



CAPÍTULO 9 PROYECTO DE MODIFICACIÓN

SEGUNDO INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO DE LA SEGUNDA MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LAS ETAPAS 4 Y 5 DEL DEPÓSITO DE RELAVES NIEVE UCRO II

Julio, 2021

Número de proyecto: 023-9-030

Preparado para:

**Compañía Minera Raura S.A.
Jr. Giovanni Batista Lorenzo Bernini 149, Int. 501-A – Torre Trazo
San Borja, Lima – Perú
Teléfono: (051-1) 215-8330**

SEGUNDO INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO DE LA SEGUNDA MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LAS ETAPAS 4 Y 5 DEL DEPÓSITO DE RELAVES NIEVE UCRO II

INFORME FINAL

TABLA DE CONTENIDO

9.0	Proyecto de modificación.....	9-1
9.1	Descripción de los procesos aprobados	9-3
9.2	Planos o diagramas de los procesos aprobados.....	9-3
9.3	Justificación y descripción de los procesos a modificar.....	9-3
9.4	Planos o diagramas de los procesos a modificar	9-3
9.5	Descripción de los componentes aprobados	9-3
9.5.1	Depósito de relaves Nieve Ucro II.....	9-3
9.5.2	Canteras	9-17
9.5.3	Plataformas de perforación	9-20
9.5.4	Otras consideraciones	9-21
9.6	Planos de los componentes aprobados	9-25
9.7	Justificación y descripción de los componentes a modificar	9-25
9.7.1	Reconfiguración de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II	9-25
9.7.2	Cambio e incremento de fuentes de obtención de material de préstamo para construcción del dique de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II.....	9-41
9.7.3	Extensión del plazo de ejecución de las perforaciones aprobadas en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d.....	9-50
9.7.4	Otras consideraciones	9-53
9.8	Planos de los componentes a modificar	9-57
9.9	Plano integrado de los componentes aprobados.....	9-58
9.10	Plano integrado de los componentes a modificar	9-58

CUADROS

Cuadro	Nombre
Cuadro 9.1.1	Características de los cambios propuestos en el presente ITS
Cuadro 9.5.1	Parámetros de diseño aprobados para el depósito de relaves Nieve Ucro II
Cuadro 9.5.2	Resumen de balance de materiales de la Etapa 4 y Etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II
Cuadro 9.5.3	Características del crecimiento de la presa de relaves – Etapa 4
Cuadro 9.5.4	Características del muro de suelo reforzado – Etapa 5

Cuadro 9.5.5	Resultados de factores de seguridad del análisis de estabilidad – Etapa 4 y Etapa 5
Cuadro 9.5.6	Resumen de resultados de factores de seguridad del análisis de estabilidad – Muro de suelo reforzado (Etapa 5)
Cuadro 9.5.7	Resumen de las características operativas del depósito de relaves – Etapas 4 y 5
Cuadro 9.5.8	Características del crecimiento de la presa de relaves
Cuadro 9.5.9	Resumen del plan de explotación de canteras – Etapas 4 y 5
Cuadro 9.5.10	Resumen del programa de perforación
Cuadro 9.5.11	Cronograma del proyecto aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d
Cuadro 9.5.12	Fuentes de captación de agua de la U.M. Raura con licencia
Cuadro 9.5.13	Requerimientos de maquinarias, equipos y/o vehículos
Cuadro 9.7.1	Resumen de características de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II aprobadas y propuestas
Cuadro 9.7.2	Parámetros de diseño del Depósito de Relaves Nieve Ucro II propuestas
Cuadro 9.7.3	Características del crecimiento de la presa de relaves - Etapa 5
Cuadro 9.7.4	Sistema de revestimiento - Etapa 5
Cuadro 9.7.5	Resumen de factores de seguridad calculados
Cuadro 9.7.6	Instrumentación proyectada - Etapa 5
Cuadro 9.7.7	Disposición de relaves - Etapa 5
Cuadro 9.7.8	Resumen de evaluación y plan de explotación de canteras
Cuadro 9.7.9	Resumen de balance de materiales de la Etapa 5 propuesta para el depósito de relaves Nieve Ucro II
Cuadro 9.7.10	Resultados de factores de seguridad de canteras
Cuadro 9.7.11	Ampliación de cronograma de las actividades de perforación aprobadas en el Primer ITS
Cuadro 9.7.12	Componentes del presente ITS
Cuadro 9.7.13	Cronograma propuesto en el presente ITS

DETALLES

Detalle	Nombre
Detalle 9.7.1	Arreglo general del depósito de relaves Nieve Ucro II – Configuración propuesta
Detalle 9.7.2	Ubicación de canteras a ser empleada en la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II
Detalle 9.7.3	Rutas de acarreo de material de préstamo

FIGURAS

Figura	Nombre
Figura 9.7.1	Ubicación de los componentes propuestos en el ITS
Figura 9.9.1	Arreglo integral de la U.M. Raura (sin cambio)
Figura 9.10.1	Arreglo integral de la U.M. Raura (con cambio)

ANEXOS

Anexo	Nombre
Anexo 9.1	Resolución No. 0196-2020-MINEM-DGM/V sustentada en el Informe No. 060-2020/MINEM-DGM-DTM-PCM por la cual se otorga la Autorización de Suspensión de Operaciones de la Unidad Minera Raura
Anexo 9.2	Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5 ^a , 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)
Anexo 9.3	Informe de canteras - NU II Etapa 5 (Anddes, 2021)
Anexo 9.4	Programa maestro de canteras (Anddes, 2021)

ACRÓNIMOS

Acrónimo	Nombre
DAC	Declaración Anual Consolidada
D.S.	Decreto Supremo
EIA-d	Estudio de Impacto Ambiental Detallado
IGA	Instrumento de gestión ambiental
ITS	Informe Técnico Sustentatorio
PMMRS	Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos
PTARI	Planta de tratamiento de agua residual industrial
RAURA	Compañía Minera Raura S.A.
R.D.	Resolución Directoral
R.M.	Resolución Ministerial
U.M.	Unidad Minera

SEGUNDO INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO DE LA SEGUNDA MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LAS ETAPAS 4 Y 5 DEL DEPÓSITO DE RELAVES NIEVE UCRO II

INFORME FINAL

9.0 PROYECTO DE MODIFICACIÓN

El presente Informe Técnico Sustentatorio (ITS) considera cambios en componentes principales y auxiliares para la Unidad Minera (U.M.) Raura, en el marco de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, aprobada mediante la Resolución Directoral (R.D.) N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR. Dicho instrumento de gestión ambiental (IGA) señaló a todos los componentes aprobados para la U.M. Raura, precisando sus ubicaciones.

Posteriormente a la aprobación de la Segunda Modificación del EIA-d, se aprobó un Primer ITS, el cual consideró cambios relacionados con componentes auxiliares, referidos a la implementación de plataformas de perforación desde superficie, con fines de investigación geotécnica e hidrogeológica, el cual tuvo conformidad por parte del SENACE mediante R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR, de fecha 12 de octubre del año 2020.

Como se indica en el **Cuadro 5.1.1** del Capítulo 5 del presente ITS, los cambios propuestos en el presente ITS cumplen con todos los criterios señalados en el ítem A e ítem B de la Resolución Ministerial (R.M.) N° 120-2014-MEM/DM y en el artículo 132° del Decreto Supremo (D.S.) N° 040-2014-EM, modificado por el D.S. N° 005-2020-EM.

Los cambios planteados en el presente ITS se describen detalladamente en este capítulo y sus principales características y/o consideraciones se muestran a manera de resumen en el **Cuadro 9.1.1**. Asimismo, en dicho cuadro se especifica los criterios aplicables del ítem C de la R.M. N° 120-2014-MEM/DM a cada uno de los cambios propuestos.

Cuadro 9.1.1
Características de los cambios propuestos en el presente ITS

Cambio propuesto	IGA base	Objetivo	Justificación	Descripción del cambio			Normativa aplicable al cambio
				Situación sin cambio	Descripción del cambio	Situación con cambio	
Reconfiguración de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (componente principal)	Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR).	Optimizar el método constructivo de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, con la consecuente ampliación en su capacidad operativa.	Dados los avances en el desarrollo de la ingeniería de la etapa 5 de la presa de relaves Nieve Ucro II, RAURA ha visto por conveniente optimizar su diseño, modificando su método de construcción, el cual consideraba un muro de suelo reforzado, por un recrecimiento convencional por método de línea central.	La etapa 5 del depósito de relaves se construye empleando un muro de suelo reforzado hasta la cota 4597,2 m, según lo aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d.	Reconfiguración de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, modificando el método constructivo, originalmente considerando un muro de suelo reforzado, pasando ahora a un recrecimiento convencional por método de línea central con relleno controlado y enrocado, alcanzando como cota final 4599 m.	La etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II se construye empleando recrecimiento convencional por método de línea central, alcanzando la cota 4599 m. La reconfiguración permitirá, además, un incremento en la capacidad de almacenamiento de la presa y, por tanto, en su tiempo de funcionamiento en aprox. 6 meses.	C.1 Ítem 3 – Depósito de relaves (componente principal), de la Resolución Ministerial (R.M.) N° 120 2014-MEM/DM.
Cambio e incremento de fuentes de obtención de material de préstamo para construcción del dique de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (componente auxiliar)	Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR).	Obtener el material de préstamo necesario para el cambio de método constructivo de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II.	El cambio de método constructivo de muro de suelo reforzado a recrecimiento convencional con línea central, requiere de un volumen adicional de material de préstamo.	Se mantienen las fuentes de material de préstamo aprobadas en la Segunda MEIA-d. Se mantiene el método de recrecimiento mediante el muro de suelo reforzado.	Emplear material de préstamo de diferentes canteras (aprobadas y nuevas) para el cambio del método constructivo.	Se emplea material de préstamo de canteras existentes y nuevas para la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II. Tiene como premisa la modificación del recrecimiento a convencional con línea central.	C.1 Ítem 23 - Canteras (componente auxiliar), de la R.M. N° 120-2014-MEM/DM.
Extensión del plazo de ejecución de las perforaciones aprobadas en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (componente auxiliar)	ITS de la Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR).	Obtener un plazo mayor para completar las perforaciones aprobadas en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, las cuales tenían fines de investigación geotécnica e hidrológica.	RAURA planea desarrollar en el futuro nuevas instalaciones mineras al interior de la U.M. Raura, para lo cual requiere conocer las características geotécnicas e hidrogeológicas en distintas zonas, donde potencialmente estas puedan ubicarse; y contar con información de los materiales de préstamo disponibles. Al momento, se ha podido ejecutar 30 de las 186 plataformas aprobadas en el ITS, cuyo plazo vence en octubre de 2021, motivo por el cual se solicita una extensión de 12 meses en su plazo de ejecución.	El plazo de ejecución de las perforaciones se mantiene en 12 meses y culmina según lo aprobado en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR).	Se extiende el periodo de ejecución de las perforaciones aprobadas, en un periodo de 12 meses.	El plazo de ejecución de las perforaciones se amplía en 12 meses, siendo ahora de 24 meses en total.	C.1 Ítem 12 – Otros (componente auxiliar), de la R.M. N° 120-2014-MEM/DM

Fuente: RAURA.
Elaborado por: INSIDEO.

9.1 Descripción de los procesos aprobados

El presente ITS no considera modificaciones a los procesos aprobados, por lo que este aspecto no es aplicable.

9.2 Planos o diagramas de los procesos aprobados

El presente ITS no considera modificaciones a los procesos aprobados, por lo que este aspecto no es aplicable.

9.3 Justificación y descripción de los procesos a modificar

El presente ITS no considera modificaciones a los procesos aprobados, por lo que este aspecto no es aplicable.

9.4 Planos o diagramas de los procesos a modificar

El presente ITS no considera modificaciones a los procesos aprobados, por lo que este aspecto no es aplicable.

9.5 Descripción de los componentes aprobados

A continuación, se describen las características relevantes de los componentes aprobados con fines de cambio en el presente ITS. La descripción detallada de dichos componentes se encuentra en la Segunda Modificación del EIA-d para el recrecimiento de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR) y en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d para el recrecimiento de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR).

9.5.1 Depósito de relaves Nieve Ucro II

La Segunda Modificación del EIA-d consideró el recrecimiento del depósito de relaves Nieve Ucro II, que comprendió para la Etapa 4 el recrecimiento por fases (sub-etapas 4A y 4B) del dique hasta la cota 4 593,20 m mediante el método de línea central, y para la **Etapa 5** la conformación de un muro de suelo reforzado hasta la cota 4 597,20 m, de modo que en ambas etapas se alcance una sobreelevación de 4 m por cada una. Estos recrecimientos se harían principalmente con material de relleno estructural proveniente de las canteras y con parte del material del corte local.

Ambas etapas consideraron una ampliación del vaso del depósito, de modo que en conjunto con el recrecimiento de la presa (dique y muro), se alcance una capacidad de almacenamiento de relaves de 471 301 m³ (754 081 t) y 518 769 m³ (830 031 t), para la Etapa 4 y **Etapa 5**, respectivamente, con una extensión total de 34 meses de operación de este componente. Es importante indicar que en la Segunda Modificación del EIA-d se indicó que la vida operativa de la unidad minera es mayor a la del depósito de relaves. Además, se consideró la reconfiguración de estructuras hidráulicas de los sistemas de manejo de agua: drenaje de agua superficial, drenaje en el cuerpo de la presa, drenaje de aguas de infiltración en el vaso, drenaje de aguas claras y sistema de recirculación. Tanto la ampliación del vaso como la reconfiguración de las estructuras hidráulicas contemplaron

cortes del terreno para cimentación, lo que implica la remoción de material inadecuado, parte del cual sería utilizado *in situ* como material de relleno.

La demanda de agua considerada para la etapa de construcción del proyecto fue relativamente baja, y sería cubierta totalmente con los volúmenes disponibles en la U.M. Raura dentro del marco de lo otorgado por la licencia de uso de agua con fines mineros (R.D. N° 963-2016-ANA-AAA.M). Asimismo, la energía sería provista por medio de los sistemas de suministro existentes en la U.M. Raura, y de manera complementaria en los propios frentes de trabajo mediante el uso de grupos electrógenos.

9.5.1.1 Parámetros de diseño

En el **Cuadro 9.5.1** se muestran los parámetros de diseño aprobados para el depósito de relaves Nieve Ucro II, incluyendo las etapas 4 y 5.

Cuadro 9.5.1
Parámetros de diseño aprobados para el depósito de relaves Nieve Ucro II

Etapa	Tipo de contención ⁽¹⁾	Cota inicial de corona (m)	Cota máxima de corona (m)	Altura del dique (m)	Borde libre (m)	Ancho de corona (m)	Talud aguas abajo / arriba	Capacidad		Área (ha)	Vida útil (año) ⁽²⁾
								Volumen (m ³)	Masa (t)		
Etapa 0	Vaso natural	--	4 650	--	--	--	--	455 370	728 600	11,9	3,8
	Presa de tierra	4 552,0 ⁽³⁾	4 570,0	18	--	--	--	850 000	1 355 000		3,2
Etapa 1	Presa de tierra	4 570,0	4 579,2	9,2	1,0	6,0	1,7H:1V / 1,2H:1V	306 199	585 146	0,56	1,7
Etapa 2		4 579,2	4 585,2	6,0	1,0	6,2	1,7H:1V / 1,2H:1V	641 947	1 226 760	1,82	2,3
Etapa 3		4 585,2	4 589,2	4,0	1,0	6,0	2,0H:1V - 1,75H:1V / 1,2H:1V	452 400	864 536	1,64	2,4
Etapa 4	Presa de tierra	4 589,2	4 593,2	4,0	1,0	6,0	2,0H:1V - 1,75H:1V / 1,2H:1V	471 301	754 081	7,18	1,4
Etapa 5	Muro de suelo reforzado	4 593,2	4 597,20	4,0	1,0	4,2	0,1H:1V / 0,1H:1V	518 769	830 031		1,4
Diseño integral actual (Segunda Modificación del EIA-d)		--	4 597,20	45,2	1,0	4,2	--	3 695 986	6 344 154	23,1	--

Nota: (1) Presas de tierra construidas con el método de línea central. (2) Vida útil estimada en función de la capacidad de producción de la planta concentradora en determinado momento, características del relave y capacidad del vaso del depósito de relaves. (3) Cota inferior en la base (pie) del dique.

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d para el recrecimiento de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II (R.D. N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR)

Elaborado por: INSIDEO.

9.5.1.2 Construcción

Las actividades contempladas en la etapa de construcción fueron las siguientes:

Movimiento de tierras

Para la habilitación de cada etapa del recrecimiento, primero se requería remover de sus áreas de emplazamiento directo la cubierta vegetal, material orgánico (*topsoil*), bolonería y bloques superficiales. Luego se realizaría el retiro del material orgánico (*topsoil*), bolonería y bloques superficiales. Los materiales orgánicos serían transportados y almacenados temporalmente en el depósito de *topsoil* N° 1 – Hidro y/o en el depósito de *topsoil* N° 2 – Primavera, para su posterior uso durante el cierre. Seguidamente, se requería conformar una superficie de cimentación, removiendo los materiales no apropiados para la construcción. Los niveles de corte para la cimentación del dique, vaso y accesos variarían entre los 0,0 m y 8,0 m de profundidad.

El material excedente y/o inadecuado para la construcción que se consideró cortar durante los trabajos de nivelación para conformar la cimentación del dique, vaso y accesos (incluida la bolonería y bloques superficiales) sería trasladado y almacenado en el depósito de material estéril (*backfill*) Niño Perdido.

En el **Anexo 2.7** de la Segunda Modificación del EIA-d se presentó el detalle de la cimentación, nivelación del vaso del depósito en planta y las secciones de cada etapa.

Con respecto al material estructural, en el **Cuadro 9.5.2** se presenta el resumen del balance de materiales aprobado para la construcción de la **Etapa 4** y **Etapa 5** del depósito de relaves Nieve Ucro II.

Cuadro 9.5.2

Resumen de balance de materiales de la Etapa 4 y Etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II

Descripción	Relleno con material propio (m ³)	Relleno con material de préstamo de canteras (m ³)								Total
	Proviene del corte aprovechable	Niño Perdido I	Raura Nueva	Gerencia I	Santa Rosa I	Santa Rosa II	Santa Rosa III	Primavera	Terceros	
Etapa 4										
Relleno estructural Tipo I y II	29 650	32 330	50 000	30 000	11 000	31 000	20 000	--	--	203 980
Enrocado	23 590	3 390	--	--	--	--	--	--	--	26 980
Grava para dren chimenea	--	--	--	--	--	--	--	2 280	--	2 280
Grava para sistema de infiltración	--	--	--	--	--	--	--	555	--	555
Suelo de baja permeabilidad	--	--	--	--	--	--	--	--	1 200	1 200
Material de transición	--	--	--	--	--	--	--	1 060	--	1 060
Cama de apoyo	--	--	--	--	--	--	--	50	--	50
Base de rodadura	--	2 330	--	--	--	--	--	--	--	2 330
<i>Subtotal</i>	<i>53 240</i>	<i>38 050</i>	<i>50 000</i>	<i>30 000</i>	<i>11 000</i>	<i>31 000</i>	<i>20 000</i>	<i>3 945</i>	<i>1 200</i>	<i>238 435</i>
Etapa 5										
Relleno estructural Tipo II y III	12 960	--	--	--	--	--	--	--	--	12 960
Grava para dren chimenea	--	--	--	--	--	--	--	--	1 080	1 080
Grava para sistema de infiltración	--	--	--	--	--	--	--	--	285	285
Base de rodadura	--	1 340	--	--	--	--	--	--	--	1 340
<i>Subtotal</i>	<i>12 960</i>	<i>1 340</i>	--	--	--	--	--	--	<i>1 365</i>	<i>15 665</i>
Total	66 200	39 390	50 000	30 000	11 000	31 000	20 000	3 945	2 565	254 100

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II
Elaborado por: INSIDEO.

Recrecimiento del depósito de relaves

Etapa 4 de la presa a la cota 4 593,2 m – Recrecimiento del dique (línea central)

En el **Cuadro 9.5.3** se presentan las características del crecimiento de la **Etapa 4** de la presa del depósito de relaves Nieve Ucro II y las cantidades de movimiento de tierras.

Cuadro 9.5.3
Características del crecimiento de la presa de relaves – Etapa 4

Descripción	Criterio
Elevación de cresta	4 593,20 m
Altura de recrecimiento	4 m
Ancho de cresta	6 m
Borde libre 1 (de la cresta de dique al nivel máximo de aguas)	2 m
Borde libre 2 (de la cresta de dique al nivel máximo de relave)	1 m
Talud aguas arriba	1,2H:1V
Talud aguas abajo (sector donde la presa se apoya sobre el material de enrocado)	2,0H:1V
Talud aguas abajo (sector donde la presa se apoya en zona de roca)	1,75H:1V
Volumen de relleno estructural tipo I en el dique	158 200 m ³
Volumen de relleno estructural tipo I, sobre enrocado, aguas abajo del dique	7 400 m ³
Volumen de relleno estructural tipo II sobre enrocado, aguas arriba del dique	4 050 m ³
Volumen de relleno estructural tipo II como protección de geomembrana	1 790 m ³
Volumen de enrocado aguas abajo	4 000 m ³
Volumen de enrocado aguas arriba	26 080 m ³

Fuente: : Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II
Elaborado por: INSIDEO.

Etapa 5 de la presa a la cota 4 597,2 m – Muro de suelo reforzado

El crecimiento de la **Etapa 5** de la presa sería mediante un muro de suelo reforzado con un talud de 0,1H:1V en ambos lados del muro y con ancho de cresta de 4,2 m como mínimo, hasta alcanzar la cota 4 597,2 m.

En el **Cuadro 9.5.4** se presentan las características del muro de suelo reforzado de la **Etapa 5** del depósito de relaves Nieve Ucro II y las cantidades de geosintéticos.

Cuadro 9.5.4
Características del muro de suelo reforzado – Etapa 5

Descripción	Criterio
Elevación de cresta	4 597,20 m
Altura de recrecimiento	4 m
Ancho de cresta	4,2 m
Borde libre 1 (de la cresta de dique al nivel máximo de aguas)	2 m
Borde libre 2 (de la cresta de dique al nivel máximo de relave)	1 m
Talud aguas arriba	0,1H:1V
Talud aguas abajo	0,1H:1V
Relleno estructural tipo III	10 600 m ³
Geomalla uniaxial (Tu = 90 kN/m)	38 350 m ²
Geomanta	10 860 m ²
Geotextil no tejido 270 g/m ²	40 600 m ²

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucro II
Elaborado por: INSIDEO.

Sistema de manejo de agua

Sistema de drenaje superficial (aguas de no contacto)

El diseño hidráulico tuvo como principal objetivo el desarrollo de estructuras que permitan un adecuado manejo de los flujos superficiales provenientes de las laderas naturales y áreas de aporte, flujos que corresponden a **aguas de no contacto**. Esto con la finalidad de evitar que estos flujos ingresen al depósito de relaves Nieve Ucro II y proteger los crecimientos proyectados para la **Etapa 4** y **Etapa 5**, derivándolos hacia las quebradas más cercanas o hacia el sistema de drenaje de aguas de no contacto existente en el depósito, las que finalmente descargan sus aguas de no contacto a la laguna Tinquicocha.

En general, el manejo del drenaje superficial sería distribuido –de manera similar al esquema de la etapa 3– en dos sistemas de derivación:

- **Margen izquierda:** estas estructuras se ubican en la zona sur y perimetralmente al depósito de relaves. Su función es transportar los flujos superficiales al sistema de drenaje existente aguas abajo del depósito; es decir, a los canales de coronación del depósito de relaves Nieve Ucro I.
- **Margen derecha:** estas estructuras se ubican en la zona norte y perimetralmente al depósito de relaves. Su función es conducir y derivar la escorrentía superficial hacia la quebrada más próxima que finalmente descarga sus flujos a la laguna Tinquicocha.

Las estructuras hidráulicas se diseñaron para eventos hidrológicos extremos (precipitaciones máximas en 24 horas), considerando un periodo de retorno de 25 años para la condición temporal y de 1 000 años para la condición de operación y cierre. Cabe precisar que las estructuras hidráulicas para el manejo del drenaje superficial de la **Etapa 4** estarían conformadas tanto por estructuras temporales como permanentes para dar continuidad a la **Etapa 5**, mientras que las estructuras hidráulicas de esta subsiguiente etapa estarán conformadas por estructuras permanentes (operación y cierre).

Sistema de drenaje en el cuerpo de la presa

El diseño del depósito hasta la **Etapa 3**, consideraba un sistema de drenaje en el cuerpo de la presa compuesto de:

- Dren chimenea ubicado en el eje longitudinal del dique y que cubre desde su base hasta 1 m por debajo de la cota máxima de la cresta (4 589,2 m).
- Drenes faja que recorren la base del talud aguas abajo del dique.
- Drenes franceses que colectan los flujos provenientes del dren chimenea y drenes faja.
- Geocompuesto y dren ubicado en el talud del vaso del sector sur (ladera izquierda) del depósito.

El diseño de la Etapa 4 y Etapa 5 comprendió la ampliación y continuidad del funcionamiento de estos sistemas para el manejo del drenaje en el cuerpo de la presa. En ambos casos se realizaría la sobreelevación del dren chimenea hasta 1 m por debajo de la cota máxima de la cresta (4 593,20 m y 4 597,20 m, respectivamente), manteniendo sus parámetros de diseño. No sería necesario realizar cambios en los drenes faja y drenes franceses existentes. Asimismo, para ambas etapas también se realizaría la ampliación del sistema formado por el geocompuesto y dren en el talud del vaso del sector sur, que tendría la finalidad captar los flujos provenientes de las aguas subterráneas o de infiltración en las áreas involucradas en los crecimientos del depósito.

En ambas etapas, luego de realizadas las tareas de perfilado del vaso (corte simple y relleno para nivelación y protección), se colocaría en el sector sur (ladera izquierda) del depósito un geocompuesto en el talud del vaso, que tendría la función de captar los flujos que afloran en el talud y conducirlos hacia la parte baja del mismo; en donde se tendría un dren conformado por una tubería de HDPE de pared doble perforada de 300 mm de diámetro y confinado en una zanja trapezoidal de un 600 mm de profundidad como mínimo y ancho de 900 mm, que será rellena con grava para drenaje y posteriormente se colocará una capa de separación de geotextil no tejido de 270 g/m² en la parte superior de la grava de drenaje. En ciertos tramos del dren, sobre la grava se colocaría una capa de material de transición de 0,5 m de espesor. Asimismo, la función del dren sería captar y conducir, tanto los flujos captados por el geocompuesto como los captados por la grava de drenaje, hacia el enrocado en la base del dique.

Finalmente, los flujos colectados por el sistema de drenaje en el cuerpo de la presa se continuarían descargando, mediante una tubería existente de HDPE no perforada de 300 mm de diámetro, hacia la poza colectora de aguas de infiltración (1 200 m³) del depósito, donde se almacenan los flujos para posteriormente ser recirculados hacia la planta concentradora, en este sentido, no se considera vertimiento al ambiente por parte de la operación del depósito de relaves.

Sistema de drenaje de aguas de infiltración en el vaso

El sistema de drenaje de aguas de infiltración en el vaso del depósito tiene el propósito de favorecer la consolidación de los relaves acumulados en el mismo, así como el de impedir la infiltración de agua de los relaves hacia el entorno y de evitar la saturación del dique favoreciendo la estabilidad física del mismo.

La Segunda Modificación del EIA-d consideró la extensión de los sistemas de drenaje de aguas de infiltración en el vaso del depósito (sistema de subdrenaje) sobre el área de ampliación del vaso.

Para la **Etapa 4**, sobre la superficie final del relleno estructural tipo II que se colocará aguas arriba de la presa existente y sobre el relleno de enrocado, se instalará un revestimiento conformado por una geomembrana de LLDPE de 1,5 mm y con textura por un solo lado, sobre la cual se colocará una capa de suelo de baja permeabilidad como una

segunda barrera impermeable y como protección a la geomembrana del relleno estructural tipo I que se colocará sobre esta para el recrecimiento de la presa. Este revestimiento se anclará en la cresta de la presa existente hasta la **Etapa 3**.

Luego, en el talud aguas arriba de la presa, una vez finalizado el recrecimiento de la **Etapa 4** con relleno estructural tipo I, se instalaría un revestimiento conformado por cuatro (04) capas de geosintéticos. Un revestimiento de características similares se colocaría en el talud interior del muro de suelo reforzado del **Etapa 5**.

Finalmente, los flujos colectados por este sistema se continuarían derivando a través de una tubería de HDPE hacia la poza colectora de aguas de infiltración (1 200 m³) existente del depósito, donde se almacenan los flujos para posteriormente ser recirculados hacia la planta concentradora, en este sentido, no se considera vertimiento al ambiente por parte de la operación del depósito de relaves.

Sistema de drenaje de aguas claras

Para la **Etapa 4** y **Etapa 5** se continuaría con el esquema de la Etapa 3 del sistema de drenaje de aguas claras, que consiste en la extracción del agua acumulada en la zona más baja del vaso del depósito (zona sureste), donde se continuará formando la piscina de sobrenadantes, mediante bombas verticales ubicadas sobre tres (03) barcazas y que estarán conectadas sucesivamente a una (01) tubería que trasladará el agua hacia el tanque existente TK201 (28 m³). Este tanque se ubica al costado de la estación de bombeo cerca de la base del dique, desde donde se recirculará el agua a través de una tubería de 12" colocada en el canal de contingencia, hasta el tanque existente TK202 (250 m³) ubicado en la planta concentradora.

Sistema de recirculación de agua

Para la **Etapa 4** y **Etapa 5** se previó continuar con el esquema anterior del sistema de recirculación de agua, diseñado para una producción de 3 000 TMD y que comprende a los flujos colectados por el sistema de drenaje de aguas claras y por el sistema de drenaje de agua de infiltración en el vaso. En ese sentido, dichos flujos llegarán hasta una caja colectora en el estribo izquierdo del dique, y desde allí se conducirán mediante una tubería de HDPE de 8" de diámetro hasta el tanque existente TK201 (28 m³). Asimismo, las aguas colectadas por el sistema de drenaje en el cuerpo de la presa y cunetas, que se almacenarán temporalmente en la poza colectora de aguas de infiltración, se derivarán hacia dicho tanque a través de una tubería de HDPE de 6" de diámetro. De manera contigua al tanque se tiene un sistema de bombeo que impulsará el agua recirculada hacia el tanque existente TK202 (250 m³) ubicado en la planta concentradora, a través de una tubería de 12" colocada en el canal de contingencia.

Sistema de disposición de relaves

El sistema de disposición de relaves desde la planta concentradora hacia el depósito de relaves Nieve Ucro II estaba compuesto principalmente por:

- Sistema de bombeo en la planta concentradora.
- Un canal de contingencia donde se colocan las tuberías de transporte de relaves y de recirculación de agua.
- Dos (02) tuberías de transporte de relaves (una activa y otra en *stand by*).
- Caja colectora de relaves y puntos de descarga (*spigots*).
- Dos (02) canales de conducción.
- Dos (02) pozas de contingencia.

Se consideró que este sistema tenía características adecuadas para continuar con la disposición de relaves durante la **Etapa 4** y **Etapa 5**, sin embargo, durante la primera de estas etapas se requería realizar una ligera extensión del canal de contingencia y de las tuberías de disposición de relaves hacia una nueva caja colectora de relaves que se ubicaría en una cota mayor, dados los recrecimientos del dique y del muro de suelo reforzado. El trazo del canal y tuberías se mantendría durante la **Etapa 5**. Esto permitiría continuar con la disposición de relaves a través de los ocho (08) puntos de descarga (*spigots*), que se distribuirían en la cresta de la presa de la **Etapa 4** y muro de suelo reforzado de la **Etapa 5**.

Análisis geotécnico

Al igual que para la evaluación de la **Etapa 3**, se utilizaron los siguientes criterios de análisis o factores mínimos de seguridad, los cuales cumplen con los sugeridos por la *Canadian Dam Association* (2014):

- Mínimo factor de seguridad estático global a corto plazo de 1,3.
- Mínimo factor de seguridad estático global a largo plazo de 1,5.
- Mínimo factor de seguridad pseudo-estático global a largo plazo de 1,0¹.
- Mínimo factor de seguridad post-sismo global a largo plazo de 1,2.

En el **Cuadro 9.5.5** se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad física para la **Etapa 4** y **Etapa 5** del depósito de relaves Nieve Ucro II, donde se observa que todos los factores de seguridad para las secciones geotécnicas en las condiciones análisis establecidas eran conformes con los mínimos recomendados en los criterios de diseño geotécnico establecido. Por lo tanto, se concluyó que el diseño del recrecimiento del dique en ambas etapas del depósito de relaves Nieve Ucro II presentaba apropiadas condiciones de estabilidad y se estimó un normal funcionamiento durante el final de la construcción, operación y cierre.

¹ Cabe precisar que, un factor de seguridad pseudo-estático mayor a 1,0 no significa que la presa de relaves no se moverá durante un sismo, sino que lo que probablemente ocurrirá es que se desarrollarán desplazamientos mínimos y no se producirán daños permanentes, asociados al sismo de diseño.

Cuadro 9.5.5

Resultados de factores de seguridad del análisis de estabilidad – Etapa 4 y Etapa 5

Etapa de análisis	Sección	Caso de análisis	Tipo de falla	Cota de relave (m)		Factor de seguridad			Post-sismo		
				Corto plazo	Largo plazo	Estático		Pseudo-estático (ks) ⁽¹⁾	Corto plazo	Largo plazo	
						Corto plazo	Largo plazo				
Etapa 4	1-1'	Aguas arriba	Local	4 586,5	4 592,0	2,12	--	--	1,24	3,21	
			Global			--	--	--	--	2,92 ⁽²⁾	
		Aguas abajo	Local			1,37	1,74	1,00 (ks = 0,20)	1,46	1,41	
Global			--	1,73	1,00 (ks = 0,27)						
Etapa 5		1-1'	Aguas arriba	Local	4 592,0	4 596,0	3,23	--	--	2,26	4,66
				Global			1,30	1,61	1,02 (ks = 0,22)	1,36	1,28
	Aguas abajo		Local	1,49			1,63	1,01 (ks = 0,22)			
			Muro	--			--	1,82	--	1,20 (ks = 0,22)	--
Etapa 4	2-2'	Aguas abajo	Global	4 586,5	4 592,0	1,67	1,66	1,04 (ks = 0,22)	--	--	
Etapa 5				4 592,0	4 596,0	1,58	1,57	1,00 (ks = 0,22)	--	--	
Etapa 4	3-3'	Estribo izquierdo	Global	La evaluación de los taludes de suelos morrénicos no depende de los niveles de relaves.	1,38	--	1,17 (ks = 0,07)	--	--		
Etapa 5					1,59	--	1,34 (ks = 0,07)	--	--		
Etapa 4 y Etapa 5	4-4'	Rápida	Global		1,78	--	1,47 (ks = 0,07)	--	--		

Nota: (1) ks: coeficiente sísmico; se calcularon para periodos de retorno de 1 000 años y 475 años, para la presa y la margen izquierda de la presa, respectivamente. (2) Esta condición es presentada cuando no se cumplen los parámetros de operación (longitud de playa y pendiente de relaves, según los criterios de diseño) y el relave nuevo está sumergido.
Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucru II
Elaborado por: INSIDEO.

Adicionalmente, se realizó un análisis de estabilidad del muro de suelo reforzado de la **Etapa 5**, utilizando la metodología del manual “*Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes*” (NHI, 2001) y el método de diseño de la “*American Association of State Highway and Transportation Officials*”. En el **Cuadro 9.5.6** se presenta el resumen de los resultados obtenidos, donde se observa que el diseño geotécnico del muro de suelo reforzado cumple con los criterios de análisis de estabilidad externa e interna.

Cuadro 9.5.6
Resumen de resultados de factores de seguridad del análisis de estabilidad – Muro de suelo reforzado (Etapa 5)

Sección	Altura del muro (m)	Análisis	Tipo de falla	Factor de seguridad	
				Estático	Pseudo-estático
1-1'	4,0	Externa	Deslizamiento	5,37	2,11
			Capacidad admisible	6,32	4,38
			Vuelco	15,22	4,50
		Interna ⁽¹⁾	Resistencia de la geomalla	1,73	1,41
			Arrancamiento	20,8	3,37
			Deslizamiento	4,57	1,79

Nota: (1) Los valores reportados corresponden al menor factor de seguridad obtenido de los cálculos realizados a cada refuerzo.

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II

Elaborado por: INSIDEO.

Instrumentación geotécnica

Para el recrecimiento de la **Etapa 4** y **Etapa 5** del depósito se previó continuar y ampliar el programa de monitoreo geotécnico que se llevaba a cabo para la **Etapa 3**. Para ello, se instalaría nueva instrumentación geotécnica y se ampliaría y reubicaría parte de la anterior. Para el monitoreo geotécnico del depósito se contaría con:

- Puntos de control topográfico (prismas).
- Piezómetros de cuerda vibrante multinivel e individuales.
- Piezómetros de tubo abierto.
- Inclínómetros.
- Sensores de asentamiento de cuerda vibrante.
- Acelerógrafos.
- Caseta de instrumentación.

9.5.1.3 Operación

La etapa de operación del proyecto se iniciaría propiamente de manera seguida a la culminación del dique de la **Etapa 4**, y luego se continuaría con la disposición de relaves de la **Etapa 5** por otros 17 meses. De ese modo, la etapa de operación tendría una duración total de aproximadamente 29 meses. Sin embargo, se precisa que –dadas las características constructivas del depósito– se continuaría disponiendo relaves incluso luego de culminada la sub-etapa 4A ya finalizada la disposición de los relaves contemplados dentro de la **Etapa 3** del depósito. Es así que, la disposición de relaves en la Etapa 4 tendrá una duración total de 17 meses (en conjunto para las sub-etapas 4A y 4B).

El proyecto, bajo el alcance de la Segunda Modificación del EIA-d, comprendió básicamente la continuación de la disposición de los relaves producidos en la planta concentradora de la U.M. Raura, la cual tiene una tasa de producción de aproximadamente 3 000 TMD. Este escenario de producción no fue sujeto de cambio de la Segunda Modificación del EIA-d, por lo que independientemente de la etapa de operación del proyecto de ampliación de capacidad del depósito de relaves, la operación actual de la U.M. Raura continua su normal funcionamiento, no implicando cambios con respecto al proceso de minado, proceso de beneficio, balance de agua, capacidad de otras instalaciones (principales o auxiliares), requerimientos de personal, maquinarias, insumos, manejo de residuos sólidos, entre otros recursos y/o planes necesarios para el funcionamiento de la mina. Es importante indicar que en la Segunda Modificación del EIA-d se declaró que la vida útil de la operación se extiende más allá que la del depósito de relaves y que en su debido momento se deberían tramitar los respectivos permisos y certificaciones en busca de nuevas zonas de disposición de los relaves.

De acuerdo con lo anterior, la operación de la **Etapa 4** y **Etapa 5** del depósito de relaves Nieve Ucro II permitiría la adecuada disposición de aproximadamente 471 301 m³ (754 081 t) y 518 769 m³ (830 031 t) de relaves, respectivamente. Todas las aguas de contacto del depósito de relaves serían colectadas por los sistemas de manejo de agua del mismo y serían recirculadas hacia la planta concentradora, por lo que no se contempló el vertimiento de efluentes desde el depósito ni componentes relacionados con el mismo.

En este punto es importante recordar que, como se mostró en el balance de aguas de la Segunda Modificación del EIA-d, la planta de beneficio tiene como principal fuente de agua la recirculación del depósito de relaves Nieve Ucro II y la diferencia de su demanda es cubierta por la licencia aprobada con fines mineros (R.D. N° 963-2016-ANA-AAA.M). Por otro lado, el resto del relave que se genera en la planta de procesos es enviado a interior mina para el cierre de labores subterráneas, por lo que el proceso metalúrgico como tal no genera ningún vertimiento ni afectación al recurso hídrico en cantidad o calidad con respecto a su situación previa.

Depósito de relaves Nieve Ucro II – etapas 4 y 5

En el **Cuadro 9.5.7** se resumen las principales características de la operación aprobada para la **Etapa 4** y **Etapa 5** del depósito de relaves Nieve Ucro II.

Cuadro 9.5.7

Resumen de las características operativas del depósito de relaves – Etapas 4 y 5

Descripción	Criterio
Producción de relaves	
Porcentaje de producción de relaves <i>underflow</i> destinado a relleno hidráulico	45%
Porcentaje de producción de relaves <i>overflow</i> destinados a depósito de relaves	55%
Producción de relaves secos destinados a depósito de relaves	0,546 Mt/año
Producción diaria de relaves <i>overflow</i> secos	1 541 t/día
Producción mensual de relaves <i>overflow</i> secos	46 230 t/mes
Producción anual de relaves <i>overflow</i> secos	554 760 t/año

Descripción	Criterio
Características del relave	
Tipo de relave	Clasificado
Caudal de bombeo del relave (clasificado) máximo/mínimo	394,6 m ³ /h / 340,8 m ³ /h
Densidad seca de relave	1,60 t/m ³
Porcentaje de sólidos en peso (clasificado)	16,34%
Características de la disposición del relave	
Pendiente de disposición del relave (embalse)	0,6%
Longitud de la playa de relaves	170 m
Borde libre 1 (de la cresta de dique al nivel máximo de aguas)	2,0 m
Borde libre 2 (de la cresta de dique al nivel máximo de relave)	1,0 m
Pendiente de disposición subacuática (relave sumergido)	2,4%
Dispositivo de descarga de relave	<i>Spigot</i>
Número de <i>spigots</i> en operación	8
Características del agua recuperada	
Método de recuperación de agua	Bombeo
Fluido a transportar	Agua recuperada
Caudal de bombeo máximo/mínimo	400 m ³ /h / 360 m ³ /h
Densidad del agua	1 000 kg/m ³
Porcentaje de sólidos	5%

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II
Elaborado por: INSIDEO.

Dados tales parámetros de operación, en el **Cuadro 9.5.8** se presentan las principales características de la configuración final de ambas etapas del depósito de relaves Nieve Ucro II. La **Etapas 4** permitiría almacenar un volumen de relaves aproximado de 471 301 m³ (754 081 t) y la **Etapas 5** un volumen de relaves aproximado de 518 769 m³ (830 031 t); cada una para un tiempo de operación de 17 meses.

Cuadro 9.5.8
Características del crecimiento de la presa de relaves

Etapas	Descripción	Criterio
Etapas 4	Elevación de cresta	4 593,20 m
	Altura de recrecimiento	4 m
	Ancho de cresta	6 m
	Borde libre 1 (de la cresta de dique al nivel máximo de aguas)	2 m
	Borde libre 2 (de la cresta de dique al nivel máximo de relave)	1 m
	Talud aguas arriba	1,2H:1V
	Talud aguas abajo (sector donde la presa se apoya sobre el material de enrocado)	2,0H:1V
	Talud aguas abajo (sector donde la presa se apoya en zona de roca)	1,75H:1V
	Volumen de almacenamiento	471 301 m ³
	Capacidad de almacenamiento	754 081 t
Tiempo de vida útil	17 meses	
Etapas 5	Elevación de cresta	4 597,20 m
	Altura de recrecimiento	4 m
	Ancho de cresta	4,2 m
	Borde libre 1 (de la cresta de dique al nivel máximo de aguas)	2 m
	Borde libre 2 (de la cresta de dique al nivel máximo de relave)	1 m
	Talud aguas arriba	0,1H:1V
	Talud aguas abajo	0,1H:1V
	Volumen de almacenamiento	518 769 m ³

Etapas	Descripción	Criterio
	Capacidad de almacenamiento	830 031 t
	Tiempo de vida útil	17 meses

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucuro II
Elaborado por: INSIDEO.

Manejo de relaves

El manejo de los relaves para la **Etapas 4 y 5** del depósito sería igual a la condición previa de operación del depósito de relaves Nieve Ucuro II. De modo que, las dos (02) tuberías de transporte de relaves (una activa y otra en *stand by*) llegarían a una caja colectora de relaves ubicada en la ladera izquierda del depósito, desde donde se derivarán, a través de una tubería por el eje del dique/muro, a ocho (08) dispositivos de descarga (*spigots*) para su disposición final en la playa de relaves.

El relave expuesto quedaría aproximadamente con una pendiente de 0,6% y el sumergido con una pendiente de 2,4% (pendiente subacuática), de modo que la piscina de sobrenadantes (laguna de aguas claras) se mantenga como mínimo a 170 m de la cresta de la presa/muro, con la finalidad de garantizar la estabilidad física y la vida útil del depósito de relaves. Asimismo, la disposición de relaves consideró garantizar un borde libre operativo de 1 m como mínimo, el cual corresponde a la diferencia entre la cota de cresta de la presa/muro y la cota máxima del relave.

El excedente de agua de la piscina sobrenadantes sería extraído mediante un sistema de bombeo compuesto por barcazas móviles, lo cual permitirá su recirculación a la planta concentradora.

Sistema de manejo de agua

Las características y funcionamiento del sistema de manejo de agua para la **Etapas 4 y 5** del depósito de relaves Nieve Ucuro II está comprendido por:

- Sistema de drenaje superficial.
- Sistema de drenaje en el cuerpo de la presa.
- Sistema de drenaje de aguas de infiltración en el vaso.
- Sistema de drenaje de aguas claras.
- Sistema de recirculación.

Finalmente, es muy importante señalar que no se consideró realizar el vertimiento de agua desde el depósito de relaves Nieve Ucuro II, sino que todos los excedentes de agua en el depósito (piscina de sobrenadantes) y los colectados por los sistemas de infiltración (cuerpo de presa y vaso) serían recirculados hacia la planta concentradora para ser utilizados nuevamente en el beneficio de los minerales.

9.5.2 Canteras

Para el recrecimiento de la **Etapas 4 y 5** del depósito de relaves Nieve Ucuro II (dique, vaso, sistemas de manejo de agua y accesos) se requería el uso de materiales de préstamo,

así como del aprovechamiento de parte de los materiales de corte local. Los materiales de préstamo se obtendrían de siete (07) canteras que se emplazarían dentro del área efectiva de la U.M. Raura, además de materiales de préstamo adquiridos de terceros autorizados.

Plan de explotación de canteras

En el **Cuadro 9.5.9** se presenta el resumen del plan de explotación para la extracción de los materiales de préstamo de cada una de las canteras definidas en la U.M. Raura para las etapas 4 y 5 aprobadas. Cabe precisar que también se consideró aprovechar parte del material del corte local en la zona del depósito de relaves y material adquirido a terceros autorizados, cuyos volúmenes se colocaron de manera referencial en dicho cuadro.

El diseño de la extracción de los materiales en las siete (07) canteras proyectadas de la U.M. Raura se realizó mediante cortes simples, debido a que estas canteras se encontraban en terrenos con pendiente baja a media baja.

Para la explotación de las canteras se habilitarían estructuras de manejo de aguas de manera previa al inicio de las tareas de extracción de material.

Cuadro 9.5.9
Resumen del plan de explotación de canteras – Etapas 4 y 5

Descripción	Canteras de la U.M. Raura							Cantera de terceros	Material propio
	Niño Perdido I	Raura Nueva	Gerencia I	Santa Rosa I	Santa Rosa II	Santa Rosa III	Primavera		
Tipo de material	Relleno estructural	Relleno estructural	Relleno estructural	Relleno estructural	Relleno estructural	Relleno estructural	Baja permeabilidad	Gravas y agregados	Relleno estructural
Área total (m ²)	42 080	45 190	19 280	11 810	28 280	11 130	5 933	--	--
Volumen bruto (m ³)	214 990	199 000	100 840	29 440	88 730	38 000	44 520	--	--
Eficiencia (%)	18	30	36	45	42	63	60	--	--
Volumen inadecuado (m ³)	143 946	109 150	49 714	11 824	38 221	9 800	10 000	--	--
Sobretamaños o enrocado (m ³)	32 249	29 850	15 126	4 416	13 310	4 200	17 800	--	23 590
Volumen neto (m ³)	32 330	50 000	30 000	11 000	31 000	20 000	26 712 ⁽¹⁾	5 210	42 610
Volumen de contingencia (m ³)	38 796	60 000	36 000	13 200	37 200	24 000	--	6 252	51 132
Método de explotación	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	--	Corte simple y zarandeo
Taludes de corte local para explotación y cierre (H:V)	2,3:1	2,1:1	2,0:1	1,6:1-1,7:1	1,5:1-1,7:1	1,7:1	1,5:1	--	--

Nota: (1) Se estima que solo se requiere 1 200 m³ para la Etapa 4, y un requerimiento nulo para la Etapa 5.

Fuente: Memorándum Técnico de Evaluación de Canteras – Etapas 4 y 5 (Anddes, 2019) (**Anexo 2.8**).

Elaborado por: INSIDEO.

9.5.3 Plataformas de perforación

El primer ITS de la Segunda Modificación del EIA-d comprendió la habilitación de un total de 185 plataformas de perforación desde superficie. Su diseño contempló un área suficiente para la instalación del equipo de perforación, la habilitación de la poza de sedimentación, el almacenamiento de agua y el almacén temporal de testigos, entre otros.

Las dimensiones aprobadas para las plataformas de perforación fueron de 20 m de largo por 20 m de ancho. En cada plataforma de perforación se habilitaría una cuneta perimetral para el manejo de escorrentía. En caso las plataformas se ubiquen aguas arriba de cuerpos de agua cercanos, se colocarían pacas de pajas en el extremo sin cunetas, de modo que se controle el potencial arrastre de sedimento producto de la precipitación directa sobre la plataforma.

9.5.3.1 Manejo de fluidos de perforación

Dentro del área de la plataforma se contempló habilitar una poza de sedimentación para manejar los retornos de agua con sedimentos (lodos) producto del lavado de material fino y recirculación desde el sondaje. Cada poza tendría aproximadamente 2,5 m de largo por 2,5 m de ancho y 1,5 m de profundidad, conformado así un volumen de almacenamiento de aproximadamente 9,3 m³ para los fluidos. Las pozas estarían impermeabilizadas con una geomembrana.

El lodo deshidratado sería confinado en la misma poza. Alternativamente, los lodos deshidratados serían llevados a los depósitos de desmonte aprobados de la U.M. Raura (i.e. Niño Perdido, Sucshapá) o al depósito de relaves Nieve Ucuro II, o como relleno en interior mina, dependiendo de la cercanía de las plataformas a los mismos. En cualquiera de los casos, la geomembrana consideró que sea retirada y manejada de acuerdo con el PMMRS de la U.M. Raura.

9.5.3.2 Accesos hacia plataformas de perforación

El primer ITS aprobó la habilitación de aproximadamente 2,40 km de accesos temporales para comunicar a algunas de las plataformas propuestas que no cuentan con acceso directo, permitiendo así el traslado de la maquinaria, equipos y vehículos.

9.5.3.3 Sondajes

El primer ITS contempló la habilitación de 185 plataformas de perforación, en donde se realizarían un total de 186 sondajes geotécnicos e hidrogeológicos (en una plataforma se realizarán dos sondajes con distinta inclinación). La profundidad promedio de los sondajes era de aproximadamente 80 m. El resumen del plan propuesto se presenta en el [Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#)

Cuadro 9.5.10
Resumen del programa de perforación

Criterio	Cantidad
Número de plataformas	185
Área estimada de cada plataforma (m ²)	400
Cantidad total de sondajes	186
Profundidad promedio de los sondajes (m)	80
Profundidad total de sondajes (m)	14 860

Fuente: RAURA.

Elaborado por: INSIDEO

9.5.4 Otras consideraciones

9.5.4.1 Cronograma

En el **Cuadro 9.5.11** se presenta el cronograma general para el desarrollo del proyecto de recrecimiento de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, conforme con lo aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d.

Como se explicó en la Segunda Modificación del EIA-d, la vida útil del proyecto de recrecimiento de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II comprendió 39 meses en total (construcción y operación). No obstante, la vida útil de la U.M. Raura es mayor a la de dicho proyecto de recrecimiento, ya que esta depende de las reservas minerales probadas y probables y el volumen de extracción de mineral, lo cual se presenta como parte de su Declaración Anual Consolidada (DAC) conforme con la R.M. N° 209-2010-MEM/DM.

Asimismo, de acuerdo con el artículo 29° acápite b) del D.S. N° 024-2016-EM (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y normas complementarias), las actividades de explotación que fueron iniciadas de forma previa a la vigencia del D.S. N° 046-2001-EM, tal como es el caso de la U.M. Raura, son consideradas actividades mineras continuas. En tal sentido, la continuidad y/o ampliación de las labores subterráneas de la U.M. Raura no requiere la modificación del IGA, sino la presentación a la DGM del MINEM, hasta el 31 de diciembre de cada año, de la copia del acta de aprobación del plan de minado del año siguiente, por parte del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional de la mina.

Finalmente, se precisa que, en el año 2020, RAURA atravesó una situación desfavorable ocasionada principalmente por: (i) la baja ley de mineral, (ii) el requerimiento de altas inversiones de capital para el sostenimiento de operaciones, (iii) altos costos de producción, (iv) endurecimiento de las condiciones de mercado y, (v) la caída de los precios internacionales de los minerales que produce; por lo que tomó la decisión de suspender temporalmente las operaciones en la U.M. Raura. En este sentido, la disposición de relaves en el depósito de relaves Nieve Ucro II – Etapa 4 se realizó hasta marzo de 2020, consumiendo 7 de los 17 meses operativos declarados para dicha etapa.

**Cuadro 9.5.11
Cronograma del proyecto aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d**

Etapa	Componente	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	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40 - 63	64 - 123												
Construcción	Accesos																																																					
	Plataforma de soporte a la construcción																																																					
	Canteras																																																					
	Depósito de relaves Nieve Ucro II																																																					
	Etapa 4 (recrecimiento del dique, estructuras de manejo de agua e infraestructura auxiliar)																																																					
	Etapa 4A																																																					
	Etapa 4B																																																					
Etapa 5 (muro de suelo reforzado, estructuras de manejo de agua e infraestructura auxiliar)																																																						
Operación	U.M. Raura																																																					
	Depósito de relaves Nieve Ucro II																																																					
	Disposición de relaves en la Etapa 3																																																					
	Disposición de relaves en la Etapa 4																																																					
	Etapa 4A																																																					
	Etapa 4B																																																					
	Disposición de relaves en la Etapa 5																																																					
Cierre progresivo	Plataforma de soporte a la construcción																																																					
	Canteras																																																					
Cierre final	Accesos																																																					
	Depósito de relaves Nieve Ucro II																																																					
Post-cierre	U.M. Raura																																																					

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (INSIDEO; 2018).
Elaborado por: INSIDEO.

En tal sentido, mediante Resolución N° 0196-2020-MINEM-DGM/V, sustentada en el Informe N° 060-2020/MINEM-DGM-DTM-PCM, la Dirección General de Minería (DGM) otorgó a RAURA la Autorización de la Suspensión de Operaciones de la U.M. Raura, por un plazo de tres (03) años computados desde el 04 de junio de 2020 hasta el 04 de junio de 2023 (**Anexo 9.1**).

9.5.4.2 Disponibilidad de agua

Conforme con lo descrito en la Segunda Modificación del EIA-d, para el abastecimiento de agua en la U.M. Raura se tiene una licencia de uso de agua con fines mineros otorgada a través de la R.D. N° 963-2016-ANA-AAA.M (**Anexo 6.3**). En el **Cuadro 9.5.12** se indican las siete (07) lagunas comprendidas en la licencia de uso de agua, por un volumen anual de hasta 3 393 396 m³, equivalente a 107,6 L/s; cuya ubicación se observa en la **Figura 8.2.6**.

Cuadro 9.5.12
Fuentes de captación de agua de la U.M. Raura con licencia

Fuente de agua	Coordenadas UTM (Datum WGS84, zona 18S)		Caudal asignado	
	Este (m)	Norte (m)	L/s	m ³ /año
Laguna Locacocha	307 221	8 843 646	4,12	129 901,51
Laguna Brazzini	306 913	8 842 771	1,90	59 938,19
Laguna Virgen de las Nieves	308 689	8 846 967	0,52	16 307,11
Laguna Santa Ana Alta	308 394	8 845 335	3,45	108 746,53
Laguna Caballococha	309 385	8 844 898	47,29	1 491 473,99
Laguna Niñococha	307 790	8 843 545	46,02	1 451 440,48
Laguna Niño Perdido	307 634	8 844 613	4,30	135 588,40

Fuente: Licencia de uso de agua de la U.M. Raura (R.D. N° 963-2016-ANA-AAA.M) (**Anexo 6.3**).
Elaborado por: INSIDEO.

Cabe precisar que, las lagunas Locacocha, Brazzini y Virgen de las Nieves tienen licencia para uso con fines domésticos e industriales. Con respecto al consumo de agua con fines domésticos, como se describió en la Segunda Modificación del EIA-d, este responde a la capacidad de hospedaje en los campamentos existentes.

9.5.4.3 Manejo de efluentes

Con respecto a los efluentes, conforme con lo descrito en la Segunda Modificación del EIA-d, RAURA cuenta actualmente con dos (02) autorizaciones para el vertimiento de los efluentes industriales (**Anexo 6.3**):

- R.D. N° 199-2017-ANA-DGCRH, de fecha 22 de noviembre de 2017, que otorgó la prórroga de la autorización de vertimiento de las aguas residuales industriales tratadas procedentes de la Bocamina Sucshapá, por un volumen anual total de 18 215 193,6 m³, equivalente a un caudal de 577,6 L/s de régimen continuo, hacia la laguna Rupahuay; con respecto a lo aprobado en la R.D. N° 063-2015-ANA-DGCRH de fecha 05 de marzo de 2015.
- R.D. N° 173-2015-ANA-DGCRH, de fecha 24 de junio de 2015, que otorgó la prórroga de la autorización de vertimiento de las aguas residuales industriales

tratadas procedentes de la Bocamina Tinquicocha, por un volumen anual total de 4 730 400,0 m³, equivalente a un caudal de 150,0 L/s de régimen continuo, hacia la laguna Tinquicocha; con respecto a lo aprobado en la R.D. N° 177-2013-ANA-DGCRH de fecha 11 de julio de 2013.

9.5.4.4 Requerimiento de equipos, insumos y materiales

Conforme con lo descrito en la Segunda Modificación del EIA-d, en el **Cuadro 9.5.13** se indican las maquinarias, equipos y/o vehículos que se necesitarán para la etapa de construcción del proyecto de recrecimiento de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, luego de lo cual serán desmovilizadas de la U.M. Raura. Asimismo, se señaló los frentes de trabajo donde se emplearán dichas maquinarias, equipos y/o vehículos; sin embargo, se precisó que estas pueden ser utilizadas en más de un frente de trabajo según los requerimientos constructivos.

Cuadro 9.5.13
Requerimientos de maquinarias, equipos y/o vehículos

	Tipo	Frente de trabajo	Cantidad
Maquinaria	Retroexcavadora	Depósito de relaves y canteras	1
	Excavadora	Depósito de relaves y canteras	2
	Cargador frontal	Depósito de relaves y canteras	6
	Mini-cargador frontal	Depósito de relaves	1
	Tractor	Depósito de relaves y canteras	5
	Motoniveladora	Depósito de relaves	3
	Rodillo liso	Depósito de relaves	5
	Camión grúa	Depósito de relaves y plataforma de soporte	1
Equipos	Grupo eléctrico 50 kW	Depósito de relaves y plataforma de soporte	4
	Grupo eléctrico 75 kW		2
	Grupo eléctrico 150 kW		1
	Compresora neumática	Depósito de relaves y plataforma de soporte	3
	Martillo neumático o hidráulico	Depósito de relaves	10
	Plancha compactadora	Depósito de relaves	1
	Mezclador de concreto	Depósito de relaves	1
	Vibrador de concreto	Depósito de relaves	1
	Bomba para <i>shotcrete</i>	Depósito de relaves	1
	Cizalla eléctrica	Depósito de relaves	1
	Zaranda estática	Depósito de relaves y canteras	4
Vehículos	Camión volquete	Depósito de relaves y canteras	16
	Cisterna (agua)	Depósito de relaves, canteras y accesos	2
	Camión de servicio	Plataforma de soporte	1
	Buses o mini-buses	Depósito de relaves, canteras y plataforma de soporte	5
	Camionetas	Depósito de relaves, canteras y plataforma de soporte	10

Fuente: Segunda Modificación del EIA-d de las Etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II (INSIDEO; 2018).
Elaborado por: INSIDEO.

Adicionalmente, en la Segunda Modificación del EIA-d se contempló lo siguiente:

- Se estimó que el principal insumo para el desarrollo del proyecto corresponde al combustible necesario para el funcionamiento de las maquinarias, equipos y/o

vehículos antes descritos, para lo cual se previó una demanda de aproximadamente 480 000 galones de diésel. El combustible sería abastecido desde el grifo de la U.M. Raura, y también se hará uso del taller de mantenimiento de la plataforma de soporte a la construcción para realizar las tareas de mantenimiento preventivo y/o reparación menor.

- La U.M. Raura cuenta con suministro eléctrico desde la central hidroeléctrica Cashaucro, y además tiene un grupo electrógeno móvil de 1 MW en la zona del campamento Catuva y otro grupo electrógeno fijo de 150 kW en la zona de las oficinas de Gerencia, como medida de respaldo ante situaciones de contingencia del suministro eléctrico convencional. Para la etapa de construcción del proyecto se previó el uso temporal de grupos electrógenos adicionales para proveer el suministro necesario en los diferentes frentes de trabajo.

Finalmente, en la Segunda Modificación del EIA-d se precisó que, a fin de desarrollar las actividades de construcción del proyecto, en caso se requiera por motivos operacionales o de disponibilidad del suministro, se podrían variar los tipos de las maquinarias, equipos, vehículos, insumos y materiales antes descritos o sus cantidades, en tanto esto no represente un impacto ambiental o social adicional de carácter relevante.

9.6 Planos de los componentes aprobados

En la **Figura 1.1.2** se presenta el arreglo general aprobado de la U.M. Raura, es decir, la situación actual sin cambio, donde se aprecian todas las instalaciones existentes de la U.M. Raura.

9.7 Justificación y descripción de los componentes a modificar

9.7.1 Reconfiguración de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II

9.7.1.1 Justificación del cambio

El recrecimiento de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II fue aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d, mediante R.D. N° 070-2019-SENACE-PE/DEAR, considerándose la disposición segura y continua de los relaves provenientes de la planta concentradora Raura. El recrecimiento aprobado fue mediante el método de línea central para la etapa 4 y mediante un muro de suelo reforzado para la etapa 5. No obstante, dados los avances en el desarrollo de la ingeniería de la etapa 5, RAURA ha visto por conveniente optimizar su diseño, modificando su método de construcción, proponiéndose ahora un recrecimiento convencional por método de línea central, similar a las etapas previas, y del mismo modo continuar garantizando condiciones de estabilidad física para la disposición continua y segura de los relaves.

En tal sentido, RAURA encargó a la empresa Anddes Asociados S.A.C. la elaboración del estudio de ingeniería a nivel de factibilidad para la nueva configuración de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, cuyo informe se presenta en el **Anexo 9.2** del presente ITS.

Finalmente, se debe indicar que la etapa 4 del depósito de relaves ya se encuentra construida y se encontraba operando hasta marzo de 2020, fecha donde RAURA paraliza sus actividades de beneficio, habiendo depositado relaves durante 07 meses en esta etapa (de los 17 aprobados).

9.7.1.2 Cambio propuesto

La configuración de la Etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II propuesta en el presente ITS, considera un crecimiento mediante el método de línea central con relleno controlado y enrocado, con una presa de 5,8 m de altura, cuya cota de cresta se encontrará a los 4 599 msnm. De esta forma se podrá almacenar como parte de esta etapa un volumen de relaves aproximado de 751 000 m³, con una densidad seca de 1,41 t/m³, lo cual equivale a 1 058 900 t con un tiempo de operación de 22,8 meses aproximadamente. Los relaves serán depositados mediante puntos de descarga (*spigots*), instalados a lo largo del eje de la cresta de la presa.

Los principales cambios entre la etapa 5 aprobada y la propuesta en el presente ITS, se muestran en el **Cuadro 9.7.1**:

Cuadro 9.7.1
Resumen de características de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II aprobadas y propuestas

Parámetros	Segunda Modificación de EIA-d	Propuesto en el presente ITS
Método constructivo etapa 5	Muro de suelo reforzado	Recrecimiento línea central
Altura (m)	4	5,8
Tipo de material para la conformación del dique	Relleno estructural y geomallas (muro de suelo reforzado)	Relleno estructural / enrocado
Ancho de corona etapa 5 (m)	4,2	6
Talud aguas abajo (zona norte / zona central / zona sur)	0,1H:1V	1,65H:1V 1,5H:1V 1,85H:1V
Talud aguas arriba	0,1H:1V	1,5H:1V
Revestimiento (vaso y talud aguas arriba de la presa)	GCL/ geomembrana HDP 1,5 mm	GCL/ geomembrana HDP 1,5 mm

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Elaborado por: INSIDEO

De esta manera, las características finales del depósito de relaves Nieve Ucro II que propone el presente ITS serían las mostradas en el **Cuadro 9.7.2** y observadas en el **Fuente:** Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Elaborado por: INSIDEO

Detalle 9.7.1:

Cuadro 9.7.2

Parámetros de diseño del Depósito de Relaves Nieve Ucro II propuestas

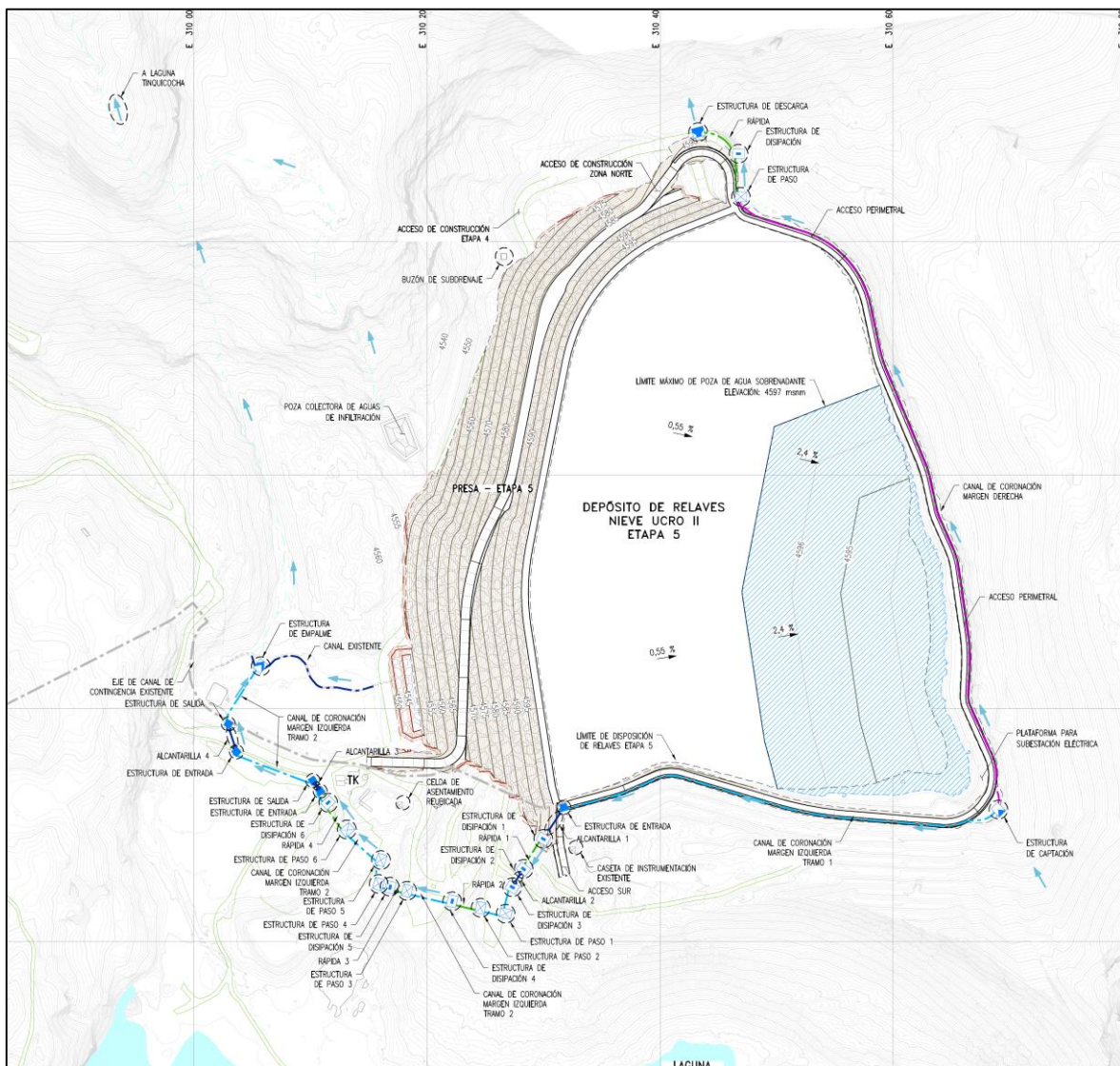
Parámetros	Aprobado Segunda Modificación del EIA-d	Propuesto en el presente ITS	Diferencia
Volumen de relaves en NUII (m ³)	3 695 986	3 931 417	235 431 (6,4%)
Masa de relaves (t)	6 344 154	6 573 023	228 869 (3,6%)
Área ocupada (ha)	24,41	25,48	1,07 (4,4%)
Altura del dique (m)	45,2	47	1,8 m (4%)
Cota máxima del dique (m)	4597,2	4599	1,8 m
Período de disposición de las etapas 4 y 5 (meses)	34	39,8	5,8

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Elaborado por: INSIDEO

Detalle 9.7.1

Arreglo general del depósito de relaves Nieve Ucro II – Configuración propuesta



Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

El estudio de factibilidad de la Etapa 5 contempla el diseño del acceso de construcción, los niveles de cimentación, sistema de subdrenaje, recrecimiento de la presa con enrocado para la Etapa 5, canales de derivación y obras hidráulicas alrededor del depósito de relaves que garanticen el manejo del drenaje superficial, cuyo detalle se adjunta en el **Anexo 9.2**, que presenta también las características específicas para la construcción de las sub-etapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves Nieve Ucro II.

Diseño civil

Corte de material inadecuado

Previo a los trabajos de nivelación en el depósito de relaves y la conformación de la Etapa 5, se deberán realizar trabajos de preparación de la superficie de cimentación competente. Estos trabajos incluyen la remoción de materiales inadecuados dentro de los límites de recrecimiento del depósito. Se debe considerar que en la zona norte se realizarán trabajos de corte a una profundidad de 2 m, salvo en las zonas donde la roca se encuentra expuesta; y en zona sur de la presa los cortes tendrán una profundidad de 1 a 8 m, aproximadamente. Los materiales no competentes para cimentación deberán ser excavados y eliminados hasta encontrar una cimentación adecuada y capaz de soportar las cargas impuestas por la disposición de los relaves.

Los materiales inadecuados están conformados por suelos que, sin importar su origen, ya sea transportado (morrénico) o residual, no cumplen las características geotécnicas como material de cimentación determinado mediante observación visual (suelto, blando, paredes inestables durante la excavación, etc.) o ensayos de campo. Estos materiales deben ser limpiados y retirados hasta encontrar una superficie de suelo de una compacidad o consistencia adecuadas, con la finalidad de garantizar un recrecimiento del depósito en condiciones estables.

El material inadecuado retirado se dispondrá en el depósito aprobado Niño Perdido II. Es preciso mencionar que en toda el área emplazada por la ampliación de la Etapa 5, no se ha encontrado presencia de material orgánico.

En el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0001** del **Anexo 9.2** se muestran las profundidades de corte para alcanzar los niveles de cimentación en la Etapa 5. Esta actividad incluye el carguío, transporte y disposición del material inadecuado en el depósito Niño Perdido II. El volumen de material inadecuado estimado en la zona de la presa es de 30 000 m³.

Acceso de construcción zona norte

El acceso de construcción permitirá tener varios frentes de trabajo para realizar actividades como corte de material inadecuado en la zona norte de la presa, conformación del enrocado

aguas abajo de la presa, y principalmente la conformación del relleno estructural tipo I y enrocado.

El diseño del acceso de construcción de la Etapa 5 inicia en el empalme con el acceso existente que viene de la zona de la planta de procesos y culmina en el km 0+731,35, en la zona del estribo norte de la presa. El acceso se ha diseñado con un radio mínimo de 20 m. El acceso de construcción forma parte de la banqueta de la presa entre las progresivas de km 0+306 a km 0+600 y tiene una pendiente 0 %, el acceso cuenta con una pendiente de 2 % en sentido transversal con el objetivo de derivar las aguas superficiales hacia un extremo donde se infiltrará en el enrocado de la presa. Además, el acceso tiene una pendiente máxima de 11 % entre las progresivas de km 0+000 a km 0+075.

El acceso de construcción para la Etapa 5 será construido con material de cantera, tratando de optimizar el corte y relleno en su conformación. Para las zonas de relleno se considera el tendido en taludes de 1,5H:1V. El diseño considera la construcción de un guardavía de 0,5 m de altura y un ancho efectivo de 6,6 m, proporcionando un espacio adecuado para el tránsito de camiones y equipos para construcción tanto para el proceso constructivo como para la operación en doble sentido.

El volumen a emplear de relleno estructural es de 26 300 m³ y de 1 100 m³ para la base de rodadura.

Sistema de drenaje para aguas de infiltración

Este sistema de drenaje para aguas de infiltración será una ampliación del sistema de drenaje de la Etapa 4 y tendrá por finalidad captar los flujos provenientes de las aguas subterráneas o de infiltración en las áreas involucradas en el crecimiento del depósito.

Al culminar la eliminación del material inadecuado para la cimentación, se realizará el replanteo del sistema de drenaje de aguas de infiltración. Una vez terminado el replanteo de los drenes, se realizará la excavación de las zanjas. Las zonas con depresiones se deberán rellenar de tal manera que la pendiente resultante permita una correcta evacuación de los flujos.

Los subdrenes para las Etapa 5 estarán conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 300/450 mm de diámetro dispuestas en la parte más baja. Los drenes estarán confinados en una zanja trapezoidal de un 600 mm de profundidad como mínimo y ancho de 900 mm que serán rellenadas con grava para drenaje proveniente de la cantera Caballococha y posteriormente se colocará una capa de separación de geotextil no tejido de 270 g/m² en la parte superior de la grava de drenaje.

El flujo colectado en la zona norte será conducido hacia un buzón de concreto, el cual tiene como objetivo monitorear la calidad del agua. El flujo colectado en la margen izquierda del vaso será direccionado hacia el canal de manejo de drenaje superficial. El flujo colectado por el sistema colector de aguas de infiltración en la zona del estribo sur será conducido

hacia el sistema de drenaje de aguas de infiltración existente y finalmente se descargarán en la poza colectora de aguas de infiltración.

En el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0003** del **Anexo 9.2** se muestra la vista en planta del sistema de drenaje para aguas de infiltración y en el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0004** del **Anexo 9.2** se muestran los detalles de la Etapa 5.

Por otro lado, se precisa que en el **Anexo 9.2** se adjunta el cronograma de construcción general para la Etapa 5 del recrecimiento del depósito de relaves Nieve Ucro II, donde se detalla la secuencia de actividades constructivas unitarias.

Movimiento de tierras

Etapa 5 de la presa a la cota 4599 m

Previo a la conformación del recrecimiento de la presa, se deberán realizar las siguientes actividades:

- Aguas abajo de la presa, en la zona de excavaciones profundas para cimentación, se deberá colocar material de enrocado con la finalidad de controlar los posibles asentamientos que se generen por la carga impuesta por el depósito de relaves.
- En la zona aguas arriba de la presa, cuando el nivel de almacenamiento del relave se encuentre en la cota 4592,2 msnm, se deberá empezar con la colocación del material de enrocado en un espesor total de 1 m, este criterio considera que 0,5 m de enrocado penetrará sobre el relave dispuesto y 0,5 m como mínimo quedará sobre la superficie de relave proyectado en la Etapa 4. Sobre el enrocado se colocarán capas de 500 mm como mínimo de relleno estructural tipo II, con la finalidad de generar una superficie regular para la instalación del nuevo revestimiento. El enrocado deberá colocarse al volteo y compactado/acomodado con el paso de los equipos. Es importante señalar que previo a la colocación del enrocado aguas arriba de la presa, se deberá proteger el revestimiento existente colocando de manera manual, capas de 500 mm de espesor de relleno estructural tipo II.
- Como parte de la estructura del crecimiento de la presa se deberá continuar conectar el dren chimenea existente con el enrocado, se deberá realizar la excavación de 1 m de profundidad en la presa existente hasta encontrar el dren chimenea y darle continuidad hacia arriba hasta una altura de 1 m por debajo de la cresta de la nueva presa.

La configuración geométrica del recrecimiento de la presa deberá conservar el criterio de eje central, el talud aguas arriba de la presa será de 1,5H:1V con un ancho de cresta de 6 m para facilitar futuros recrecimientos y un talud aguas abajo de 1,85H:1V zona sur, 1,5H:1V zona central y de 1,65H:1V en la zona norte, en el sector donde la presa se apoya sobre el basamento rocoso o que se encuentra muy cerca de la superficie.

La configuración considera que durante toda la operación se conserve un borde libre de 2 m como mínimo evitando de esta manera un posible desborde de los flujos de agua almacenada; el borde libre corresponde a la diferencia entre la cota de cresta de la presa y la cota máxima de la laguna de aguas claras en el depósito.

En el **Anexo 9.2** se incluye el “Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII” (Anddes, 2021), donde se describe con detalle el proceso constructivo de la Etapa 5, la cual comprende a tres sub-etapas: 5A, 4B y 5B.

En el **plano RA-002-03-S076-8500-01-21-0005** del **Anexo 9.2** se muestra la configuración en planta del recrecimiento de la Etapa 5 de la presa de relaves y en el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0006 (Anexo 9.2)** se muestran las secciones transversales.

En el **Cuadro 9.7.3** se presentan las características del crecimiento de la Etapa 5 de la presa de relaves Nieve Ucro II y las cantidades de movimiento de tierras.

Cuadro 9.7.3
Características del crecimiento de la presa de relaves - Etapa 5

Descripción	Cantidad
Elevación de cresta	4599 msnm
Ancho de cresta	6 m
Talud aguas arriba	1,5H:1V
Talud aguas abajo (zona sur / zona central / zona norte)	1,85H:1V / 1,5H:1V / 1,65H:1V
Volumen de relleno estructural tipo I*	22 000 m ³
Volumen de relleno estructural tipo IA*	29 000 m ³
Volumen de enrocado para conformación de presa*	269 000 m ³
Volumen de relleno estructural tipo II sobre enrocado*	14 500 m ³
Volumen de relleno estructural tipo II como protección de geomembrana*	3500 m ³
Volumen de enrocado aguas abajo*	9600 m ³
Volumen de enrocado aguas arriba*	11 000 m ³

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Nota: * Las cantidades corresponden a valores netos antes de aplicar contingencia.

Nivelación en el vaso

Estos trabajos consistirán en la colocación de 21 000 m³ de relleno estructural tipo I en la margen izquierda y la construcción con geoceldas en la margen derecha, necesarios para proporcionar una superficie suavizada que permita una adecuada instalación del sistema de revestimiento y garantizar la estabilidad física de la estructura.

En el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0007** del **Anexo 9.2** se muestra la nivelación del vaso del depósito de relaves en planta y en el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0008** (**Anexo 9.2**) las secciones de nivelación de la Etapa 5.

Sistema de revestimiento

El sistema de revestimiento de la Etapa 5 considera la instalación de un sistema de revestimiento en la zona de la presa y en la zona del vaso, de acuerdo con el detalle descrito en el **Cuadro 9.7.4**, y según se muestra en el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0009** y en el detalle A del plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0010** del **Anexo 9.2**.

Cuadro 9.7.4
Sistema de revestimiento - Etapa 5

Descripción	En la zona de la presa (m ²)	En la zona del vaso (m ²)
Geotextil no tejido de 400 g/m ²	10 000	
GCL	10 000	5000
Geomembrana de HDPE lisa de 1,5 mm	10 000	5000
Geomembrana de SST de LLDPE de 1,5 mm	9000	-
Geotextil no tejido de 270 g/m ²	10 000	5000

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Nota: Las cantidades indicadas incluyen el material para las zanjas de anclajes.

Análisis geotécnico

El detalle del análisis geotécnico se incluye en el **Anexo 9.2** del presente ITS. El resumen de los resultados obtenidos de la estimación del factor de seguridad mediante el método de equilibrio límite se presenta en el **Cuadro 9.7.5**, para la condición estática, pseudo estática y postsismo, así como para la condición geométrica local y global.

Cuadro 9.7.5
Resumen de factores de seguridad calculados

Zona	Subetapa	Sección	Caso de análisis	Tipo de falla	Zona de falla	Factor de seguridad		
						Estático (1,5)	Pseudo estático (1,0) *	Postsismo (1,2)
Depósito de relaves NUII	5A	1-1'	Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo (cimentación)	1,73	1,16 (ver nota 2)	1,45
				Global 2	Talud aguas abajo (cuerpo)	1,75	1,22 (ver nota 1)	Ver nota 4
				Local 1	Talud aguas abajo (pie)	1,86	1,31 (ver nota 1)	Ver nota 4
				Local 2	Talud aguas abajo (cresta)	1,70	1,20 (ver nota 1)	Ver nota 4
		2-2'	Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo	1,51	1,12 (ver nota 3)	Ver nota 4
				Local 1	Talud aguas abajo (cresta)	1,90	1,41 (ver nota 3)	Ver nota 4

Zona	Subetapa	Sección	Caso de análisis	Tipo de falla	Zona de falla	Factor de seguridad					
						Estático (1,5)	Pseudo estático (1,0) *	Postsismo (1,2)			
	5B1	1-1'	Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo (cimentación)	1,87	1,13 (ver nota 2)	1,46			
				Global 2	Talud aguas abajo (cuerpo)	1,76	1,27 (ver nota 1)	Ver nota 4			
				Local 1	Talud banco inferior	1,79	1,26 (ver nota 1)	Ver nota 4			
				Local 2	Talud banco superior	1,68	1,20 (ver nota 1)	Ver nota 4			
		2-2'	Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo	1,54	1,13 (ver nota 3)	Ver nota 4			
				Local 1	Talud banco inferior	1,55	1,10 (ver nota 3)	Ver nota 4			
				Local 2	Talud banco superior	1,97	1,48 (ver nota 3)	Ver nota 4			
				5B2	1-1'	Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo (cimentación)	1,84	1,12 (ver nota 2)	1,44
	Global 2	Talud aguas abajo (cuerpo)	1,78				1,27 (ver nota 1)	Ver nota 4			
	Local 1	Talud banco superior	1,67				1,20 (ver nota 1)	Ver nota 4			
	2-2'	Aguas abajo	Global 1				Talud aguas abajo	1,51	1,12 (ver nota 3)	Ver nota 4	
			Local 1		Talud banco superior	1,77	1,35 (ver nota 3)	Ver nota 4			
			5C		1-1'	Aguas arriba	Local	Talud aguas arriba / Vaso	4,72	4,12 (ver nota 1)	4,54
						Aguas abajo	Global 1	Talud aguas abajo (cimentación)	1,85	1,11 (ver nota 2)	1,43
	Global 2	Talud aguas abajo (cuerpo)					1,75	1,26 (ver nota 1)	Ver nota 4		
	Local 1	Talud banco superior		1,66			1,19 (ver nota 1)	Ver nota 4			
2-2'	Aguas arriba	Local		Talud aguas arriba / Vaso	4,60	3,88 (ver nota 3)	4,10				
	Aguas abajo	Global 1		Talud aguas abajo	1,51	1,11 (ver nota 3)	Ver nota 4				
		Local 1		Talud banco superior	1,65	1,27 (ver nota 3)	Ver nota 4				

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Notas:

Coefficiente sísmico empleado $K_s=0,16$.

Coefficiente sísmico empleado $K_s=0,17$.

Coefficiente sísmico empleado $K_s=0,15$.

No aplica, debido a que la superficie de falla solo atraviesa el cuerpo de la presa.

* Asociado a un periodo de retorno sísmico de 1000 años.

De acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad, en términos de factor de seguridad, se concluye que los factores de seguridad estimados superan a los mínimos establecidos en los criterios de análisis. En tal sentido, los taludes de la presa cumplen con el criterio de estabilidad para las condiciones de estabilidad estática, pseudoestática, y postsismo.

Instrumentación geotécnica

La instrumentación geotécnica proyectada para la Etapa 5 considera una configuración similar a la etapa existente (Etapa 4) que consta de puntos de control topográfico, piezómetros de tubo abierto y cuerda vibrante, inclinómetros, acelerógrafo, celdas de asentamiento, base fija para medición y la reubicación de la caseta de instrumentación como se resume en el **Cuadro 9.7.6**.

Cuadro 9.7.6
Instrumentación proyectada - Etapa 5

Instrumentación	Cantidad	Ubicación
Puntos de control topográfico	22	18 construcción de monumentos y reubicación de prismas + 4 nuevos en zona norte
Piezómetros de cuerda vibrante	8	5 colocación de nuevos sensores acoplados al sistema de telemetría existente + 1 nuevo de 15 m en la zona de morrena telemetría+ 2 nuevos en la zona remediada (zona sur) telemetría (10 y 20 m)
Piezómetros de tubo abierto	7	5 recrecimientos en la cresta y 1 nuevo lado Este (20 m) + 1 nuevo en la cresta (zona sur) (55 m)
Inclinómetros	3	2 recrecimiento en la cresta + 1 nuevo en el pie del dique (zona sur) (30 m)
Acelerógrafo	1	1 nuevo en cresta por telemetría
Base de medición	1	1 nuevo zona noreste de del depósito
Celda de asentamiento	1	1 nuevo en pie del dique en zona remediada (zona sur)
Caseta de instrumentación	1	Reubicación, además adicionar 1 <i>datalogger</i> de 32 canales

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Diseño hidráulico

La ingeniería de factibilidad para recrecimiento de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II contempla el diseño de estructuras hidráulicas con la finalidad de derivar los flujos superficiales hacia las quebradas más cercanas o hacia el sistema de drenaje existente en los alrededores del depósito; en ambos casos, los flujos se direccionan y descargan hacia la laguna Tinquicocha.

Las estructuras hidráulicas proyectadas se han diseñado para un evento hidrológico extremo de periodo de retorno igual a 1/3 entre 1000 años y una precipitación máxima probable (PMP) para una condición de operación; mientras, para la condición de cierre el diseño de las estructuras hidráulicas ha considerado un periodo de retorno de 2/3 entre 1000 años y una PMP.

Según la configuración del depósito de relaves Nieve Ucro II se han considerado dos frentes para derivar la escorrentía superficial, denominados como margen izquierda y derecha, que se ubican en los sectores Sur y Norte del depósito, respectivamente.

Manejo de drenaje superficial

Debido al recrecimiento de 1,8 m y el diseño del dique a la cota de cresta de 4599 msnm, se actualizaron las estructuras hidráulicas. El sistema de drenaje será realizado por canales de coronación para conducir los flujos superficiales con la finalidad de proteger la zona del depósito de relaves y la presa; además, estructuras hidráulicas complementarias, como estructuras de paso, de disipación, de empalme, alcantarillas, entre otras. El dimensionamiento de la sección de los canales se determinó mediante ecuaciones de flujo uniforme, con el flujo máximo (fórmula para canales abiertos) que ocurra en un evento extremo. El borde libre en todos los tramos fue especificado en 0,30 m o el 20 % de la energía específica del flujo; además, se adicionó una elevación extra en tramos curvos.

El sistema de descarga de la margen izquierda (canal de coronación - tramo 2 y rápidas 1, 2, 3 y 4) deberá encontrarse operativo al finalizar el relleno en esta margen de la Etapa 5A, este será empalmado al canal existente de la margen izquierda.

Los canales proyectados en el acceso perimetral de la margen izquierda (tramo 1) y derecha, así como el sistema de descarga de la margen derecha (rápida), deberán encontrarse operativos en la Etapa 5C.

Sistema de descarga margen izquierda

Las estructuras hidráulicas de la margen izquierda se ubican en la zona sur y perimetralmente al depósito de relaves y contempla el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas capaces de transportar los flujos superficiales al sistema de drenaje existente aguas abajo del depósito. De acuerdo con el estudio hidrológico, el caudal de diseño para el tramo 1 del canal de coronación (operación) y alcantarillas (operación) será igual a 5,60 m³/s, mientras, en el tramo 2 del canal de coronación (cierre) y rápidas (cierre) el caudal será igual a 7,34 m³/s. En el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0003** del **Anexo 9.2** se muestra la vista en planta del sistema de drenaje para aguas de infiltración y en el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0004** del **Anexo 9.2** se muestran los detalles. Asimismo, en el plano **ME-RA-002-S076-AND-RAU-2021-0003_P003** del **Anexo 9.2** se muestra el detalle de la margen izquierda.

El sistema de descarga de la margen izquierda cuenta con las siguientes estructuras, cuyo detalle se incluye en el **Anexo 9.2**:

- **Estructuras de captación:** tendrá la función de coleccionar los flujos superficiales provenientes de la quebrada natural principal y se ubicará en el punto alto del acceso perimetral. La estructura atenuará las velocidades con el objetivo de distribuir los flujos de forma eficiente hacia el canal de coronación por la margen izquierda del depósito. La estructura de captación estará conformada por un dique

de retención que almacenará temporalmente los flujos superficiales y será construido en base a mampostería de piedra de 0,20 m de espesor.

- **Canal de coronación margen izquierda:** el canal inicia en el punto más alto del acceso perimetral donde se proyecta la estructura de captación.
- **Rápidas:** el sistema de la margen izquierda estará constituido por cuatro tramos de rápidas (cierre) ubicadas en terrenos con pendientes pronunciadas mayores a 10 %. Las rápidas tendrán una sección rectangular con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, base de 2,5 m, altura de 2,4 m y tendrá una longitud total de 100 m. Además, las rápidas poseerán dados amortiguadores, los cuales se colocarán en líneas de 3 y 2 en cada paño, y tendrán una altura de 0,8 m y ancho de cresta igual a 0,20 m, con un talud frontal de 1H:1V con la finalidad de disminuir las velocidades y atenuar el desgaste del revestimiento de la estructura.
- **Alcantarillas:** el drenaje de la margen izquierda contempla cuatro alcantarillas (operación); la alcantarilla 1 se ubicará al final del tramo 1 y estará conformada por dos tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 1200 mm de diámetro con una longitud de 32 m, la alcantarilla 2 se situará luego de la rápida 1 y la estructura de disipación 2 y contará con dos tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 1200 mm de diámetro con una longitud de 15 m, la alcantarilla 3 se ubicará luego de la rápida 4 y la estructura de disipación 6 y contará con dos tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 1200 mm de diámetro con una longitud de 11 m; finalmente, la alcantarilla 4 cruzará un acceso de operación y la línea de impulsión y será conformada por dos tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 1200 mm de diámetro con una longitud de 25 m. Las estructuras de entrada y salida se ubicarán al inicio y final de las alcantarillas en pendientes bajas, y tendrán la función de coleccionar y almacenar temporalmente los flujos superficiales y entregarlos mediante rebose a la siguiente estructura. Las estructuras de entrada y salida serán tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor.
- **Estructuras de paso:** se ha contemplado seis estructuras de paso (cierre) ubicadas en zonas llanas en cambio de dirección y en el paso de un canal de baja pendiente a una rápida, tendrá la función de coleccionar y almacenar temporalmente los flujos superficiales provenientes del canal para luego entregar los flujos mediante rebose a la rápida o la siguiente estructura. Las estructuras de paso serán tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor.
- **Estructuras de disipación:** el sistema de la margen izquierda contará con seis estructuras de disipación (cierre) y tendrán la función de reducir la velocidad y disipar la energía de los flujos provenientes de las rápidas y alcantarillas con pendiente alta. Las estructuras de disipación serán tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, asimismo, se proyecta una placa de impacto y área techada de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, al ingreso de la estructura, para reducir la energía de los flujos con velocidades elevadas.

- **Estructura de empalme:** la estructura de empalme (cierre) se ubicará al final del tramo 2, y tendrá la función de coleccionar y almacenar temporalmente los flujos superficiales provenientes del canal para finalmente poder entregar los flujos mediante rebose al sistema de drenaje existente. La estructura de empalme será tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor.

Sistema de descarga margen derecha

Las estructuras hidráulicas de la margen derecha se ubican en la zona Norte y perimetralmente al depósito de relaves; asimismo, conducirán y derivarán los flujos de la escorrentía superficial de manera laminar a la quebrada natural. Por la margen derecha, de acuerdo con el análisis hidrológico, el caudal de diseño para el canal de coronación (operación) será igual a $7,96 \text{ m}^3/\text{s}$ (1/3 entre 1000 años y PMP) y para la rápida (cierre) es igual a $10,86 \text{ m}^3/\text{s}$ (2/3 entre 1000 años y PMP). En el plano ME-**RA-002-S076-AND-RAU-2021-003-P_004** del **Anexo 9.2** se presenta el detalle del sistema del drenaje superficial de la margen derecha.

- **Canal de coronación margen derecha:** el canal (operación) partirá desde el punto más alto del acceso perimetral hasta la estructura de paso y su eje se desarrollará en paralelo al acceso perimetral, tendrá la función de captar los flujos superficiales de las laderas, para luego conducirlos hacia la rápida a través de la estructura de paso. El canal tendrá una sección trapezoidal con un talud lateral derecho igual a 0,5 H:1V y en la zona izquierda un lado vertical. Presentará un revestimiento de geoceldas con concreto ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor en el talud lateral derecho (zona de roca) y un revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 250 mm de espesor en la base y muro lateral izquierdo. La base de canal tendrá una dimensión igual a 1,4 m; altura de 1,8 m (zona derecha) y 1,5 m (zona izquierda) y tendrá una longitud total de 605 m con una pendiente mínima 1 %.
- **Rápida:** la rápida (cierre) conducirá los flujos del canal de coronación margen derecha hacia la estructura de descarga para posteriormente derivar los flujos a la quebrada natural. La rápida tendrá una sección rectangular con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, base de 3 m, altura de 2,7 m y tendrá una longitud total de 80 m. Asimismo, la rápida poseerá dados amortiguadores, colocados en líneas de 3 y 2 en cada paño, y tendrán una altura de 0,9 m y ancho de cresta igual a 0,2 m, con un talud frontal de 1H:1V con la finalidad de disminuir las velocidades y atenuar el desgaste del revestimiento de la estructura.
- **Estructuras de paso:** se ha contemplado una estructura de paso (cierre) ubicada al final del canal margen derecha y tendrá la función de coleccionar y almacenar temporalmente los flujos superficiales provenientes del canal para luego entregar los flujos mediante rebose a la rápida. La estructura de paso será tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor.

- **Estructura de disipación:** la margen derecha contará con una estructura de disipación (cierre) y tendrá la función de reducir la velocidad y disipar la energía de los flujos provenientes de la rápida antes que ingrese a la curva. La estructura de disipación será tipo caja con revestimiento de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, además, se proyecta una placa de impacto y área techada de concreto armado ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) de 300 mm de espesor, al ingreso de la estructura, para reducir la energía de los flujos con velocidades elevadas.

Etapas

Construcción (incluye actividades preliminares):

La construcción de la etapa 5 considera las siguientes actividades (incluye actividades preliminares):

- **Desbroce:** esta tarea formará parte de las actividades preliminares, y consiste en el retiro de la vegetación en las áreas de ocupación directa; sin embargo, dadas las formaciones vegetales y coberturas del suelo sobre las cuales se emplazarán los componentes del proyecto, es importante resaltar que esta actividad será de magnitud muy reducida. En general, para el emplazamiento de infraestructura es necesario realizar primero el retiro de la cobertura vegetal (desbroce) y del material orgánico de la capa superior del suelo, según estos se encuentren presentes en las áreas de ocupación directa. En el caso del área a ocupar por la reconfiguración de la etapa 5, no se ha identificado mayor presencia de material orgánico.
- **Movimiento de tierras:** esta tarea también forma parte de las actividades preliminares:
 - *Manejo del material orgánico:* esta tarea consiste, en caso se encontrara, en el retiro del material orgánico de la capa superior del suelo (*topsoil*), para su traslado y almacenamiento en alguno de los depósitos de material orgánico (*topsoil*) existentes en la U.M. Raura, y posterior uso en las actividades de cierre. Sin embargo, dadas las características edafológicas de los suelos sobre los cuales se emplazará la cimentación del recrecimiento del depósito de relaves Nieve Ucro II, esta actividad será de magnitud muy reducida, dado que no se prevé presencia de material orgánico en dichas zonas.
 - *Manejo del material inadecuado:* esta tarea consiste en el retiro del material inadecuado para la cimentación de la presa, para su traslado y almacenamiento en el DMI Niño Perdido.
 - *Corte y relleno:* esta tarea se dará en la zona del acceso norte y donde sea posible el aprovechamiento del corte para el recrecimiento de la presa.
- **Obras civiles:** considera la construcción de las estructuras civiles e hidráulicas, como, por ejemplo:
 - Implementación de la capa de rodadura en accesos
 - Recrecimiento de la etapa 5 del depósito de relaves
 - Sistema de drenaje superficial
 - Sistema de drenaje en el cuerpo de la presa

- Sist. de drenaje de aguas de infiltración en el vaso
- Sist. de drenaje de aguas claras
- Sist. de recirculación de agua
- Sist. de disposición de relaves
- SMPE&I: corresponde a la instalación de sistemas estructurales, mecánicos, de tuberías, eléctricos y de instrumentación asociados a las estructuras antes descritas, según se requiera.
- **Manejo de materiales de préstamo:** esta tarea preliminar, consiste en la extracción de materiales de préstamo de las canteras para su traslado hacia el área del depósito de relaves Nieve Ucro II, de modo que estos materiales puedan ser utilizados principalmente para conformar al dique (Etapa 5) del depósito.

Como se indicó anteriormente, tanto los depósitos de *topsoil* N° 1 – Hidro y N° 2 – Primavera como el *backfill* Niño Perdido son instalaciones existentes de la U.M. Raura, por lo que no se prevén actividades constructivas adicionales para los mismos.

Operación

Una vez que se reinicien las actividades en la U.M. Raura, culminado el periodo de suspensión temporal, se continuará con la disposición de los relaves correspondiente a la capacidad remanente de la Etapa 4 y, conforme se vaya avanzando con las actividades constructivas de las subetapas 5A, 5B y 5C, la disposición de la Etapa 5.

Cabe recordar que los componentes generales de la U.M. Raura se encuentran amparados en el PAMA, lo que incluye también al minado y a la planta procesadora, mientras que la Segunda Modificación del EIA-d se enfocó en las actividades de recrecimiento de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II. En tal sentido, las actividades consideradas para la operación, específicamente relacionadas con el presente ITS, son las siguientes:

Transporte de relaves

Tal como se realiza en la situación aprobada, los relaves son impulsados desde la planta concentradora por un sistema de bombeo, a través de dos (02) tuberías de HDPE. Ambas tuberías están colocadas dentro del canal de contingencia (sostenidas con parantes y soportes metálicos), por lo que tienen un recorrido paralelo. Las tuberías llegarán a una caja colectora de relaves ubicada en la ladera izquierda del depósito, desde donde se derivarán, a través de una tubería por el eje del dique/muro, a ocho (08) dispositivos de descarga (*spigots*) para su disposición final en la playa de relaves.

En general, en condiciones normales, solo una de las tuberías de transporte de relaves está en funcionamiento y la otra se mantiene en *stand by*. Esto con el objetivo de controlar posibles contingencias y facilitar los procesos de mantenimiento de la tubería principal sin que el transporte de relaves se vea interrumpido.

Disposición de relaves

Tal como se indicó anteriormente, la disposición de relaves en el vaso del depósito de relaves considera ocho (8) puntos de descarga (*spigots*), distribuidos en la cresta de la presa, sin mayor cambio con respecto a lo aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d. El relave expuesto tendrá una pendiente de 0,55 % y el sumergido, una pendiente de 2,4 % (pendiente subacuática), de tal manera que la laguna de aguas claras se mantenga a una distancia de 170 m como mínimo de la cresta de la presa, con la finalidad de garantizar la estabilidad física y la vida útil del depósito de relaves. La disposición de relaves deberá garantizar un borde operativo de 1 m como mínimo, el cual corresponde a la diferencia entre la cota de cresta de la presa y la cota máxima del relave, según lo previamente aprobado.

En el plano **RA-002-03-S076-8500-01-21-0011** del **Anexo 9.2** se muestra la disposición de relaves en la Etapa 5. La disposición considera un tiempo de operación total de 22,8 meses. En el **Cuadro 9.7.7** se presenta la secuencia de llenado, indicando volúmenes, capacidades y tiempos de operación de la Etapa 5.

Cuadro 9.7.7
Disposición de relaves - Etapa 5

Tiempo de disposición de relaves (meses)	Elevación máxima del relave (msnm)	Elevación de lagunas de aguas claras (msnm)	Volumen de relave acumulado (m ³)	Capacidad de relave acumulada (t)	Volumen de aguas claras (m ³)
3,9	4593,2	4592,2	130 000	183 300	54 830
3,7	4594,2	4593,2	252 500	356 000	57 600
7,8	4596,2	4595,2	509 000	717 600	65 500
7,4	4598	4597	751 000	1 058 900	77 000

Fuente: Estudio de factibilidad para recrecimiento de las subetapas 5A, 5B y 5C del depósito de relaves NUII (Anddes, 2021)

Recirculación de agua

Las aguas colectadas por el sistema de drenaje de aguas claras y por el sistema de drenaje de agua de infiltración en el vaso llegarán hasta una caja colectora en el estribo izquierdo del dique, y desde allí serán conducidas mediante una tubería de HDPE de 8" de diámetro hasta el tanque TK201 (28 m³). Asimismo, las aguas colectadas por el sistema de drenaje en el cuerpo de la presa y cunetas, que se almacenan temporalmente en la poza colectora de aguas de infiltración, se derivan hacia dicho tanque a través de una tubería de HDPE. De manera contigua al tanque se tiene un sistema de bombeo que impulsa el agua recirculada hacia el tanque TK202 (250 m³) ubicado en la planta concentradora, a través de una tubería de 12" colocada en el canal de contingencia.

En este sentido, se puede observar que la operación del depósito de relaves Nieve Ucru II no genera vertimientos al ambiente, por el contrario, recircula sus aguas claras y filtraciones hacia la planta concentradora para ser usadas en el proceso metalúrgico.

En líneas generales, el incremento de cronograma de disposición de relaves por 5,8 meses con respecto a los 17 meses aprobados en la Segunda Modificación del EIA-d no cambia las condiciones operativas previamente aprobadas, donde se debe rescatar que, en dicho instrumento de gestión ambiental, se descartaron impactos en aspectos hídricos (cantidad y calidad de agua).

Supervisión y mantenimiento

Considera la supervisión continua del correcto funcionamiento el depósito de relaves y los parámetros de operación, así como las actividades de mantenimiento de accesos y estructuras hidráulicas correspondientes.

9.7.2 Cambio e incremento de fuentes de obtención de material de préstamo para construcción del dique de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II

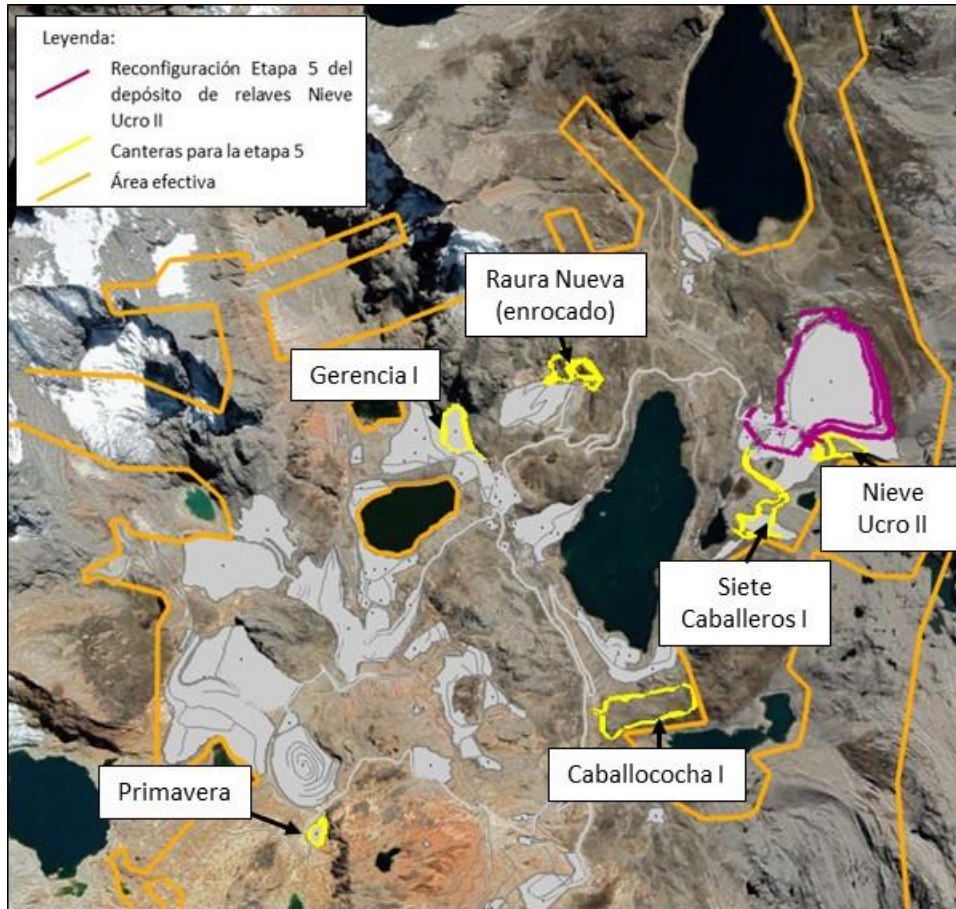
9.7.2.1 Justificación del cambio

Tal como se indicó anteriormente, la construcción de la presa del nuevo diseño de la etapa 5 propuesto en el presente ITS considera el uso de materiales provenientes de dos canteras existentes (Gerencia I y Primavera), así como la inclusión de cuatro canteras denominadas Caballococha, Raura Nueva (enrocado), Nieve Ucro II y Siete Caballeros I (ésta última corresponde a una ampliación de una cantera existente), desde donde será extraído material para relleno estructural, enrocado y suelo de alta permeabilidad, según corresponda. Esto debido a que, dada la demanda de material por la modificación del método de construcción propuesto, surge la necesidad de añadir canteras que permitan satisfacer la demanda de materiales para el nuevo diseño.

9.7.2.2 Cambio propuesto

A continuación, se describen las canteras a ser empleadas para la construcción de la Etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, las cuales pueden observarse en la **Figura 9.7.1 y Detalle 9.7.2**. Cabe precisar que los resultados del análisis de estabilidad física en las secciones críticas para las canteras evaluadas proporcionan, factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos mayores a los mínimos establecidos en los criterios de diseño, considerando condiciones de operación y cierre.

Detalle 9.7.2
Ubicación de canteras a ser empleada en la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II



Fuente: Raura

Asimismo, las estructuras hidráulicas han sido dimensionadas para un evento hidrológico extremo entre 100 y 500 años de periodo de retorno, considerando las etapas de explotación y cierre, respectivamente.

Con respecto al manejo del drenaje superficial, se contempla la implementación de estructuras hidráulicas temporales para la etapa de explotación de las canteras conformadas por canales de coronación construidos principalmente en base a geomembrana. Para la etapa de cierre, el manejo del drenaje superficial contempla estructuras hidráulicas permanentes, conformadas por canales de coronación y cunetas a ser construidas principalmente en base a mampostería de piedra.

Las obras hidráulicas complementarias estarán conformadas por las rápidas, estructuras de disipación, estructuras para el control de erosión, alcantarillas y badenes de cruce. Estas estructuras darán continuidad y garantizarán el buen comportamiento hidráulico de los flujos superficiales a lo largo de todo el desarrollo de los canales de coronación y cunetas.

El detalle de la descripción de las canteras y sus métodos de explotación se presentan en el **Anexo 9.3** y **Anexo 9.4** (Andes, 2021).

Características de las canteras

Gerencia I

Esta cantera de relleno estructural fue considerada en la Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 845 155 N a 8 845 038 N y 308 609 E a 308 714 E, ubicada al oeste de la presa de relaves Nieve Ucro II a una distancia de 3,2 km.

La cantera Gerencia I se emplaza principalmente sobre depósitos morrénico/lagunar. Los ensayos de laboratorio indican que los materiales de esta cantera clasifican en el sistema SUCS como grava limosa con arena y limo (GP-GM) y grava arcillo-limosa con arena (GCGM), con una distribución granulométrica de 63 a 75 % de grava, de 15 a 20 % de arena y de 6 a 22 % de finos, con un índice de plasticidad nulo a 7% y un contenido de humedad de 1 a 9,5 %. El material de esta cantera presenta un óptimo contenido de humedad (OCH) de 6,6 y 4,1 % y máxima densidad seca (MDS) 2,451 y 2,770 g/cm³, respectivamente. Así también, según la evaluación geoquímica (ensayos ABA y NAG), el material muestra que no es generador de drenaje ácido.

La delimitación y ubicación de esta cantera; así como, la ubicación de las investigaciones geotécnicas ejecutadas en ella (perforación, calicata, ensayos de densidad in situ, puntos de muestreo y ensayos de granulometría global) se presenta en el plano **RA-002-03-S076-8500-19-21-0100** del **Anexo 9.3**.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales de todas las canteras y los volúmenes a extraer, incluyendo la cantera Gerencia I.

Cuadro 9.7.8
Resumen de evaluación y plan de explotación de canteras

Parámetro	Gerencia I	Primavera	Nieve Ucro II (Zona de morrenas)	Siete Caballeros I	Raura Nueva (enrocado)	Caballococha
Área total (m ²)	19 280	5 933	17 200	20 450	14 000	56 000
Volumen bruto (m ³)	100 256 ⁽¹⁾	40 575 ⁽¹⁾	85 000	40 900	70 000	546 000
Eficiencia (%)	90%	60	90	90	90	58
Volumen inadecuado (m ³)	10 256	17 808	8 500	4 300	7 000	82 100
Volumen neto (m ³)	82 230	22 767	76 500	36 810	63 000	316 680
Volumen a explotar (m ³)	39 946	2500	76 500	29 363	63 000	181 991
Volumen de contingencia (m ³)	42 284	20 267	--	7 447	--	134 689

Parámetro	Gerencia I	Primavera	Nieve Ucro II (Zona de morrenas)	Siete Caballeros I	Raura Nueva (enrocado)	Caballococha
Clasificación SUCS	GP-GM / GC - GM	GP-GC / SC-SM	GC/GC-GM/SM/SC-SM	GC -GM / GC/GM	Caliza y/o marga	Caliza y/o marga
Porcentaje de finos (%)	6 – 22	18-19	21-35	23 – 32	--	--
Contenido de humedad (%)	1-9,5	15	5,1-6,3	4-10	--	--
Índice de plasticidad (%)	Nulo a 7	7	5-9	7	--	--
Origen geológico	Morrénico / lagunar	Depósito coluvial	Morrénico / lagunar	Morrénico	Caliza y/o marga	Caliza
Tipo de material	Relleno estructural	Baja permeabilidad	Relleno estructural	Relleno estructural	Enrocado	Enrocado
Método de explotación	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Corte simple y zarandeo	Equipos de impacto	Voladura

Fuente: Informe de canteras – NUII Etapa 5, Revisión B (Anddes, 2021) (**Anexo 9.3**).
Elaborado por: INSIDEO.

Nieve Ucro II (zona de morrenas)

Esta cantera de relleno estructural, se encuentra entre las coordenadas UTM 8 845 020 N a 8 845 162 N y 310 283 E a 310 713 E, al lado de la presa de relaves Nieve Ucro II a una distancia de 0,5 km. Está emplazada principalmente sobre depósitos morrénico/lagunar y el material de esta cantera corresponderá a material de corte de la zona de la margen izquierda.

Los ensayos de laboratorio indican que el material clasifica en el sistema SUCS como grava arcillosa (GC), grava arcillo-limosa (GC-GM), arena limosa (SM) y arena arcillo-limosa (SC-SM), con una distribución granulométrica de 0 a 50 % de grava, de 30 a 75 % de arena y de 21 a 35 % de finos, con un índice de plasticidad de 5 a 9 % y contenido de humedad de 5 a 9 %. De acuerdo con ensayos Proctor estándar, el material de esta cantera presenta un óptimo contenido de humedad (OCH) de 5,1 % y máxima densidad seca (MDS) 2,328 g/cm³; y de 6,3 % y 2,263 g/cm³, respectivamente. Asimismo, de acuerdo con la evaluación geoquímica (ensayos ABA, NAG y SPLP) se estima que el material no es generador de drenaje ácido.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales y volúmenes a extraer de esta cantera.

Siete Caballeros I

La cantera de relleno estructural Siete Caballeros I se encuentra entre las coordenadas UTM 8 844 721 N a 8 844 641 N y 309 999 E a 310 209 E, ubicada al este de la presa de relaves Nieve Ucro II a una distancia de 2 km. Se emplaza sobre depósito morrénico y los materiales de esta cantera clasifican en el sistema SUCS como grava arcillosa limosa (GC-GM) y arena arcillosa (SC), con una distribución granulométrica de 32 a 49 % de grava, de

27 a 35 % de arena y de 23 a 32 % de finos, con un índice de plasticidad de 7 % y contenido de humedad de 4 a 10 %.

De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, el material de esta cantera presenta un óptimo contenido de humedad (OCH) de 4 % y 6% y máxima densidad seca (MDS) de 2,43 g/cm³ y 2,23 g/cm³ obtenidos de ensayos Proctor estándar, así como gravedad específica de sólidos Gs de 2,67 y absorción de 0,8 %. Asimismo, se realizaron ensayos de compresión triaxial consolidado no drenado (CU) determinándose valores de cohesión de 5,5 kPa y 0,0 kPa, un ángulo de fricción interna de 26° y 20° en condiciones totales y una cohesión de 20 kPa y 5 kPa y un ángulo de fricción interna de 41° y 41,5° en condiciones efectivas. Respecto a la evaluación geoquímica del material (ensayos ABA y NAG), este no es generador de drenaje ácido.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales y volúmenes a extraer de esta cantera.

Primavera

La cantera de suelo de baja permeabilidad Primavera (o Tajo Primavera) fue considerada en la Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 843 255 N a 8 843 397 N y 308 022 E a 308 124 E, al suroeste de la presa de relaves Nieve Ucro II a una distancia aproximada de 6 km.

Esta cantera se emplaza principalmente sobre depósitos morrénico y lagunares. Según los reportes de los ensayos de laboratorio, los materiales de esta cantera clasifican en el sistema SUCS como grava arcillo-limosa (GC-GM), grava arcillosa (GC), con una distribución granulométrica de 41 % a 52 % de grava, de 36 % a 39 % de arena y de 12 % a 19 % de finos, con un índice de plasticidad de 7 % y contenido de humedad de 13 a 15 %. De acuerdo con ensayos Proctor estándar desarrollados, el material de esta cantera presenta óptimos contenidos de humedad (OCH) de 12,2% y 12,7% y máximas densidades secas (MDS) de 1,965 g/cm³ y 1,910 g/cm³. Asimismo, según el ensayo de permeabilidad pared flexible al 95% de la MDS, se determinó en 1,2E-05. Respecto a la evaluación geoquímica desarrollada (ensayos ABA, NAG, SPLP), el material de esta cantera no es generador de drenaje ácido.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales y volúmenes a extraer de esta cantera.

Cabalcocha

La cantera de enrocado Cabalcocha existente será ampliada como parte de los cambios propuestos en el presente ITS. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 843 682 N a 8 843 877 N y 309 355 E a 309 667 E, ubicada al suroeste de depósito de relaves Nieve Ucro II a una distancia de 3,5 km. Se emplaza principalmente sobre roca caliza, con resistencia a la compresión uniaxial de 20,7 MPa (según resultados de ensayo de compresión uniaxial), ligeramente alterada a moderadamente alterada, moderadamente

fracturada, de color gris oscuro, y presenta una calidad geomecánica regular. Respecto a la evaluación geoquímica (ensayos ABA, NAG, SPLP), el material de esta cantera no es generador de drenaje ácido.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales y volúmenes a extraer de esta cantera.

Raura Nueva

Se encuentra conformada por las canteras Raura Nueva A y Raura Nueva B (adyacentes entre sí), entre las coordenadas UTM 8 845 342 N a 8 845 445 N y 309 112 E a 309 314 E, ubicada al noroeste de depósito de relaves Nieve Ucro II a una distancia de 3 km.

La cantera Raura Nueva se emplaza principalmente sobre roca caliza y marga muy resistente (R5.0), con resistencia a la compresión no confinada entre 88 MPa y 140 MPa, ligeramente alterada a moderadamente alterada, moderadamente fracturada, de color gris oscuro. Respecto a la evaluación geoquímica (ensayos ABA, NAG, SPLP), el material de esta cantera no es generador de drenaje ácido.

El **Cuadro 9.7.8** presenta las características generales y volúmenes a extraer de esta cantera.

Balance de materiales

En el **Cuadro 9.7.9** se muestra el resumen del balance de masas de las canteras y sus respectivos materiales explotados.

Cuadro 9.7.9
Resumen de balance de materiales de la Etapa 5 propuesta para el depósito de relaves Nieve Ucro II

Descripción	Relleno con material de préstamo de canteras (m ³)						Total
	Nieve Ucro II – zona de morrenas	Gerencia I	Tajo Primavera	Siete Caballos	Raura Nueva A y B (enrocado)	Caballococha	
Relleno estructural Tipo I, IA y II	41 407	39 946	--	16 247	--	--	97 600
Enrocado	35 093	--	--	13 116	59 400	181 991	289 600
Suelo de baja permeabilidad	--	--	2 500	--	--	--	2 500
Grava para drenaje	--	--	--	--	3 600	--	3 600
Total	76 500	39 946	2 500	29 363	63 000	181 991	393 300

Fuente: Programa Maestro de Canteras (Anddes, 2021) (**Anexo 9.4**)

Plan de explotación de canteras

Con relación a la explotación de canteras prevista para la Etapa 5 propuesta, es importante señalar que el “Informe de canteras – NUII Etapa 5” (Anddes, 2021) (**Anexo 9.3**) desarrolla en conjunto a la ingeniería de factibilidad para la extracción de materiales de préstamo desde las canteras. Ello considerado que, i) se realiza una evaluación técnica de los materiales considerando una serie de parámetros de interés, principalmente parámetros geotécnicos basados en ensayos de campo y laboratorio, ii) define las consideraciones y métodos de la explotación de los materiales, iii) describe y presenta planos con el diseño de las canteras durante la explotación y cierre, iv) realiza un análisis de estabilidad física para cada una de las canteras, v) describe las características geoquímicas de los materiales, vi) describe y presenta planos con el diseño de las estructuras de manejo de aguas para la explotación y cierre, y vii) presenta el cronograma y costos asociados.

De acuerdo con lo anterior, para la explotación de las canteras se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- La extracción de los materiales se realizará de forma planificada, procurando –en la medida de lo posible– que se haga en épocas de ausencia de lluvias o que estas sean de intensidad baja. Se precisa que, en el Anexo C – Cronograma de extracción del “Programa maestro de canteras” (Anddes, 2021) (**Anexo 9.4**) se presenta el cronograma de desarrollo detallado para cada una de las canteras.
- Las actividades de extracción de materiales desde las canteras se realizarán solo durante el turno diurno, aproximadamente desde las 7:00 hasta las 18:00 horas.
- Los cortes realizados en la etapa de explotación se mantendrán para el cierre de las canteras, los cuales se han analizado para asegurar su estabilidad física final en el largo plazo. Esto se sustenta a partir de los resultados de la evaluación geotécnica realizada para comprobar la estabilidad física de los taludes de las canteras, los cuales se describen con detalle más adelante.
- La explotación de las canteras se realizará mediante excavación simple, carguío, zarandeo y transporte (acarreo con camiones) hacia el depósito de relaves Nieve Ucro II. Adicionalmente, para la etapa de zarandeo, dentro del área de cada cantera se habilitará una plataforma que permita el tránsito de los vehículos durante la operación de las mismas. Asimismo, en caso se requiera, para la explotación y procesamiento de los materiales de las canteras se podrá hacer uso de equipos de chancado. Para el caso de las canteras de roca (Raura Nueva [enrocado] y Caballococha) se hará uso de martillos y; en el caso de la cantera Caballococha se realizarán voladuras controladas. El requerimiento de explosivos a ser empleados se incluye en el **Anexo 9.4**.
- Se realizarán inspecciones periódicas en las zonas de extracción activas de las canteras, con el objetivo de detectar posibles puntos de riesgos por caída de rocas o presencia de grietas de tensión.

- Se habilitarán estructuras de manejo de aguas y control de sedimentos de manera previa al inicio de las tareas de extracción de material, las cuales se describen con detalle en la sección 8 del “Informe de canteras – NUII Etapa 5” del **Anexo 9.3**.
- En el **Detalle 9.7.3** se presentan las rutas de acarreo previstas desde cada una de las canteras hacia el depósito de relaves Nieve Ucuro II, las cuales corresponden a vías existentes de la U.M. Raura. Por otro lado, en el caso de las canteras Raura Nueva, Caballococha y Siete Caballeros, será necesario construir unos tramos de accesos que se unan a las vías existentes.
- Los accesos hacia las tres canteras antes descritas se han diseñado con un radio mínimo de 12 m y tiene una pendiente mínima 1% y una pendiente máxima de 13,8%, el acceso cuenta con una pendiente de 2 % en sentido transversal con el objetivo de derivar las aguas superficiales hacia un extremo donde se encuentra la cuneta para el manejo de drenaje superficial.

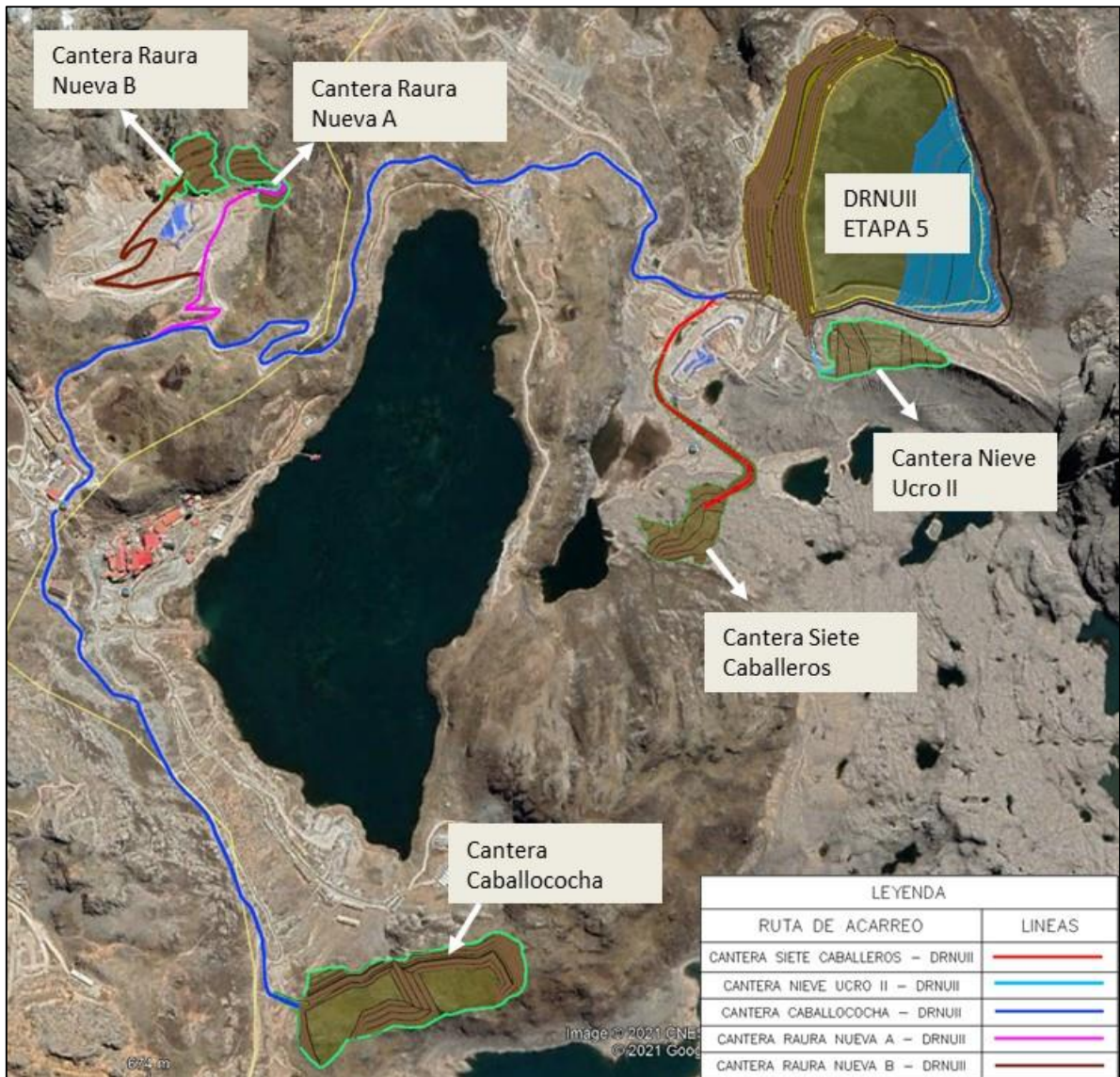
Los accesos hacia las canteras serán construidos con material de cantera, tratando de optimizar el corte y relleno en su conformación. Las zonas de relleno se considera el tendido en taludes de 1,5H:1V y taludes de corte de 1H:1V. El diseño considera la construcción de un guardavía de 0,5 m de altura y un ancho efectivo de 6,6 m, proporcionando un espacio adecuado para el tránsito de camiones y equipos para construcción tanto para el proceso constructivo como para la operación en doble sentido.

Para el diseño de la rasante de las vías de acceso se ha tomado en cuenta criterios de diseño como son: pendiente máxima de diseño para la seguridad de operación y mínima pendiente para un correcto manejo del flujo de drenaje superficial. El grado o pendiente de las vías de acceso cumplen específicamente una función de seguridad, economía y principalmente eficiencia en los equipos que operan dentro de ellas.

El manejo de drenaje superficial para los accesos se ha diseñado para un periodo de retorno de 100 años y con revestimiento de geomembrana, obteniendo un canal de coronación de sección trapezoidal y talud 1:1 de 400 x 400mm.

En las Figuras 8.9 y 8.10 del **Anexo 9.3** se muestran los detalles en planta, perfiles y secciones típicas de los accesos propuestos.

Detalle 9.7.3
Rutas de acarreo de material de préstamo



Fuente: Anddes

En el **Cuadro 9.7.8** se presenta el resumen del plan de explotación para la extracción de los materiales de préstamo de cada una de las canteras definidas para la Etapa 5.

El diseño de la extracción de los materiales en las seis (06) canteras proyectadas de la U.M. Raura se observa entre la **Figura 4.1** y **Figura 4.14** del **Anexo 9.3**.

Análisis geotécnico

Como parte de la ingeniería de factibilidad para las canteras (**Anexo 9.3**), se realizó un análisis de estabilidad física de taludes, cuyos resultados se resumen en el **Cuadro 9.7.10**.

Cuadro 9.7.10
Resultados de factores de seguridad de canteras

Tipo de material	Cantera	Sección	Talud de corte (H:V)	Tipo de falla	Factor de seguridad (FS)	
					Estático (FS _{mínimo} =1,5)	Pseudoestático (ks*) (FS _{mínimo} =1,0)
Relleno estructural	Nieve Ucro II (zona de morrenas)	1-1'	6,7:1	Circular / local	4,68	1,90
	Siete Caballeros I	2-2'	2,8:1	Circular / local 1	2,92	1,71
			2,8:1	Circular / local 2	2,62	1,57
Enrocado	Caballococha	3-3'	2:1	Circular / local 1	13,34	9,61
			2:1	Circular / local 2	13,35	9,60
			2:1	Circular / local 3	15,04	10,68
			2,5:1	Circular / global	9,11	6,13
	Raura Nueva A	4-4'	1:1	Circular / local 1	3,94	3,12
			1:1	Circular / local 2	3,70	2,94
			1,1:1	Circular / global	3,00	2,37
	Raura Nueva B	5-5'	1,5:1	Circular / local 1	7,32	5,63
			1:1	Circular / local 2	5,64	4,49
			1,5:1	Circular / global	5,09	3,91

AbreviaturaS:

Tr: periodo de retorno.

Ks: coeficiente sísmico.

Nota:

* ks=0,16 para taludes de corte en roca (canteras de enrocado) y ks=0,21 para taludes de corte en suelo (canteras de relleno estructural), ambos coeficientes asociados a un periodo de retorno de 475 años.

De los resultados presentados en el **Cuadro 9.7.10** se observa que los factores de seguridad (FS) obtenidos son mayores a los mínimos establecidos en los criterios de diseño y que sustentan los taludes de corte y perfilados recomendados para la explotación y el cierre de las canteras.

Asimismo, en el Anexo A.5 del “Informe de canteras – NUII Etapa 5” (**Anexo 9.3**) se presentan las salidas de los análisis de estabilidad física de taludes del programa Slide2 para las condiciones analizadas, los mismos que contienen información de los materiales, y ubicación de las superficies de falla crítica con el menor factor de seguridad.

9.7.3 Extensión del plazo de ejecución de las perforaciones aprobadas en el ITS de la Segunda Modificación del EIA-d

9.7.3.1 Justificación del cambio

RAURA planea desarrollar en el futuro nuevas instalaciones mineras al interior de la U.M. Raura, para lo cual requiere conocer las características geotécnicas e hidrogeológicas en

distintas zonas, donde potencialmente estas puedan ubicarse; y contar con información de los materiales de préstamo disponibles.

El primer ITS de la Segunda Modificación del EIA-d (aprobado mediante R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR, en octubre de 2020), consideró la habilitación de 185 plataformas de perforación, en donde se realizarían un total de 186 sondajes geotécnicos e hidrogeológicos (en una plataforma se realizarían dos sondajes con distinta inclinación), cuya ubicación se aprecia en la **Figura 9.7.1**.

Al momento, se ha podido ejecutar 14 de las 185 plataformas aprobadas en el ITS, cuyo plazo vence en octubre de 2021, motivo por el cual se requiere de un plazo mayor para poder ejecutarlas.

9.7.3.2 Cambio propuesto

Extensión de 12 meses en la ejecución de las plataformas de perforación geotécnicas e hidrogeológicas, manteniendo las características aprobadas en el Primer ITS, dando un plazo total de 24 meses de perforación y 3 meses para el cierre final y monitoreo post-cierre. No se proponen cambios en las características de las actividades ni medidas de manejo aprobadas para estos componentes.

En tal sentido, el cronograma de perforaciones sería el siguiente:

Cuadro 9.7.11

Ampliación de cronograma de las actividades de perforación aprobadas en el Primer ITS

Actividades del ITS	Mes																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Habilitación plataformas y accesos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Perforación diamantina (incluye ensayos <i>in situ</i> e instalación de piezómetros)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cierre progresivo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cierre final	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoreo post-cierre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Leyenda:

■ Aprobado

■ Extensión propuesta

Fuente: RAURA.

Elaborado por: INSIDEO.

9.7.4 Otras consideraciones

9.7.4.1 Área ocupada y movimiento de tierras

Las áreas a ocupar y los volúmenes de movimiento de tierras necesarios para el emplazamiento de los componentes que forman parte del presente ITS se presentan en el **Cuadro 9.7.12**. Cabe precisar que no se considera dentro del cálculo a las perforaciones geotécnicas e hidráulicas, dado que dicho análisis formó parte del primer ITS de la Segunda Modificación del EIA-d, aprobado por R.D. N° 0120-2020-SENACE-PE/DEAR.

Cuadro 9.7.12
Componentes del presente ITS

Instalación	Coordenadas UTM referencial (Datum WGS84, zona 18S)		Área ocupada (2D)				Volumen de movimiento de tierras	
			Instalación		Área nueva ⁽¹⁾			
	Este (m)	Norte (m)	m ²	ha	ha	%	m ³	%
Componentes permanentes								
Depósito de relaves Nieve Ucro II – Etapa 5 (incluye accesos y estructuras de manejo de aguas)	310 441	8 845 332	254800	25,48	1,12	10,63	417 000	50,16
Componentes temporales								
Cantera Caballococha	309 555	8 843 849	56 000	5,6	5,6	53,13	183 691*	22,10
Cantera Raura Nueva (enrocado)	309 269	8 845 374	14 000	1,4	1,4	13,28	68 300*	8,22
Cantera Gerencia I	308 675	8 845 117	19 280	1,928	0	0	39 946	4,81
Cantera Nieve Ucro II (zona de morrenas)	310 432	8 845 056	17 200	1,72	1,42	13,47	76 500	9,20
Cantera Siete Caballeros I	310 096	8 844 766	20 450	2,045	1	9,49	43 363*	5,22
Cantera Primavera	308 079	8 843 318	5 933	0,593	0	0	2 500	0,30
Total			387 663	38,766	10,54	100	831 300	100

Nota: (1) Huella de área nueva a disturbar por el desarrollo del proyecto.

* Incluye acceso

Fuente: RAURA; Anddes e INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

9.7.4.2 Cronograma

Las actividades propuestas en el presente ITS extenderán el periodo de construcción (17 meses) y el periodo de operación (referido a la disposición de relaves) previsto para la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucro II, generando una ampliación final en el cronograma de 5,8 meses, en comparación con lo aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d. En **Cuadro 9.7.13** se presenta el cronograma general considerado para el desarrollo de las perforaciones propuestas. Este cuadro no incluye el cronograma de perforaciones geotécnicas e hidrogeológicas, ya que estas se desarrollarán durante el periodo de suspensión temporal de actividades de la U.M. Raura, la misma que está aprobada hasta junio del año 2023; el cronograma correspondiente a estas actividades se incluye en el **Cuadro 9.7.11**.

Cabe precisar que el presente ITS no extenderá la vida útil de la U.M. Raura, la cual no fue definida ni formó parte de los aspectos evaluados en la Segunda Modificación del EIA-d.

Al respecto, tal como se señaló en la Segunda Modificación del EIA-d, dada la antigüedad de la U.M. Raura, sus actividades de minado y operación se desarrollan en el marco del PAMA, estando la vida útil de la mina en función de la disponibilidad de recursos minerales y de la capacidad del manejo de los subproductos de su beneficio (i.e. de la capacidad de almacenamiento de relaves). Según señala la normativa vigente, las actividades de explotación que fueron iniciadas de forma previa a la vigencia del D.S. N° 046-2001-EM, tal como es el caso de la U.M. Raura, son consideradas actividades mineras continuas, las mismas que deben presentar anualmente a la Dirección General de Minería la copia del acta de aprobación del plan de minado del año siguiente, por parte del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional del titular minero.

Finalmente, cabe recordar que actualmente, la U.M. Raura se encuentra en un periodo de suspensión temporal de operaciones, el cual durará hasta junio del año 2023, según lo aprobado por el MINEM. No obstante, durante este periodo RAURA tiene permitido continuar con las actividades constructivas de la etapa 5 del depósito de relaves, así como con las actividades de perforaciones geotécnicas e hidrogeológicas al interior de la U.M. Raura.

**Cuadro 9.7.13
Cronograma propuesto en el presente ITS**

Etapa	Componente	Meses																																																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suspensión temporal (desde Junio 2020)												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Construcción	Accesos																																																									
	Plataforma de soporte a la construcción																																																									
	Canteras																																																									
	Depósito de relaves Nieve Ucra II																																																									
	Etapa 4																																																									
	Etapa 5																																																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suspensión temporal (desde Junio 2020)												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Operación	U.M. Raura																																																									
	Depósito de relaves Nieve Ucra II																																																									
	Disposición de relaves en la Etapa 3																																																									
	Disposición de relaves en la Etapa 4																																																									
	Disposición de relaves en la Etapa 5																																																									
Leyenda:			Cronograma de construcción aprobado en la Segunda Modificación del EIA-d de las etapas 4 y 5 del depósito de relaves Nieve Ucra II																																																							
		Extensión propuesta de la etapa de construcción de la etapa 5 del depósito de relaves Nieve Ucra II																																																								
		Operación continua de la U.M. Raura																																																								
		Operación de la etapa 3 del depósito de relaves Nieve Ucra II																																																								
		Operación del depósito de relaves Nieve Ucra II - etapas 4 y 5																																																								
		Extensión propuesta de la etapa de operación (disposición de relaves) del depósito de relaves Nieve Ucra II																																																								

Elaborado por: INSIDEO

9.7.4.3 Presupuesto

El presupuesto estimado para la implementación de los cambios propuestos en el presente ITS asciende al monto total de aproximadamente US\$ 22 209 486,57.

9.7.4.4 Disponibilidad de agua

Como se indicó en la **Sección 9.5.4.2** y **Cuadro 9.5.12**, la U.M. Raura cuenta con una licencia de uso de agua vigente para su uso con fines mineros (domésticos e industriales), la cual tiene capacidad suficiente para atender las demandas de agua de los cambios propuestos en el presente ITS, durante todas las etapas de su desarrollo (construcción, operación y cierre).

Además, cabe señalar que, dado que el personal que se utilizará para las actividades del presente ITS no representará exceder la capacidad de hospedaje de los campamentos de la U.M. Raura, tampoco se prevé que se incrementen los consumos autorizados de agua con fines domésticos.

Con respecto al consumo de agua con fines domésticos, como se describió en la Segunda Modificación del EIA-d, este responde a la capacidad de hospedaje en los campamentos existentes. De acuerdo con lo anterior, la demanda de agua para los cambios del presente ITS no representará ningún efecto adicional sobre las condiciones ya aprobadas para la U.M. Raura.

9.7.4.5 Manejo de efluentes

Como se ha descrito en el presente capítulo, las actividades propuestas no implican la generación de efluentes adicionales, ni afecta los vertimientos en condiciones normales de la U.M. Raura, las mismas que se dan principalmente por las actividades de minado (interior mina), que corresponden a actividades continuas. Cualquier excedente de agua que no sea recirculado podrá derivarse a la PTARI Tinquicocha o PTARI Sucshapá, de acuerdo con la proximidad del frente de trabajo.

9.7.4.6 Requerimiento de equipos, insumos y materiales

Como se indicó anteriormente, como parte del presente ITS no se requerirá maquinarias, equipos y/o vehículos adicionales con respecto a los aprobados previamente para la U.M. Raura.

9.8 Planos de los componentes a modificar

En la **Figura 9.7.1** se presenta el arreglo general propuesto de la U.M. Raura con los cambios propuestos en el presente ITS. El detalle de los planos de ingeniería de los cambios se incluye en el **Anexo 9.2** para el depósito de relaves Nieve Ucru II y **Anexo 9.3** para el caso de las canteras.

9.9 Plano integrado de los componentes aprobados

En la **Figura 9.9.1** se presenta el plano integrado de los componentes aprobados de la U.M. Raura (sin cambio).

9.10 Plano integrado de los componentes a modificar

En la **Figura 9.10.1** se presenta el plano integrado considerando la inclusión de los componentes propuestos en el presente ITS.