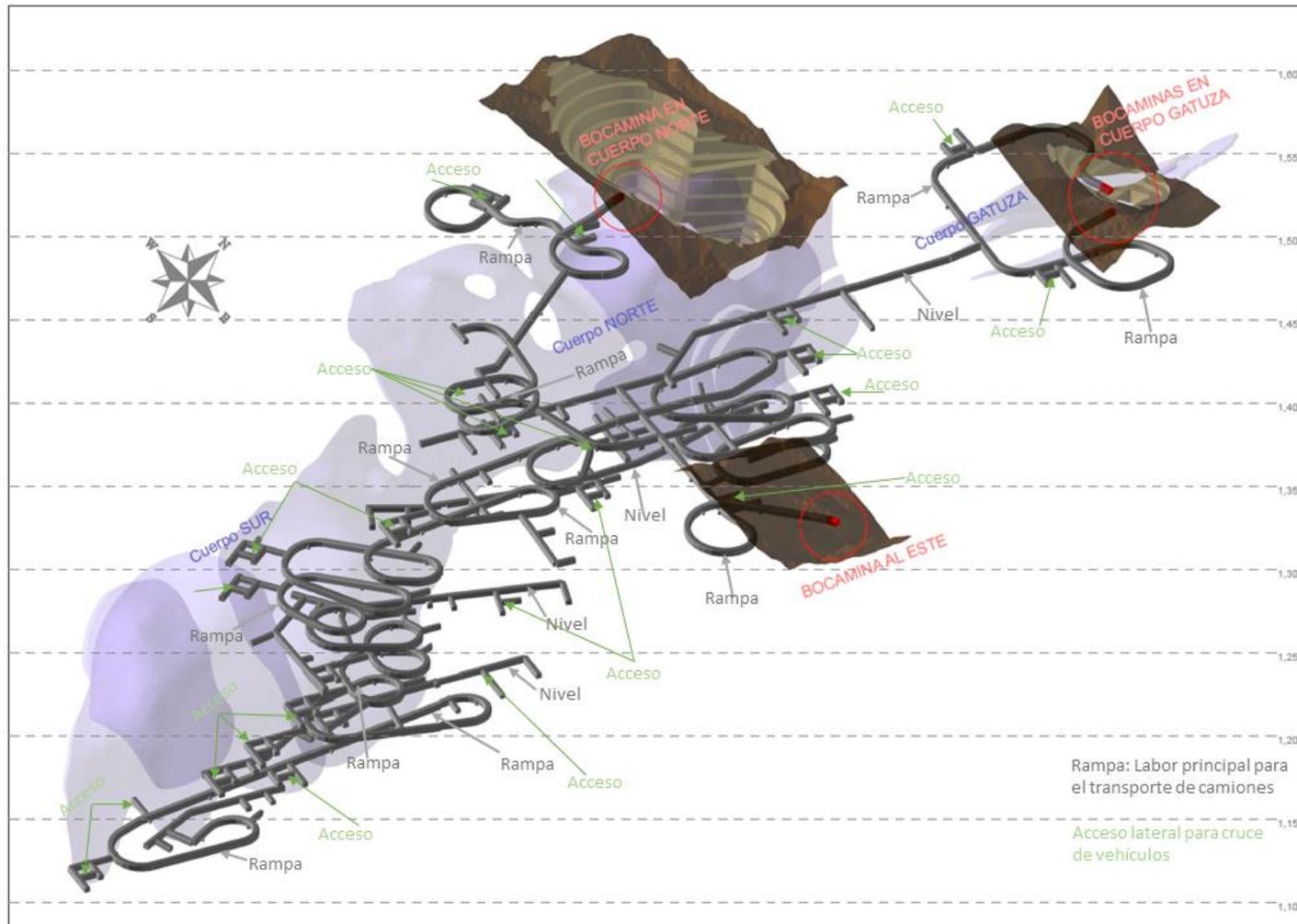
El material producto del avance y explotación minera se clasifican en material estéril y mineral, respectivamente. La operación o actividad de transporte o extracción desde interior mina a superficie será con camiones, en el caso del material estéril será transportado hacia las escombreras construidas en superficie y en el caso del material mineral o mena será transportado a las plataformas en superficie que servirán como almacenamiento provisional para su muestreo y posterior traslado hacia la planta de procesamiento.

Se han diseñado rampas con sección de 5 metros de ancho (5mAn) x 5 metros de alto (mAl), para el recorrido de los camiones, considerando que entre cada 150 metros a 200

metros existen accesos laterales adicionales para el cruce de estos vehículos pesados, además por tener disponibilidad integral de 4 portales o bocaminas que conectan la mina subterránea con la superficie, se independizará el ingreso y salida de la extracción.

En la Figura 7.5-35 se muestra las bocaminas donde se podrá ingresar y salir de la mina subterránea, las rampas y accesos laterales para el tránsito principal de los camiones y vehículos pesados desde interior de la mina hacia superficie.

Figura 7.5-35. Rampas y accesos laterales para el transporte de camiones y vehículos pesados



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

### 7.5.2.4 Métodos de explotación minera

La selección de método de minado para la explotación de los recursos minerales convertidos en reservas minerales, se han definido a partir de las condiciones naturales del yacimiento: características geológicas, morfológicas (forma, potencia, rumbo y buzamiento, y profundidad debajo de la superficie), tamaño de reservas, geomecánicas (calidad de la masa rocosa de las cajas y del mineral, resistencia de la roca y esfuerzos), y las características de presencia del agua subterránea.

De acuerdo con lo señalado precedentemente, se determinan las siguientes alternativas de métodos de explotación para las estructuras mineralizadas del yacimiento La Plata:

- De acuerdo con las condiciones naturales del yacimiento, particularmente en los sectores de mayores buzamientos ( $> 55^\circ$ ). Se acomodaría el método de Banqueo y Relleno (Bench & Fill) con perforaciones de barrenación larga y relleno con material estéril. Para la generación de los bloques de Reservas Minerales representados en sólidos generados por el software Deswik (módulo SO), se han considerado como altura de banco de cada bloque igual a 15 metros, el ancho es variable de acuerdo con la potencia del cuerpo mineralizado; así mismo las labores de preparación para la explotación serán de 4.0 m An x 4.0 m Al.
- Para los sectores de buzamientos moderados ( $30^\circ$  a  $55^\circ$ ), se aplicará el método Corte y Relleno (Cut & Fill), haciendo uso del relleno cementado. Usando el software minero Deswik (módulo SO) se han generado los bloques de Reservas Minerales expresados tridimensionalmente en sólidos con un alto de labor igual a 4 metros, el ancho es variable de acuerdo con la potencia del cuerpo mineralizado que se presenta en los diferentes sectores del yacimiento.
- Para los sectores con buzamientos semi horizontales (menores a  $30^\circ$ ), se aplicará el método Cámaras y Pilares (Room & Pillar), con relleno cementado. Siendo potencias bastantes anchas en casi todo el sector que agrupa el ángulo menor a  $30^\circ$ , se ha considerado para la generación de los bloques o sólidos de Reservas Minerales en el software Deswik (módulo SO) un ancho de hasta 8 metros.

#### 7.5.2.4.1 Método de explotación Banqueo y Relleno (Bench & Fill)

La explotación minera mediante el método de Banqueo y Relleno (Bench & Fill), se realizará mediante una preparación en la parte superior e inferior del bloque a explotar como "Banco", la preparación mineral en la parte superior servirá como posicionamiento a las perforaciones de barrenos largos, voladura y relleno del banco (material estéril, también llamado Relleno Detrítico); y la labor minera inferior como acceso para la limpieza o rezaga del mineral fragmentado producto de la voladura. De acuerdo con el análisis de abertura

máxima y profundidad de desprendimiento de la caja techo, se ha concluido una altura de banco igual a 15 metros, tomando en consideración las variables en los siguientes cuadros.

El cuadro 7.5-15, muestra la profundidad de desprendimiento con una altura de banco igual a 15 metros, relacionando el buzamiento y Resistencia del Macizo Rocoso (RMR).

El cuadro 7.5-16, muestra la relación del tipo de roca con la calidad y resistencia del macizo rocoso.

**Cuadro 7.5-15. Relación entre profundidad de desprendimiento con Altura de Banco y RMR**

<b>Altura de banco = 15 m</b>					
Longitud de corte =					
	10m	20 m	40 m	60 m	80 m
Profundidad de Desprendimiento					
<b>Buzamiento 55°</b>					
DE-II	0	< 1 m	> 1m	>2 m	
DE-III A	0	> 1m	> 2 m	> 4 m	
DE-III B	0.5	> 3m	> 5 m	> 7 m	
<b>Buzamiento 70°</b>					
DE-II	0	< 1m	< 1 m	> 1 m	> 2 m
DE-III A	0	< 1m	> 1 m	> 2 m	> 4 m
DE-III B	0	> 1 m	> 2 m	> 4 m	
<b>Buzamiento 85°</b>					
DE-II	0	< 1m	< 1m	< 1m	< 1m
DE-III A	0	< 1m	< 1m	> 1m	> 1m
DE-III B	< 1m	1 m	2 m	> 2 m	

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros – 2021

**Cuadro 7.5-16. Relación entre el RMR y Calidad del macizo rocoso (Q)**

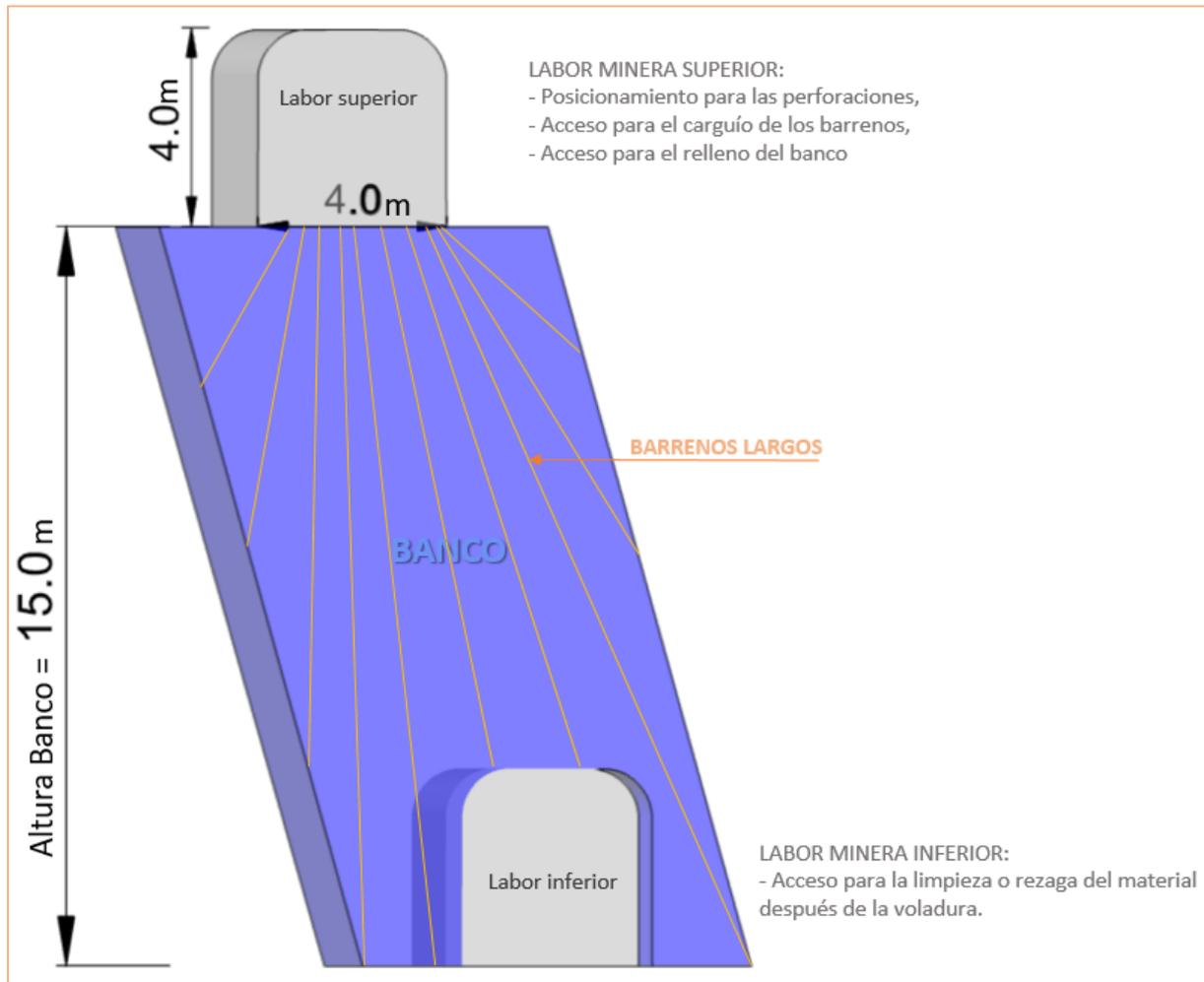
Criterio para la clasificación de la masa rocosa

Tipo de roca	Rango RMR	Rango Q	Calidad según RMR
II	> 60	> 5.92	Buena
III A	51 – 60	1.95 – 5.92	Regular A
III B	41 – 50	0.64 – 1.95	Regular B
IV A	31 – 40	0.21 – 0.64	Mala A
IV B	21 – 30	0.08 – 0.21	Mala B
V	< 21	<0.08	Muy Mala

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

En la Figura 7.5-36, se muestra el diseño asignado para los bloques que se explotarán a una altura de banco igual a 15 metros, considerando las labores mineras de preparación en la parte superior y parte inferior, siendo accesos para las operaciones unitarias que se requiere en la secuencia del minado por Banqueo y Relleno (Bench & Fill).

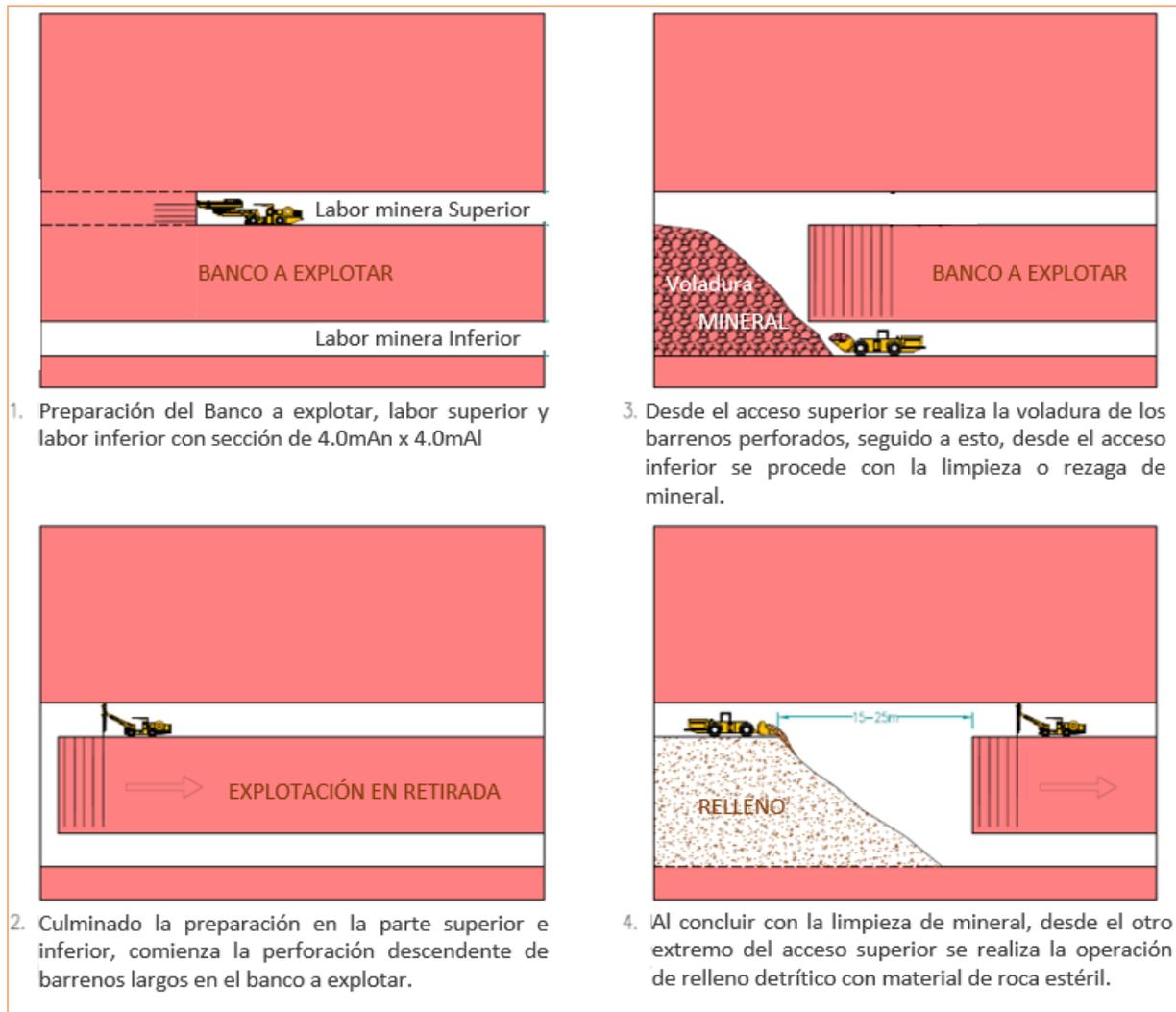
**Figura 7.5-36. Dimensionamiento del Banco con relación a las labores de preparación**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

En la Figura 7.5-37 se muestra la secuencia de minado, comenzando con la preparación de las labores en la parte superior e inferior del Banco a explotar la cual tendrá una sección de labor igual a 4.0 metros de ancho por 4.0 metros de alto, seguido a ello la operación de perforaciones largas descendentes desde el acceso superior, la actividad de voladura usando los barrenos perforados la cual será en retirada para evitar cualquier riesgo de simultaneidad de las actividades del minado, la limpieza del mineral explotado producto de la voladura y relleno del área abierto con material estéril la cual se llamará Relleno Detrítico (roca estéril o ganga), terminado el relleno se repite las operaciones mencionadas para generar el ciclo de minado.

**Figura 7.5-37. Ciclo de minado con el método de Banqueo y Relleno (Bench & Fill)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

#### 7.5.2.4.2 Método de explotación corte y relleno (cut & fill)

El corte y relleno tiene un extenso rango de variaciones como resultado del minado selectivo, buena recuperación y practicabilidad bajo condiciones geomecánicas diversas, y se presta a la mecanización de la explotación. Las técnicas de relleno que actualmente se disponen, pueden mejorar los aspectos técnicos y económicos de este método de minado, que frecuentemente ha reemplazado a otros métodos. Se explotarán con este método algunos bloques de Cuerpo Sur, Norte y Gatuza.

Hay variadas modalidades de corte y relleno. En las condiciones geomecánicas favorables de la masa rocosa de La Plata, la modalidad sería el “corte y relleno ascendente” y la perforación se realizaría con realce en las rocas de mejor calidad y con breasting (horizontal) en rocas de calidad inferior (< DE-IIIB).

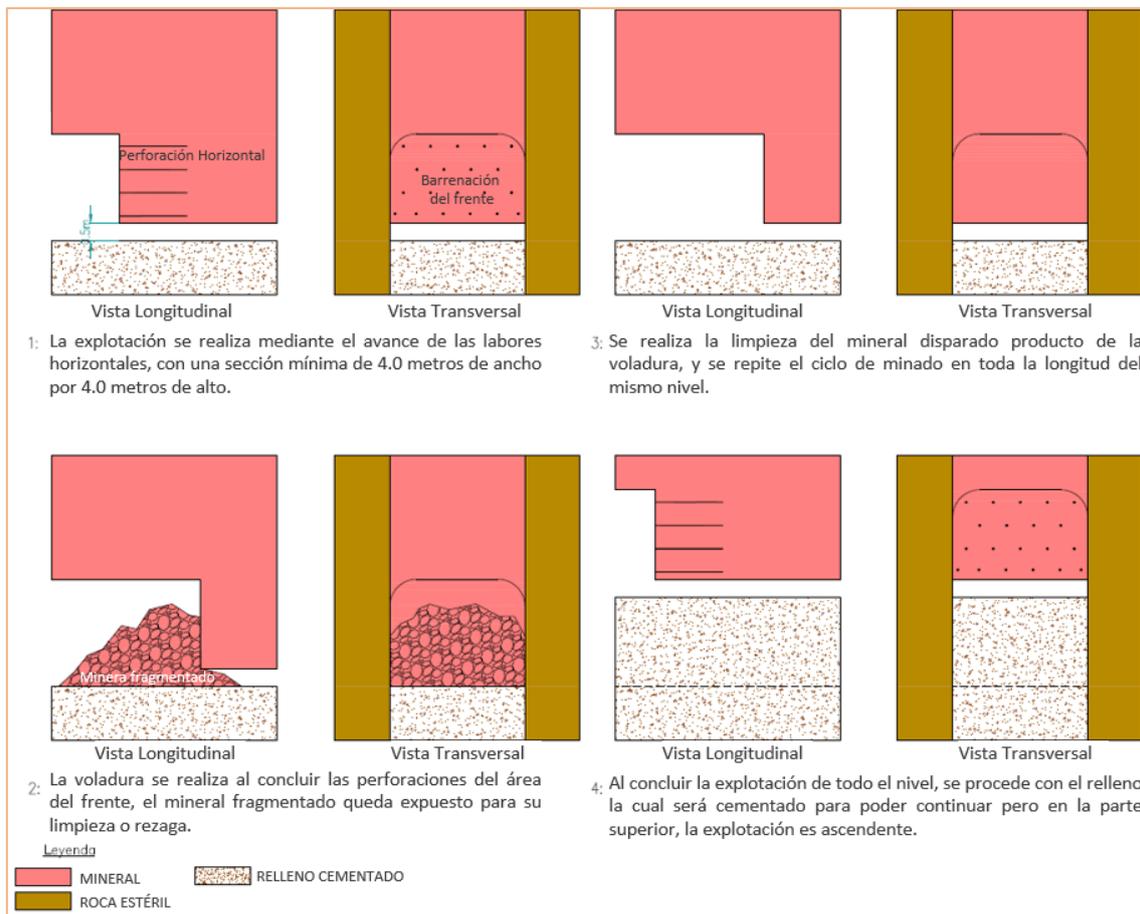
En terrenos de regular a buena calidad, como es el caso de La Plata, no habría restricciones en cuanto al ancho de los tajos, puesto que las potencias del mineral en los tramos en donde se aplicaría el Corte y Relleno (Cut & Fill) no sobrepasan de 12 m. Sí habrá que tomar en cuenta el sostenimiento correspondiente de los tajos.

Dadas las características morfológicas de la estructura mineralizada de la Plata, principalmente en lo que concierne a los buzamientos moderados, el método Corte y Relleno (Cut & Fill) funcionaría bien con el uso de relleno detrítico, sin embargo, para garantizar la estabilidad de las cajas techo y piso se empleará relleno cementado, la cual generará la oportunidad de explotar todos los niveles sin dejar Pilar.

El método por ser selectivo generará una dilución menor en cuanto tengamos potencias de la estructura mineralizada similar al ancho de la labor minera y en cuanto a la recuperación, ésta puede llegar de 85 al 95 %. La ventaja principal es que este método es eminentemente selectivo, siempre y cuando se maneja la estabilidad con un adecuado sostenimiento.

En la Figura 7.5-38, se muestra el ciclo de minado para la explotación de los bloques que fueron asignados para su minado mediante el método de corte y relleno, este comienza con el avance de los tajos en un mismo nivel, las perforaciones que se realiza son horizontales y de poco alcance pudiendo llegar a tener una longitud de perforación entre 12 pies a 14 pies dependiendo de la calidad del macizo rocoso y evaluación a detalle del avance de los tajos, al concluir con la perforación horizontal o también llamada perforación en breasting, se procede con la operación de voladura, cargando con explosivos todos los taladros del frente, esto producirá un volumen de mineral fragmentado para su limpieza o rezaga, teniendo limpio el frente se procede a continuar con las demás operaciones unitarias de desatado, sostenimiento para repetir las operaciones anteriormente mencionadas hasta concluir con el ciclo de minado; al terminar toda la explotación del mismo nivel se procede con el relleno de toda el área para continuar la explotación del siguiente piso la cual por ser una explotación ascendente será cada 4 metros en altura, es decir, la elevación que tendrá los tajos.

**Figura 7.5-38. Ciclo de minado con el método de Corte Relleno (Cut & Fill)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A., 2021

### 7.5.2.4.3 Método de explotación cámaras y pilares (room & pillar)

Por las condiciones geomecánicas de la masa rocosa y por las características morfológicas que presentan (bajo buzamiento < 30°) en los cuerpos mineralizados Norte y Sur, hacia los sectores superiores del yacimiento, el método de minado Cámaras y Pilares funcionará bien. Se establecen la modalidad de la cámara y pilar corrido (denominado también pilares de costillas o transversales) utilizando relleno cementado para asegurar la estabilidad de las cajas techo y piso del depósito mineralizado, y poder tener oportunidad en recuperar los pilares la segunda modalidad sería las cámaras y pilares corridos (denominado también pilares de costilla), utilizando relleno hidráulico cementado en las cámaras y recuperando los pilares de mineral.

De acuerdo con el análisis previo de estabilidad y límites de dimensionamiento de las cámaras y los pilares se han analizado la relación de los esfuerzos, calidad del macizo rocoso con la sección de las labores mineras que funcionarán como Cámaras y como Pilares, en el

cuadro 7.5-17 se puede apreciar el análisis del RMR con relación al ancho del pilar entre el ancho de la cámara:

**Cuadro 7.5-17. Análisis del RMR con relación a los anchos del pilar y cámaras**

Ancho pilar Wp (m)	Ancho cámara Wo (m)	Altura pilar H (m)	Profundidad a superf. Zv	Peso específico $\rho$ (MN/m <sup>3</sup> )	Esfuerzo en pilar corrido $\sigma_p$ (Mpa)	Calidad mrocosa RMR	Resist. de roca intact $\sigma_c$ (Mpa)	$\sigma_p/\sigma_c$	Esbeltez del pilar Wp/H	FOS S/ $\sigma$	Percent Recuper. R
5.0	20.0	4.0	120	0.027	16.20	II	90	0.18	1.25	2.66	80
6.0	20.0	4.0	120	0.027	14.04	II	90	0.16	1.50	3.40	77
7.0	20.0	4.0	120	0.027	12.50	II	90	0.14	1.75	4.14	74
8.0	20.0	4.0	120	0.027	11.34	II	90	0.13	2.00	4.87	71
5.0	15.0	4.0	120	0.028	13.44	III-A	60	0.22	1.25	2.14	75
6.0	15.0	4.0	120	0.028	11.76	III-A	60	0.20	1.50	2.70	71
7.0	15.0	4.0	120	0.028	10.56	III-A	60	0.18	1.75	3.26	68
8.0	15.0	4.0	120	0.028	9.66	III-A	60	0.16	2.00	3.81	65
5.0	15.0	4.0	120	0.028	13.44	III-B	45	0.30	1.25	1.60	75
6.0	15.0	4.0	120	0.028	11.76	III-B	45	0.26	1.50	2.03	71
7.0	15.0	4.0	120	0.028	10.56	III-B	45	0.23	1.75	2.45	68
8.0	15.0	4.0	120	0.028	9.66	III-B	45	0.21	2.00	2.86	65
5.0	13.0	4.0	360	0.027	34.99	II	90	0.39	1.25	1.23	72
6.0	18.0	4.0	360	0.027	38.88	II	90	0.43	1.50	1.23	75
7.0	20.0	4.0	360	0.027	37.49	II	90	0.42	1.75	1.38	74
8.0	20.0	4.0	360	0.027	34.02	II	90	0.38	2.00	1.62	71
5.0	6.0	4.0	360	0.028	22.18	III-A	60	0.37	1.25	1.30	55
6.0	8.0	4.0	360	0.028	23.52	III-A	60	0.39	1.50	1.35	57
7.0	12.0	4.0	360	0.028	27.36	III-A	60	0.46	1.75	1.26	63
8.0	15.0	4.0	360	0.028	28.98	III-A	60	0.48	2.00	1.27	65
5.0	4.0	4.0	360	0.028	18.14	III-B	45	0.40	1.25	1.19	44
6.0	5.0	4.0	360	0.028	18.48	III-B	45	0.41	1.50	1.29	45
7.0	7.0	4.0	360	0.028	20.16	III-B	45	0.45	1.75	1.28	50
8.0	9.0	4.0	360	0.028	21.42	III-B	45	0.48	2.00	1.29	53

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros – 2021

Según dicho cuadro se observa que, para profundidades de 120 m, las dimensiones de las cámaras resultan adecuadas, pero éstas se reducen a medida que la profundidad del minado aumenta, como es el caso de 360 m, donde aquí para el caso de DE-III A y DE-II B las cámaras resultan menores a los anchos de pilares establecidos, pudiendo concluir una altura de la labor igual a 4.0 metros.

Para la primera modalidad, el minado comienza desde una base inferior y va ascendiendo conforme el avance del minado. Hay que cuidar que el minado avance piso por piso, de manera horizontal, acabado el minado de un piso se pasará al minado del siguiente piso superior. Los pilares que se van conformando deben mantener continuidad vertical de tal modo que se conforme una estructura de roca continua. Luego de lo mencionado se rellena las cavidades dejadas hasta una altura suficiente que permita dejar una luz aproximada de medio metro que servirá de cara libre para el siguiente corte.

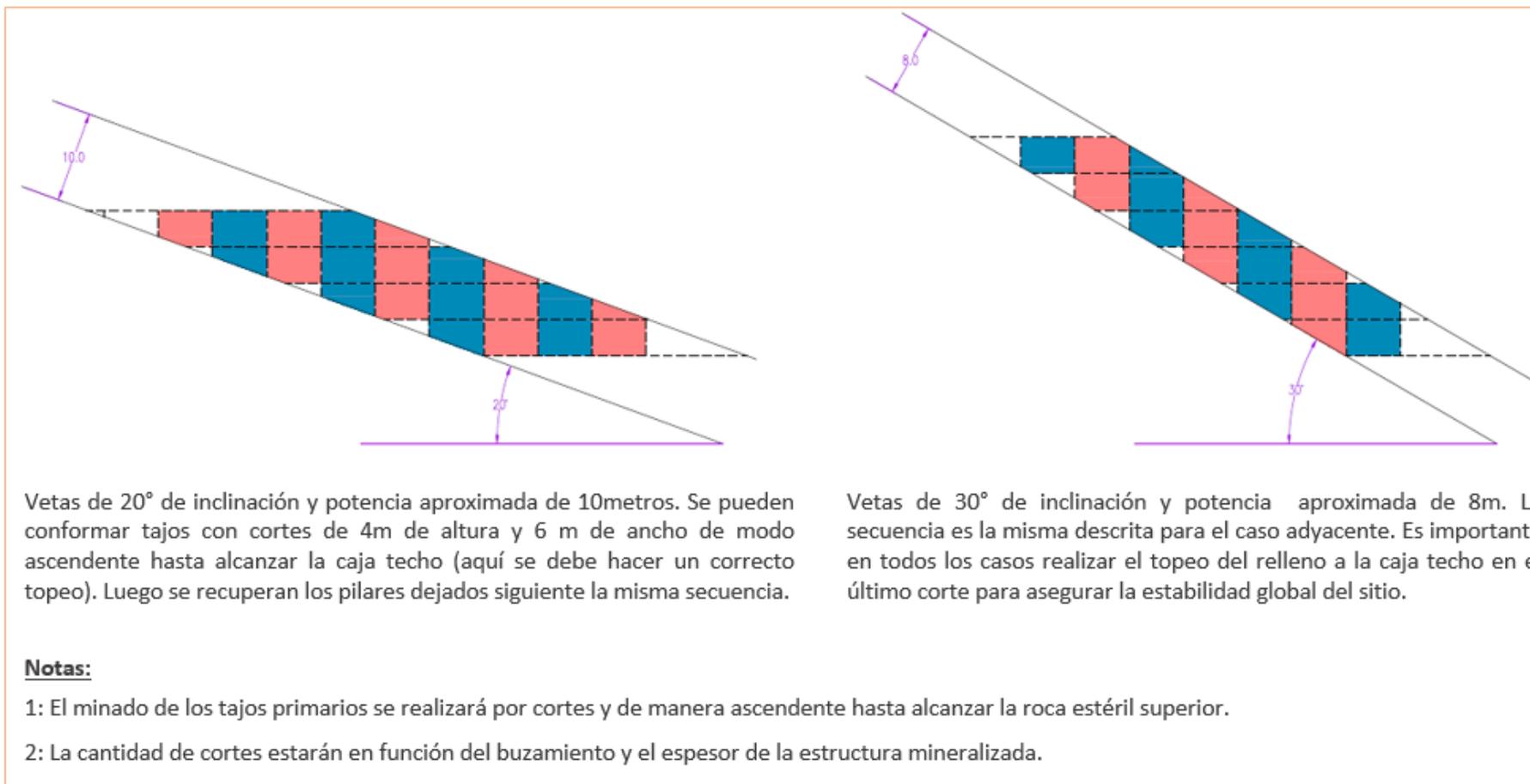
Hay que tener presente que el corte en este tipo de minado se hace en breasting con la finalidad de no generar tajos de mucha altura, hecho que favorece a tener menos ancho de pilar y con ello favorecer la estabilidad de los mismos. Se repite el ciclo hasta llegar al techo de estéril.

En la segunda modalidad, el minado de las cámaras es similar al descrito en los párrafos precedentes, pero en este caso el relleno es con relleno cementado, siendo una alternativa el uso de relleno hidráulico cementado, minándose toda la columna hasta encontrar caja techo y topear el relleno al techo, lo cual una vez relleno las cámaras se procede a recuperar los pilares.

En este caso hay dos modalidades de secuencia de avance del minado: la primera comprende la variante “tajos primarios” y “tajos secundarios”, los primarios serían las cámaras y los secundarios serían los pilares de mineral a recuperar; la segunda sería la modalidad de secuencial ascendente y en retirada, en este caso, la cámara es rellena con relleno cementado hasta topar al techo y una vez fraguado el relleno se recupera el mineral del costado, y así sucesivamente el minado va progresando en retirada.

En la Figura 7.5-39, se muestra de manera referencial a la secuencia de la explotación de las Reservas Minerales con el método de Cámaras y Pilares.

Figura 7.5-39. Secuenciamiento de la explotación mediante cámaras y pilares



**Leyenda**

	Mineral		Relleno Cementado
--	---------	--	-------------------

Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

### 7.5.2.5 Estabilidad minera

Existen direcciones preferenciales en las cuales se puede alinear el avance de las excavaciones, de tal manera de lograr mejores condiciones de estabilidad de las mismas. Las condiciones más favorables para la estabilidad ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular al sistema principal de discontinuidades estructurales, de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad ocurren, cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela al sistema principal de discontinuidades.

Con la dirección preferencial de avance se busca encontrar las mejores condiciones de estabilidad de las excavaciones que se realizarán como parte del minado del yacimiento, esto también permitirá la utilización de menor cantidad de sostenimiento y facilitará a mejorar la velocidad de minado, por lo que es recomendable adoptar estas direcciones en la medida que sean posibles. Hay que tener presente que, en el caso del minado en vetas, las direcciones de las excavaciones generalmente siguen el alineamiento del rumbo de las vetas.

#### 7.5.2.5.1 Aberturas máximas de las excavaciones

Para llevar a cabo esta evaluación, las excavaciones han sido divididas en tres categorías: excavaciones permanentes, excavaciones temporales y tajos.

##### Excavaciones permanentes

Se incluyen aquí excavaciones como: Rampas, Nivel, Talleres, Estaciones de bombeo, Comedores, Polvorín Auxiliar y otros de importancia que tengan muchos años de operación.

En este tipo de excavaciones deberá instalarse un sostenimiento también permanente, que sea resistente a la corrosión y que sea capaz de soportar cargas adicionales debidas a los cambios de las condiciones de esfuerzos a lo largo de la vida de la mina.

En el cuadro 7.5-18, se muestra la relación de la abertura máxima de las excavaciones permanentes con el tipo RMR.

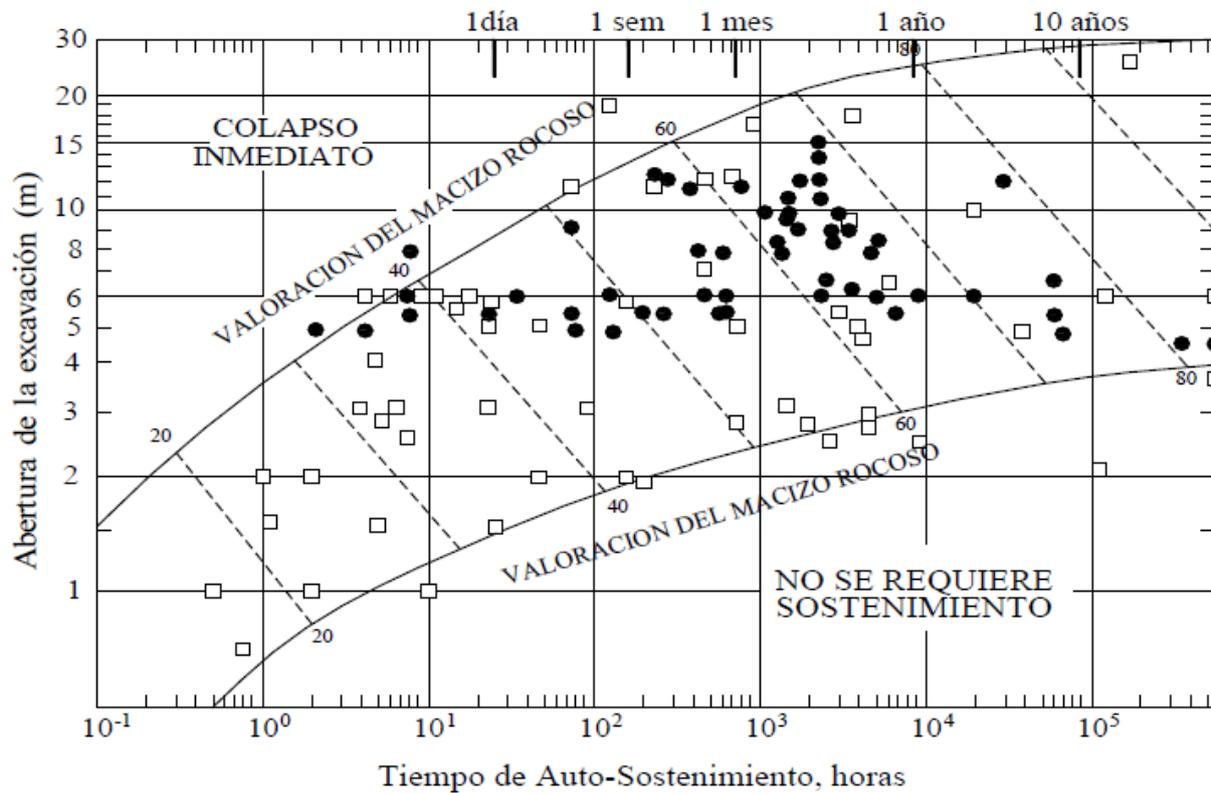
Cuadro 7.5-18. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes				
Dominio	Rango RMR	PromedioRMR	Abertura promedio (m)	Tiempo de autosostenimiento
DE-II	> 60	65	9	1.5 meses
DE-IIIA	51 – 60	55	5.7	3 semanas
DE-IIIB	41 – 50	45	3.7	4 días
DE-IVA	31 – 40	35	2.3	1 día
DE-IVB	31 – 40	35	1.5	2 horas

**Fuente:** Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

Como ejemplo se estima que la abertura máxima sin sostenimiento sistemático para masas rocosas de calidad Regular A (IIIA) es de 5.7 m aproximadamente en el tiempo de auto sostenimiento estimado en este caso, las aberturas con estas dimensiones o menores necesitarán solo sostenimiento esporádico según lo requiera la roca localmente.

Se ha elaborado una guía para la estimación del tiempo de autosostenimiento, pudiendo apreciarse en Figura 7.5-40.

**Figura 7.5-40. Guía para la estimación del tiempo de autosostenimiento**



**Fuente:** Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

Excavaciones temporales

Se incluye aquí las labores de avance asociadas al minado en los tajos, como accesos y galerías de perforación en los subniveles, que son excavaciones temporales del tipo de ingreso de personal dentro de las mismas, de tamaño suficientemente pequeño para permitir realizar un buen desatado periódico o reforzarla adicionalmente. También para este caso se pueden considerar excavaciones de hasta 5 m de ancho.

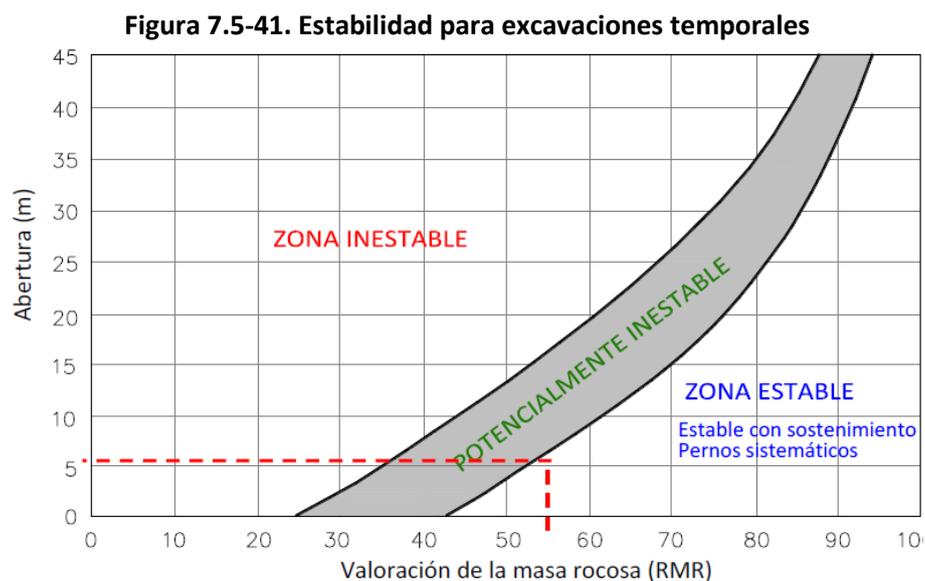
Para este tipo de excavaciones también se ha estimado las dimensiones de las excavaciones que pueden ser expuestas sin uso de sostenimiento sistemático, en el cuadro 7.5-19, se muestra donde se indica los estimados de abiertos máximos y los tiempos de

autosostenimiento para labores temporales de las excavaciones, el cual cubre el rango de calidades de masa rocosa que pueden presentarse en el minado de La Plata, para ello se ha considerado relacionar los valores promedio de RMR.

Cuadro 7.5-19. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes				
Dominio	Rango RMR	Promedio RMR	Abertura promedio (m)	Tiempo de autosostenimiento
DE-II	> 60	65	16	5 semanas
DE-IIIA	51 – 60	55	10	1 semana
DE-IIIB	41 – 50	45	6.5	1 día
DE-IVA	31 – 40	35	4	5 horas
DE-IVB	31 – 40	35	2.5	1 hora

Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

En la Figura 7.5-41, se muestra el análisis de estabilidad gráficamente con relación a su abertura máxima y RMR.



Fuente: Estudio geomecánico y de Estabilidad, DCR Ingenieros - 2021

### 7.5.2.6 Equipos

Concluido la selección del método de explotación, conociendo los aspectos geológicos y geotécnicos, y el diseño de las labores mineras se ha llegado a calcular y seleccionar los equipos que operarían en la mina subterránea, considerando que su fuente de energía podría ser diésel, sin descartar cualquier otro que por oportunidad podría reemplazarlo, durante la

operación. Las fichas técnicas de los equipos mineros tipo que se han considerado para el proyecto se adjuntan en el Anexo 7.7 Fichas técnicas EQ mina.

De acuerdo con las operaciones unitarias, se tienen los siguientes equipos a utilizar:

#### 7.5.2.6.1 Perforación

Se ha estimado utilizar equipos de perforación (Jumbo) de bajo perfil para el avance y explotación de las labores mineras, en la Figura 7.5-42 se muestra de manera referencial un Jumbo de un brazo, en la Figura 7.5-43 se muestra de manera referencial un Jumbo de dos brazos y en la Figura 7.5-44 se muestra de manera referencial un Jumbo para perforaciones de barrenos largos.

**Figura 7.5-42. Equipo de Perforación de un brazo (Jumbo de un brazo)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

**Figura 7.5-43. Equipo de Perforación de dos brazos (Jumbo de dos brazos)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

**Figura 7.5-44. Equipo de Perforación para barrenos largos (Jumbo de barrenos largos)**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

#### **7.5.2.6.2 Sostenimiento**

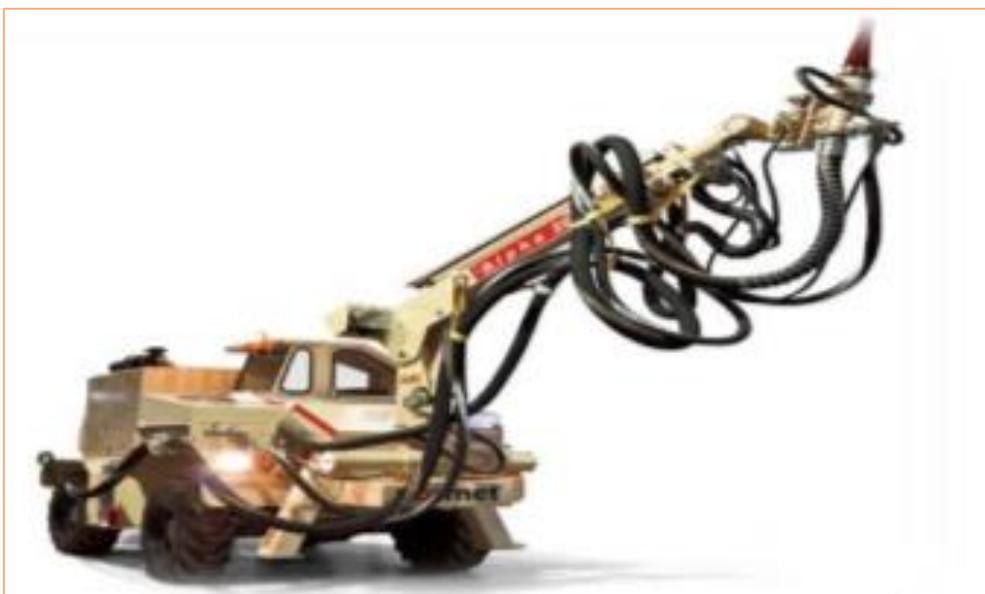
Se ha estimado utilizar equipos para instalar pernos de anclaje o pernos de anclaje con malla metálica, este equipo se denominará Empernador, por su alta productividad se garantiza el sostenimiento correcto y oportuno en todas las labores mineras, así mismo para cubrir las paredes de las labores mineras con concreto armado de alta resistencia (shotcrete) se usarán equipos lanzadores de shotcrete tipo robot. En la Figura 7.5-45, se muestra de manera referencial un equipo Empernador; en la Figura 7.5-46, se muestra de manera referencial un robot lanzador de shotcrete y en la Figura 7.5-47, se muestra de manera referencial los equipos que transportan el concreto armado (shotcrete) para complementar al robot lanzador de shotcrete.

**Figura 7.5-45. Equipo Empernador**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

**Figura 7.5-46. Equipo lanzador de concreto armado (shotcrete) tipo Robot**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

**Figura 7.5-47. Equipo para transporte de concreto armado, complemento del Robot lanzador**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

### 7.5.2.6.3 Limpieza o rezaga

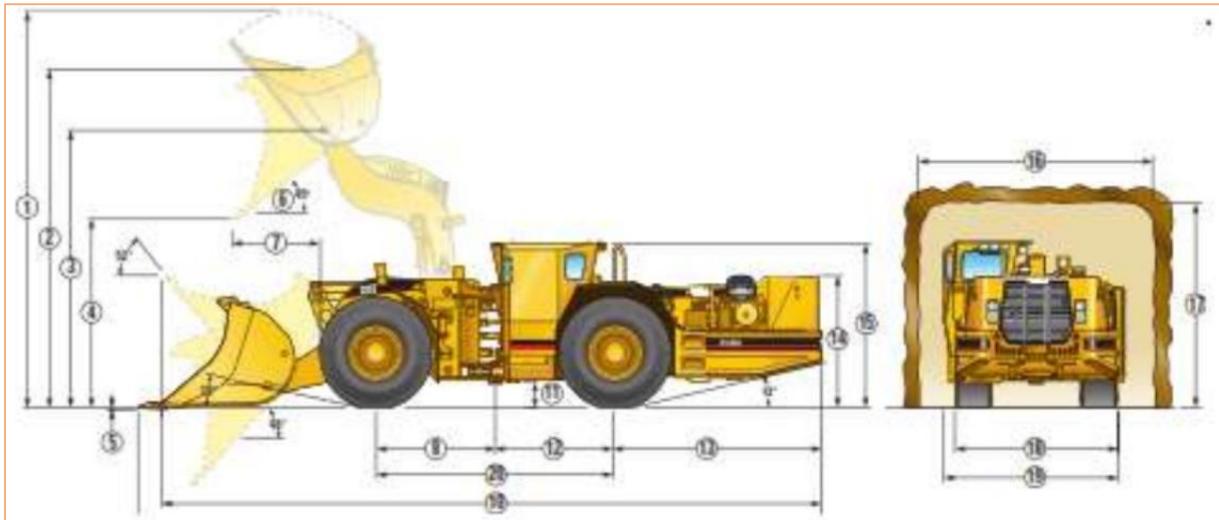
Se ha estimado utilizar equipos tipo cargador de bajo perfil (scooptram), para la limpieza o rezaga del material estéril, del material mineral o mena y/u otro material que se disponga necesario a transportar mediante estos equipos. En la Figura 7.5-48, se muestra de manera referencial equipos scooptram con capacidad de 6yd<sup>3</sup>; en la Figura 7.5-49, se muestra de manera referencial equipos scooptram con capacidad de 4yd<sup>3</sup>.

**Figura 7.5-48. Equipo cargador de bajo perfil con capacidad de 6yd<sup>3</sup> (scooptram de 6yd<sup>3</sup>)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

**Figura 7.5-49. Equipo cargador de bajo perfil con capacidad de 4yd3 (scooptram de 4yd3)**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

#### 7.5.2.6.4 Desatado de rocas sueltas

Se ha estimado utilizar equipos desatadores mecanizados tipo percutores, para realizar la operación de desatado de rocas sueltas en todas las paredes de la labor minera. En la Figura 7.5-50 se muestra de manera referencial el equipo desatador mecanizado.

**Figura 7.5-50. Equipo Percutor para usarse como Desatador de Rocas Sueltas**



Fuente: Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

### 7.5.2.6.5 Voladura y otros servicios en altura

Se ha estimado utilizar equipos utilitarios para el apoyo en las actividades de altura, como el carguío de un frente, instalación de tuberías, entre otros. En la Figura 7.5-51, se muestra un equipo de plataforma tipo tijera la cual puede elevarse a alturas aproximadas de 7 metros desde el piso (equipo scissor lif); en la Figura 7.5-52, se muestra equipos utilitarios con canastilla para trabajos en alturas y otras actividades (equipo telehandler).

**Figura 7.5-51. Equipo con plataforma de elevación tipo tijera**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A. - 2021

**Figura 7.5-52. Equipo utilitario de elevación con canastilla**



**Fuente:** Compañía Minera La Plata S.A. – 2021

### 7.5.2.6.6 Extracción y mantenimiento de vías

Se está considerando de manera preliminar el uso de Camiones pesados para la extracción del material estéril y mineral producto del desarrollo y explotación minera. En la Figura 7.5-53, se muestra la operación de extracción con camiones en una mina subterránea, con capacidad nominal de 15 m<sup>3</sup>.

**Figura 7.5-53. Uso de Camiones para la Extracción del material de la mina**



**Fuente:** Perú, Compañía Minera Volcan S.A.A – 2021

Así mismo, para realizar el mantenimiento de las vías en interior mina, se está considerado emplear los siguientes equipos típicos: Tractor, Motoniveladora y Minicargador.

### 7.5.2.7 Productos químicos y accesorios

Los explosivos para emplearse en la fase de explotación y sus cantidades aproximadas anuales son:

<b>Cuadro 7.5-20. Tipo y cantidad aproximada de explosivos</b>		
<b>Explosivos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Emulsen 5000X 1 1/4" x 16"	kg	255.287
Explogel de Contorno 7/8 x 16 1/2	kg	7.284
Pentolite (booster 40 g)	kg	2.757
<b>Total</b>	<b>kg</b>	<b>265.328</b>
<b>Fuente: CMLP, 2021</b>		

Los accesorios y su cantidad estimada anual para la detonación se detallan en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro 7.5-21. Accesorios</b>		
<b>Accesorios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Ms1	und	1.608
Ms2	und	4.909
Ms3	und	1.608
Ms4	und	4.909
Ms5	und	2.390
Ms6	und	5.691
Ms7	und	2.390
Ms8	und	5.691
Ms9	und	5.691
Ms10	und	5.691
Ms11	und	3.955
Ms12	und	7.256
Lp10	und	3.129
Lp11	und	3.129
Lp12	und	3.129
Lp13	und	1.673
Lp14	und	3.129
Lp15	und	6.259
Cordón detonante 5 g/m	m	64.306
Detonador eléctrico 4m	und	1.608
<b>Fuente: CMLP, 2021</b>		

### 7.5.3 Instrumentación para monitoreo

De acuerdo con el Informe técnico de instrumentación y monitoreo desarrollado por SINCO en 2021, la instrumentación geotécnica propuesta está compuesta por piezómetros hidráulicos, inclinómetros verticales, sensor de asentamiento, acelerógrafo e hitos de control topográfico que permitirán monitorear las variaciones de niveles de agua, aceleraciones del terreno en eventos sísmicos y deformaciones en el cuerpo de los componentes y la cimentación, durante la operación y cierre de los mismos.

En los componentes como el Depósito de Relaves Filtrados, la Estación Auxiliar de Transferencia y las Escombreras N°01 y N°02 se ha considerado instalar los siguientes tipos de instrumentos de control geotécnico:

- Hitos con prismas de control topográfico de los puntos determinados en la corona del dique de arranque y las banquetas del vaso de almacenamiento
- Inclínómetros que medirán la deformación horizontal del suelo a profundidad.
- Piezómetros estándar que medirán el nivel de agua.
- Celdas de asentamiento que medirán el asentamiento en los puntos de interés de la sección del depósito.
- Acelerómetro eléctrico que permitirá detectar la aceleración del suelo, provocada por un sismo en función del tiempo.

El tipo de instrumentación de acuerdo con el monitoreo, así como su cantidad y su funcionamiento manual o electrónico es detallado en el siguiente cuadro.

<b>Cuadro 7.5-22. Instrumentación de acuerdo con el monitoreo</b>			
<b>Tipo de Monitoreo</b>	<b>Tipo de Instrumentación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Observación</b>
Nivel Freático	Piezómetros Casagrande	11	Medición manual
Control de Deformaciones	Hitos Topográficos	9	Medición manual
	Puntos de Control Topográfico	40	Medición manual
Control de Deformaciones en Profundidad.	Inclínómetros	7	Electrónico
Control de Asentamientos	Placas para el Control de Asentamiento	2	Electrónico
Control de Vibración y Sismos	Acelerógrafo	1	Electrónico
<b>Fuente:</b> SINCO, 2021			

Lo expuesto será actualizado de forma periódica por la CMLP, tomando en cuenta las condiciones y situaciones que se puedan presentar en el transcurso del monitoreo continuo, así también, de los avances tecnológicos, correspondiendo lo propuesto en la sección al punto base de partida.

Las ubicaciones de los piezómetros hidráulicos, inclínómetros, sensores de asentamiento, acelerógrafos, puntos de control topográfico, hitos topográficos, así como, la frecuencia de monitoreo se presentarán en el plan de monitoreo en el programa específico para este fin.

El control de la operación de los taludes será evaluado a partir de los registros de puntos de control topográfico principalmente y cuenta con una categorización establecida en función de las velocidades relativas y, las correspondientes acciones a seguir.

Adicionalmente, toda la instrumentación contará con sus protocolos de inspección, limpieza y mantenimiento de manera que se mantenga un correcto funcionamiento, se contará con personal capacitado en supervisión de un ingeniero Geotecnista.

Se adjunta en el anexo 7.8 Instrumentos monitoreo, el informe técnico de instrumentación y monitoreo que contiene un mayor detalle de lo expuesto en esta sección.

### **7.6 Etapa de rehabilitación y cierre**

La descripción de esta sección se basa en el documento elaborado por Toachi Mining denominado plan de cierre y abandono de la Mina La Plata-Toachi desarrollado en octubre de 2021, mismo que empleó como referencia el protocolo canadiense de buenas prácticas para la administración del cierre de mina el cual es una parte integral de los principios rectores del programa hacia una minería sustentable (HMS).

Las principales actividades en la etapa de rehabilitación y cierre son el desmantelamiento de instalaciones, la estabilización y la rehabilitación de suelos afectados en el proceso de minería, la estabilización de las aguas utilizadas en actividades y procesos mineros, y revegetalización de áreas intervenidas por la actividad minera, mismas que serán ejecutadas en diferentes momentos: cierre temporal, cierre progresivo y cierre final.

El cierre temporal permitirá la protección de las instalaciones, de forma tal que puedan volver a su desarrollo normal en el menor tiempo posible al momento del cese del cierre temporal de la explotación y beneficio. El cierre temporal podrá darse por circunstancias económicas o de mercado, operacionales, o por requerimiento de las autoridades mineras y ambientales.

El cierre progresivo es un escenario que ocurre durante el desarrollo de la mina y la construcción de instalaciones como resultado del proceso de liberación de áreas, las cuales incluyen los depósitos de materiales sobrantes de excavación, la zona de subsidencia y algunas zonas pertenecientes a los zodmes, las actividades a desarrollarse entre otras son el desmantelamiento, la reconformación del terreno y la revegetalización.

El cierre final incluye el cierre definitivo de aquellas instalaciones que han culminado su vida útil una vez terminada la operación del proyecto. Las actividades por ejecutarse son la definición de los diseños de ingeniería para el desmantelamiento, demolición, estabilización

de terrenos, rehabilitación de tierras, reconversión laboral y propiedad y acceso a tierras. Este plan será actualizado con base en los cambios del plan minero, modificaciones del Ordenamiento Territorial y demás cambios que induzcan un mejor cierre para la mina.

Con este fin, el planeamiento minero se enfocará en crear condiciones ambientales aceptables, para esto se ha configurado una arquitectura del paisaje que permitirá tener una articulación entre el proyecto y el paisaje de la región a través del desarrollo de un parque biodinámico, el cual se adaptará a las diferentes etapas de construcción, operación y cierre y post cierre del proyecto.

### **7.6.1 Cierre de instalaciones en superficie**

En las instalaciones de superficie se aplicarán los tres momentos de cierre, para esto se llevarán a cabo las actividades que se enlistan en adelante.

#### **7.6.1.1 Cierre temporal**

Las principales actividades dentro del cierre temporal para las instalaciones en superficie serán:

- Instalación de barreras que impidan el acceso a las instalaciones y frentes de trabajo.
- Se verificará el comportamiento y evolución de las laderas y taludes con profesionales propios, quienes monitorearán la evolución de los frentes y programarán acciones correctivas menores para mantener las condiciones de seguridad de las diferentes áreas objeto del cierre temporal.
- Se aplicará tratamiento correctivo a las laderas y taludes que presenten variación negativa, de acuerdo con la inspección realizada. En términos generales el tratamiento correctivo consistirá en retirar los materiales que puedan presentar riesgo de desprendimiento.
- Limpieza y mantenimiento de canales, cunetas y obras de protección.
- Monitoreo de los sedimentadores existentes con el fin de evitar la colmatación de estos y garantizar su funcionalidad. Con la finalidad de evitar la aparición de zonas inestables y procesos erosivos que dificulten el reinicio de las actividades operativas se construirán obras temporales para el control de escorrentía como rondas de coronación, cunetas, canales recolectores y descoles con disipadores de energía.
- Seguirán en funcionamiento los sistemas de comunicación, sistemas de respuesta ante emergencias, suministro de agua potable, captación y bombeo de filtraciones, sedimentadores principales, sistemas de suministro de agua contra incendios, circuitos cerrados del suministro de electricidad, subestación eléctrica y sistema de seguridad.

- Los equipos móviles serán retirados y almacenados en el lugar que sea designado para tal fin.

### 7.6.1.2 Cierre progresivo

En cierre progresivo en las instalaciones de superficie es aplicable a las zonas de subsidencia y en los depósitos de material sobrante de excavaciones conforme se detalla en adelante.

#### 7.6.1.2.1 Zonas de subsidencia

Las actividades para ejecutarse son revegetalización del área, implantación de barreras vivas y cierre perimetral.

Se realizará el manejo de agua no contactada en las cuencas aguas arriba de los sectores de subsidencia mediante el uso de estructuras de derivación conformadas por canales, diques interceptores temporales y tubería by-pass.

Antes de su descarga hacia los cauces adyacentes se dispondrán estructuras de protección contra erosión (i.e., enrocado, bloques de disipación, etc.), al tiempo que se aprovechará la capacidad de conducción de los cauces naturales como estructuras de conducción entre los canales de derivación.

Conforme se expanda el sector de subsidencia, el sistema de canales intercuenca, así como los diques interceptores y tuberías by-pass podrán ser reubicados, según se requiera.

El cierre perimetral propuesto para el área de subsidencia consiste en la construcción de un cerco sencillo con estacones y alambre redondo galvanizado para limitar el paso de personas ajenas al proyecto y que no puedan ingresar a la zona de subsidencia.

Este cerco no impedirá el movimiento de las especies faunísticas que frecuenten las coberturas naturales que permanecerán y se implementarán en la zona continua y la franja adicional.

#### 7.6.1.2.2 Depósitos de material sobrante de excavaciones (Zodmes)

Los taludes serán conformados, estabilizados y construidas las obras hidráulicas requeridas para el control de la escorrentía serán revegetalizados, finalizada la disposición de los materiales de excavación resultantes del desarrollo y la revegetalización de taludes, se iniciará un proceso de recuperación paisajística y forestal de las plataformas horizontales que permitirá el establecimiento de especies de fauna y flora escogidas de acuerdo con los

requerimientos del área a ser rehabilitada, lo que garantizará que ésta no sea intervenida posteriormente y que el proceso de recuperación sea irreversible.

#### **7.6.1.2.3 Depósito de relaves**

El depósito de relaves filtrados debido a la estabilidad de su conformación, la superficie de las pilas puede reformarse simultáneamente a la operación mediante la colocación de una cubierta de suelo orgánico (topsoil) para limitar lo más posible el área expuesta a la precipitación.

#### **7.6.1.3 Cierre final**

El cierre final incluye a toda instalación en superficie existen aquellas de mayor atención dado el riesgo hacia las personas y los factores ambientales que implica su retiro, rehabilitación y cierre definitivo. A continuación, se exponen las actividades a ejecutarse agrupadas por tipo de instalación.

##### **7.6.1.3.1 Cierre de accesos**

Las siguientes actividades se llevarán a cabo con el fin de precautelar la seguridad de las personas y fauna terrestre.

- Levantamiento de bermas.
- Instalación de letreros de advertencia.
- Estabilización de taludes.
- Señalizaciones.
- Adecuaciones para usos posteriores.

##### **7.6.1.3.2 Depósitos (escombreras, stock pile de mineral para muestreo, stock pile de mineral para la planta, depósitos de DMI y DMO)**

Las actividades para realizarse en estas instalaciones comprenden:

- Aseguramiento de diques interceptores y canales evacuadores de aguas lluvias.
- Estabilización de taludes.
- Compactación y definición de pendientes de superficie.
- Cubrimiento con suelo natural u otros.
- Delimitación y señalización del terreno de localización e influencia de estos depósitos.
- Clausura de caminos de accesos a estas áreas.

#### 7.6.1.3.3 Planta de procesos

Se cumplirán con las siguientes actividades para el cierre definitivo de la planta de procesos:

- Desmantelamiento de las instalaciones, edificios, equipos y maquinarias. Cuando sea necesario desarmar estructuras, demoler y retirar materiales, cubrir fundaciones remanentes con estériles o materiales de préstamo. Específicamente, se trata de desmontar buzones de recepción de mineral, correas transportadoras, trituradoras primarias y secundarias, molinos de diferentes dimensiones, celdas de flotación, sistemas de suministro de agua, filtros, secadores, sistemas de conducción de relaves.
- Desenergizar instalaciones, cortar suministro eléctrico, retirar cables conductores, generadores, transformadores y otros equipos.
- Cerrar accesos para bloquear el paso de vehículos y peatones; por medio de la construcción de un cerco sencillo o muros.
- Estabilización de taludes y nivelaciones necesarias hacer para la construcción y el cierre de la planta.
- Señalizaciones, instalación de letreros o señales que indiquen lo que alguna vez operó en esa área y las indicaciones de peligro, si se requiere.
- Retiro de materiales y los elementos de desecho y posterior envío a lugares de disposición segura y autorizada.
- Revegetalización del sitio.

#### 7.6.1.3.4 Depósito de relaves filtrados

Las actividades de desmantelamiento del depósito de relaves filtrados y la estación auxiliar de transferencia consistirán en la conformación de las superficies a las pendientes requeridas para garantizar la estabilidad del terreno, la posterior cobertura con suelo y especies vegetales nativas encontradas en los biomas de la zona. Además, se retirarán las válvulas y bombas de conducción asociadas a la instalación para el manejo de relaves filtrados.

#### 7.6.1.3.5 Pozas de sedimentación y monitoreo

Las pozas de sedimentación y monitoreo se utilizarán en la conformación del sistema de tratamiento pasivo de aguas ácidas provenientes de la mina y relaves. Su operación continuará hasta que el monitoreo establezca condiciones aceptables de calidad de agua por el aporte de material proveniente de la mina.

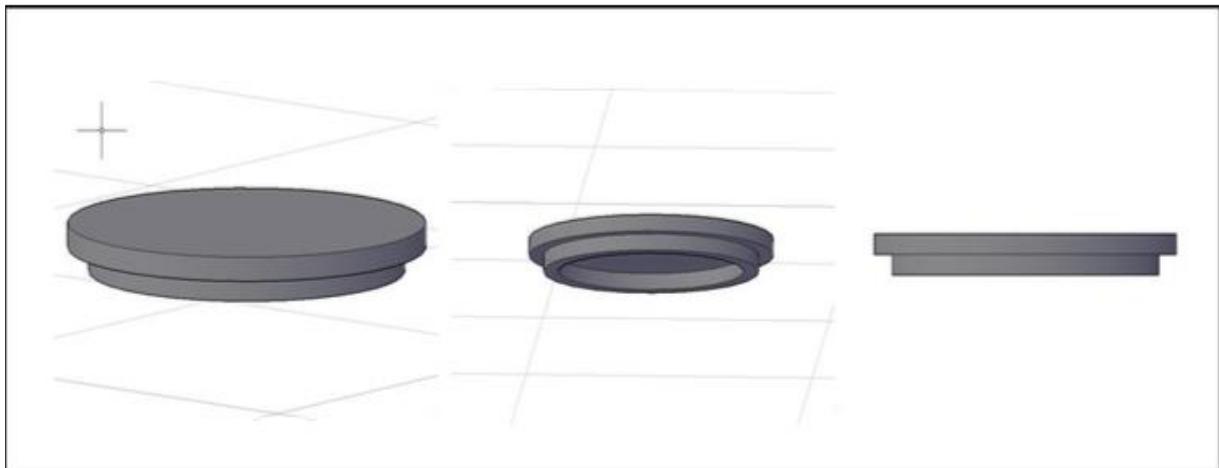
La planta de tratamiento de aguas residuales no domésticas ácidas no hará parte del desmantelamiento de infraestructura hasta que se garantice la estabilidad y adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento pasivo a implementar a través de las pozas de sedimentación del proyecto.

**7.6.1.3.6 Cierre de plataformas de pozos de ventilación**

El sistema de ventilación de la mina considera ductos de ventilación que salen a superficie en plataformas diseñadas para estos efectos.

En cada uno de los pozos de ventilación se colocará una tapa de hormigón que evite la caída de personas o animales por los ductos de ventilación. La Figura presenta un esquema de los tapones propuestos para el cierre de los pozos de ventilación.

**Figura 7.6-1. Tapones de hormigón para el cierre de pozos de ventilación**



Fuente: (Toachi Mining, octubre 2021)

Al igual que para el área de subsidencia y rampas de acceso, se realizará una reforestación de las plataformas donde se ubican los ductos de ventilación.

**7.6.1.3.7 Demolición y desmantelamiento final de instalaciones y equipos**

Al finalizar la vida útil del proyecto, algunas instalaciones como infraestructura y equipos pierden utilidad; en este punto se incluye el desmonte, desarme, retiro, transporte y disposición de los elementos constituyentes del proyecto que ya no sean necesarios.

Hay que tener en cuenta que una vez finalice la actividad minera algunas construcciones no serán demolidas porque seguirán prestando servicio, entre las cuales se encuentran los

campamentos, plantas de tratamiento, redes de distribución, parqueaderos y zonas de servicio.

Los campamentos y demás áreas de apoyo serán rehabilitados y adecuados estructural y espacialmente, de manera que permitan operar adecuadamente bajo las nuevas condiciones de uso. Con ello se busca generar nuevos espacios y mejorar los existentes, renovando la estructura de los campamentos y otras áreas de servicio sin alterar la configuración exterior, prolongando de esta manera la vida útil de las construcciones y así entregarlos en buen estado de funcionamiento.

El desmonte de la maquinaria y equipos comprende desarme y limpieza de sus diferentes componentes, los cuales podrían ser aprovechados de distintas maneras para el montaje en una nueva operación, venta como maquinaria de segunda, venta como chatarra, o finalmente serán dispuestos según lo determine su naturaleza y composición.

Los componentes de las maquinarias a desmontar que contengan grasas, aceites o combustibles serán drenados y limpiados. Los fluidos y elementos resultantes de dichos procedimientos serán almacenados en recipientes adecuados para darles el tratamiento pertinente.

Las estructuras metálicas serán retiradas del proyecto para ser dispuestas apropiadamente.

El desmantelamiento y demolición comprende los siguientes componentes del proyecto:

- Instalaciones de suministro de combustible

En las instalaciones de suministro de combustible se demolerá la estructura existente y se desmantelarán los tanques de almacenamiento, cisternas, bombas de suministro, línea de tubería de transferencia, y demás instalaciones.

El suelo contaminado con combustible, aceite o grasa será excavado y retirado para la posterior reconfiguración de la zona.

- Otras infraestructuras relacionadas con el proyecto

En infraestructuras como el polvorín, edificios para almacenamiento de reactivos y laboratorios se realizará un inventario de materiales sobrantes y luego se hará una limpieza y descontaminación de cualquier sustancia remanente.

Los equipos que sean recuperables como muebles, computadoras, impresoras y equipos de comunicaciones serán almacenados para su reutilización o venta.

Los materiales sobrantes serán manipulados y desechados de acuerdo con las medidas de Manejo de residuos sólidos, Manejo de combustible y sustancias químicas y Manejo de explosivos y voladuras.

Las estructuras de concreto serán demolidas en su totalidad, pero las fundaciones y cimientos serán dejados en su lugar o enterrados in-situ.

Los escombros producidos servirán como relleno.

Las estructuras metálicas serán retiradas de la zona del proyecto para ser dispuestas apropiadamente.

### **7.6.2 Cierre de infraestructura vial**

La infraestructura vial requiere de actividades para cada momento de cierre como se detalla en los siguientes ítems.

#### **7.6.2.1 Cierre temporal**

Durante el cierre temporal para las vías internas se realizará el riego de vías con el fin de mitigar las emisiones por la acción eólica sobre las vías sin pavimentar existentes y sobre los frentes expuestos.

#### **7.6.2.2 Cierre progresivo**

De acuerdo con el avance en la conformación de las vías internas del proyecto se realizará la rehabilitación de taludes por tramos lo cual incluye su estabilización y revegetalización.

#### **7.6.2.3 Cierre final**

Las vías de acceso principales y de servicio permanecerán al finalizar el proyecto, teniendo en cuenta su utilidad para la realización del monitoreo y de las actividades de mantenimiento necesarias durante las etapas de cierre y pos-cierre y el servicio futuro que pueden prestar como conexión dentro de las diferentes unidades productivas que se podrían establecer en el área del proyecto después del cierre de la mina. Por su parte las vías o tramos de vías que no sean requeridas para esta fase serán removidas o cubiertos con vegetación apropiada, o se levantarán bermas para evitar el paso de peatones o vehículos.

### **7.6.3 Cierre de instalaciones subterráneas**

#### **7.6.3.1 Cierre temporal**

Las principales actividades dentro del cierre temporal para las instalaciones en subterráneas serán:

- Instalación de barreras que impidan el acceso a las instalaciones y frentes de trabajo.
- Señalización de todos los accesos a los frentes de explotación que informen sobre el impedimento del acceso a éstos, incluyendo el cierre temporal de acceso a los túneles, pozos de ventilación y en general a todas las estructuras subterráneas.
- Inspecciones geotécnicas periódicas para verificar condiciones de estabilidad, las cuales se efectuarán periódicamente durante el tiempo que dure el cierre temporal y serán realizadas por personal especializado. De acuerdo con las novedades encontradas en cada inspección se elaborará un plan de acción y seguimiento para disminuir el riesgo que se pueda presentar.

#### **7.6.3.2 Cierre progresivo**

La mina subterránea será rellenada paulatinamente conforme el avance de la intervención con combinaciones de material estéril, relaves y cemento y, el método de explotación seleccionado brindando estabilidad a la estructura.

#### **7.6.3.3 Cierre final**

##### **7.6.3.3.1 Rampas de acceso y transporte de materiales**

El cierre de los portales de las rampas de acceso y de transporte de materiales será analizado en el informe previo (2 años). Todos los equipos instalados en la mina subterránea se retirarán a través de las rampas previo al taponamiento. También se establecerá una berma de seguridad alrededor del perímetro de la rampa de acceso para restringir el acceso inadvertido a la mina.

### **7.6.4 Actividades pos-cierre**

A medida que avance el cierre y la rehabilitación de los componentes del proyecto se llevarán a cabo actividades pos-cierre que comprende el mantenimiento, cuidado y monitoreo de las actividades de cierre ejecutadas.

El siguiente cuadro muestra las actividades que se desarrollarán en esta etapa, con el fin de realizar el mantenimiento de los componentes residuales del proyecto.

**Cuadro 7.6-1 Actividades de mantenimiento pos-cierre**

Aspecto	Componente	Programa de monitoreo	Elementos a monitorear
Estabilidad Física	Vías de acceso y áreas de almacenamiento	Estabilidad de taludes	Monitoreo de deformaciones, abombamiento de taludes o condiciones similares indicativas de movimiento de masa y posible falla.
	Zodmes	Programa de Pérdida de Estabilidad del terreno	Monitoreo de agrietamiento de la superficie de la cresta y taludes.
	Área de manejo de relaves filtrados Rampas de acceso		Monitoreo de infiltraciones inesperadas.
			Monitoreo de condiciones de erosión (Formación de zanjas, cárcavas, cunetas, etc., y pérdida de cobertura vegetal).
			Monitoreo de intensa actividad biológica.
Estabilidad Química	Área de manejo de relaves filtrados Pozas de sedimentación, Rampas de acceso	Calidad de agua	Lixiviación y concentración de metales Drenaje ácido.
		(Programa de Manejo del Recurso Hídrico)	Muestreo de aguas de escorrentía. Análisis de Acidez Total, Alcalinidad Total, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cianuro "Libre", Cianuro total, Cianuro WAD, Cloruros, Cobre, Fenoles, Cromo, Conductividad eléctrica, DBO5, DQO, Dureza Total, Estroncio, Fluoruros, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Hierro, Manganeso, Mercurio, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Total, Níquel, Oxígeno disuelto, pH, Plata, Plomo, Potasio total, Potencial REDOX, Sodio, Sólidos Disueltos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Sulfatos, Sulfuro, Tensoactivos, Temperatura, Turbiedad, Zinc, Coliformes totales, Coliformes fecales y aforo volumétrico de cada efluente.
Paisaje	Zodmes Área de manejo de relaves filtrados Plataformas, rampas de acceso	Restauración, rehabilitación y recuperación del paisaje	Evolución de la cobertura vegetal. Sobrevivencia de individuos sembrados.
		(Programa de seguimiento y monitoreo a la restauración, rehabilitación y recuperación de áreas intervenidas)	Densidad de siembra.
			Nivel de erosión.
			Deslizamientos.
			Crecimiento de plántulas.
			Zonas donde falta riego.
			Drenajes.

**Cuadro 7.6-1 Actividades de mantenimiento pos-cierre**

Aspecto	Componente	Programa de monitoreo	Elementos a monitorear
Socio económico	Área de influencia	Medidas relacionadas con el componente socioeconómico	Procesos de gestión y cualificación de la administración municipal para priorizar y administrar los recursos.
			Actividades productivas tradicionales y emergentes.
			Proyectos gestionados y ejecutados por las organizaciones sociales.
			Número y características de los conflictos sociales presentados por el proyecto.
			Número y características de las quejas presentadas por la comunidad.
<b>Fuente:</b> (Toachi Mining, octubre 2021)			

Las actividades de mantenimiento y monitoreo pos-cierre tienen como finalidad garantizar la eficacia de las medidas de cierre de estabilización física, geoquímica, establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación o restauración de hábitats.

#### 7.6.4.1 Actividades de monitoreo pos-cierre

Las siguientes actividades de monitoreo tendrán lugar en la etapa pos-cierre.

##### 7.6.4.1.1 Monitoreo de la estabilidad física

El monitoreo de estabilidad física consiste en la evaluación periódica de las condiciones de estabilidad física de los taludes y áreas reconfiguradas o niveladas, con la finalidad de verificar la eficacia de las actividades de cierre.

El monitoreo de estabilidad física se realizará mediante inspecciones visuales para verificar el estado de la superficie de los taludes (identificar grietas y desprendimientos) y de las áreas niveladas, como parte de las medidas de reconfiguración morfológica y del paisaje, y mediante instrumentación geotécnica para identificar desplazamientos horizontales o verticales.

La evaluación y análisis de los datos de instrumentación permitirá identificar si el componente está sufriendo desplazamientos o asentamientos en distintos puntos de éste.

Si se detectaran señales de inestabilidad física, se evaluarán las causas de estas y se tomarán acciones inmediatas, sea mediante actividades de mantenimiento pos-cierre o revaluando la actividad de cierre ejecutada.

#### **7.6.4.1.2 Monitoreo de la estabilidad química**

El monitoreo de estabilidad geoquímica consistirá en inspecciones visuales de las coberturas de estabilidad geoquímica colocadas para evitar la generación de drenaje ácido y el monitoreo de calidad de agua.

- Programa de monitoreo de coberturas

Este programa de monitoreo comprende inspecciones visuales para identificar la presencia de grietas en la superficie de la cobertura de suelo.

Si se detectaran grietas en la superficie de las coberturas, se evaluarán las causas de estas y se tomarán acciones inmediatas, sea mediante actividades de mantenimiento pos-cierre, o revaluando la medida de cierre ejecutada.

- Programa de monitoreo de calidad de agua

Este monitoreo tendrá como objetivo evaluar la calidad de los cursos de agua en el área de influencia ambiental directa, posterior al cierre de los componentes del proyecto, y evaluar la eficacia de las medidas de cierre de estabilidad geoquímica.

Se analizarán en el campo durante cada evento de monitoreo el caudal, la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto usando medidores portátiles de campo adecuadamente calibrados.

Se tomarán muestras de agua superficial para ser analizadas en laboratorios acreditados y/o certificados por la autoridad ambiental. Los análisis fisicoquímicos consistirán en determinar la concentración de los parámetros establecidos en la legislación de ecuatoriana al momento del cierre.

#### **7.6.4.1.3 Monitoreo de estabilidad hidrológica**

El monitoreo de estabilidad hidrológica tiene como objetivo velar por la eficacia de las obras hidráulicas propuestas.

Este monitoreo se realizará mediante inspecciones visuales para evaluar el estado de las obras de manejo de aguas (canales de derivación y estructuras hidráulicas). Durante las inspecciones visuales se identificará: fisuras, colapsamientos y colmatamientos. Estas inspecciones servirán de base para el planeamiento y ejecución de los trabajos de mantenimiento.

#### **7.6.4.1.4 Monitoreo de áreas revegetalizadas**

Se realizará el monitoreo del estado de las especies de flora revegetalizadas con el fin de determinar el éxito de su establecimiento en las áreas rehabilitadas. Además, se monitorearán áreas cercanas no intervenidas a modo de blancos.

Durante el monitoreo pos-cierre, se evaluará la presencia de las especies de flora, su cobertura y vitalidad.

#### **7.6.4.1.5 Monitoreo social**

El proceso de monitoreo social permitirá identificar, verificar y corregir cualquier aspecto con implicancia social de manera que se minimicen los impactos pos-cierre y pasivos de orden social. Para llevarlo a cabo se elaborarán listas de chequeo con base en los resultados y conclusiones del programa de consulta pública.

Algunas consideraciones en las actividades de pos-cierre incluyen las actividades de mantenimiento que serán actualizadas según los cambios que pudieran presentarse durante la vida útil de la mina, la preparación de un informe de ingeniería detallada de las obras desarrolladas y la evaluación de las metas y objetivos que se espera alcanzar con las medidas de cierre.

#### **7.6.4.2 Actividades de mantenimiento pos-cierre**

El mantenimiento pos-cierre implica el conjunto de trabajos orientados a mantener en un adecuado estado las áreas rehabilitadas.

Teniendo en cuenta las medidas de cierre planteadas y las condiciones ambientales del área de emplazamiento de los componentes de cierre, el mantenimiento pos-cierre comprenderá el mantenimiento físico, geoquímico, hidrológico, y biológico.

Este mantenimiento se realizará solo cuando se requiera, en función a los resultados obtenidos del monitoreo pos-cierre.

#### **7.6.4.2.1 Mantenimiento físico**

El mantenimiento físico comprenderá las siguientes actividades:

- Mantenimiento de las plataformas y taludes del depósito de relaves filtrados y material estéril que hayan sufrido daños, ya sea por inestabilidad, agrietamiento o colapso, entre otros. Este mantenimiento consistirá en limpieza y nivelación.
- Mantenimiento de las áreas niveladas como parte de las actividades de reconformación morfológica y de paisaje, que hayan sufrido daños, ya sea por inestabilidad, agrietamiento o colapso, entre otros. Este mantenimiento consistirá en limpieza y nivelación;
- Mantenimiento de tableros de señalización de puntos de monitoreo pos-cierre de calidad de agua y de señalización de las obras de cierre.

#### **7.6.4.2.2 Mantenimiento químico**

Este mantenimiento se realizará sólo cuando se requiera, en función a los resultados obtenidos del monitoreo pos-cierre y consistirá en la reconformación o reposición del material de cobertura en época de lluvias y época de estiaje.

#### **7.6.4.2.3 Mantenimiento hidrológico**

Los canales de coronación para el depósito de relaves filtrados se han diseñado considerando la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 500 a 1000 años. No obstante, debido a bloqueos u otras eventualidades, pueden requerir un mantenimiento para recuperar su capacidad inicial.

El mantenimiento hidrológico comprende las siguientes actividades:

- Limpieza y reparación de las obras hidráulicas que pudieran verse obstruidas, fisuradas o colmatadas por efecto de caída de piedras o roca en el talud aledaño a las estructuras mencionadas.
- Limpieza de las pozas de subdrenaje y sedimentación durante el monitoreo pos-cierre.

Este mantenimiento se realizará sólo cuando se requiera, en función a los resultados obtenidos del monitoreo pos-cierre y se hará semestralmente durante los primeros cinco años del pos-cierre en época de lluvias y época de estiaje.

#### 7.6.4.2.4 Mantenimiento biológico

En función a los resultados del monitoreo biológico en las áreas rehabilitadas, se determinará si se requiere ejecutar actividades de mantenimiento de las especies de flora empleadas en la revegetalización. De ser así, este mantenimiento consistirá en el trasplante de nuevas plantas, dejando en el sitio aquellas que hubieran muerto debido a que contribuirán a mejorar las condiciones de fertilidad del suelo.

El mantenimiento biológico comprenderá:

- Fertilización

Después de la siembra se deberá monitorear el crecimiento, mortalidad y características fenotípicas de las plantas para determinar si se presenta o no un déficit de nutrientes, caso en el cual deberá realizarse una fertilización de los individuos que lo requieran.

- Limpieza

Cuando se identifique la necesidad se realizarán controles de las hierbas que estén compitiendo por recursos con las plantas recién sembradas. Cuando los árboles estén establecidos y según criterio del técnico, debe permitirse el proceso de sucesión.

- Poda

Se realizarán podas a los individuos que se requieran para conservar la altura del estrato y la debida arquitectura de cada especie.

#### 7.6.5 Evaluación del cierre

Los criterios de desempeño permiten evaluar la efectividad de las actividades de cierre relacionadas con la recuperación y rehabilitación de tierras, con base en los resultados de los programas de monitoreo de las diferentes etapas del proyecto y en el cálculo de los indicadores. Los criterios para la evaluación de desempeño del cierre de las instalaciones objeto de este estudio incluyen lo siguiente:

- Resultados de la calidad del agua superficial y subterránea, los cuales deben ser indicativos del cumplimiento de los límites máximos permisibles en vertimientos.
- Determinación exitosa de la revegetalización por parte de personal calificado.
- Los taludes y terrenos rehabilitados no presenten condiciones de inestabilidad.
- Las actividades de cierre sean pasivas.

- Cumplimiento satisfactorio con todos los compromisos acordados con la comunidad local.

Los resultados de los programas de monitoreo serán comparados con los criterios de evaluación de desempeño hasta su aprobación.

## **7.7 Requerimiento de mano de obra**

La etapa de construcción se considera el periodo de mayor requerimiento de mano de obra calificada y no calificada en relación con las fases operativa y de cierre. Las jornadas de trabajo estarán definidas en función de la normativa en materia laboral, en el caso de las actividades subterráneas estarán distribuidas en 5 turnos (42 personas por turno).

### **7.7.1 Etapa de construcción**

Se prevé que la demanda de mano de obra durante la etapa de construcción será de 500 a 600 trabajadores directos y de 750 a 900 trabajadores indirectos que pueden variar acorde a las actividades operativas a desarrollar. La contratación de mano de obra y servicios tendrá una tendencia de crecimiento en curva, donde la mayor cantidad de personal que se reflejará será a la mitad de la etapa e irá decreciendo conforme se aproxime la finalización de las actividades constructivas.

En el punto máximo, el personal alcanzará una distribución entre 400 y 500 puntos de trabajo directos tanto mano de obra calificada como no calificada como:

No calificada: obreros, servicios varios, ayudantes, otros

Calificada: operadores de maquinaria pesada, guardias, conductores, responsable de bodega, electricista, instrumentista, mecánico, soldadores, ingenieros civiles, entre otros.

Las restantes 100 plazas de trabajo corresponden a perfiles profesionales (ecuatorianos y extranjeros).

Se especifica que la contratación de mano de obra será acorde a lo establecido en los artículos 75, 76 y 77 de la Ley de Minería.

### **7.7.2 Etapa de operación (explotación y beneficio)**

Para ejecución de las actividades en la fase de operación la Compañía requerirá de aproximadamente 528 colaboradores capacitados en cada una de sus áreas, incluye tanto

mano de obra calificada como mano de obra no calificada, especialistas, administrativos. El personal planificado corresponde a:

- 10% aproximado de mano de obra no calificada (obreros, ayudantes, entre otros)
- 65% aproximado de personal calificado para operaciones de explotación y beneficio
- 15% Técnicos especialistas (eléctricos, mecánicos, instrumentistas, entre otros)
- 10% Profesionales, Administrativos y Gerencias

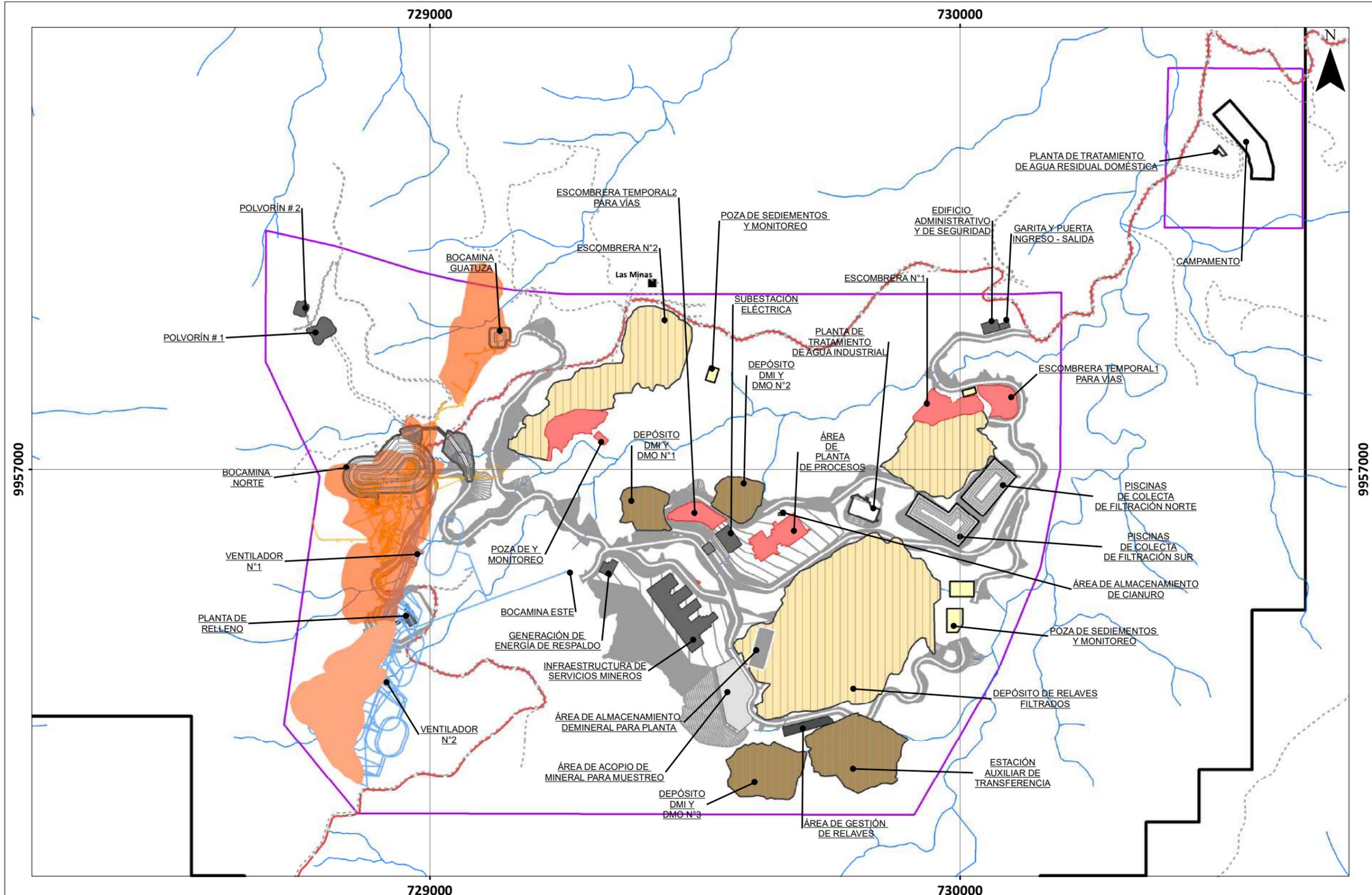
Se especifica que la contratación de mano de obra será acorde a lo establecido en los artículos 75, 76 y 77 de la Ley de Minería.

### **7.7.3 Etapa de cierre**

Para la fase de cierre, se requerirá un máximo de 83 empleados aproximadamente de CMLP S.A., para culminar con las actividades de cierre de mina.

Se especifica que la contratación de mano de obra será acorde a lo establecido en los artículos 75, 76 y 77 de la Ley de Minería.

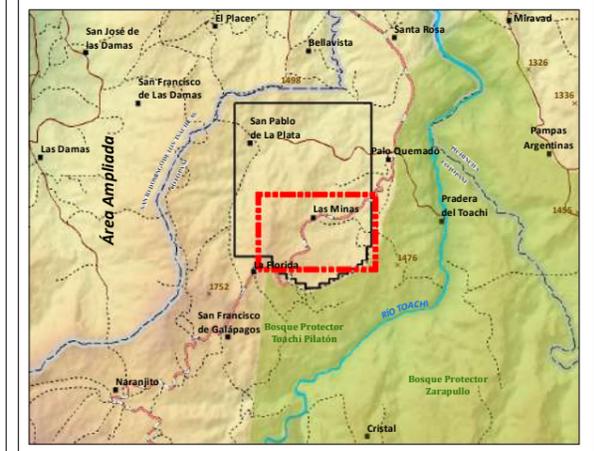
Se especifica que la contratación de mano de obra será acorde a lo establecido en los artículos 75, 76 y 77 de la Ley de Minería.



**Legenda**

- Área Operativa
- Huella del proyecto
- Talud
- Infraestructura
- Cuerpo mineralizado
- Mina subterránea
- Caminos

**Vista general del área operativa de la concesión minera La Plata:**



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa:  
Diseño general del proyecto dentro de la concesión minera La Plata (Código 2001.1)

Ubicación político-administrativa:  
Parroquia: Palo Quemado  
Cantón: Sigchos  
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:  
Información temática:  
Datos sobre polígono concesión minera, área operativa:  
La Compañía  
Información base:  
Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha:  
Marzo, 2022

Número de Mapa:  
7-1

**Signos y símbolos convencionales**

Aplican en Vista Principal

- Poblado
- Vía principal
- Río simple
- Curva de nivel

Aplican en Mapa de Ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Vialidad principal
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



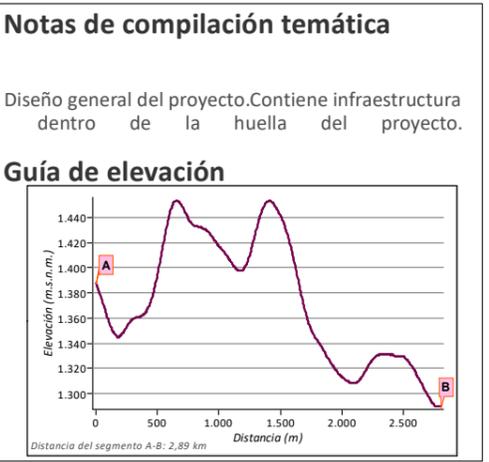
**Escala numérica**

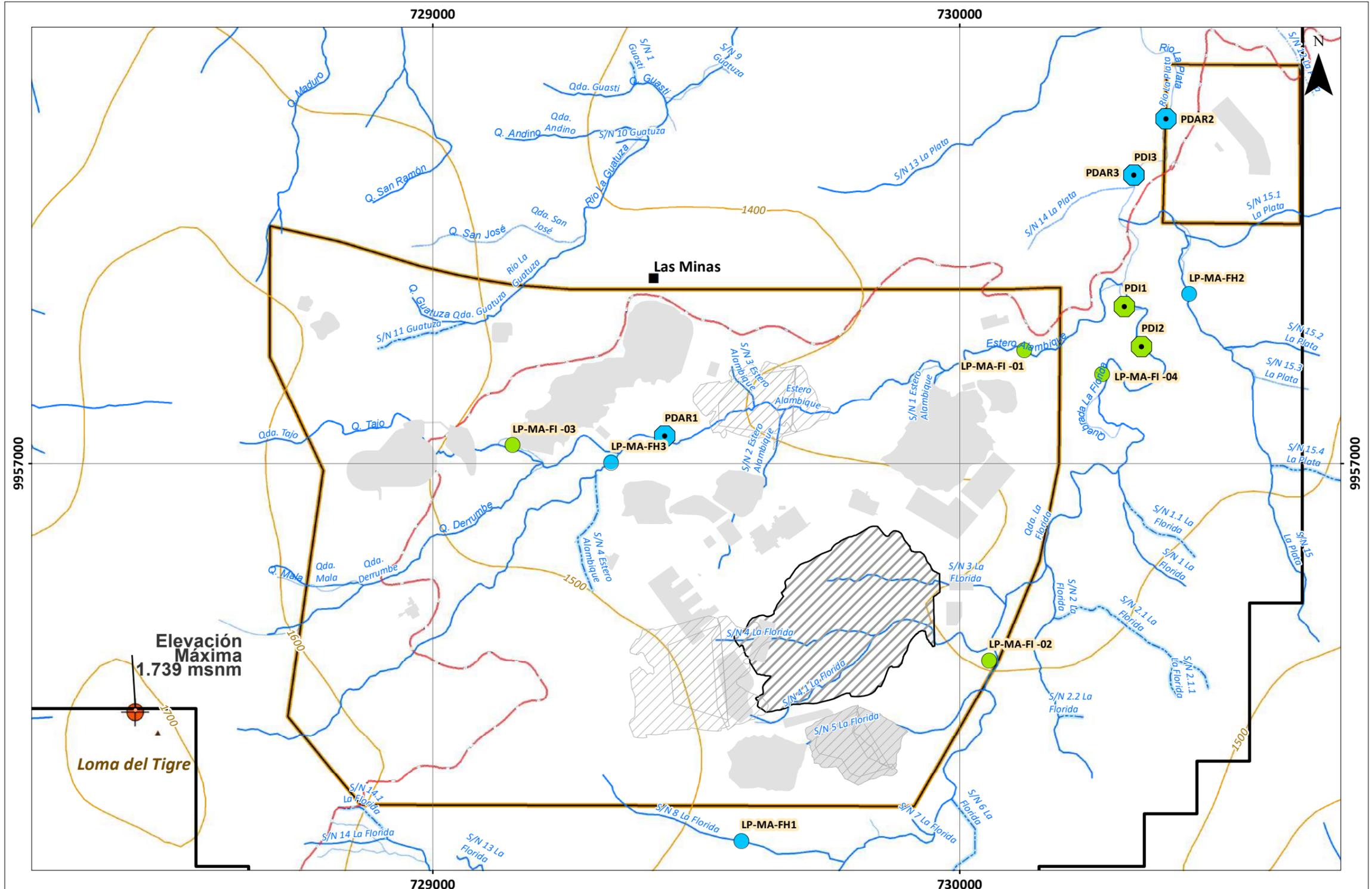
0 80 160 320 Metros

1 cm = 80 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:  
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM  
World Geodesic System - WGS 1984  
Zona 17 Sur

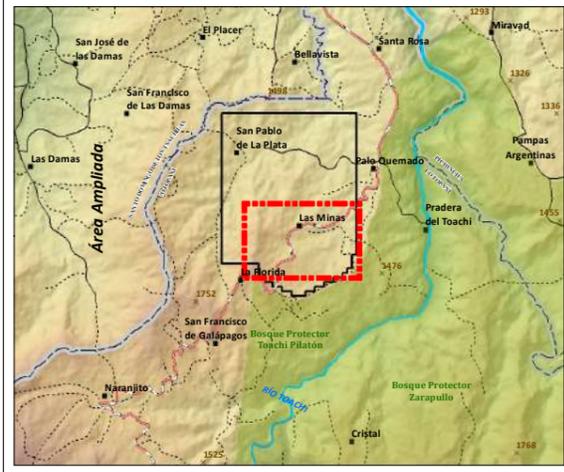




Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Huella del proyecto
- Infraestructura
- Relaves
- captación de agua para aprovechamiento industrial
- captación de agua para consumo humano
- descarga de agua doméstica tratada
- descarga de agua industrial tratada

Vista general del área operativa de la concesión minera La Plata:

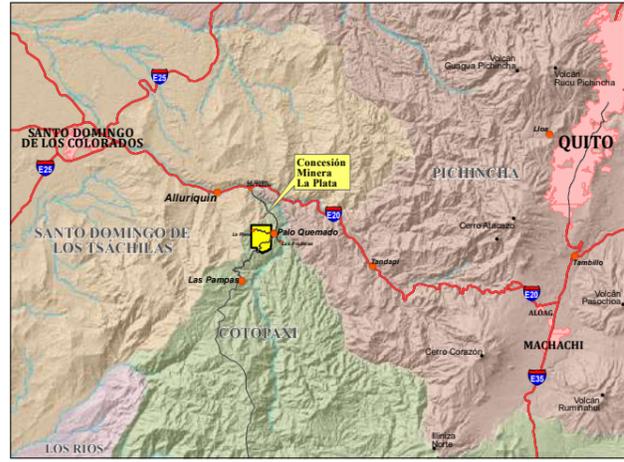


Elevación Máxima 1.739 msnm

Loma del Tigre

Signos y símbolos convencionales

- Aplican en vista principal**
- Poblado
  - Vía principal
  - Río simple
  - Río doble
  - Curva de nivel principal
- Aplican en mapa de ubicación**
- Límite Área Operativa CM La Plata
  - Poblados
  - Elevaciones referenciales
  - Vialidad principal
  - Zona Urbana
  - Ríos dobles
  - Límite Provincial



Escala numérica



1 cm = 80 m

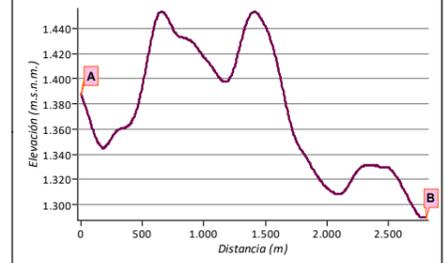
Escala de impresión: ISO A-3

**Sistema de coordenadas:**  
 Proyección Universal Transversa Mercator - UTM  
 World Geodesic System - WGS 1984  
 Zona 17 Sur

Notas de compilación temática

Los puntos de captación y descarga de agua son tentavios hasta la autorización de la autoridad única del agua.

Guía de elevación



Realizado para:



Elaborado por:



Nombre del mapa:

Puntos y caudales de captación y descarga

Ubicación político-administrativa:

Parroquia: Palo Quemado  
 Cantón: Sigchos  
 Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:

Información temática:  
 La Compañía, 2022  
 Información base:  
 Instituto Geográfico Militar, 2013

**Fecha:**  
 Marzo, 2022

**Número de Mapa:**  
 7-2