



Klohn Crippen Berger SA

Compañía Minera Condestable S.A.

Cuarto Informe Técnico Sustentatorio de la U.M. Acumulación Condestable



Rev.0

TABLA DE CONTENIDOS

9	PROYECTO DE MODIFICACIÓN	9-1
9.1	Descripción del proceso aprobado	9-2
9.2	Plano o diagrama de los procesos aprobados.....	9-3
9.3	Justificación y descripción de los procesos o mejoras tecnológicas planteadas	9-4
9.4	Plano o diagrama de los procesos por modificarse.....	9-5
9.5	Descripción de los componentes aprobados	9-6
	9.5.1 Depósito de relaves N° 5 (DR N°5).....	9-7
9.6	Plano o diagrama de los componentes aprobados a escala de nivel de factibilidad	9-16
	9.6.1 Depósito de Relaves N° 5.....	9-16
9.7	Justificación y descripción de los componentes por modificar o incluir.....	9-19
	9.7.1 Implementación de la planta de relave filtrado	9-19
	9.7.2 Modificar el material de conformación del dique y vaso de la fase B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado. ...	9-39
	9.7.3 Construcción de un dique auxiliar de contención	9-54
	9.7.4 Recursos.....	9-59
	9.7.5 Inversión y tiempo de construcción	9-60
9.8	Plano de los componentes a modificar a escala de nivel de factibilidad	9-61
9.9	Plano de ubicación integrado de los componentes aprobados	9-63
9.10	Plano de ubicación integrado de los componentes a modificar	9-63

Lista de tablas

Tabla 9.5-1	Características generales del DR N°5 (fases A y B)	9-7
Tabla 9.5-2	Resumen de ensayos de densidad en campo.....	9-8
Tabla 9.5-3	Factores de seguridad mínimos para el análisis de estabilidad física	9-9
Tabla 9.5-4	Resultados de factores de seguridad.....	9-9
Tabla 9.5-5	Resultados de desplazamientos permanentes inducidos por sismo.....	9-10
Tabla 9.7-1	Características iniciales del relave que será enviado a la planta de relave filtrado	9-21
Tabla 9.7-2	Criterios de diseño de la planta de relave filtrado	9-21
Tabla 9.7-3	Características iniciales del relave que será enviado a la planta de relave filtrado	9-29
Tabla 9.7-4	Dimensiones del filtro prensa.....	9-29
Tabla 9.7-5	Características del relave filtrado	9-30
Tabla 9.7-6	Características del sistema de fajas.....	9-33
Tabla 9.7-7	Proceso actual vs. proceso proyectado – eficiencia del proceso	9-35
Tabla 9.7-8	Actividades para la implementación de la nueva planta de relave filtrado....	9-38
Tabla 9.7-9	Comparativa entre los cambios propuestos en el Cuarto ITS y lo aprobado en el Segundo ITS, 2018	9-39

TABLA DE CONTENIDOS

(continuación)

Tabla 9.7-10	Capacidades aprobadas y propuestas como parte del Cuarto ITS.....	9-41
Tabla 9.7-11	Características principales	9-42
Tabla 9.7-12	Criterios de diseño	9-42
Tabla 9.7-13	Parámetros geotécnicos	9-44
Tabla 9.7-14	Características de los materiales para el análisis de infiltración	9-44
Tabla 9.7-15	Resultados del análisis de estabilidad de componente Depósito de Relaves Filtrados 5B - aguas abajo	9-47
Tabla 9.7-16	Resultados del análisis de estabilidad de componente Depósito de Relaves Filtrados 5B - aguas arriba	9-47
Tabla 9.7-17	Actividades para la modificación del material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado.....	9-53
Tabla 9.7-18	Coordenadas del componente: dique auxiliar de contención	9-54
Tabla 9.7-19	Características principales del dique auxiliar de contención	9-54
Tabla 9.7-20	Cantidades de movimiento de tierras	9-56
Tabla 9.7-21	Actividades para la construcción del dique auxiliar de contención [C3].....	9-59
Tabla 9.7-22	Mano de obra para los procesos o mejoras tecnológicas planteadas	9-59
Tabla 9.7-23	Inversión estimada y tiempo requerido para la construcción de los componentes materia del presente Cuarto ITS.....	9-60
Tabla 9.7-24	Cronograma propuesto para los componentes del Cuarto ITS	9-61
Tabla 9.8-1	Planos de los componentes a modificar a escala de nivel de factibilidad	9-61

Lista de ilustraciones

Ilustración 9.5-1	Esquema de proceso	9-6
Ilustración 9.5-1	Estabilidad del DR N° 5B, sección de análisis 2-2'	9-11
Ilustración 9.6-1	Arreglo general de las fases 5A y 5B del DR N°5	9-16
Ilustración 9.6-2	Sistema de drenaje de la fase 5B.....	9-17
Ilustración 9.6-3	Plan de disposición de relave espesado en la fase 5B.....	9-18
Ilustración 9.7-2	Distribución de la planta de relave filtrado propuesta	9-20
Ilustración 9.7-1	Área sobre la cual se construirá la planta de relave filtrado.....	9-22
Ilustración 9.7-3	Diagrama del proceso de filtrado	9-31
Ilustración 9.7-4	Sistema de bombeo de relaves y agua	9-33
Ilustración 9.7-5	Balance de agua actual aprobado en el Tercer ITS, 2018	9-36
Ilustración 9.7-6	Balance de agua proyectado con la inclusión de la planta de relave filtrado	9-37
Ilustración 9.7-7	Ubicación de las secciones de análisis del Depósito de Relaves Filtrados 5B	9-46
Ilustración 9.7-8	Sección de análisis A-A' del Depósito de Relaves Filtrados 5B	9-49
Ilustración 9.7-9	Análisis de estabilidad (tr = 475) / aguas abajo (sección A-A')	9-50
Ilustración 9.7-12	Ubicación de la poza colectora 2 existente vs. poza colectora 2 proyectada	9-57

TABLA DE CONTENIDOS (continuación)

Ilustración 9.7-13	Diseño de la poza colectora proyectada.....	9-58
--------------------	---	------

Lista de anexos

Anexo 9-1	Diagrama de flujo del proceso aprobado	
Anexo 9-2	Ingeniería a nivel de factibilidad de la planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares	
Anexo 9-3	Ingeniería a nivel de factibilidad de la modificación del material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado.	
Anexo 9-4	Planos a nivel de factibilidad del dique auxiliar de contención	

Lista de figuras

Figura 9-1A	Componente aprobados y propuestos con imagen satelital	
Figura 9-1B	Plano integrado de componentes aprobados	
Figura 9-2	Plano integrado de componentes propuestos	

9 PROYECTO DE MODIFICACIÓN

En la presente sección se realiza la descripción de los componentes a modificar e incluir en el presente Cuarto ITS.

El proyecto propuesto como parte del presente Cuarto ITS contempla la inclusión y modificación de tres componentes: i) la implementación de una planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares [C1], ii) modificar el material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado [C2] y iii) la construcción de un dique auxiliar de contención [C3]. En la Tabla 5.2-1 se presenta la justificación y correspondencia con los supuestos aplicables.

Es importante precisar que para el C2 no considera el incremento en área, capacidad y altura del depósito de relaves 5B (DR 5B) aprobado en el Segundo ITS, 2018 y MEIA, 2013; únicamente se hace referencia al cambio de material a disponer sobre el componente actualmente aprobado de relave espesado-cicloneado a relave filtrado.

9.1 Descripción del proceso aprobado

No aplica, debido a que el presente Cuarto ITS no modifica los procesos descritos en los instrumentos de gestión ambiental aprobados y que en la actualidad se vienen llevando a cabo en la U.M. Acumulación Condestable.

9.2 Plano o diagrama de los procesos aprobados

No aplica, debido a que el Cuarto ITS no modificará los procesos o tecnologías aprobadas en los instrumentos de gestión ambiental de la U.M. Acumulación Condestable.

9.3 Justificación y descripción de los procesos o mejoras tecnológicas planteadas

No aplica, ya que los tres objetivos que forman parte del alcance del presente Cuarto ITS corresponden modificaciones o inclusiones de componentes mineros.

9.4 Plano o diagrama de los procesos por modificarse

No aplica, debido a que el Cuarto ITS no modificará los procesos o tecnologías aprobadas en los instrumentos de gestión ambiental de la U.M. Acumulación Condestable.

9.5 Descripción de los componentes aprobados

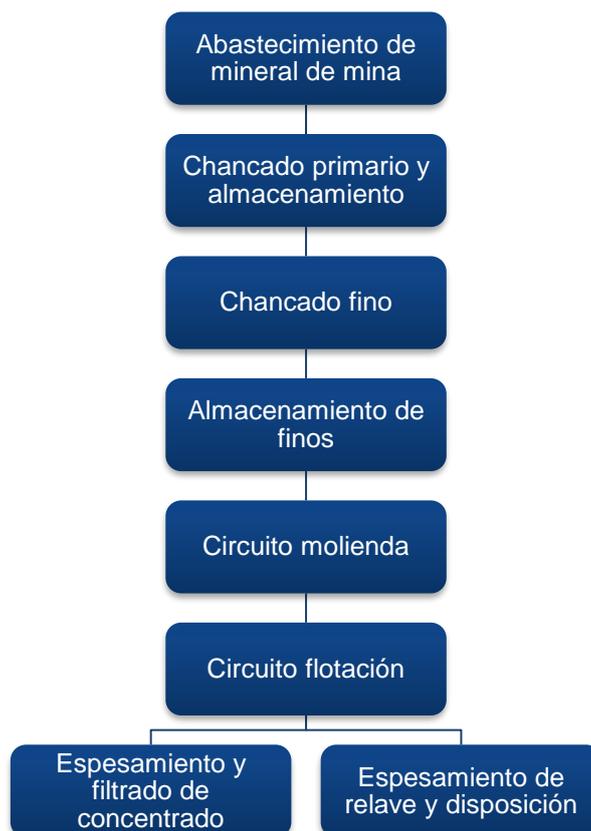
En la presente sección se describirá el componente relacionado a la modificación planteada como parte del presente Cuarto ITS, los mismos que forman parte de las operaciones actuales de la U.M. Acumulación Condestable el cual es el depósito de relaves N°5 (DR N°5).

Los componentes referidos a: i) nueva planta de relave filtrado y ii) construcción de un dique auxiliar de contención, son componentes nuevos por lo que no se incluirán en la presente sección.

Las actividades que forman parte de la operación de la U.M. Acumulación Condestable son: abastecimiento del mineral, chancado primario y almacenamiento, chancado fino, almacenamiento de finos, circuito molienda, circuito de flotación, espesamiento y filtrado de concentrado y espesamiento de relave y su disposición en la presa de relaves.

En el diagrama a continuación se muestra un esquema del proceso aprobado a la capacidad de 8400 TMD, y en el Anexo 9-1 se adjunta el diagrama de flujo vigente a la fecha.

Ilustración 9.5-1 Esquema de proceso



9.5.1 Depósito de relaves N° 5 (DR N°5)

El diseño aprobado en la MEIA, 2013 para DR N° 5 comprendió en un inicio su configuración hasta la cota 170 msnm, a fin de almacenar 48.24 Mt de relaves para una operación de 20 años, sin embargo, durante el proceso de evaluación de dicho estudio, las consideraciones iniciales fueron modificadas considerando una configuración final hasta la cota 156 msnm a fin de almacenar 15.41 Mt de relaves. Posteriormente, como parte del Segundo ITS, 2018 se aprobó la modificación de la configuración hasta alcanzar una cota de 162 msnm y una capacidad de almacenamiento de relave fino en el vaso de 12.4 Mt. A continuación, se describen las características del DR N°5 según las últimas consideraciones realizadas en el Segundo ITS., 2018

9.5.1.1 Características del DR N°5

9.5.1.2 Diseño civil

El diseño civil para el DR N°5 considero una cota de cresta a 162 msnm. La modificación aprobada en el Segundo ITS, 2018 fue para recrecer este depósito por fases y etapas. En la siguiente tabla se presentan las características generales del DR N°5 aprobado.

Tabla 9.5-1 Características generales del DR N°5 (fases A y B)

Características	Unidad	DR N° 5 Fase A	DR N° 5 Fase B	Total
Altura cota máxima del dique	msnm	156	162	
Altura del dique	m	39	63	
Ancho de cresta	m	6	6	
Borde libre	m	1.5	1.5	
Extensión (Área)	ha	21.37	35.86	57.23
Capacidad de almacenamiento	Mt	2.96	9.44	12.4
Talud externo (aguas abajo)	H: V	2.8:1.0	3.0:1.0	
Talud interno (agua arriba)	H: V	1.5:1.0	1.5:1.0	

Fuente: Segundo ITS, 2018.

El diseño del DR N° 5 considera dos fases, DR N°5A y DR N°5B, hasta las cotas de crestas de 156 msnm y 162 msnm, respectivamente. Para ambas fases se consideró la construcción de un dique de arranque con material de préstamo tipo 1 (desmonte de mina) y posterior crecimiento con relave grueso; y la disposición de relaves finos para el almacenamiento en el vaso.

El basamento rocoso posee una cohesión de 230 kPa, un ángulo de fricción interna de 28°, un peso específico de 26 kN/m³ y un coeficiente de permeabilidad de 1x10⁻⁷ cm/s. Del análisis de infiltración en medio no saturado, se puede indicar que los flujos de agua de los DR N°5A y DR N°5B son retenidos significativamente por el mismo relave fino y desciende gradualmente hasta la base del depósito de relaves. En consecuencia, la tasa de infiltración que ocurre hacia el suelo de cimentación es lo suficientemente baja como para no saturar los suelos de cimentación de la presa de relaves, con lo cual se podría descartar la ocurrencia de las condiciones de licuación de los suelos arenosos de la cimentación de ambas presas.

En la configuración del DR N°5A, se obtuvo una altura máxima de crecimiento de la presa de 39 m, aproximadamente. En la configuración del DR N°5B, se prevé una altura máxima de crecimiento de la presa de 63 m aproximadamente.

Para la disposición de relaves finos en el vaso de ambos depósitos, se usa hidrociclones a lo largo del eje de las presas de las fases DR N°5A y DR N°5B. Asimismo, el volumen de agua que se genera es mínimo y es bombeado de manera constante hacia la poza colectora. El borde libre de operación considerado en ambas fases del depósito de relaves, DR N°5A y DR N°5B, es de 1.5 m.

Para la operación de ambas fases, DR N°5A y DR N°5B, se estableció una interfase, a fin de impermeabilizar o revestir parte del área limitada por el talud aguas debajo de las presas de los depósitos de relaves N° 4 y N° 2. El revestimiento impermeable es de geomembrana lisa de HDPE de 1.5 mm y geocompuesto. Ello permite evitar las posibles filtraciones en los taludes indicados, a partir de la presencia del agua generada por la disposición de relaves finos en el vaso de las fases.

Además, como parte de los trabajos ejecutados para el crecimiento de las presas 5A y 5B, se realizó la construcción de los sistemas de drenajes, los cuales tienen la función de evacuar los flujos de agua contenidos en los relaves gruesos que son descargados en las pozas colectora 1 y 2 que forman parte del sistema de bombeo de agua decantada.

9.5.1.3 Diseño geotécnico

La evaluación geotécnica en el DR N° 5 incluyó un programa de investigaciones geotécnicas, cálculo del coeficiente sísmico, análisis de infiltración y análisis de estabilidad física por el método de equilibrio límite.

Para el desarrollo del DR N° 5 se ejecutó un programa de investigaciones geotécnicas de campo, el cual consistió en la supervisión de excavaciones de calicatas, ensayos de densidad campo y mapeo geológico-geotécnico. De las cuales se extrajeron muestras representativas para su envío al laboratorio geotécnico. El programa de excavaciones de calicatas registró un total de 11 calicatas, convenientemente ubicadas y distribuidas dentro del área de interés, con la finalidad de evaluar las condiciones geotécnicas superficiales de los materiales que conforman la cimentación del DR N° 5. La profundidad máxima alcanzada entre todas las calicatas fue de 5.0 m. Se realizaron tres ensayos de densidad de campo superficiales mediante el método de cono de arena en la zona de emplazamiento del DR N° 5, con la finalidad de determinar la densidad natural del suelo de cimentación. Para la ejecución del ensayo se siguió el procedimiento descrito en la norma ASTM D5030. En la tabla a continuación se presenta un resumen de estos resultados.

Tabla 9.5-2 Resumen de ensayos de densidad en campo

Calicata	Clasificación SUCS	Profundidad (m)	Contenido de humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)
CA-CO16-103	SM	1	0.6	1.73	1.72
CA-CO16-106	GP-GM	1.1	3.1	2.26	2.19
CA-CO16-109	SP-SM	0.9	2.8	1.65	1.61

Fuente: Segundo ITS, 2018

Abreviatura: SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Para el cálculo del coeficiente sísmico se empleó el método de Bray *et al.* (2017), obteniéndose como resultado 0.233 para un periodo de retorno de 475 años. Este valor se sustenta en la información geotécnica obtenida de las investigaciones de campo realizadas por SVS (2012), el cual indica que el suelo de cimentación es del tipo C (según el IBC, 2015).

Se realizaron análisis de infiltración de flujo transitorio con la finalidad de estimar el comportamiento del flujo de agua a través del depósito de relaves y su cimentación. Los resultados del análisis de infiltración en medio no saturado indicaron que el flujo de agua en los depósitos es retenido significativamente por el mismo relave fino, por consiguiente, el flujo desciende lento y gradualmente hasta la base del depósito de relaves.

Finalmente, el análisis de estabilidad física de taludes del DR N° 5, por el método de equilibrio límite, consideró evaluar tres secciones representativas y críticas del DR N° 5. Estas secciones fueron seleccionadas para representar el modelo predictivo de comportamiento de las presas de relaves de las fases DR 5A y 5B. Los análisis consideraron superficies de falla del tipo circular, asimismo, se evaluó la estabilidad física de las presas de relaves en dos condiciones de largo plazo, estático y pseudoestático.

Los factores de seguridad mínimos aceptables a largo plazo para el análisis de estabilidad desarrollado se indican en la tabla siguiente.

Tabla 9.5-3 Factores de seguridad mínimos para el análisis de estabilidad física

Condición de análisis	Factor de seguridad mínimo requerido
Estático a largo plazo	1.5
Pseudoestático (ver nota 1)	1

Fuente: Segundo ITS, 2018.

Nota 1. Si el factor de seguridad en esta condición de análisis es menor a la unidad, se verificarán los desplazamientos permanentes inducidos por sismo.

En el análisis de estabilidad, las estructuras analizadas tienen la siguiente configuración; para el DR N° 5A la cota de cresta es 156 msnm y tiene un talud aguas debajo de 2.8H:1V y para el DR N° 5B la cota de cresta es 162 msnm y tiene un talud de 3.0H:1V. Asimismo, se consideró que el relave grueso que conforma la presa de relaves y el material arenoso de su cimentación no estará afectada por la condición de licuación, de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de infiltración en medio no saturado.

En la Tabla 9.5-4 se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad física de taludes del DR N° 5. Los resultados del análisis de estabilidad indican que las presas de relaves de las fases DR N° 5A y N° 5B son estables en condiciones estáticas; sin embargo, para la condición pseudoestática el DR N° 5A presenta un factor de seguridad ligeramente menor a la unidad, razón por lo cual se realizó un análisis de desplazamientos permanentes inducidos por sismo para verificar la serviciabilidad de la presa de relaves en función de un criterio más racional (Macedo, 2017). Por otro lado, el DR N° 5B es estable en condición pseudoestática.

Tabla 9.5-4 Resultados de factores de seguridad

Ubicación	Sección	Estructura	Talud	Tipo de falla	Factor de seguridad (FS)	
					Estático (largo plazo)	Pseudoestático (k=0.233)
DR N°5	1-1'	DR N° 5 A Cota 156 msnm	2.8H:1V	Circular	1.79	0.99
	2-2'	DR N° 5B Cota 162 msnm	3H:1V	Circular	1.89	1.03
	3-3'				1.89	1.02

Fuente: Segundo ITS, 2018.
 k: Coeficiente sísmico.

El análisis de desplazamientos permanentes inducidos por sismo se desarrolló según el método de Macedo *et al.* (2017)¹. El valor de desplazamiento permanente permisible es un valor conservador de 50 cm. En la siguiente tabla se presentan los desplazamientos calculados utilizando el método simplificado de Macedo *et al.* (2017). De acuerdo con los resultados obtenidos, el DR N°5A presenta condiciones de serviciabilidad aceptables ante la ocurrencia de un evento sísmico, dado que el valor máximo del rango de desplazamiento calculado es menor al desplazamiento máximo permisible (50 cm) asumido conservadoramente como criterio de análisis.

Tabla 9.5-5 Resultados de desplazamientos permanentes inducidos por sismo

Ubicación	Sección	Estructura	ky	Desplazamientos permanentes (cm)			
				P(D=0)	P(1)	Promedio	Rango
DR N° 5	1-1'	DR N° 5 A Cota 156 msnm	0.228	1%	9%	18.2	8.9 - 38.9

Fuente: Segundo ITS, 2018.

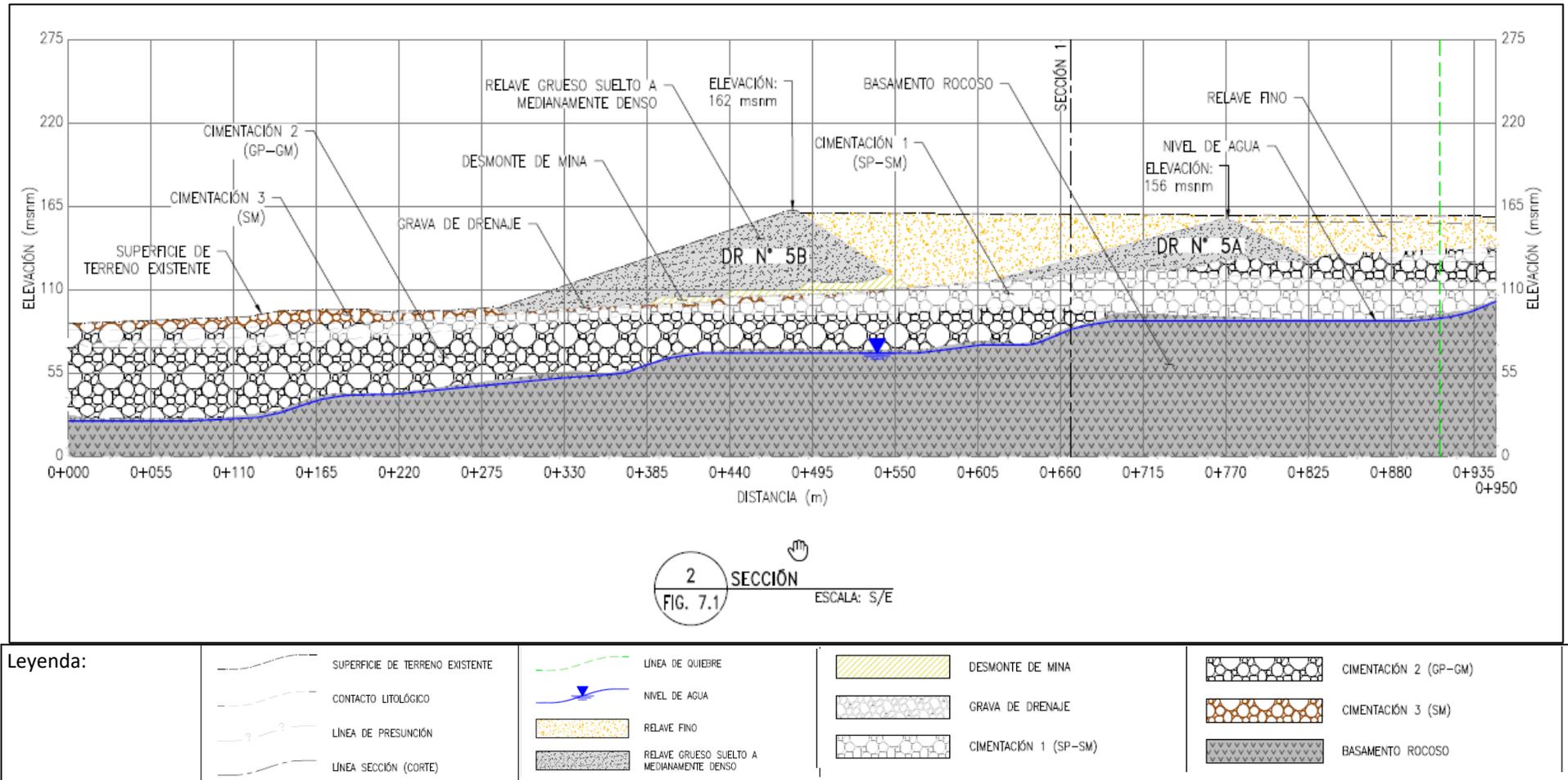
ky: Aceleración de fluencia.

P(D=0): Probabilidad de desplazamiento inducido despreciable o cercano a 0 cm. P(1): Probabilidad de excedencia para un desplazamiento de 50 cm.

Finalmente, es preciso indicar que bajo los análisis de estabilidad física realizados el DR N° 5 es estable para las condiciones estáticas y pseudoestáticas en ambas fases (DR N° 5A y DR N° 5 B).

¹ Macedo J., Bray J., and Travararou T. (2017). "Simplified Procedure for Estimating Seismic Slope Displacements in Subduction Zone Earthquakes"

Ilustración 9.5-2 Estabilidad del DR N° 5B, sección de análisis 2-2'



Fuente Segundo ITS, 2018.

9.5.1.4 Evaluación geoquímica del DR N° 5

De acuerdo con el informe de Caracterización Geoquímica de Relaves Condestable (SVS, 2012), para el que se realizaron los ensayos ABA y del análisis mineralógico, se obtuvieron valores de pH en pasta y efervescencia, así como las condiciones del área (nula precipitación), se puede indicar que los relaves de la U.M. Acumulación Condestable no son potencialmente generadores de acidez.

9.5.1.5 Manejo de agua superficial

Los caudales obtenidos con ayuda del modelo hidrológico HEC-HMS, indican que la precipitación que ocurre en las laderas de aporte no genera escorrentía superficial debido a las condiciones del terreno y las bajas precipitaciones; entonces, toda el agua precipitada en los eventos extremos se infiltra o retiene en la cuenca. Por lo tanto, no es necesaria la proyección de canales de coronación para el DR5, este hecho también fue considerado dentro del MEIA, 2013 donde se indicó: «el área donde se ubica Condestable es bastante árida, y la evaporación producida en la zona excede notoriamente a la precipitación, por debajo de que es característico de estas zonas. Por lo anterior y basados en diversos estudios hidrológicos, se ha llegado a la conclusión que los componentes como depósitos de relaves, depósitos de desmonte, depósitos temporales de mineral y relleno sanitario, entre otros, no requieren la construcción de canales o cunetas de coronación durante la etapa de operación».

9.5.1.6 Actividades de construcción y operación

Las actividades comprendidas en la construcción y operación del DR N° 5 son las siguientes:

Construcción

A continuación, se describen las principales actividades de construcción para el crecimiento de las presas del DR N° 5.

Demolición y desmontaje de infraestructura existente

Esta actividad comprendió la demolición y la eliminación del concreto presente en la infraestructura existente dentro de la zona donde se implementó el DR N° 5. Los escombros generados fueron dispuestos como relleno en el vaso del depósito.

Esta actividad también consideró el desmontaje de la infraestructura existente dentro de la zona de impacto del crecimiento del DR N° 5, referida principalmente a ambientes campamentos, comedores, cercos de protección y demás instalaciones.

Limpieza y corte de material inadecuado

Consistió en la remoción del material no apropiado para la cimentación, tales como arenas y suelos sueltos, de modo que se obtenga una cimentación adecuada, capaz de soportar las cargas que impondrá el DR N° 5.

El material inadecuado fue transportado y depositado finalmente en los depósitos de suelo excedente correspondiente.

Nivelación

La superficie de nivelación en la zona del DR N°5 fue diseñada considerando una pendiente mínima de 2% para garantizar un flujo efectivo del sistema de drenaje, diseñado para captar y conducir los flujos de infiltración producto de la disposición de relaves gruesos y además garantizar la pendiente de drenaje de las tuberías que se instalaron en la superficie del vaso del DR N° 5A y DR N° 5B.

Se realizó el movimiento de tierras necesarios para obtener la superficie de nivelación, después de realizada la eliminación del material inadecuado, incluyeron los cortes y rellenos necesarios para proporcionar un drenaje adecuado de los flujos colectados a través del sistema de drenaje.

Los materiales provenientes de los cortes para la nivelación fueron usados como relleno de material de préstamo, en la propia superficie de nivelación, donde el excedente es dispuesto en los depósitos de suelo excedente.

Dentro de esta actividad se consideró el corte y relleno para la implementación de las instalaciones auxiliares con la finalidad de optimizar el movimiento de tierras.

Construcción del sistema de subdrenaje

Una vez concluida la remoción de materiales inadecuados y realizados los trabajos de nivelación, se procedió con la instalación del sistema de drenaje, el cual fue diseñado para captar los flujos provenientes de las filtraciones generadas en la disposición de relave grueso en el talud aguas abajo del DR N° 5.

El sistema de drenaje presenta drenes principales diseñados de manera independiente, conectados con drenes secundarios según el esquema denominado «espina de pescado». Los drenes principales están conformados por tuberías de HDPE de pared doble perforadas de 300 mm, los cuales antes de la descarga de los flujos en la poza colectora 2 cambiarán a tuberías de HDPE no perforadas de 300 mm. Los drenes secundarios están conformados por tuberías de HDPE de pared doble perforada de 100 mm, y serán conectados con las tuberías principales empleando accesorios que deberán ser proporcionados por el fabricante.

Tanto los drenes principales como los drenes secundarios están confinados en una zanja trapezoidal de profundidad y ancho variable, en función del diámetro de las tuberías. Estas zanjas son rellenas con grava para drenaje, en casi toda su sección, a excepción de los 300 mm superiores que son rellenos con material de transición, que funciona como filtro sobre las partículas finas contenidas en el relave grueso, evitando durante la etapa de operación saturar la grava de drenaje y la tubería de HDPE de pared doble perforada.

Implementación de la interfase y revestimientos

La interfase y revestimiento en el DR N° 5 (A y B), abarca debajo de los taludes aguas abajo de las presas del depósito de relaves N° 4 que complementan lo desarrollado en el DR N° 5. Se mantiene el esquema previsto mediante la colocación de una capa de relleno compuesta por desmonte y relave grueso, sobre la cual se utilizará un material de geocompuesto como capa nivelante antes de la colocación de la geomembrana de polietileno de alta densidad lineal (HDPE por sus siglas en inglés), de 1.5 mm.

Esta actividad también consideró el revestimiento de la poza colectora, la cual tiene un sistema de revestimiento simple de geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) lisa de 1.5 mm de espesor sobre una capa de GCL.

Instalación de estructuras y/o equipos

Consistió en la habilitación de las bermas de operación para los diques de las fases A y B del DR N°5, las características de las bermas de operación son: para la fase 5 A una altura máxima de 19.50 m con ancho de cresta de 6 m y borde libre operativo de 1.5; y para la fase 5 B una altura máxima de 18 m con ancho de cresta de 6 m y borde libre operativo de 1.5 m. Para la conformación de la berma de operación se consideró taludes aguas arriba y abajo de 1.5H:1V y se usó un volumen de material de préstamo (desmonte de mina).

Esta actividad también consideró la instalación de un cerco perimétrico metálico apoyado en un cimiento corrido de concreto. Asimismo, la instalación de la instrumentación geotécnica (piezómetros hidráulicos, piezómetros de cuerda vibrante, inclinómetros verticales, sensores de asentamiento de cuerda vibrante, acelerógrafos, hitos de control topográfico y una caseta de instrumentación) para la evaluación de los diques del depósito de relaves.

Operación

Traslado y disposición de relave

Los relaves obtenidos del procesamiento de mineral son transportados mediante tuberías hacia los tanques espesadores, en estos tanques se realiza la recuperación de agua que es retornada al proceso. Posteriormente el relave espesado se transporta por gravedad hacia el depósito de relaves.

El relave en el depósito de relaves llega a través de tuberías a los hidrociclones instalados en la cresta del dique donde realiza la clasificación de la fracción fina y gruesa. La fracción gruesa conforma el muro o dique de la presa y la fracción fina se incorpora al vaso del depósito donde se forma el espejo de agua que se recupera para su retorno al proceso metalúrgico.

A la fecha la Fase 5A del depósito de relaves ha culminado su operación hasta la cota 156 y se encuentra operando la Etapa 2 de la Fase 5B a la cota 130, siendo la única Fase en operación a la fecha.

Bombeo y recirculación del agua de relave

El agua se recupera por sifoneo desde el vaso del depósito de relaves, para luego ser bombeada a la planta concentradora y ser usada nuevamente en el proceso; por lo tanto, no existe vertimiento de aguas residuales al ambiente; toda vez que el efluente recuperado del tratamiento es utilizado nuevamente en el proceso industrial de la planta metalúrgica. Como parte de esta actividad se ha planteado un sistema de drenaje ante alguna posible filtración de la presa. Este sistema capta el agua y la traslada hacia una poza de captación revestida con geomembrana y geotextil para su posterior recirculación hacia la planta.

Esta actividad considera:

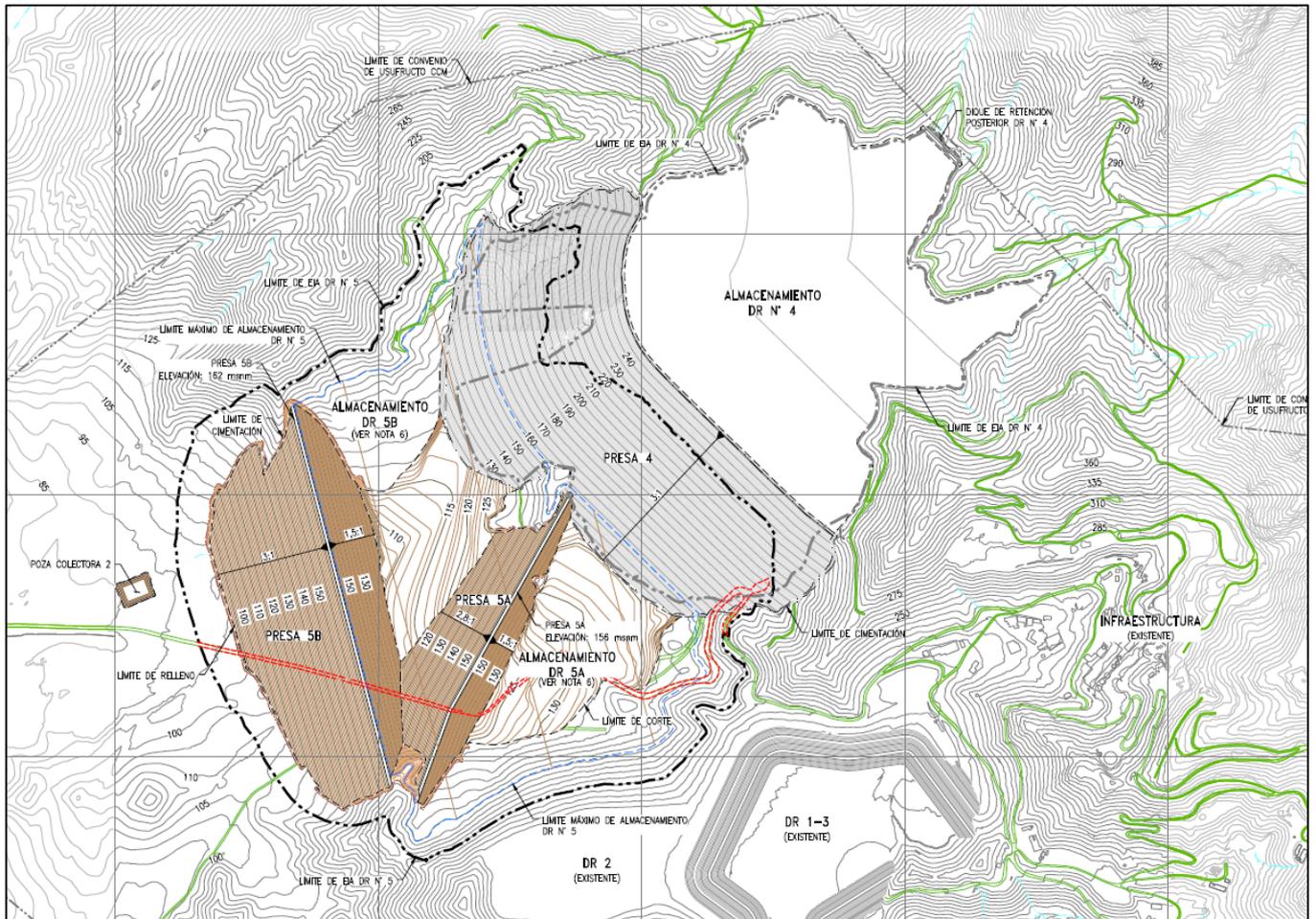
- En el sistema de bombeo de agua fresca, consiste en el funcionamiento de las cámaras de bombeo para el abastecimiento de agua fresca a la planta concentradora mediante las bombas centrifugas de 300 HP de potencia. El ciclo inicia cuando el agua es almacenada temporalmente en la poza ubicada en la Cámara de bombeo N° 1, para ser bombeada a través de la línea a la poza de la Cámara de bombeo N° 2 y finalmente bombeada a los tanques de almacenamiento ubicados en la planta concentradora.
- En el sistema de bombeo de agua decantada, consiste en el funcionamiento de la estación de bombeo para el abastecimiento de agua decantada a la planta concentradora mediante las bombas centrifugas de 250 HP de potencia. El ciclo inicia cuando el agua decantada es almacenada en las pozas colectoras para luego ser enviada por gravedad a las pozas ubicadas en la estación de bombeo. Finalmente, el agua es bombeada desde la estación de bombeo a los tanques de almacenamiento ubicados en la planta concentradora

9.6 Plano o diagrama de los componentes aprobados a escala de nivel de factibilidad

9.6.1 Depósito de Relaves N° 5

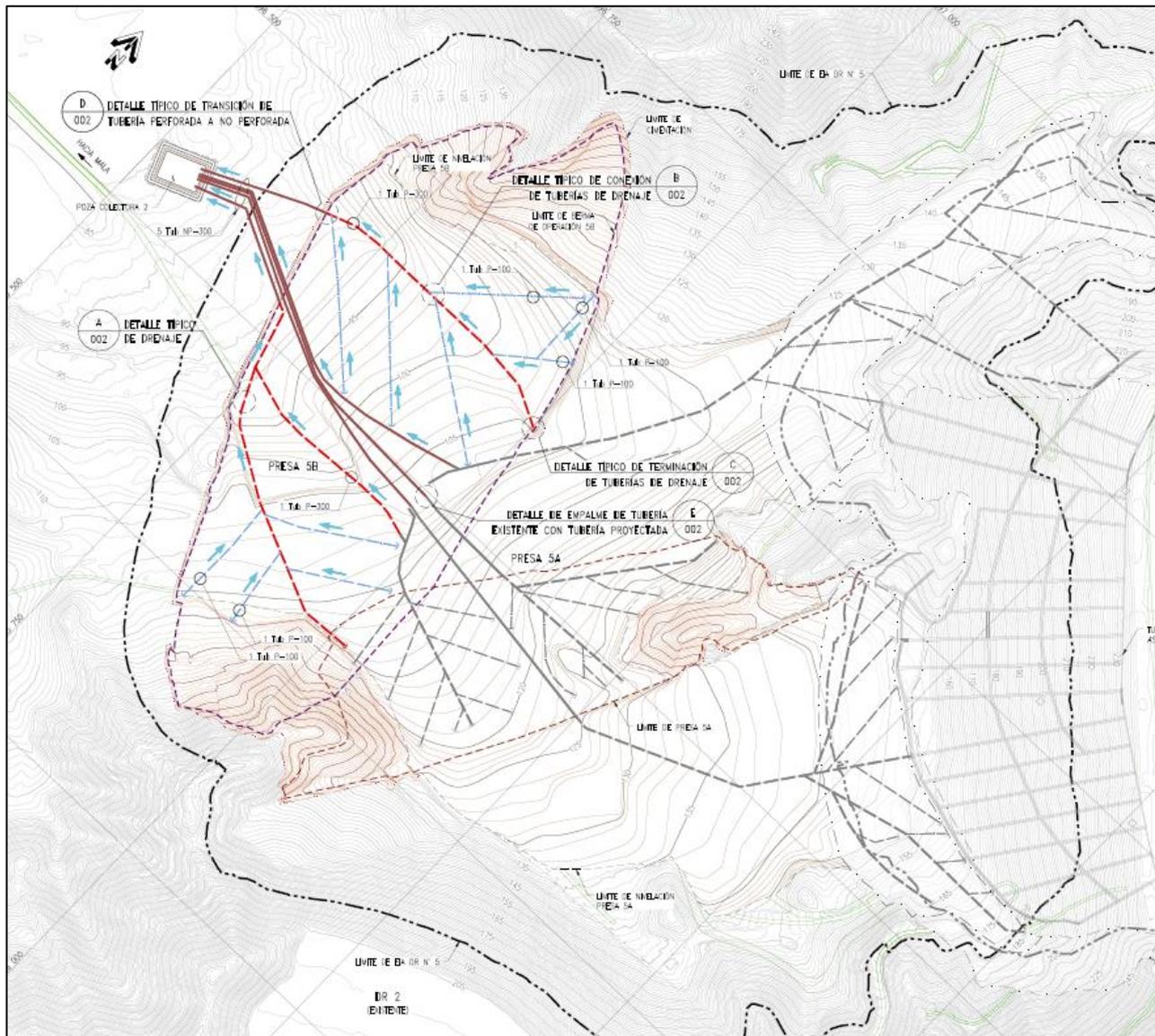
En las siguientes ilustraciones se muestra el arreglo general de las fases 5A y 5B del DR N°5.

Ilustración 9.6-1 Arreglo general de las fases 5A y 5B del DR N°5



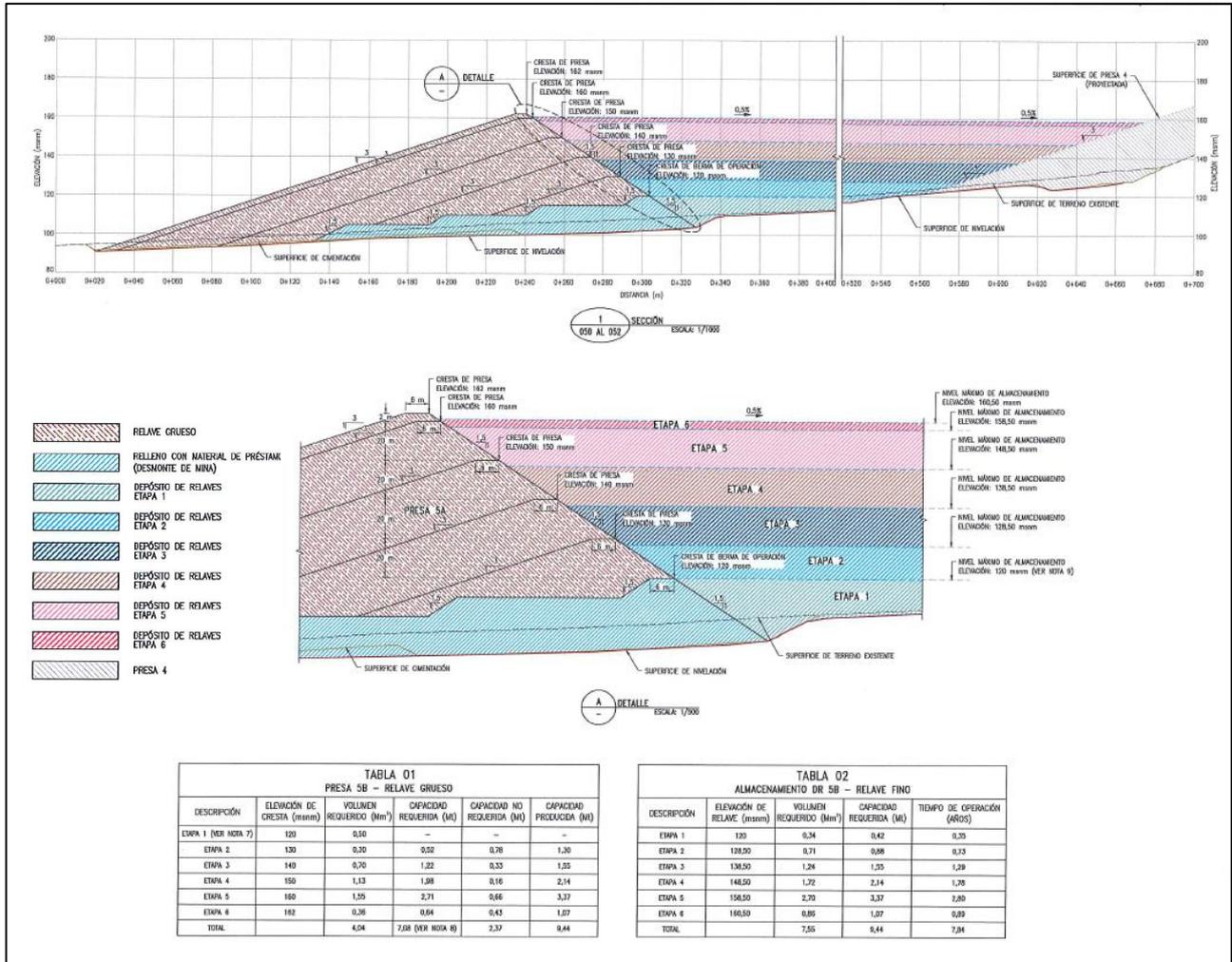
Fuente Segundo ITS, 2018.

Ilustración 9.6-2 Sistema de drenaje de la fase 5B



Fuente Segundo ITS, 2018.

Ilustración 9.6-3 Plan de disposición de relave espesado en la fase 5B



Fuente Segundo ITS, 2018.

9.7 Justificación y descripción de los componentes por modificar o incluir

A continuación, se listan los cambios propuestos en el presente Cuarto ITS:

- Instalar una planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares;
- Modificar el material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relave cicloneado-espesado a relave filtrado.²; y
- Construir un dique auxiliar de contención.

Estos componentes se implementarán y/o modificarán de acuerdo con lo establecido por la RM N° 120-2014-MEM/DM, cambios que se describen a continuación.

9.7.1 Implementación de la planta de relave filtrado

9.7.1.1 Justificación técnica

Mediante la implementación de la nueva planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares, se prevé optimizar el proceso aprobado, incrementando el volumen de agua recuperada para su uso en el proceso. Actualmente el volumen de agua recuperada es de aproximadamente 40%, y con la implementación de la planta de relave filtrado se tendrá una recuperación de aproximadamente 90%; esto como parte del compromiso de mejora continua y de las políticas corporativas vinculadas a lograr la eficiencia en el uso del recurso hídrico.

Las actividades propuestas para la implementación de la planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares cumplen con las siguientes condiciones:

- Se encuentran dentro de áreas que cuentan con línea base ambiental vigente.
- Se ubican dentro del área de influencia ambiental directa aprobada en los instrumentos de gestión ambiental vigentes.
- No se ubican sobre, ni impactan cuerpos de agua, bofedales, nevados, glaciares, terrenos de cultivo o fuentes de agua o algún otro ecosistema frágil. Las actividades se ubicarán, en su mayoría, en áreas ya intervenidas.
- No afectarán a los centros poblados más cercanos considerados en la MEIA, 2013.
- No afectarán zonas arqueológicas, ya que se realizarán en áreas ya intervenidas o zonas adyacentes a los componentes existentes que cuenten con CIRA.
- No afectarán áreas naturales protegidas o zonas de amortiguamiento.

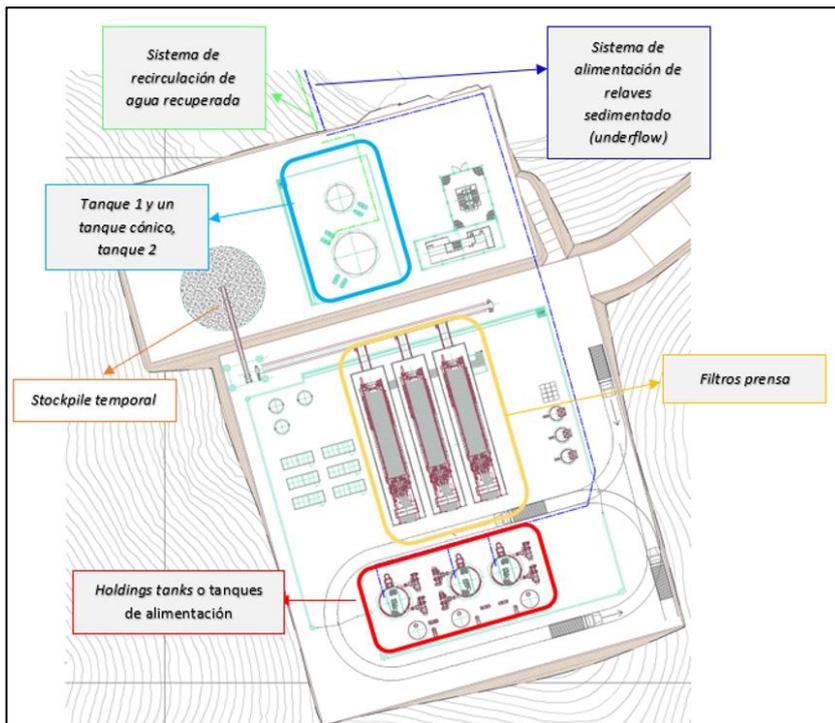
En la Tabla 5.2-1 se detallan los componentes que son materia del Cuarto ITS, así como su justificación y los supuestos considerados según la Resolución Ministerial N° 120-2014-MEM/DM.

² Se denominará Deposito de relaves filtrados 5B a este componente que estará conformado con relaves filtrados provenientes de la planta de relave filtrado.

9.7.1.2 Descripción del componente

La planta de relave filtrado cuenta con las siguientes instalaciones principales: i) tres *holdings tank* o tanques de alimentación; ii) tres filtros prensa; iii) dos tanques de almacenamiento de agua (tanque 1 y tanque 2); iv) un sistema de alimentación de relave sedimentado (*underflow*); v) un sistema de recirculación de agua recuperada hacia la planta de procesos y vi) otros componentes auxiliares (LTE 10kV). La distribución de las diversas instalaciones que conforman la planta de relave filtrado propuesta se muestra en la ilustración a continuación.

Ilustración 9.7-1 Distribución de la planta de relave filtrado propuesta



Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

La planta de relave filtrado será alimentada de relave espesado (*underflow*) mediante el bombeo desde un cajón de concreto proyectado. Este cajón, recibirá el relave sedimentado proveniente de los espesadores, desde este cajón se bombearán 529 m³/h hacia la planta de relave filtrado, descargando el relave sedimentado en tres (3) tanques los cuales estarán ubicados en el nivel superior de la plataforma de filtrado (224 msnm). El bombeo del relave alimentará los filtros prensa correspondientes ubicados en el mismo nivel. El relave filtrado, será descargado por la parte baja de los filtros, los cuales serán depositados en un stock pile para que su traslado se realice mediante volquetes hacia el DR 5B para su disposición final.

El agua recuperada del proceso de filtrado será transportada por gravedad hacia dos tanques (1 y 2). Desde estos tanques el agua recuperada retornará una parte a la planta concentradora y otra retorna al proceso de filtración para su uso en el sistema de lavado.

En el Anexo 9-2 se adjunta la ingeniería a nivel de factibilidad del presente componente.

En la Tabla 9.7-1, se presenta el punto de ubicación central referencial proyectado donde se emplazará la nueva planta de relave filtrado.

Tabla 9.7-1 Características iniciales del relave que será enviado a la planta de relave filtrado

Componente	Coordenadas centrales–s referenciales proyectadas WGS 84 UTM - Zona 18 S		Área (ha)
	Este	Norte	
Planta de relave filtrado	326752.00	8595552.00	1.05

Fuente: Elaboración propia.

Es importante detallar que la planta de relave filtrado se emplazará sobre la formación vegetal Desierto sin vegetación (De) que se caracteriza por la predominación de las llanuras arenosas con material arenoso y presencia de material rocoso; con nula presencia de vegetación herbácea o arbustiva.

Criterios de diseño

Los criterios para el diseño de la planta de relave filtrado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9.7-2 Criterios de diseño de la planta de relave filtrado

Descripción	Unidad	Valor
Condiciones de sitio		
Elevación promedio	msnm	200
Temperatura máxima	°C	23
Temperatura mínima	°C	15
Temperatura promedio	°C	18.1
Humedad relativa máxima	%	99
Humedad relativa mínima	%	79
Vientos predominantes	km/h	SE y SO de 4 y 6
Manejo de relaves		
Fluido	Tipo	relave
Temperatura de diseño	°C	15
Gravedad específica del sólido	-	2.67
Gravedad específica del líquido	-	1.01
Concentración de sólidos en peso	%	47.66
Tamaño de partículas d50	micras	67
Caudal a 8400 TPD	m ³ /h	529
Presión residual en la descarga	mcf	2.0
Nivel de succión de bomba de relaves	msnm	213
Nivel de descarga en tanques <i>holding tank</i>	msnm	234
pH	-	10.12

Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

La plataforma para la planta de relave filtrados estará conformada por dos niveles:

- En un *nivel inferior* (217 msnm) se encontrarán los tanques de recepción del agua tanto del proceso de filtrado, como del proceso de lavado de telas de filtros, así como las bombas para el manejo de esta agua recuperada. En este nivel también se ubican los componentes eléctricos como la sala eléctrica, sala de control y subestación eléctrica.

Los equipos mecánicos que se ubican este nivel serán: i) tanque de agua recuperada de filtrado; ii) tanque de agua recuperada de lavado; iii) bombas de agua recuperada asociadas al tanque, iv) las bombas para alimentar a los tanques de agua de lavado y v) las bombas para derivar el agua hacia el reservorio de agua existente, en las cercanías de la planta de procesos.

- En el *segundo nivel* (224 msnm) se ubicarán los filtros prensa, *holding tanks*, bombas para la alimentación de los filtros, tanques de agua de lavado, bombas de lavado de alta y baja, compresores de aire, tanques pulmón, fajas para la recepción del relave filtrado (ubicados debajo de los filtros) y las fajas para el transporte del material y conformar el stock pile en la plataforma del nivel inferior. Desde este punto la disposición final se realizará mediante camiones al Depósito de Relaves 5B.

Etapa de construcción

Para la etapa de construcción, no se prevé realizar actividades de desbroce de suelo puesto que el proyecto se emplaza sobre un área intervenida (área miscelánea sin presencia de vegetación y cobertura vegetal)., Tal como se muestra en la Ilustración 9.7-2. Se estima un tiempo de construcción de aproximadamente 10 meses.

Ilustración 9.7-2 Área sobre la cual se construirá la planta de relave filtrado



Fuente: Google Earth, 2023.

Como parte de las actividades constructivas del presente componente del proyecto se tiene previsto la instalación de:

- Equipamiento mecánico tales como filtros de relaves, bombas, tanques, etc.
- Tuberías para el transporte de relaves hacia la planta de relave filtrado.
- Soportes de tuberías (bloques de anclajes, apoyos, cimentaciones).
- Losas y cimentación para equipos.
- Sistema de alimentación eléctrica a equipos (tableros, transformadores, salas eléctricas, fajas, etc.).
- Sistema de instrumentación y control.

A partir de ello, se consideran las siguientes actividades durante la etapa de construcción:

- Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos;
- Movimiento de tierras;
- Obras civiles;
- Obras mecánicas y tuberías;
- Obras eléctricas; y
- Obras instrumentación y control.

A continuación, se describen las actividades de construcción para la implementación de la planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares.

[Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos](#)

Esta actividad considera la movilización y desmovilización del personal; así como la movilización de equipos y herramientas hacia la zona en donde se construirá la nueva planta de relave filtrado. Los trabajos serán realizados por un subcontratista. Es importante precisar que se usarán los accesos actuales dentro de la operación, no se considera la implementación de nuevos accesos para estas actividades.

El concreto será transportado a los puntos de vaciado tan rápidamente como sea posible y de manera que no ocurra segregación o pérdida de los componentes. El tiempo máximo desde la culminación de la preparación del concreto hasta la colocación será de 30 minutos; pudiendo ser hasta de 45 minutos como máximo, previa autorización del supervisor.

En caso del concreto bombeado, se verificará previamente los camiones concreteros, bombas y demás equipos a ser utilizados, el contratista deberá presentar el programa de colocación de concreto y se analizará la velocidad de entrega a la obra y el sistema de colocación del concreto que se utilizará.

[Movimiento de tierras](#)

El movimiento de tierras para el componente del proyecto comprende el corte y relleno de material para la construcción de la plataforma donde se instalará la nueva planta de relave filtrado, rellenos estructurales, eliminación de material excedente y colocación de relleno compactado con tierra

cernida para mallas de tierra. El contratista llevará a cabo la excavación con métodos, técnicas y/o procedimientos de excavación adecuados, considerando la naturaleza del material, por lo que deberá tomar las precauciones necesarias para preservar la estabilidad de los taludes conformados. El lugar de disposición final del material a remover a causa de las actividades de construcción será en el depósito de desmonte Raúl (actualmente operativo).

Para la planta de relaves filtrados se tendrá el movimiento de tierras de 1225 m³; para la zona de tanques de almacenamiento: 469 m³; zona de compresoras: 66 m³; para la cimentación de las fajas transportadoras: 593 m³ y la sala eléctrica: 95 m³. Las cantidades referenciales del movimiento de tierras a mayor detalle se muestra en el Anexo 9-2.

Obras civiles

Dentro de las obras civiles se detallan las siguientes actividades: i) obras de concreto armado y ii) obras de acero estructural.

- **Obras de concreto armado:** Las obras de concreto armado comprenden la construcción de las cimentaciones para los filtros, tanques, soportes de tubería, bandejas eléctricas, sala eléctrica, transformador y bombas. También comprende losas de contención, buzones, muros cortafuego, pedestales, anclaje para cercos de malla, pernos de anclaje e insertos metálicos.
- **Obras de acero estructural:** Las obras de acero estructural comprenden la construcción de las estructuras de plataformas de mantenimiento, soporte de bandeja, soporte de tuberías, abrazaderas, escaleras de acceso y cerco de malla.

Para la construcción de las obras civiles se requerirá: i) para la planta de relaves filtrados: 711 m³ de concreto armado y 95 888 kg de acero estructural; ii) para la zona de tanques de almacenamiento: 350 m³ y 4313 kg de acero estructural; iii) para la zona de compresoras: 117 m³ de concreto y 7376 kg de acero de refuerzo; iv) para la cimentación de las fajas transportadoras: 151 m³ de concreto y 18 791 kg de acero estructural y v) para la sala eléctrica: 129 m³ de concreto y 12 069 kg de acero estructural. Ver detalle en el Anexo 9-2.

Obras mecánicas y tuberías

Dentro de las obras mecánicas y tuberías se detallan las siguientes actividades: i) implementación del sistema de bombeo para alimentación de la planta y la ii) la implementación de la planta de relave filtrado.

- **Implementación del sistema de bombeo para alimentación de la planta,** se realizará mediante: i) montaje de un sistema de bombeo conformado por bombas centrífugas horizontales para la alimentación de la planta de relave filtrados (una en operación y una en *stand by*) y el ii) montaje de tanque de agua en planchas de acero A36 para alimentar las bombas de agua de sello de las bombas de relave y las respectivas bombas de sello.
- **Implementación de la planta de relave filtrado:**
 - ◆ Filtros de relaves: Se realizará el traslado e instalación de filtros prensa, desde los almacenes de la U.M. Acumulación Condestable al lugar de obra para su montaje. Así como el montaje de motores, sistemas hidráulicos y componentes periféricos

- ◆ Tanques de almacenamiento y tanques agitadores: Se realizará el montaje de tanques para el almacenamiento de agua y para el manejo del relave previo al ingreso hacia los filtros. Adicional a ello se considera: i) montaje de bombas de agua y relave para la operación del proceso de filtrado y ii) el montaje de tanque para el almacenamiento y bombas para el manejo de floculante que será agregado a los tanques agitadores de relaves.
- ◆ Compresoras de aire: Serán instaladas tres compresoras con sus tanques pulmón respectivos para suministrar el aire requerido en el proceso de filtrado.
- ◆ Fajas transportadoras: Para el manejo del relave filtrado se instalarán debajo de la descarga de cada filtro, fajas alimentadoras. Este sistema de fajas transportará el relave filtrado hasta disponerlo en el nivel 217 msnm (plataforma de tanques de agua recuperada), donde se considera un área para la formación del stockpile temporal. Posteriormente, desde este stock pile serán cargados hacia los camiones para su disposición final en el Depósito de Relaves 5B.
- ◆ Grúa tipo torre y fajas transportadoras: Para el desmontaje de componentes durante los mantenimientos correspondientes en la planta de relave filtrado será instalada una grúa tipo torre con capacidad de 7.5 Ton. Para el manejo del producto filtrado (relave seco o con baja humedad) se instalarán debajo de la descarga de cada filtro, fajas alimentadoras (*apron feeder*) de 72" de ancho de banda.
- ◆ Tuberías: Se considera una línea en material Pexgol para el transporte de relave hacia la planta de relave filtrado. Adicional a ello se consideran los siguientes tipos de tuberías:
 - Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B para el manejo de relave dentro de la planta de relave filtrado.
 - Tubería de HDPE PE 4710 SDR 13.,5 para el transporte del agua recuperada desde la planta de relave filtrado hacia el reservorio de agua existente cerca de la planta de procesos.

Lo anterior incluye todas las válvulas requeridas para operación, en el cuadro a continuación se listan los equipos mecánicos que se requerirán instalar en la etapa de construcción.

Los equipos mecánicos a considerar en la etapa de construcción se muestran en el Anexo 9-2.

Obras eléctricas

Se requiere suministros eléctricos para el sistema de bombeo de relaves y para el funcionamiento de la planta de relave filtrados.

- El sistema de bombeo de relaves hacia la planta de relave filtrado constará de un par de bombas centrifugas horizontales de 315 HP y con sus respectivas bombas de agua de sello de 7.5 HP, un sistema operativo y otro en *stand by*, y la potencia instalada en esta zona es de 465 HP.

- La planta de relave filtrados está conformada por tanques agitadores, bombas para alimentación de filtros, filtros prensa, bombas de agua, compresoras, etc. La potencia a ser instalada en esta zona es de 4530 HP.

Las actividades constructivas relacionadas a las obras eléctricas serán las siguientes: i) implementación de la línea de derivación de 10kV; ii) implementación del sistema de bombeo para la alimentación de la planta de relave filtrado; iii) implementación del sistema de puesta a tierra, iv) cableado y conexión. Se considera adicional a ello, el control de calidad de las actividades constructivas de las obras eléctricas.

- **Implementación de la línea de derivación de 10 kV:** considerando las zonas planteadas para la ubicación de la planta de relave filtrado y la estación de bombeo de alimentación a planta, se prevé una línea eléctrica de 10 kV que a lo largo de su recorrido dará suministro eléctrico a las instalaciones antes indicadas. Esta derivación de línea aérea en 10 kV con una longitud de 700 m y conductor tipo AAAC de 95mm², se conectará a la red aérea existente de 10kV perteneciente a CMC. El montaje de la línea aérea de 10 kV será mediante el uso de postes de concreto.
- **Sistema de bombeo para alimentación de planta,** en esta zona se contará con el siguiente equipamiento y canalización:
 - ◆ El transformador en aceite será de 500 kVA ONAN, 10/0,48 kV, 60 Hz, con neutro puesto a tierra. La instalación será sobre una cimentación de concreto con una poza de contención en caso de derrames de aceite. La canalización del primario y secundario del transformador será mediante tubería enterrada.
 - ◆ Se contará con una zona para tableros eléctricos que contara con un cerco perimétrico metálico con cubierta anticorrosiva, los equipos estarán preparados para trabajar al exterior con encerramiento NEMA 4X. Al interior de la zona se tendrá iluminación, señalización, tablero de control, tablero de comunicaciones, canalizaciones, celda de media tensión, CCM, tableros, UPS y todos los componentes considerados en la ingeniería y las buenas prácticas para garantizar la óptima operación del sistema eléctrico. Todos los equipos deben ser integrados para su buen funcionamiento, que no debe limitarse a la instalación y cableado, sino también a las pruebas.
 - ◆ La acometida hacia la subestación será mediante banco de ductos de PVC enterrado en concreto reforzado desde el poste de seccionamiento hacia la celda de media tensión ubicada al interior de la zona de tableros eléctricos y de allí hacia el transformador. Las canalizaciones de los cables aguas arriba y aguas abajo del transformador deberán ser a través de conductos de PVC enterrados.
 - ◆ Para la planta de relave filtrado, se contará con el siguiente equipamiento:
 - El transformador en aceite será de 4 MVA ONAN, 10/0,48 kV, 60 Hz, con neutro puesto a tierra. La instalación será sobre una cimentación de concreto con una poza de contención en caso de derrames de aceite. La canalización del transformador primario será mediante tubería enterrada y el secundario por bandeja tipo malla.
 - La sala eléctrica será de concreto, deberá contar con sistema de presurización y HVAC, sistema de detección y control de incendios, iluminación, señalización, tablero de control, tablero de comunicaciones, canalizaciones, celda de media tensión,

tablero *switchboard*, CCM, tableros, UPS y todos los componentes considerados en la ingeniería y las buenas prácticas para garantizar la óptima operación de la sala eléctrica. Todos los equipos que figuran dentro de la sala eléctrica contarán con encerramiento NEMA 12 y deben ser integrados para su buen funcionamiento, que no debe limitarse a la instalación y cableado, sino también a las pruebas.

- La acometida hacia la subestación será mediante banco de ductos de PVC enterrado en concreto reforzado desde el poste de seccionamiento hacia la celda de media tensión ubicada al interior de la sala eléctrica. Las canalizaciones de los cables aguas arriba y aguas abajo del transformador deberán ser a través de bandejas portacables tipo malla de 300 mm y 600 mm de ancho x 100 mm de altura respectivamente, con una separación mínima de 450 mm entre bases. Las derivaciones hacia las unidades motoras desde la bandeja portacables serán mediante *conduits* de CPVC. Los soportes de las bandejas serán metálicas con recubrimiento anticorrosivo.
- **Sistema de puesta a tierra**, antes de instalar el sistema de puesta a tierra se debe verificar la resistividad del terreno. Una vez instalada la malla de tierra se debe realizar mediciones de resistencia de la malla con el objetivo de verificar que los valores se encuentren dentro de los parámetros indicados en los planos. Si los valores de medición de resistencia de malla de tierra no están dentro de los parámetros requeridos, el contratista procederá con la instalación de contrapesos hasta lograr los valores deseados.
- **Cableado y conexión**, el contratista será responsable del cableado y conexión de cada uno de los equipos contemplados en las listas de cables y su respectiva conexión entre equipos y tableros, siguiendo los esquemas y planos del proyecto. El contratista deberá contemplar el material necesario para la tarea, tales como terminales y otros consumibles. Todo cableado debe ser debidamente etiquetado y rotulado, uno de los tendidos en ductos, tuberías y bandejas. Todos los rótulos, ya sean adhesivos o insertables, deben cumplir con los requisitos de legibilidad, protección contra el deterioro y adhesión de acuerdo con los estándares de CMC y el estándar UL969.
- **Control de calidad**, el contratista será responsable del aseguramiento del control de calidad aplicable a todas las actividades que ejecute, ya sea directamente o a través de sus subcontratistas. El QA/QC aprobado por CMC deberá incluir, sin carácter limitativo, el programa de verificación y documentación de las pruebas, ensayos, inspecciones y revisiones requeridas que se lleven.

Los equipos eléctricos por considerar en la etapa de construcción se muestran en el Anexo 9-2.

Obras de instrumentación y control

El objetivo de las obras de instrumentación y control es garantizar una correcta instalación, montaje y operación de los equipos de control, comunicaciones e instrumentación de campo para la puesta en marcha de la planta de relave filtrado. A continuación, se resume de manera general los trabajos a desarrollar por el contratista.

Para la instrumentación de campo se ha considerado la instalación de lo siguiente:

- diez sensores de nivel tipo ultrasónico con transmisores remotos.

- once transmisores de presión.
- seis transmisores de presión diferencial.
- quince manómetros.
- cinco flujómetros tipo magnético, cuatro de 8" y una de 3".
- cuatro densímetros en línea tipo radiactivo.
- once balizas.
- once bocinas.

Para las válvulas de control se ha considerado la instalación de lo siguiente:

- cinco válvulas de control *on-off* tipo cuchilla con actuador eléctrico, cuatro de 10" y una de 18".
- cuatro válvulas de control proporcional tipo mariposa con actuador eléctrico de 3".

Para los equipos de control y comunicaciones se ha considerado la instalación de lo siguiente:

- un gabinete DCS.
- un gabinete remoto.
- dos gabinetes de comunicaciones.
- dos tableros de distribución 120 Vac.
- una caja de empalme para fibra óptica
- gabinetes de control suministrados por el vendedor de los filtros prensa.
- tres gabinetes de control suministrados por el vendedor de las fajas transportadoras.

Para los equipos de sistema SCADA se ha considerado la instalación lo siguiente:

- un router/firewall.
- dos CPU, incluye teclado y mouse.
- cuatro monitores.
- una impresora.

Para los equipos de sistema CCTV se ha considerado la instalación de lo siguiente:

- CPU, incluye teclado y mouse.
- cuatro monitores.
- diez cámaras PTZ.

El contratista suministrará todos los soportes, accesorios y consumibles necesarios para la completa instalación de la instrumentación, gabinetes y tableros de campo.

Finalmente, es importante precisar que la zona de los trabajos deberá mantenerse permanentemente limpia, para lo cual el contratista deberá programar el retiro de escombros y/o material sobrante de una manera óptima hacia su disposición final.

Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación se consideran las siguientes actividades:

- Filtrado del relave
- Mantenimiento de la planta de relave filtrado
- Mantenimiento de los sistemas de bombeo

A continuación, se describen las actividades de operación de la planta de relave filtrado.

Filtrado del relave

La planta de relave filtrado de relave será alimentada con relave sedimentado (*underflow*) mediante el bombeo desde un cajón de concreto proyectado. Las características del relave sedimentado (*underflow*) a una capacidad máxima de procesamiento 8400 TMD se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 9.7-3 Características iniciales del relave que será enviado a la planta de relave filtrado

Características	TPD	Capacidad a 8400 TMD
Caudal total de Underflow	m ³ /hr	529
Gravedad Especifica	Tn/m ³	2.67
Densidad Pulpa	Tn/m ³	1.4
Sólidos	%	47.6
pH		10.12

Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Se proyecta que la pulpa del relave sedimentado (*underflow*) se derive desde los espesadores existentes por gravedad hacia el cajón existente a través de una tubería HDPE de 16" de diámetro. Desde este punto, se descargará la pulpa del relave sedimentado a través de una tubería de HDPE hasta un nuevo cajón de paso. Desde ahí, mediante un sistema de bombeo se distribuirá la pulpa a los *holdings tanks* o tanques de alimentación. Se ha considerado que en el nuevo cajón de paso exista una línea de agua que permita la dilución de la pulpa en caso de atoros. Adicional a ello, se ha considerado una línea de alimentación de agua para el sello de las bombas de lodos, en caso sea necesario.

Para el sistema de filtro prensa, se considera un *holding tank* por filtro de 150 m³ de capacidad. Cada *holding tank* alimentará al sistema de filtrado mediante bombas centrífugas capaz de llegar hasta una presión de llenado entre 10 y 11 bar de presión. La agitación que se dará en cada *holding tank* será necesaria no solo para mantener homogéneo el *underflow* para una alimentación idónea al sistema de filtración; sino también para la adición de un ayudante de filtración (floculante). Se ha considerado una dosis de 10 ml/L de un floculante preparado al 0.1% de concentración.

Se ha establecido que para el flujo de filtración serán necesario filtros prensas de 89 cámaras (3 filtro prensas en operación), cuyas dimensiones se muestran en el cuadro a continuación.

Tabla 9.7-4 Dimensiones del filtro prensa

Descripción	Dimensiones	Unidades
Tamaño de las placas	2 500 x 2,600	mm
Espesor de la torta	50.00	mm

Descripción	Dimensiones	Unidades
Densidad aparente de la torta	2.19	Kg/L
Producción seca estimada por día	2 800	TMSD
Horas de operación del filtro	20	Hr.
Duración de un ciclo	18	minutos
Área filtrante por cámara	11	m ²
Gravedad específica del sólido	2.67	kg/m ³
Volumen de cada cámara	250	L
Factor de eficiencia	100	%
Número de ciclos por día	66	Ciclos
Número de cámaras requeridas	89	Cámaras
Área filtrante total	990	m ²
Toneladas producidas por ciclo	49.15	Ton Húmedas
Toneladas producidas por día	3 274.85	Ton Húmedas

Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Cada filtro contará con un sistema de pesaje compuesto por cuatro celdas de 50 toneladas cada una, instaladas en cada punto de apoyo a través de las cuales se permitirá llevar el control. Se tendrá un sistema de lavado que operará en 2 etapas: i) el primer lavado se realizará a una presión de 12 bar de manera simultánea en todas las placas; y ii) el segundo lavado se realizará con agua a 30 bar y puede programarse para una o dos veces al día. Por tal motivo, se contará con un tanque de alimentación para el agua de lavado por filtro, el cual tendrá un volumen de 60 m³.

Adicional a ello, se ha considerado un tanque de 100 m³ para la recepción del agua filtrada (tanque 1) y un tanque cónico (tanque 2) para la recepción del agua de lavado. El tanque cónico permitirá que los sólidos que provengan del lavado de los filtros puedan sedimentar y ser enviados hacia los *holdings tanks* a través de bombas. El agua clarificada (*overflow* del tanque cónico) se enviará al tanque de agua filtrada, el cual servirá para alimentar a los tanques de lavado, al sistema de preparación de ayudante de filtración, sellos de agua de las bombas y para dilución en el cajón de paso. El excedente será enviado hacia la planta concentradora de la U.M. Acumulación Condestable.

La descarga del relave filtrado se realizará de forma automática a través de un sistema de arrastre electromecánico de velocidad variable que separa las placas permitiendo la descarga del relave filtrado hacia el sistema de fajas. Finalmente, los relaves filtrados serán transportados hacia el stockpile para que, desde ahí, puede ser cargado y transportado mediante el uso de volquetes/camiones hacia el Depósito de Relaves 5B.

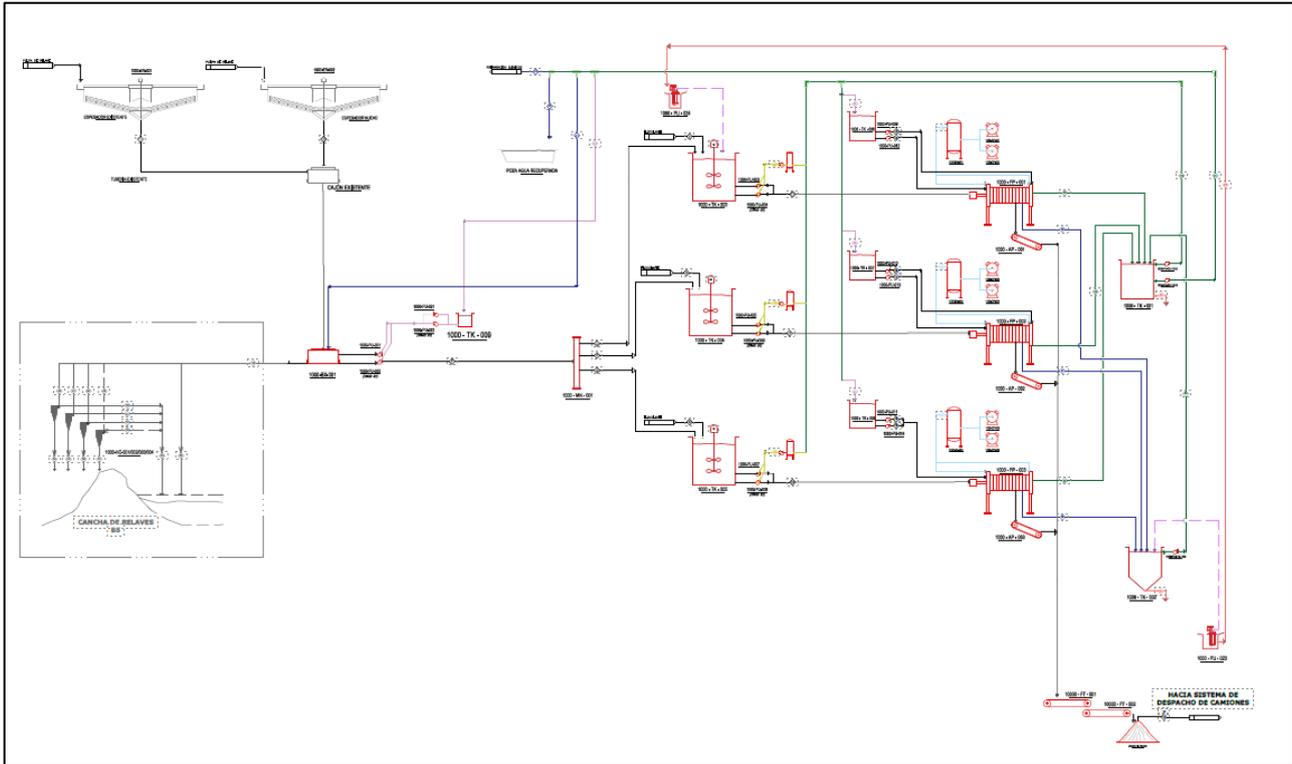
Las características del relave filtrado serán las siguientes:

Tabla 9.7-5 Características del relave filtrado

Relave filtrado	TPD	8 400
Caudal Total - Flujo de –ulpa Nomi–al	m ³ /h	181.79
Flujo Másico - Sólidos - –lujo Nomin–l	tn/h	338.10
Flujo Másico - Líquidos - Flujo Nominal	tn/h	55.27
Gravedad Específica (Sólidos)	tn/m ³	2.67
Densidad	Tn/m ³	2.16
Porcentaje de sólidos	%	85.95
Porcentaje de humedad	%	11% al 16%

Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Ilustración 9.7-3 Diagrama del proceso de filtrado



Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Sistema de bombeo y transporte de relaves y sistema de recirculación de agua

La planta de relave filtrados deberá contar con un sistema de bombeo y transporte de relaves y un sistema de recirculación de agua para su operación. Ambos sistemas de bombeo (relaves y recirculación de agua) estarán abastecidos a partir de la implementación de una línea eléctrica de 10 kV. Esta derivación de línea aérea en 10 kV con una longitud de 700 m y conductor de 95mm², se conectará a la red aérea existente de 10kV perteneciente a CMC. El montaje de la línea aérea de 10 kV será mediante el uso de postes de concreto.

El sistema de bombeo del relave estará conformado por dos bombas centrífugas horizontales, uno en operación y uno en *stand by*, que impulsará el relave desde el cajón de relaves proyectado (cerca a la ubicación del actual cajón N° 2) hacia la ubicación de los tanques agitadores para la alimentación de filtros (*holding tank*). El caudal de impulsión para este sistema es de 529 m³/h.

El sistema de bombeo consta de:

- Tramo 1 (succión), tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 12". Longitud aproximada de 1.5 m.
- Tramo 2 (descarga), tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 12". Longitud aproximada de 1.5 m. En este tramo serán instaladas las válvulas correspondientes.

- Tamo 3 (descarga), tubería en Pexgol clase 12 y diámetro 355 mm. Longitud aproximada de 485 m. Este tramo transporta el relave a lo largo del terreno hacia los tanques agitadores.
- Tamo 4 (descarga), tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 12". Este tramo se eleva verticalmente hacia la parte superior de los tanques agitadores.
- Tamo 5 (descarga), tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 10".
- Tamo 6 (descarga), tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 8".

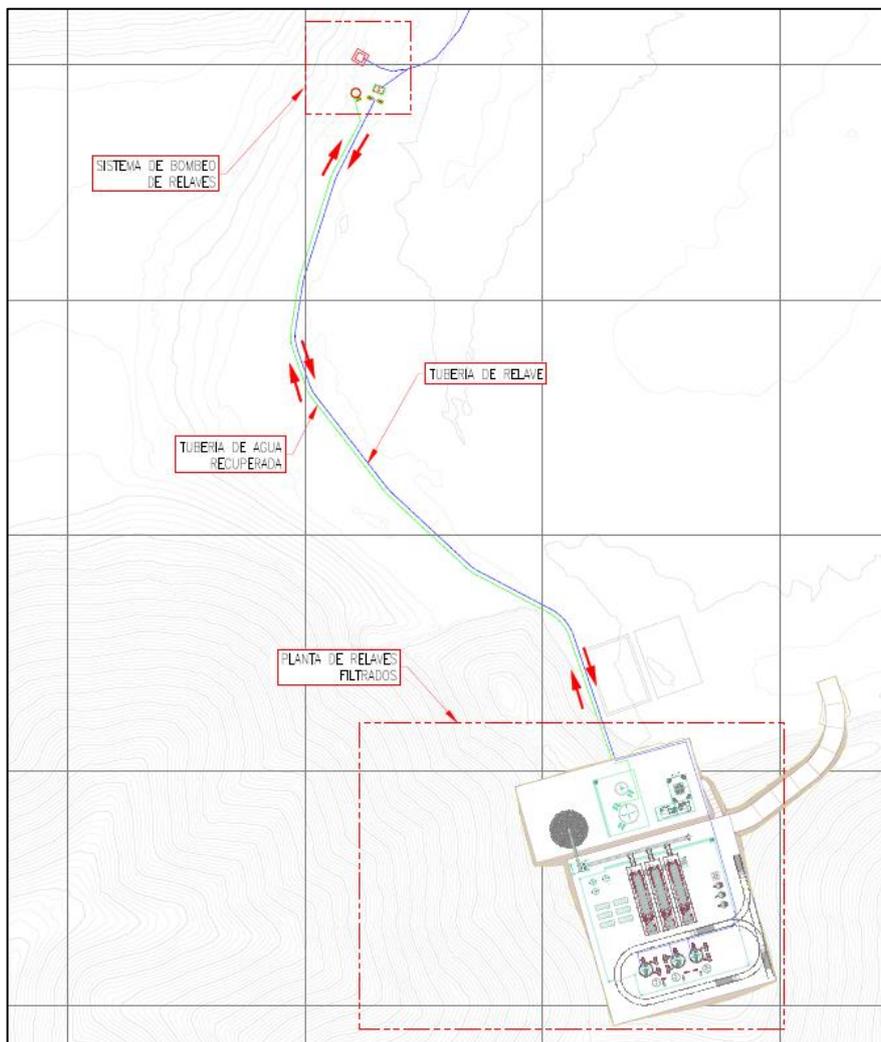
Todos los tramos de alimentación que llegan a los tanques agitadores son en tubería en acero al carbono ASTM A53 Gr. B en Sch STD, ERW, con revestimiento interno de caucho de 6 mm y diámetro de 8". Los parámetros de operación del sistema de bombeo de relave son los que se detallan a continuación.

Descripción	Valor
Parámetros de operación máximos	Q=529 m ³ /h ADT= 39.4 mca
Potencia del motor	215 HP

Con respecto al sistema de bombeo del agua recuperada, del proceso de filtrado, el agua almacenada en el tanque 1, será impulsada hacia los tanques de agua de lavado mediante dos bombas centrífugas. El caudal de cada bomba será de 180 m³/h y una potencia de 30 HP.

El agua recuperada del proceso de lavado de telas se almacenará en el tanque 2, desde este tanque se realizará un trasvase hacia el tanque 1 mediante las bombas. Desde este tanque el agua excedente será derivada a la planta concentradora.

Ilustración 9.7-4 Sistema de bombeo de relaves y agua



Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Sistema de fajas

El relave filtrado será recibido por fajas alimentadoras ubicadas en la parte baja de cada filtro prensa, la cuales tendrán una potencia de 40kW. Luego de ello, el relave filtrado será transferido a una faja común cuya potencia será de 60 HP con una extensión de 47 m. Finalmente una segunda faja con potencia de 60 HP y extensión de 18 m instalada en dirección transversal recibirá el relave filtrado para el envío hacia su disposición en el stockpile.

Los parámetros de operación del sistema de fajas se detallan a continuación.

Tabla 9.7-6 Características del sistema de fajas

Descripción	Valor
Faja alimentadora (del filtro prensa a la faja común)	
Dimensiones	Ancho 60" Longitud: 30 m
Potencia del motor	40 kW
Faja común	

Descripción	Valor
Dimensiones	Ancho 36" Longitud: 47 m
Potencia del motor	66 HP
Faja alimentadora (hacia el stock pile)	
Dimensiones	Ancho 36" Longitud: 18 m
Potencia del motor	60 HP

Fuente: PH Hidroambiental S.A.C, 2023.

Sistema eléctrico

El sistema eléctrico requerido para la operación de la planta de relave filtrado contará con dos subsistemas eléctricos los cuales son:

- Subsistema eléctrico bombeo de relaves
- Subsistema eléctrico filtrado de relaves

Para el subsistema eléctrico del área de bombeo de relaves, se contará con un suministro de energía desde un punto de derivación de la línea de 10 kV. Posteriormente se reducirá la tensión para la distribución y operación de las cargas eléctricas en baja tensión, para luego realizar la distribución secundaria mediante los centros de control de motores.

Para el subsistema eléctrico del área filtrado de relaves, se contará con suministro de energía desde una línea de derivación de la línea de 10 kV (existente). Las cargas de alimentación a partir del sistema eléctrico serán principalmente los sistemas de filtrado (filtros, bombas, compresores, fajas transportadoras), además de servicios complementarios.

Adición de floculante

Dentro del proceso, se hará uso de un floculante específico. La concentración óptima para la preparación de soluciones de polímeros aniónicos (floculante) es $\leq 0.1\%$. La preparación de este producto se dará en un tanque preparador de 25 m³ cada uno, donde se adicionará el polímero aniónico lentamente para evitar la formación de grumos al mezclarse con el agua. Se considera que cada tanque tenga un agitador con una hélice *tipo hydrofoil* agitado a 30 RPM aproximadamente. Para llegar a la concentración óptima (0.1%) se adicionará 25 kg del polímero aniónico. El tanque deberá llenarse un 60% del volumen cuando se inicie la adición del reactivo.

Se tendrá un consumo total mensual de 3 824 kg de floculante, asimismo se considera exista un almacenamiento temporal que lo proteja de la humedad y las lluvias, el cual ocupará un espacio de 6 m², lo que permitirá tener un mes de reserva del producto en el área de filtrado.

Desde los tanques de preparación, a través de bombas de trasvase será enviado a tres tanques de dosificación con un volumen de 25 m³ cada uno. Estos tanques alimentarán un juego de bombas dosificadoras del cual se adicionarán a cada *holding tank*. La dosis establecida es de 10 ml/L. Esta solución ayudará a realizar una adecuada separación del relave en los filtros prensas.

Control del proceso de filtrado

Finalmente, se consideran los siguientes puntos, necesarios para un control automático del equipo:

- Control de la densidad de la pulpa a filtrar
- Control del nivel del *holding tank* antes del ingreso a los filtros
- Control de la presurización de las placas
- Control de cierre y apertura del filtro prensa
- Control del peso de la producción de lodos
- Lavado de las telas filtrantes
- Control del flujo de líquido filtrado generado

Es importante precisar que dentro del proceso se considera el uso de una tela filtrante de 100 % polipropileno, gruesa, excelente resistencia mecánica, monofilamento, color natural, acabado semi alisado para mejor desprendimiento de la torta, apariencia plastificada.

Balance de agua

Como se describió en el Ítem 9.5 la operación de la planta de metalúrgica para el procesamiento de 8400TMD requieren un volumen de agua de 221.18 L/s, de este total 137.89 L/s (62.3%) corresponde al agua recuperada, siendo solo 83.29 L/s (37.7%) agua fresca requerida para el proceso.

Con la implementación de la planta de relaves filtrado e instalaciones auxiliares se concluye que se incrementará el volumen de recirculación de agua recuperada derivado del proceso de filtrado en aproximadamente 69.1 L/s. Este incremento en la recirculación optimizará la actual demanda de agua para el proceso, quedando como volumen de agua recuperada un aproximado de 206.99 L/s, y como requerimiento de agua fresca un aproximado de 14.2 L/s ésta cubrirá parte de las demandas de agua de la planta de concentradora, por lo que existirá un menor consumo de agua fresca para el proceso metalúrgico, ver tabla a continuación.

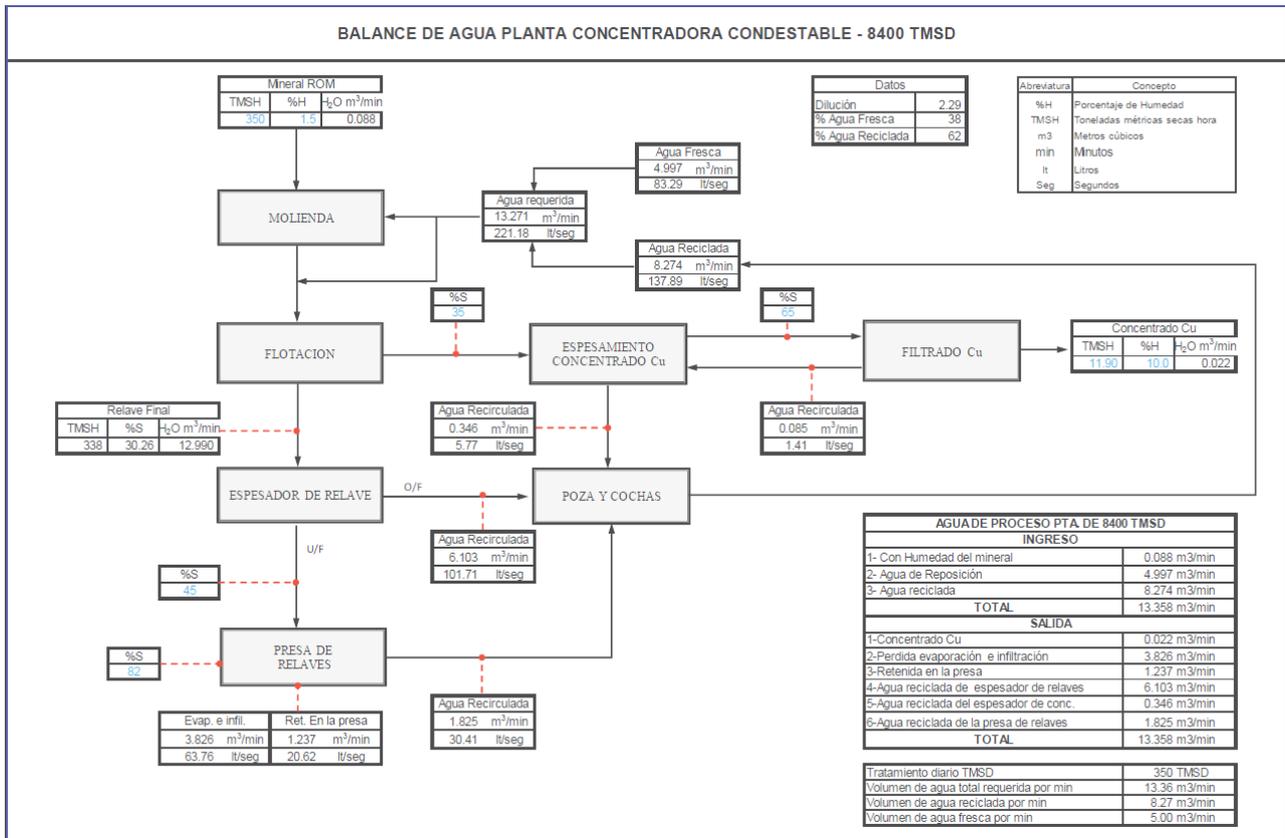
Tabla 9.7-7 Proceso actual vs. proceso proyectado – eficiencia del proceso

Detalle	Proceso actual	Proceso proyectado
Agua requerida para la planta (L/s)	221.18	
Agua recirculada para el proceso (L/s)	137.89	206.99
Agua fresca requerida (L/s)	83.29	14.2

Fuente: Elaboración propia.

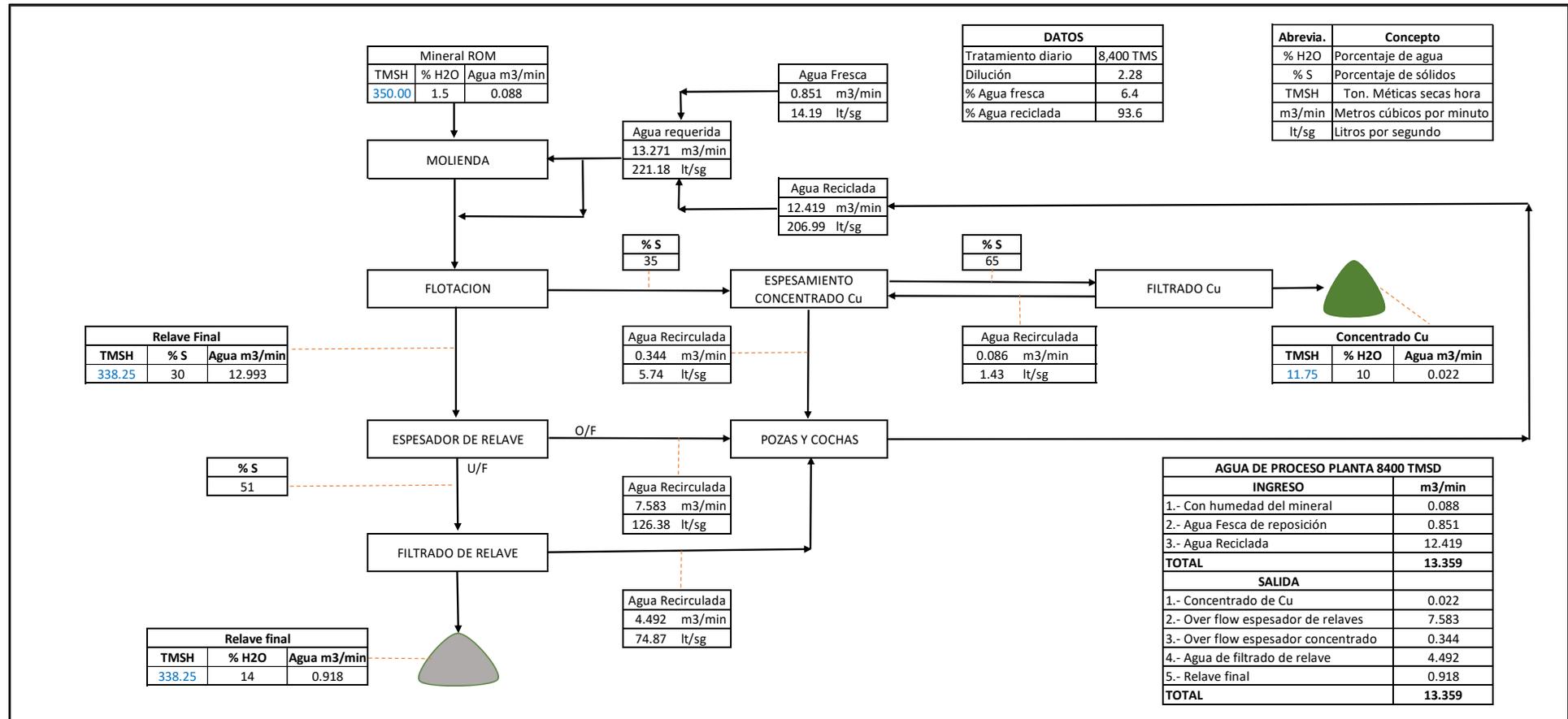
En la ilustración 9.7-5 se presenta el diagrama del balance de agua de todo el proceso metalúrgico incluyendo la implementación de la planta de relave filtrado.

Ilustración 9.7-5 Balance de agua actual aprobado en el Tercer ITS, 2018



Fuente: Tercer ITS, 2018.

Ilustración 9.7-6 Balance de agua proyectado con la inclusión de la planta de relave filtrado



Fuente: CMC, 2023.

Almacenamiento temporal en el stockpile

El relave filtrado, será descargado por la parte baja de los filtros prensa hacia un sistema de fajas (potencia de 40kW), las cuales transportarán el relave filtrado hacia el nivel 217 para su disposición y conformar el stockpile. El almacenamiento será temporal hasta que los camiones puedan cargar estos relaves y transportarlos hasta el Depósito de Relaves 5B.

Transporte de relave filtrado hacia su disposición final

El relave filtrado descargado de los filtros prensa, será recepcionado y transportado mediante el uso de volquetes de capacidad de 40 Ton (20 m³) hacia el Depósito de Relaves 5B.

Es importante precisar que se emplearán los accesos existentes dentro de la U.M. Acumulación Condestable, los mismos que se encuentran dentro del área operativa. Como parte del proyecto, no se espera exista un aumento de la flota actual de camiones existentes dentro de la U.M. Acumulación Condestable para el transporte de los relaves filtrados Depósito de Relaves 5B. Los camiones que habitualmente transitan por la zona de operaciones tendrán que recorrer aproximadamente 6.0 km sobre accesos actualmente operativos y que cuentan con las respectivas medidas de manejo ambiental como: i) riego de los accesos con el uso de cisternas, ii) control de velocidades, iii) programa de mantenimiento, iv) los accesos son impermeabilizados con cloruro de calcio y v) un programa de monitoreo de calidad de aire.

Mantenimiento de la planta de relave filtrado

Durante la etapa de operación se espera realizar el mantenimiento y limpieza de las estructuras civiles, mecánicas y eléctricas de la planta de relave filtrado. Los trabajos de mantenimiento se realizarán de manera mensual y se realizará por un equipo especializado.

Mantenimiento de los sistemas de bombeo

Adicional a lo precisado anteriormente, se espera realizar el mantenimiento a los sistemas de bombeo (relaves como de agua recuperada) de la planta de relave filtrado. Los trabajos de mantenimiento se realizarán de manera mensual por un equipo especializado.

Etapa de cierre

Las actividades de cierre a nivel conceptual se describen en el ítem 14 del presente documento.

9.7.1.3 Actividades por etapas para la implementación de la planta de relave filtrado

En el cuadro a continuación se detallan las actividades del proyecto que serán evaluadas en el Capítulo 10.

Tabla 9.7-8 Actividades para la implementación de la nueva planta de relave filtrado

Etapa	Actividades del Proyecto
Construcción	Transporte de personal, maquinaria, equipos e insumos
	Movimiento de tierra
	Obras civiles (obras de concreto armado y obras de acero estructural)
	Obras mecánicas y tuberías (montaje de las estructuras metálicas, mecánicas y tuberías)

Etapa	Actividades del Proyecto
	Obras eléctricas (montaje de obras eléctricas)
	Obras de instrumentación y control
Operación	Filtrado del relave
	Almacenamiento temporal en el stockpile
	Transporte del relave filtrado hacia su disposición final
	Mantenimiento del sistema de filtrado de relaves
	Mantenimiento de los sistemas de bombeos (alimentación de la planta y agua recuperada)
Cierre	Desmantelamiento y demolición
	Colocación de desmonte
	Establecimiento del terreno

Fuente: Elaboración propia.

9.7.2 Modificar el material de conformación del dique y vaso de la fase B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado.

9.7.2.1 Justificación técnica

Con el presente Cuarto ITS se propone cambiar el material de conformación del DR N°5, sin modificar la altura del dique, extensión o capacidad (en Mt) aprobada en el Segundo ITS, 2018. El cambio propuesto consiste en disponer el relave filtrado proveniente de la planta de relave filtrado en lugar del relave espesado-cicloneado con el que actualmente opera el DR N°5.

Esta modificación se realiza como parte del compromiso de mejora continua que desea incorporar CMC como parte de su filosofía de gestión de relaves en el proceso de adecuación a las mejores prácticas internacionales.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa entre lo aprobado en el Segundo ITS, 2018 y el cambio propuesto como parte del Cuarto ITS.

Tabla 9.7-9 Comparativa entre los cambios propuestos en el Cuarto ITS y lo aprobado en el Segundo ITS, 2018

Características	Unidad	Fase 5B aprobada en el Segundo ITS, 2018	Cuarto ITS
Altura cota máxima del dique	msnm	162	162
Altura del dique	m	63	63
Borde libre	m	1.5	1.5
Extensión (área)	Ha	35.86	35.86
Talud externo (aguas abajo)	H:V	3.0:1.0	3.0:1.0
Talud interno (agua arriba)	H:V	1.5:1.0	1.5: 1.0
Material de conformación		Relave Espesado-cicloneado	Relave Filtrado

Fuente: Elaboración propia.

Cabe indicar que la modificación del material de conformación del dique y su disposición en el vaso del DR 5B con relave filtrado será desarrollado dentro de los criterios establecidos en el D.S. N° 120-2014-MEM/DM, ello específicamente en su inciso C.1.12, Otras Modificaciones varias.

9.7.2.2 Descripción del componente

Actualmente, el recrecimiento del dique del depósito de relaves 5B, aprobado en el Segundo ITS, 2018 tiene un avance hasta la cota 133, se tiene previsto continuar con la disposición de relave cicloneado hasta la cota 148.

La modificación planteada contempla que iniciada la operación de la planta de relave filtrado, se realizará la conformación y almacenamiento del relave filtrado en la Fase B del Depósito de Relaves 5, este almacenamiento será en el dique y en el vaso de este componente. En adelante, esta modificación será denominada, Depósito de Relaves Filtrados 5B.

El Depósito de Relaves Filtrados 5B, para el diseño del dique consideró taludes con una inclinación de 3.0H:1.0V y banquetas de 27 m de altura, con superficies planas y retiros intermedios, entre banquetas, de 15 m de ancho. El volumen de almacenamiento total será de 2 505 076 m³, el cual se proyecta ser realizado en dos etapas:

- Etapa 1: se conformará el relave filtrado hasta la cota 135 msnm obteniendo una capacidad de almacenamiento de 1,859,467.30 m³(ver plano PL.007.2023.DWG.03.007 del Anexo 9-3) y
- Etapa 2: se conformará el relave filtrado hasta la cota 162 msnm obteniendo una capacidad de almacenamiento de 645,608.70 m³ (ver plano PL.007.2023.DWG.03.008 del Anexo 9-3).

La conformación del relave filtrado en el vaso se realizará a partir de la cota 142 msnm hasta la cota 148 msnm, con una capacidad de almacenamiento de 1,170,938.50 m³ (ver planos PL.007.2023.DWG.03.006 y PL.007.2023.DWG.03.008 del Anexo 9-3).

Adicional a ello, en el vaso, como una medida de contingencia se tendrá como capacidad disponible de almacenamiento 4.16 Mt, manteniendo la capacidad aprobada en el Segundo ITS, 2018.

A continuación, se presenta el detalle de las capacidades aprobadas y propuestas como parte del Cuarto ITS.

Tabla 9.7-10 Capacidades aprobadas y propuestas como parte del Cuarto ITS

Escenario	Operación	Estructura	Material	Volumen	Densidad	Peso
				(Mm ³)	(t/m ³)	(Mt)
Diseño Aprobado	Operación con Relave Cicloneado	Relave fino en el vaso (hasta cota 160 msnm)	Relave fino	7.55	1.25	9.44
		Relave grueso en el dique (hasta cota 162 msnm)	Relave grueso	5.39	1.752	9.44
Capacidad de almacenamiento Fase B del DR N°5 (Segundo ITS, 2018)						18.88
Ejecutado	Operación con Relave Cicloneado	Relave fino colocado (mayo, 2023)	Relave fino	1	1.25	1.25
		Relave grueso colocado (mayo, 2023)	Relave grueso	0.71	1.752	1.25
Relave dispuesto en la Fase B del DR N°5						2.5
Condición Proyectada en el Cuarto ITS	Operación con Relave Cicloneado	Relave fino por colocar (hasta cota 142 msnm)	Relave fino	2.05	1.25	2.56
		Relave grueso por colocar (hasta cota 148 msnm)	Relave grueso	1.25	1.752	2.19
	Operación con Relave Filtrado	Relave filtrado en el vaso	Relave filtrado	1.17	2.03	2.38
		Relave filtrado en el dique	Relave filtrado	2.51	2.03	5.09
Capacidad de almacenamiento del Depósito de relaves filtrados 5B (Cuarto ITS)						12.22
Contingencia						4.161
Total						18.88

Fuente: CMC, 2023.

Las características principales del Depósito de Relaves Filtrados 5B se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9.7-11 Características principales

Descripción	Características
Volumen de almacenamiento de relave filtrado en el dique 5B	2,505,076.00 m ³
Volumen de almacenamiento de relave filtrado en el vaso	1,170,938.50 m ³
Área de apilamiento	136,561 m ²
Cota máxima	162 msnm
Cota mínima	90 msnm
Altura de conformación	52 m
Talud de banqueteta	3.0H: 1.0V
Altura de banqueteta	27 m
Ancho de banqueteta	15 m
Ancho de corona	15 m

Fuente: CMC, 2023.

Asimismo, como parte de la modificación propuesta se tiene planteado realizar algunas actividades complementarias, principalmente de reforzamiento del cimiento.

Criterios de diseño

La siguiente tabla resumen los criterios de diseño del Depósito de Relaves Filtrados 5B.

Tabla 9.7-12 Criterios de diseño

Ítem	Descripción	Unidad	Criterio de diseño
1.1	Estabilidad Física		
1.1.1	Nivel máximo de elevación de la cota del dique	msnm	162
1.1.2	Modelo de análisis de estabilidad (Método de Equilibrio Limite)	Modelo	Spencer
1.1.3	Período de retorno sismo de diseño	año	475 / 975
1.1.4	Coficiente Sísmico para el análisis pseudoestático	adim.	0.20 / 0.26
1.1.5	Estabilidad estática, mínimo largo plazo	F.S.	≥ 1.5
1.1.6	Estabilidad estática, mínimo corto plazo	F.S.	≥ 1.3
1.1.7	Factor de seguridad mínimo permisible en condición pseudo estática	F.S.	≥ 1
1.2	Dique 5B		
1.2.1	Tipo de material de relleno	Tipo	relave filtrado
1.2.2	Ancho de banqueteta y corona	m	15
1.2.3	Altura entre banqueteta	m	27
1.2.4	Talud entre banquetetas	H:V	3.0:1.0
1.2.5	Cota de cresta	msnm	162
1.2.6	Muro de suelo reforzado aguas abajo para el último metro	Si/no	No
1.3	Dique de pie		
1.3.1	Tipo de material de relleno	Tipo	Préstamo - desmonte
1.3.2	Ancho de corona	m	8
1.3.4	Talud del dique	H:V	1.75:1

Ítem	Descripción	Unidad	Criterio de diseño
1.3.5	Cota de cresta	msnm	110
1.4	Camino de acceso perimetral		
1.4.1	Ancho efectivo	m	6
1.4.2	Bombeo	%	2
1.4.3	Berma de seguridad	Si/No	Si

Fuentes: CMC, 2023.

El transporte desde la planta de relave filtrado hasta el Depósito de Relaves Filtrados 5B será mediante volquetes. Los relaves serán descargados y esparcidos mediante un tractor D6 pantanero, luego serán compactados mediante un rodillo liso de 12 toneladas hasta alcanzar la densidad requerida; es decir, al 95% de la máxima densidad seca (MDS) del Proctor estándar para lo cual el contenido de humedad tendrá una variación de $\pm 2\%$ del óptimo contenido de humedad (OCH). El depósito de relaves está conformado además por las plataformas de desecación de relaves y los caminos de acceso a la presa y el área de depósito de relaves filtrados.

El acceso para la conformación de este depósito de relave será a través del acceso existente que conecta con la poza colectora 2.

Diseño civil e instalaciones auxiliares

El Depósito de Relaves Filtrados 5B estará conformado por las siguientes instalaciones:

- Plataforma de desecación inicial
- Caminos existentes y operativos

Todas las antes mencionadas son las consideradas para continuar con la operación del Depósito de Relaves Filtrados 5B. Los caminos internos en el componente irán variando de ubicación para poder transportar los relaves filtrados a los distintos niveles que irá alcanzando el depósito.

Análisis de estabilidad física

Debido a la disposición y conformación de relave filtrado en el Depósito de Relaves Filtrados 5B, se ha realizado un nuevo análisis de estabilidad física en condiciones estáticas y pseudo estáticas en su estado de conformación final. El depósito se diseñó con base en la información de CMC y requerimiento de volumen de almacenamiento aprobado en el segundo ITS. A continuación, se describen las consideraciones geológicas y geotécnicas usadas para tal evaluación.

Geología:

El Depósito de Relaves Filtrados 5B se encuentra emplazado principalmente en un depósito eólico con un potencial que varía entre 6m y 25 m, conformado por una arena pobremente gradada. Seguido de un depósito aluvial formado por grava limosa pobremente gradada con un potencial que varía entre 20 m y 60 m.

Geotecnia

En marzo de 2018, Anddes realizó una campaña de campo que consistió en la apertura de 11 calicatas de hasta 4.80 m de profundidad (de las cuales, para el presente análisis, se ha usado 5 calicatas) y compiló información de ensayos geofísicos como refracción sísmica y MASW. Seguidamente se extrajeron muestras representativas y las llevaron a un laboratorio especializado.

Con base en los resultados de los ensayos de laboratorio y a la campaña de campo se obtuvo que el nivel de fundación del Depósito de Relaves Filtrados 5B tendrá un nivel de desbroce de 1 metro y que el suelo donde se emplazará la estructura minera es de tipo eólico y aluvial (predomina un suelo granular con clasificaciones SUCS tipo SM, SP-SM y GP-GM), donde subyace una roca andesita.

Respecto a la conformación, el relave filtrado tiene una clasificación SUCS tipo ML descrito como un limo de baja plasticidad con arena, con una humedad que varía entre 19.9% y 39.6%.

Para estimar los parámetros de resistencia cortante tanto del suelo de cimentación y de conformación del depósito, se realizaron ensayos triaxiales del tipo consolidado no drenado (CU).

Sobre la base de los resultados de ensayos de laboratorio presentados por Anddes (marzo, 2018 y abril, 2021) se definieron los parámetros geotécnicos de la cimentación y del relave filtrado (ver tabla siguiente).

Tabla 9.7-13 Parámetros geotécnicos

Sector	Nombre del material	Peso específico (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)
Depósito de Relaves Filtrados 5B	Basamento Rocoso	26	230	28
	Relave fino	16	0	25
	Relave filtrado compactado al 95%	21	5	34
	Relave grueso suelto a medianamente denso	17	0	32
	Desmante de mina	20	0	38
	Cimentación 1	19.5	0	37
	Cimentación 2	21	0	38
	Cimentación 3	17	0	38

Fuente: CMC, 2023.

Finalmente, se definió que la proyección de corte para llegar al nivel de cimentación donde se emplazará la estructura será de 1 m.

En el Anexo 9-3 se adjunta el informe geotécnico.

Análisis de infiltración

Con el objetivo de determinar el grado de saturación, la presión de poros y la trayectoria del nivel de agua que se genera en el cuerpo de los depósitos de relave DR 5A y Depósito de Relaves Filtrados 5B, se realizó el análisis de filtración. El análisis considera una condición de régimen estacionario (*steady state*). El análisis de filtración se realizó considerando las propiedades hidráulicas de los siguientes materiales³.

Tabla 9.7-14 Características de los materiales para el análisis de infiltración

Material	Características
Relave filtrado	Este material corresponde al relave que se depositará en depósito de relaves filtrados DR 5B. Este material está caracterizado como un limo arenoso (ML). Para el modelo de infiltración se consideró

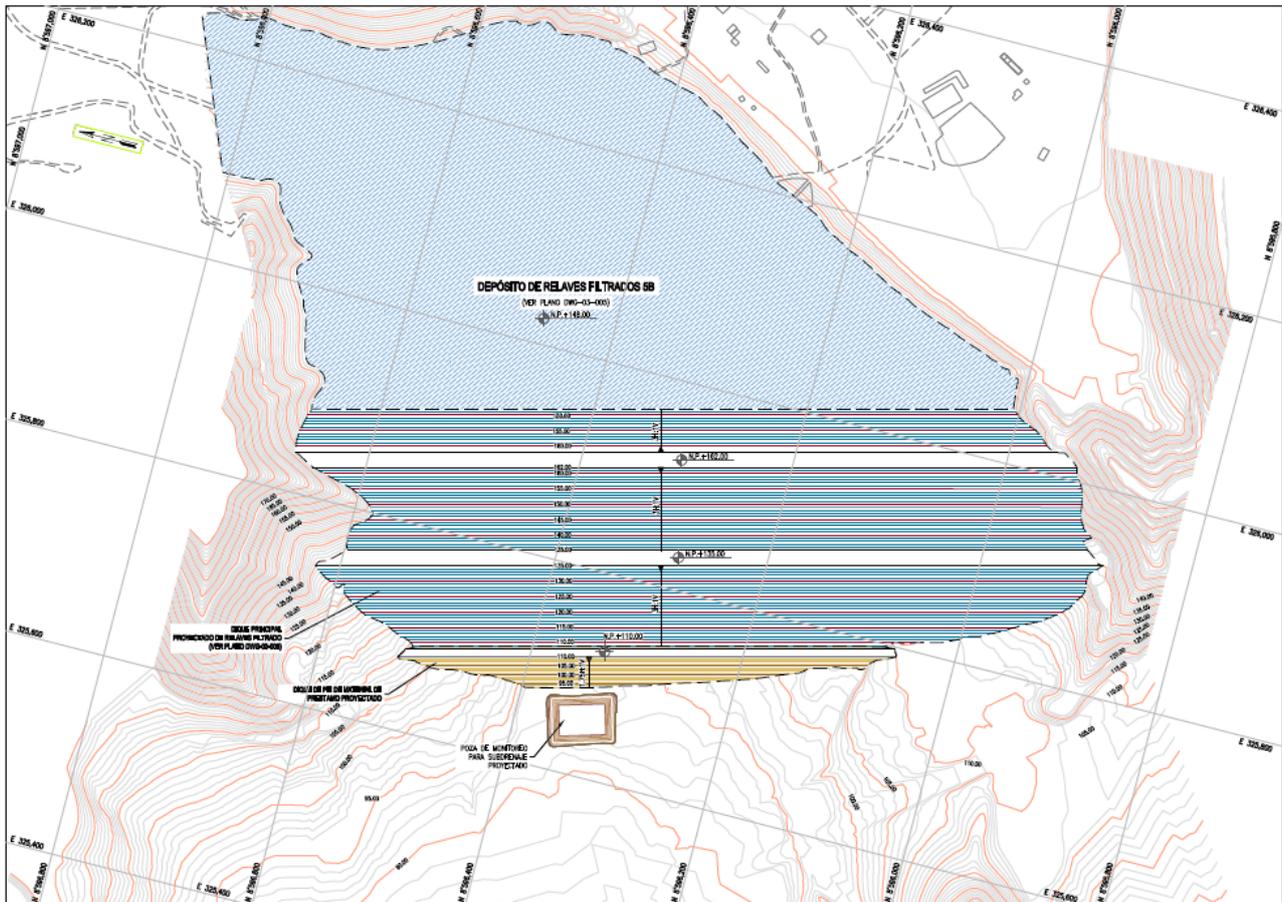
³ La definición de los parámetros geotécnicos se basó principalmente en el estudio de Anddes (2018), para lo cual se utilizó las investigaciones geotécnicas de campo y ensayos de laboratorio desarrollados para dicho estudio.

Material	Características
	un comportamiento no saturado, presentando un contenido de agua volumétrico de 0,62 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-07m/s.
Relave fino	Este material está caracterizado como un limo arenoso (ML). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento no saturado, presentando un contenido de agua volumétrico de 0,62 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-07m/s.
Relave grueso 5A	Este material corresponde al relave que actualmente se deposita en el depósito de relaves 5A. Este material está caracterizado como un limo arenoso (MH). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento no saturado, presentando un contenido de agua volumétrico de 0,62 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-07m/s.
Relave grueso 5B	Este material corresponde al relave que actualmente se deposita en el depósito de relaves 5B. Este material corresponde a una arena limosa (SM). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento no saturado, presentando un contenido de agua volumétrico de 0,62 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-04m/s.
Desmante de mina	Este material corresponde a una grava bien gradada con arcilla y arena (GW-GC). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando un contenido de agua volumétrico saturado de 0.35 y una conductividad hidráulica (k) de 2.0e-04m/s.
Grava de drenaje	Este material corresponde a una grava bien gradada (GW). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando un contenido de agua volumétrico saturado de 0,20 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-02m/s.
Cimentación 1	Este suelo es de origen aluvial, está conformado por arena limosa pobremente gradada (SP-SM). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando un contenido de agua volumétrico saturado de 0.32 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-04m/s.
Cimentación 2	Este suelo es de origen aluvial, está conformado por grava limosa pobremente gradada (GP-GM). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando un contenido de agua volumétrico saturado de 0.25 y una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-05m/s.
Cimentación 3	Este suelo es de origen eólico, está conformado por arena limosa (SM). Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando un contenido de agua volumétrico saturado de 0.31 y una conductividad hidráulica (k) de 6.2e-06m/s.
Basamento rocoso	Para el modelo de infiltración se consideró un comportamiento saturado, presentando una conductividad hidráulica (k) de 1.0e-09m/s.

Fuente: CMC, 2023.

- Para el análisis de filtración se realizó un análisis transiente, con materiales en condición no saturada y saturada. Según los análisis realizados, los parámetros de permeabilidad de los materiales variaron, en el modelo, hasta que el nivel piezométrico y el flujo de agua del sistema de drenaje inferior estuviesen razonablemente acordes.
- Los análisis de filtración se desarrollaron mediante un modelo numérico bidimensional de los regímenes de filtración en el depósito de relaves, utilizando el método de elementos finitos con el objetivo de modelar un medio continuo. Se configura un modelo de filtración definiendo una sección transversal dentro de la cual se especifican los parámetros del material; luego se especifican las condiciones de contorno y las entradas de flujo en la sección.
- Para la realización de la malla de elementos finitos se utilizó una discretización de la geometría mediante una combinación de elementos finitos cuadrangulares y triangulares, con longitudes del borde de 1 m, 2 m y 5 m, con el objetivo de minimizar los problemas de convergencia al momento de la solución.
- Los análisis de filtración se desarrollaron en dos secciones consideradas como críticas, para posteriormente realizar el análisis de estabilidad (ver Ilustración siguiente).

Ilustración 9.7-7 Ubicación de las secciones de análisis del Depósito de Relaves Filtrados 5B



Fuente: CMC, 2023.

Resultados

El análisis de filtración fue realizado para las secciones más críticas del Depósito de Relaves Filtrados 5B. El análisis de infiltración estacionario (*steady state*) permitió estimar el nivel piezométrico dentro del depósito de relaves y su comportamiento como flujo de agua hacia la cimentación.

Se identificaron dos niveles piezométricos distintos, el nivel piezométrico en fundación y el nivel piezométrico en el vaso de depósito de relaves.

Según las líneas equipotenciales, se observa que el flujo del agua de relaves viaja por el dren base de la presa para luego infiltrar hacia la fundación.

En relación con el Depósito de Relaves Filtrados 5B se puede concluir que los resultados del análisis en términos de presiones de poros indican que el cuerpo de la presa no se ve muy afectado por el agua de relaves debido a la alta permeabilidad de la fundación. De cambiar las condiciones del terreno se deberá realizar una actualización del análisis de infiltración.

En el Anexo 9-3 se adjunta el análisis de infiltración donde se muestra las secciones de análisis donde se puede apreciar el nivel piezométrico y las presiones de poros

Análisis de estabilidad

El análisis de estabilidad se realizó por el método de equilibrio límite, evaluando dos secciones consideradas como críticas mediante análisis estáticos y pseudoestáticos. Las secciones que fueron evaluadas son las mismas usadas para el análisis de infiltración.

Para el análisis pseudoestático se evaluaron las aceleraciones máximas probables para los tiempos de retorno de 475 y 975 años, del cual se consideró el 50% del valor máximo de la aceleración horizontal del terreno, obteniendo coeficientes sísmicos de 0.20 g y 0.26 g respectivamente.

Factor de seguridad

Los factores de seguridad mínimos requeridos para la operación son los siguientes⁴:

- Factor de seguridad estático > 1.3
- Factor de seguridad pseudoestático > 1.0

Resultados

Los resultados del modelamiento geotécnico para la condición estática y pseudoestáticas para un escenario de análisis de la condición final teniendo en cuenta los periodos de retorno de 475 y 975 años, se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 9.7-15 Resultados del análisis de estabilidad de componente Depósito de Relaves Filtrados 5B - aguas abajo

Periodo de retorno (Tr)	Tipo de relave	sección	Condición evaluada	Factor de seguridad	
				Estático	Pseudoestático
475 años	Filtrado	A	condición final	2.47	1.40
		B		2.50	1.41
975 años		A		2.47	1.23
		B		2.50	1.23

Fuente: CMC, 2023.

Nota: Análisis mediante método de equilibrio límite, según periodo de retorno descrito.

Tabla 9.7-16 Resultados del análisis de estabilidad de componente Depósito de Relaves Filtrados 5B - aguas arriba

Periodo de retorno (Tr)	Tipo de relave	sección	Condición evaluada	Factor de seguridad	
				Estático	Pseudoestático
475 años	Filtrado	A	condición final	2.48	1.47
		B		2.48	1.47
975 años		A		2.48	1.30
		B		2.48	1.30

Fuente: CMC, 2023.

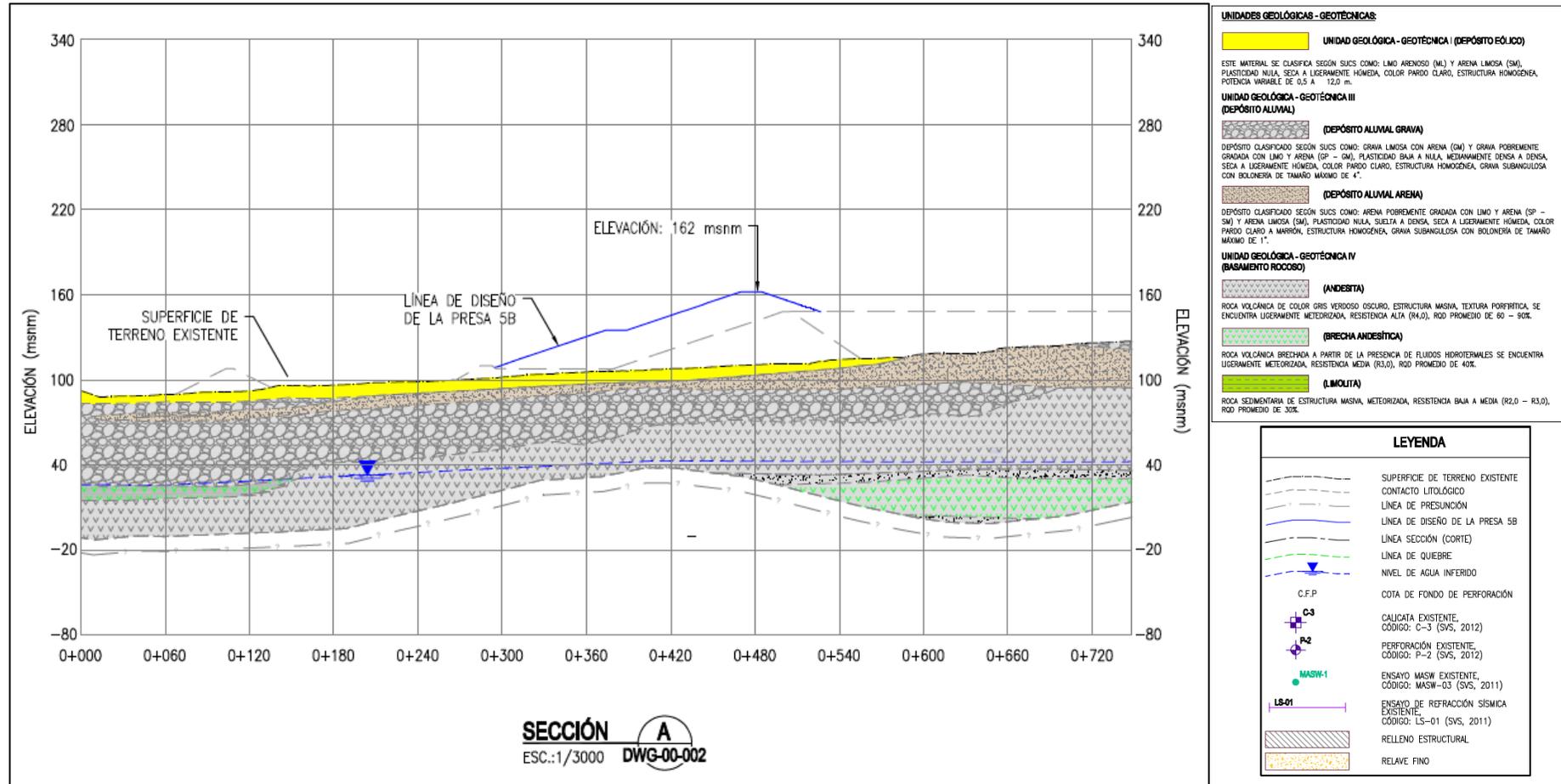
Nota: Análisis mediante método de equilibrio límite, según periodo de retorno descrito.

⁴ Los factores de seguridad mínimos adoptados están basados en las recomendaciones de la “Guía ambiental para la estabilidad de taludes del depósito de residuos sólidos” del MINEM, de la agencia United States Society of Dams (USSD) y de la United States Bureau of Reclamation (USBR). Además, estos valores cumplen con las exigencias de Osinergmin para el tratamiento de depósitos.

Con relación al Depósito de Relaves Filtrados 5B se puede concluir que:

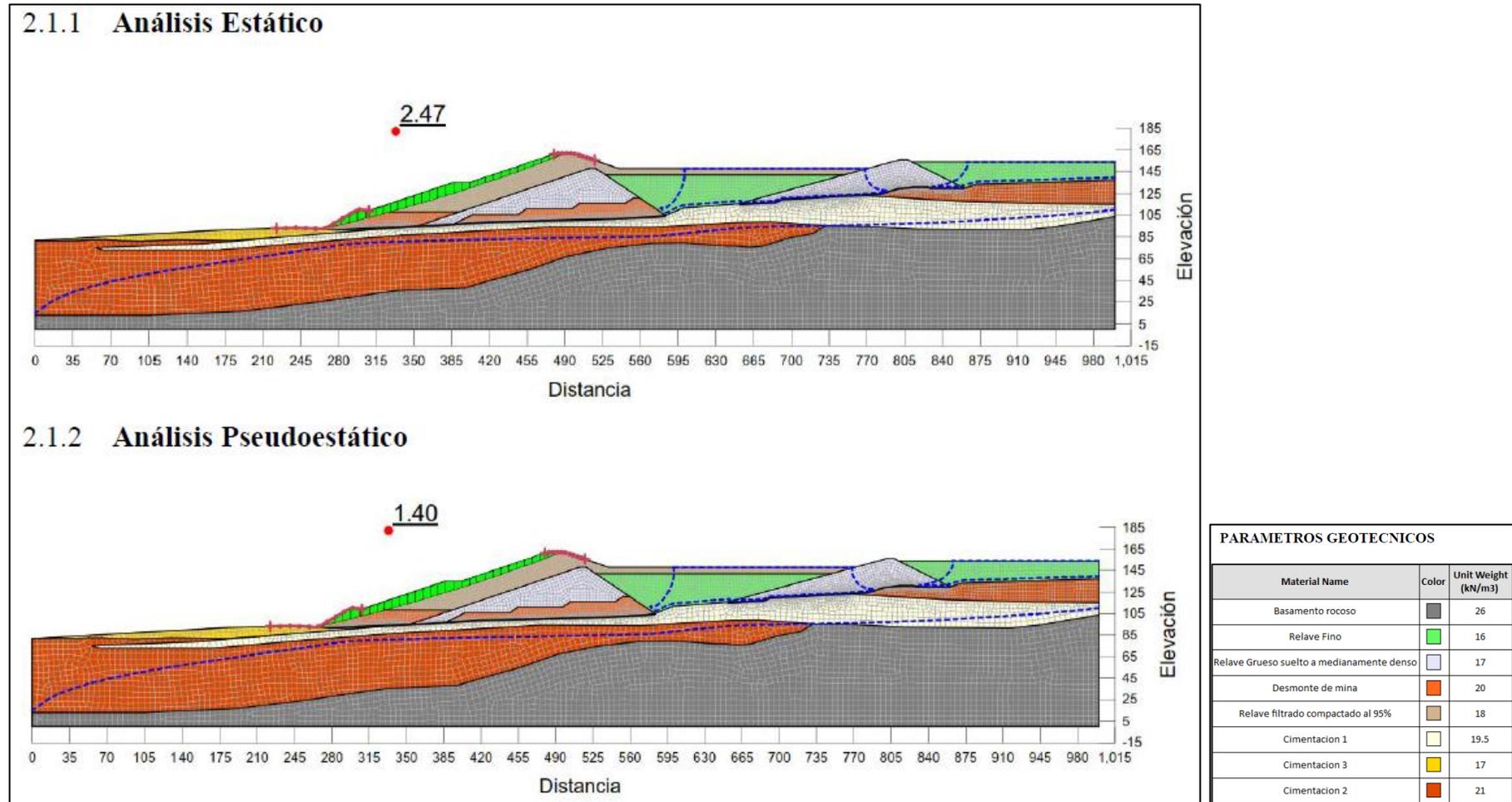
- Los análisis de estabilidad estáticos y pseudo estáticos (coeficiente sísmico de $a=0.20g$), aguas abajo, asociados a un periodo de retorno de 475 años, presentan factores de seguridad mayores a los establecidos en los criterios de diseño, por tanto, se garantiza la estabilidad física de la estructura.
- Los análisis de estabilidad estáticos y pseudo estáticos (coeficiente sísmico de $a=0.26g$), aguas abajo, asociados a un periodo de retorno de 975 años, presentan factores de seguridad mayores a los establecidos en los criterios de diseño, por tanto, se garantiza la estabilidad física de la estructura.
- Los análisis de estabilidad estáticos y pseudo estáticos (coeficiente sísmico de $a=0.20g$), aguas arriba, asociados a un periodo de retorno de 475 años, presentan factores de seguridad mayores a los establecidos en los criterios de diseño, por tanto, se garantiza la estabilidad física de la estructura.
- Los análisis de estabilidad estáticos y pseudo estáticos (coeficiente sísmico de $a=0.26g$), aguas arriba, asociados a un periodo de retorno de 975 años, presentan factores de seguridad mayores a los establecidos en los criterios de diseño, por tanto, se garantiza la estabilidad física de la estructura.
- Tiene taludes de relleno con una inclinación de 3.0H:1.0V, con una banqueteta ubicada en la cota 135 msnm y corona en la cota 162 msnm, de 15 m de ancho.

Ilustración 9.7-8 Sección de análisis A-A' del Depósito de Relaves Filtrados 5B



Fuente: CMC, 2023.

Ilustración 9.7-9 Análisis de estabilidad (tr = 475) / aguas abajo (sección A-A')



Fuente: CMC, 2023.

En el Anexo 9-3 se adjunta el análisis de estabilidad con el detalle del modelamiento geotécnico en condición estática y pseudoestática para cada periodo de retorno mencionado.

Manejo de agua superficial

En el Segundo ITS, se sustentó de que los caudales obtenidos con ayuda del modelo hidrológico HEC-HMS, indicaron que la precipitación que ocurre en las laderas de aporte no genera escorrentía superficial debido a las condiciones del terreno y las bajas precipitaciones; razón por el cual, toda el agua precipitada en los eventos extremos se infiltra o retiene en la cuenca. Por lo tanto, no era necesaria la proyección de canales de coronación para el DR5, este hecho también fue considerado dentro del MEIA donde se indicó que «el área donde se ubica Condestable es bastante árida, y la evaporación producida en la zona excede notoriamente a la precipitación, comportamiento que es característico de estas zonas». Por lo anterior y basados en diversos estudios hidrológicos, en el Segundo ITS se concluyó que los componentes como depósitos de relaves no requieren la construcción de canales o cunetas de coronación durante la etapa de operación; sin embargo, sí se tiene prevista la construcción de canales de coronación para el cierre definitivo de estos componentes (para cumplir con la normativa peruana).

Obras de control de aguas pluviales

Canales de coronación

De acuerdo con la ubicación del Depósito de Relaves Filtrados 5B, la topografía propuesta por CMC y las dimensiones definidas de la estructura minera, no es necesaria la proyección de canales de coronación

Geoquímica del relave

Las consideraciones geoquímicas del relave, presentadas en el Segundo ITS, 2018, se mantienen. No se presentan modificaciones geoquímicas puesto que el filtrado es un proceso físico para la recuperación del agua a través de filtros prensa.

Etapas de construcción

Las actividades de construcción, tales como demolición y desmontaje de infraestructura existente, limpieza y corte de material inadecuado, nivelación, construcción para el sistema de drenaje ya fueron considerados en el análisis del Segundo ITS, puesto que son las mismas actividades descritas para su fundación; a la fecha, ya se han realizado la mayoría de estas actividades.

Para la conformación del relave filtrado se tienen previstas actividades de construcción complementarias, para el reforzamiento de la berma de operación -aguas abajo (con material de préstamo como desmonte de mina). A continuación, se describen las actividades de construcción complementarias para la conformación del relave filtrado en el Depósito de Relaves Filtrados 5B.

- Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos
- Movimiento de tierras (reforzamiento de bermas de operación 5B)
- Extensión del sistema de drenaje

El cronograma de implementación propuesto se presenta en el Anexo 9-3.

Etapa de operación

- Disposición del relave filtrado: el cual está referido a la constitución del Depósito de Relaves Filtrados 5B que incluye desecación, esparcido, compactación y monitoreo de la densidad, humedad y espesor de capas de los relaves filtrados.
- Monitoreo geotécnico: incluye la verificación de la densidad en profundidad de los relaves, verificación de la presión de poros y de los movimientos del depósito de relaves. Para la verificación de la presión de poros se ha considerado la instalación de piezómetros eléctricos. Para la determinación de la densidad en profundidad se ha considerado realizar ensayos SPT (*Estándar Penetration Test*) y para determinar el movimiento del talud se ha considerado la instalación de inclinómetros.
- Mantenimiento de los caminos de operación que servirán para el Depósito de Relaves Filtrados 5B.

A continuación, se describe con mayor detalle la etapa de operación.

Disposición del relave filtrado

De acuerdo con lo mencionado en la sección 9.7.41, los relaves producidos en la planta de filtrado tendrán un contenido de sólidos mínimos de 88% a la salida del filtro de prensa.

Los relaves serán apilados en el área de planta de filtrado. El carguío de los relaves será mediante un cargador frontal, para el transporte se usarán volquetes de 20 m³ y 40 toneladas de capacidad de carga (los que actualmente operan en mina). Los relaves serán descargados y esparcidos mediante un tractor D6 o superior: luego serán compactados mediante un rodillo liso de 12 toneladas hasta alcanzar la densidad requerida.

Los relaves depositados con una humedad superior a la OCH pasarán por un ciclo mínimo de desecado hasta alcanzar el OCH, luego deberán ser compactados a una densidad mínima del 95% del Proctor estándar.

Los relaves compactados serán monitoreados geotécnicamente, se controlará la densidad, la humedad de compactación y espesor de cada capa. Se controlarán las filtraciones captadas por el sistema de drenaje del depósito de relaves. Se instalarán inclinómetros. Finalmente, se verificará mediante la densidad y humedad en profundidad de los relaves filtrados, a partir del primer año de operación del Depósito de Relaves Filtrados 5B.

Parámetros claves para controlar durante la operación y niveles permisibles:

- Contenido mínimo de sólidos a la salida de la planta: 88%
- Densidad mínima de compactación: 95% del Proctor estándar
- Humedad máxima de compactación: $\pm 2\%$ MDS
- Espesor máximo de capa compactada: 0.35 m
- Espesor promedio de capa compactada: 0.30 m

Caminos de operación

Los caminos de operación para el Depósito de Relaves Filtrados 5B son los existentes de 5.5 m de ancho, Estos caminos fueron diseñados para la circulación de vehículo ligeros y para volquetes de transporte de 15 a 20 m³ de capacidad, por lo que las pendientes máximas son de 12%. El camino para el inicio de las operaciones de transporte va desde la planta de relave filtrado hasta el depósito de relaves.

Los caminos de operación cuentan con zonas de paso, con un ancho de 5 m, que permitir el cruce de volquetes en puntos específicos y también cuenta con un sobre ancho en el área del dique de arranque para permitir el retorno de los volquetes y eventualmente para la descarga de relaves desde el camino de acceso cuando los relaves estén próximos a alcanzar en cota el camino de operación.

Conforme se vaya realizando la disposición de relaves filtrados, los accesos, en ciertos tramos, serán acortados; y será necesario — como parte de la operación de los siguientes años — habilitar nuevos accesos para alcanzar los distintos niveles de recrecimiento proyectado. Adicionalmente y para minimizar la cantidad de accesos operaciones será necesario considerar la habilitación de rampas de acceso al área de disposición de relaves.

Etapa de cierre

Las actividades de cierre a nivel conceptual se describen en el ítem 14 del presente documento.

9.7.2.3 Actividades por etapas para la modificación material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado

En el cuadro a continuación se detallan las actividades del proyecto que serán evaluadas en el Capítulo 10.

Tabla 9.7-17 Actividades para la modificación del material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado.

Etapa	Actividades del Proyecto
Construcción	Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos
	Movimiento de tierras (reforzamiento de bermas de operación 5B)
	Extensión del sistema de drenaje
Operación	Disposición de relave filtrado
	Monitoreo geotécnico
	Mantenimiento de instalaciones auxiliares
Cierre	Desmantelamiento y demolición
	Conformación del terreno
	Colocación de material excedente y desmonte de mina

Fuente: Elaboración propia.

9.7.3 Construcción de un dique auxiliar de contención

9.7.3.1 Justificación técnica

La construcción del dique auxiliar de contención con material de préstamo (desmonte de mina), reducirá el impacto de un evento extremo sobre los componentes mineros de la U.M. Acumulación Condestable. Asimismo, la construcción de este dique auxiliar de contención responde a una medida de optimización para cumplir con el proceso de adecuación a los estándares internacionales.

9.7.3.2 Descripción del componente

El dique auxiliar de contención se emplazará sobre un área aproximada de 35 390 m², con una capacidad de almacenamiento de material de préstamo de 349 839.00 m³. Su conformación se realizará con material de préstamo (desmonte de mina) hasta alcanzar la cota máxima de almacenamiento 108.00 msnm. Esta estructura minera se proyectó considerando un evento extremo sobre los componentes mineros de la U.M. Acumulación Condestable, mitigando su impacto. En el Anexo 9-4 se adjuntan los planos a nivel de factibilidad y el presupuesto estimado.

A continuación, se presentan las coordenadas centrales referenciales proyectadas donde se emplazará el dique auxiliar de contención.

Tabla 9.7-18 Coordenadas del componente: dique auxiliar de contención

Componente	Coordenadas centrales referenciales proyectadas WGS 84 UTM - Zona 18 S		Área (ha)
	Este	Norte	
Dique auxiliar de contención	325 600.00	8 596 200.00	3.49

Fuente: Elaboración propia.

Criterios de diseño

El dique auxiliar de contención fue diseñado considerando taludes de relleno que tienen una inclinación de 2.0H:1.0V. El diseño proyecta el dique de 18 m de altura y una corona de 5 m de ancho.

Tabla 9.7-19 Características principales del dique auxiliar de contención

Descripción	Características
Material de préstamo	349 839.00 m ³
Área de apilamiento	35 390 m ²
Cota máxima	108.00 msnm
Cota mínima	90.00 msnm
Altura de conformación	18.0 m
Talud de banquetta	2.0H:1.0V
Ancho de corona	15 m

Fuente: CMC, 2023.

Geología

El dique auxiliar de contención se emplazará principalmente sobre un depósito eólico que varía entre 6 m y 25 m, conformado por una arena pobremente gradada. Seguido de un depósito aluvial formado por grava limosa pobremente gradada con un potencial que varía entre 20 m y 60 m.

Instrumentación geotécnica

Como medidas de control se proyecta la colocación de 2 hitos de control topográfico, denominados HT-9 y HT-10.

Caracterización geoquímica del material de préstamo

Para la conformación del dique auxiliar de contención, se utilizará desmante de mina.

Para el análisis geoquímico de los desmontes existentes en la U.M. Acumulación Condestable, de acuerdo con lo detallado en la CMPCM, 2020; estos no presentan condiciones de acidez, inclusive, el material de desmante es empleado como material de relleno, dado que no existe el riesgo de que genere drenajes ácidos de roca. Adicional a ello, se le suma que la zona donde se emplaza la operación es una zona de aridez sin presencia de lluvias, lo que reduciría la generación de drenajes ácidos del material.

Etapas de construcción

Las actividades de construcción comprenden dos etapas importantes: i) la construcción del dique y ii) la reubicación y construcción de la poza colectora. Para esta última etapa, se considera que esta poza se emplazará sobre la huella aprobada del DR N°5 en la MEIA, 2013; es decir, sobre un área considerada «miscelánea o intervenida a causa de la operación minera». Es así como las actividades de construcción se describen a continuación.

Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos

Esta actividad considera la movilización y desmovilización del personal; así como la movilización de equipos y herramientas hacia la zona en donde se construirá el dique auxiliar de contención. Es importante precisar que se usarán los accesos actuales dentro de la operación, no se considera la implementación de nuevos accesos para estas actividades.

Demolición y desmontaje de infraestructura existente (poza colectora)

Para la demolición y desmontaje de la poza colectora existente se iniciará con la limpieza de las instalaciones para liberarlas de sustancias o agentes químicos remanentes que aún puedan haber quedado en las losas y suelos. Luego de ellos se procederá con desmantelar toda la infraestructura existente, así como la demolición de estructuras de concreto y albañilería.

Los residuos sólidos industriales producto de la demolición serán manejados conforme a la legislación vigente, según estos sean peligrosos o no peligrosos. Los residuos industriales peligrosos serán enviados a rellenos de seguridad de terceros mediante una EO-RS, mientras que el desmante será transportado al depósito de desmante Raúl.

Desbroce y limpieza del terreno

El movimiento de tierras para el componente del proyecto comprende el corte y relleno; así como el desbroce y limpieza del terreno sobre el cual se realizará la construcción del dique y reubicación de la poza colectora, La disposición final del material a remover a causa de las actividades de construcción será en el depósito de desmonte Raúl (actualmente operativo).

Tabla 9.7-20 CANTIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Movimiento de tierras	Cantidades
Corte	10 617.00 m ³
Desbroce y limpieza del terreno	35 390.00 m ²

Fuente: CMC, 2023.

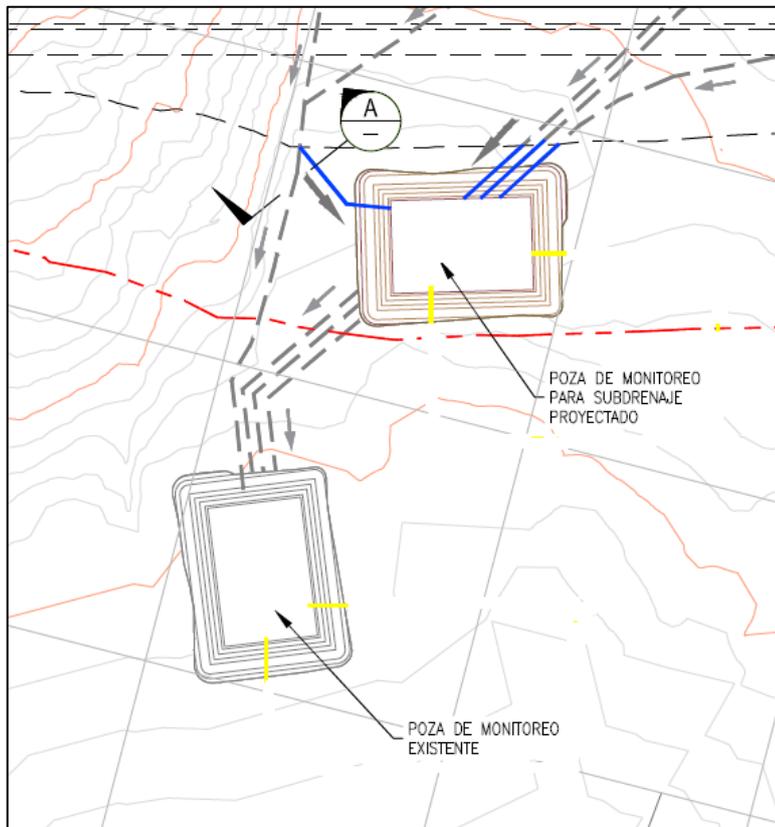
Nivelación

Luego del desbroce y limpieza del terreno, se procederá con la nivelación de este. Esta actividad se realizará con el uso de una aplanadora y rodillo liso para que sobre este terreno se pueda comenzar el dique auxiliar de contención.

Reubicación de la poza colectora 2

Debido a que el dique auxiliar de contención se emplazará sobre el área donde actualmente se ubica la poza colectora 2 del DR N°5, se tiene previsto la reubicación de esta. Esto a su vez, considerará la actualización del sistema de subdrenaje de la poza. El área de la poza colectora proyectada es un área intervenida (aprobada en la MEIA, 2013).

Ilustración 9.7-10 Ubicación de la poza colectora 2 existente vs. poza colectora 2 proyectada

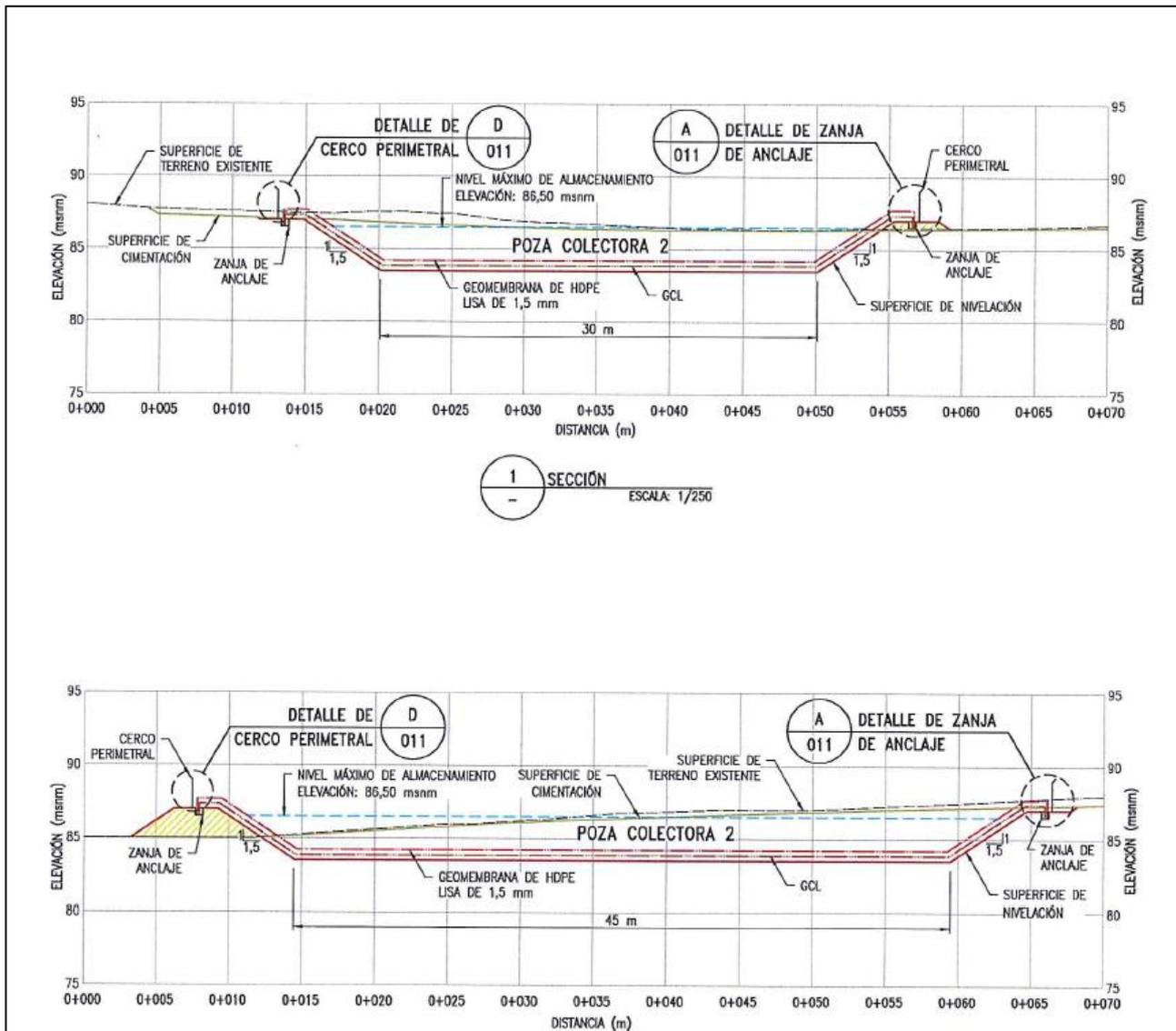


Fuente: CMC, 2023.

Las características de esta poza colectora proyectada serán similares a las aprobadas en el Segundo ITS, 2018, por lo que, ha sido diseñada para una capacidad de almacenamiento de 5145 m³ y con taludes de 1.5H:1V con la finalidad de optimizar el movimiento de tierras y facilitar el trabajo de colocación del revestimiento.

Esta a su vez tendrá un sistema de revestimiento simple que consistirá en geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) lisa de 1.5 mm de espesor sobre una capa de GCL.

Ilustración 9.7-11 Diseño de la poza colectora proyectada



Fuente: Segundo ITS, 2018.

Construcción del dique auxiliar de contención con material de préstamo

Esta actividad está referida a la constitución del dique auxiliar de contención con material de préstamo (desmorte) que incluye su esparcimiento y compactación hasta una altura de 18 m de altura.

Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación, se considera el monitoreo geotécnico del dique auxiliar de contención. Para esto se ha considerado dos hitos topográficos (HT-9 y HT-10). Para la medición de estos puntos de control topográfico será necesario implementar como mínimo dos bases de medición desde las cuales se harán las lecturas topográficas. Los controles topográficos deberán realizarse con estaciones totales de 1 mm de precisión y deberá utilizar prismas de tres lentes. Los

controles se realizarán bimestralmente y deberá ser realizado siempre por el mismo operador, equipo topográfico y a la misma hora del día.

La ubicación de las bases topográficas deberá ser en lugares estables y fijos en donde se estime no tendrá movimiento.

Etapa de cierre

Las actividades de cierre a nivel conceptual se describen en el ítem 14 del presente documento.

9.7.3.3 Actividades por etapa para la construcción del dique auxiliar de contención [C3]

En la siguiente tabla se detallan las actividades del proyecto que serán evaluadas en el Capítulo 10.

Tabla 9.7-21 Actividades para la construcción del dique auxiliar de contención [C3]

Etapa	Actividades del proyecto
Construcción	Transporte de personal, maquinarias, equipos e insumos
	Demolición y desmontaje de infraestructura existente (poza colectora)
	Desbroce y limpieza del terreno
	Nivelación
	Reubicación de la poza colectora 2
	Construcción del dique auxiliar de contención con material de préstamo
Operación	Monitoreo geotécnico
Cierre	Conformación del terreno
	Colocación de material excedente y desmonte de mina

Fuente: Elaboración propia.

9.7.4 Recursos

Mano de obra

Se prevé que la mano de obra para la implementación de la planta de relave filtrado sea de 150 trabajadores/día proyectado para las actividades de construcción (pico máximo). Por su parte para las actividades relacionadas a la modificación del material de conformación del dique y del vaso del DR 5B con relave filtrado y la construcción del dique auxiliar de contención se requerirán 50 personas para la etapa de operación y cierre.

La distribución entre mano de obra especializada y no especializada variará según la disciplina en las diversas etapas de los componentes que forman parte del alcance del Cuarto ITS.

Tabla 9.7-22 Mano de obra para los procesos o mejoras tecnológicas planteadas

Componente	Etapas		
	Construcción	Operación	Cierre
Implementación de la nueva planta de relave filtrado	150	Se usará personal que actualmente labora en CMC, no habrá incremento de personal	50
Modificar el material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de	-		50

Componente	Etapas		
	Construcción	Operación	Cierre
relaves espesados cicloneados a relave filtrado.			
Construcción del dique auxiliar de contención	50		50

Fuente: Elaboración propia con base a la información proporcionada por CMC, 2023.

Residuos

Todos los residuos que se generarán durante la construcción y cierre de los componentes que forman parte del alcance del Cuarto ITS serán depositados en el depósito de desmonte Raúl. Asimismo, los residuos peligrosos serán dispuestos mediante una EO-RS.

Con referencia al residuo originado durante la etapa de operación de la implementación de la planta de relave filtrado (relave filtrado), este será dispuesto mediante camiones hacia el Depósito de Relaves Filtrados 5B.

Agua

La cantidad de agua para la construcción de los componentes será provista por la operación actual de CMC, conforme a los permisos existentes. No se requieren fuentes de agua adicional debido a que se cuenta con la disponibilidad de las licencias de uso de agua vigentes a la fecha.

Con referencia al consumo de agua para la etapa de operación, no se tiene previsto consumo adicional; más bien se planifica una optimización del proceso de recirculación de agua recuperada.

Energía

Tal como se ha detallado anteriormente, para la implementación de la planta de relave filtrado se considera la ejecución de una línea eléctrica de 10 kV. Esta derivación de línea aérea en 10 kV con una longitud de 700 m y conductor tipo AAAC de 95mm², se conectará a la red aérea existente de 10kV perteneciente a CMC. El montaje de la línea aérea de 10 kV será mediante el uso de postes de concreto.

Con referencia a la modificación del material de conformación del dique y del vaso del DR 5B con relave filtrado y la construcción del dique auxiliar de contención se empleará el suministro de energía existente dentro de la U.M. Acumulación Condestable.

9.7.5 Inversión y tiempo de construcción

A continuación, la tabla siguiente se presenta la inversión estimada y el tiempo requerido para la construcción de los componentes materia del presente Cuarto ITS.

Tabla 9.7-23 Inversión estimada y tiempo requerido para la construcción de los componentes materia del presente Cuarto ITS

Componente	Inversión US\$	Tiempo estimado de construcción
Implementación de la nueva planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares	19.81 M	10 meses

Componente	Inversión US\$	Tiempo estimado de construcción
Modificar el material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado	6.42 M	6 meses
Construcción del dique auxiliar de contención	4.65 M	6 meses

Fuente: CMC, 2023.

Tal como se ha detallado en todo el expediente, no se consideran actividades de construcción para la modificación del material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relave espesado-cicloneado a relave filtrado, ya que no se espera exista un incremento de área, capacidad y altura. Únicamente se hace referencia al cambio de material a disponer sobre el componente actualmente aprobado de relave espesado-cicloneado a relave filtrado.

Con respecto a la etapa de operación, se estima que el proyecto tendrá una duración de 20 meses, tiempo operativo de la U.M. Acumulación Condestable de acuerdo con lo aprobado en la CMPCM, 2020 (etapa operativa concluye en el año 2025).

Adicionalmente, se presenta el cronograma de la etapa de construcción y operación para cada componente materia del presente Cuarto ITS.

Tabla 9.7-24 Cronograma propuesto para los componentes del Cuarto ITS

Ítem	Descripción	Tiempo de Ejecución																							
		MESES																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01	Implementación de la planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
02	Modificación del material de conformación del dique 5B							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
03	Construcción del dique auxiliar de contención																								

■	Etapa de construcción
■	Etapa de operación

Fuente: CMC, 2023.

9.8 Plano de los componentes a modificar a escala de nivel de factibilidad

En la siguiente tabla se lista los planos a nivel de factibilidad de las modificaciones motivo del presente Cuarto ITS, los cuales se encuentran suscritos por el especialista responsable, según el siguiente detalle.

Tabla 9.8-1 Planos de los componentes a modificar a escala de nivel de factibilidad

Anexo	Código	Detalle
Anexo 9-2	Implementación de la nueva planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniería a nivel de detalle de la implementación de la nueva de planta de relave filtrado e instalaciones auxiliares.
Anexo 9-3	Modificar el material de conformación del dique y su disposición en el vaso de la fase 5B del DR N° 5 de relaves espesados cicloneados a relave filtrado	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniería a nivel de detalle para la modificación del material de conformación del Depósito de Relaves Filtrados 5B.
Anexo 9-4	Construcción del dique auxiliar de contención	<ul style="list-style-type: none"> Planta y sección del dique auxiliar de contención Limpieza y desbroce – planta Cimentación – planta

Anexo	Código	Detalle
		▪ Presupuesto

Fuente: Elaboración propia.

9.9 Plano de ubicación integrado de los componentes aprobados

La Figura 9-1A presenta un plano topográfico integrando los componentes por modificar, similar a la Figura 9-1B, con información del área efectiva o de influencia ambiental aprobado debidamente georreferenciado.

9.10 Plano de ubicación integrado de los componentes a modificar

La Figura 9-2 presenta un plano integrado con la inclusión de ecosistemas frágiles (cobertura vegetal), zonas arqueológicas, área efectiva y áreas de influencia ambiental con los componentes propuestos como parte del presente Cuarto ITS, debidamente georreferenciado.