1

Outline

- Mandate
- Relevant Acts and Scope of Review
- Technical Review and Recommendations
  - Groundwater Quantity
  - Permafrost
  - Mine Waste Management

2

T'ąt'u dëtł'ısı

- Ëdırı Bëgharı
- Ëłk'ësı Bëghą Dëtł'ıs chu Nënët'ı há
- Nënët'ı T'ahı Yenırıṇısı chu T'alye hası
  - Nıh Tu T'anëłt'ë
  - Nıh Ho?tën Įłaghë nënë k'ëyaghë
  - Nıh yorıldëdhı Asıı Ądel Boghëdı

3

Mandate

- Natural Resources Canada (NRCan) is a federal department responsible for ensuring the country's natural resources are developed sustainably, competitively and inclusively.
- NRCan is a science-based department, with nearly half of its employees being scientists, engineers or technicians.
- NRCan scientists are conducting research on permafrost, groundwater, mine waste characterisation and management as well as environmental dispersal and effects associated with acid rock drainage and/or metal leaching.
- NRCan also provides scientific support to organizations that advance knowledge in mine waste management, including in areas such as prevention and control of acid rock drainage and metal leaching, disposal technologies, mine water treatment.

4

Ëdırı Bëgharı

- Canada Nıh Hots'ı Asıë k'ëyaghë hots'ı k'olde bëts'ën norëltth'ı nıh hots'ı asıë bët'orëdhı há, t'ahı hëtıë yorëlısı ëła bëtorë?a há.
- Canada Nıh Hots'ı Asıë (NRCan) science-bëgharı t'ahı ëyır ëghëdalanası, t'ąhı ëghëdalan nahıë scientist, engineer huto tsatsanë bënı hųlı bası ëghëdalana.
- NRCan hëtıë dǫyą scientist hadat'ı ho?tën gha yëdareldën, nıh tu tth'ı, nıh yerıdëdhı asıe ąldedhı boghëdı ëyı hël nıh bası t'ąt'u asıe bëredısı ëyı chu acıd tthe tth'ı bët'a t'ahune hası tıtł'ıł chú/tsatsanë tıtł'ılë.
- NRCan scientific denë ëts'ëdanı nıh naghëldëdhı asıë ąldedhı bası, ësone ch'a acıd tthe boghëdı hël bët'a t'ahune hası tıtł'ıł chú tsatsanë tıtł'ılë, t'ąt'u ąldedh hası, tu boghëdı tth'ı bël.

Relevant Acts and Scope of Review

- Regulator for the *Explosives Act*:
  - Provision of licenses for the storage and manufacture of explosives
- Scientific Analysis Provided:
  - Groundwater Quantity/flow (hydrogeology)
  - Permafrost
  - Mine Waste Management

Ëłk'ësı Bëghą Dëtł'ıs chu Nënët'ı há

- Ërıtł'ıs Bëgharı *Asıë Ëtëłk'ëdhı Ts'ı Ërıtł'ıs*:
  - Ërıtł'ıs bëgharı asıë senılye chu Asıë Ëtëłk'ëdhı hodle bası
- T'ahı asıë hënırnısı tth'ı bëgharı:
  - Nıh Tu T'anëłt'ë/hëtł'ël (hydrogeology)
  - Nıh Ho?tën ıłaghë nënë k'ëyaghë
  - Nıh yorıldëdhı Asıı Ądel Boghëdı

7

Technical Review: Groundwater Quantity

- Hydrogeological data are collected to characterize subsurface properties and groundwater conditions in order to develop an understanding of groundwater flow and interactions with surface waters.
- Groundwater models are used to help quantify and assess current groundwater conditions and predict those expected to develop as a result of mining and closure activities.
- Groundwater data and knowledge are essential for assessing impacts on groundwater quantity and quality, and groundwater interactions with surface waters.

Specific Issues Considered:

- Complexity of vertical groundwater flow through taliks and their monitoring
- Assessment of tailings and waste rock disposal in exhausted pits
- Assessment of closure and post-closure phases
- Effect of saline water storage in B7
- Groundwater flow basin near the Discovery underground mine
- Inclusion of grouting in hydrogeology model and groundwater inflow estimates

8

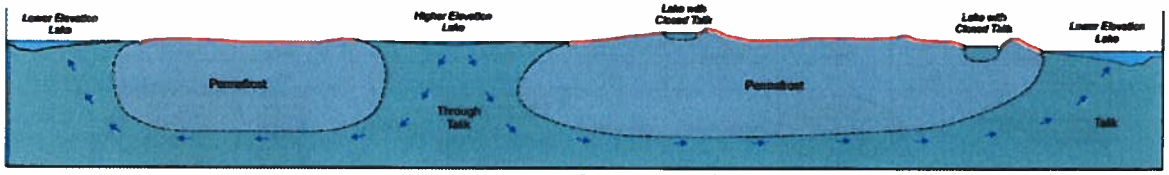
Nënët'ı T'ahı Yenırınısı: Nıh Tu T'anëłt'ë

- Hydrogeological bëghą k'oją há asıë bëts'eldën ëdırı nıh k'ë tu t'ąt'ësı ëyı bëgharı bënërdı há t'ąt'u nıh hots'ı tu hëtł'ëlsı ëyı chú tu nıh daghë ëła t'ąt'u hëtł'ël bënërıdı há.
- Nıh hots'ı tu boghëdı ts'ı asıë bët'orë?a tu t'ąnëłt'ë chú nët'ı ëttth'ı basi há ëdırı nıh hots'ı tu t'ąt'ësı há ëyı chú t'ane hasi bëghari nıh ghą dëldhı bëgharı bëdarëtı basi.
- Nıh hots'ı tu bëghą k'oją há asıë bëts'eldëni, ëyı hëtıë bët'orë?a bëgharı asıë nët'ı há nıh hots'ı tu t'ąnëłt'ë chú t'ąt'ësı tth'ı, ëyı chú tu nıh daghë ëła t'ąt'u hëtł'ël bënërıdı há.

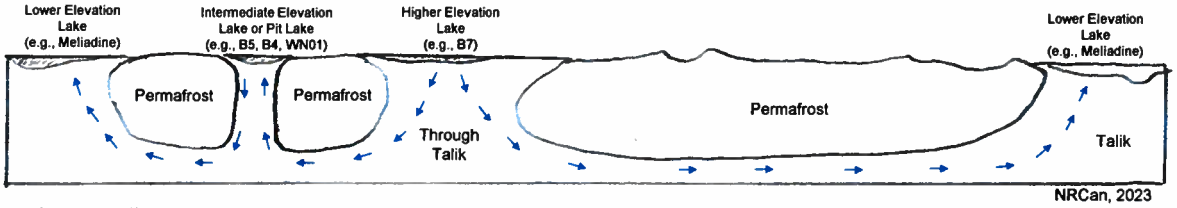
Hëtıë dëgharı Ëttth'ı Asıë t'ąt'ësı Bëghą:

- Hëtıë borënılë nıh ts'ı tu t'asi hëtł'ëlsı ëdırı t'ahuk'ë ttha hots'ën nıh ho?tënsı hoyëho?ą chú t'ahı boghëdı ts'ı asıë hël
- Asıë ëła hoyëho?ą k'ëyaghë nılyé nët'ıë há ëyı chú the ąldedhı nıh k'ëyaghë
- Bëdarëtı nët'ı ëyı chú bëdarëtı-bëtł'ąghë bëgharı
- Tu dëdha hël ëttth'ı B7 k'ëyaghë boghëdı
- Nıh hots'ı tu hëtł'ëlı bëk'ënaltsıł ts'ı asıë T'ahı bulą nıh yaghë nıh naldëdhı k'ëyaghë
- Bëdarëlye hël hydrogeology ts'ı asıë ëyı chú nıh hots'ı tu dątł'ıł t'anëlt'ësı honıdhën

Conceptual permafrost and groundwater flow model



Source: Appendix G5, Summary of Hydrogeology Existing Conditions, Dec 2021

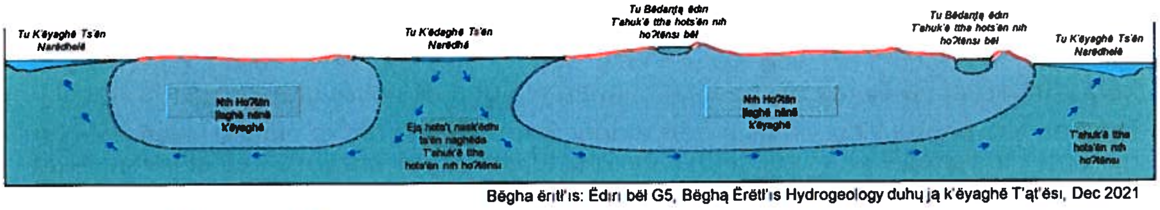


NRCan, 2023

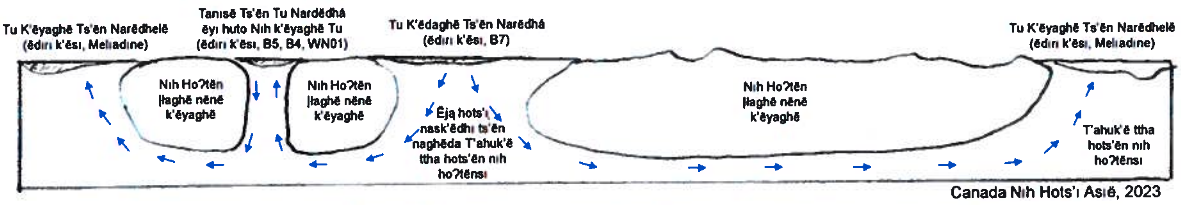
- Intermediate elevation lakes with through talik can receive groundwater flow from upslope lakes *and/or* provide groundwater flow to downslope lakes, with implications for in-pit disposal

UNCLASSIFIED - NON CLASSIFIÉ

T'ąt'u honıdhën nıh ho?tën ıłaghë nënë k'ëyaghë chú nıh tuë hëtł'ëlı ts'ı asıë



Bëgha ënıtł'ıs: Ëdırı bël G5, Bëghą Ërëtł'ıs Hydrogeology duhų ją k'ëyaghë T'ąt'ësı, Dec 2021



Canada Nıh Hots'ı Asıë, 2023

- Tanısë Ts'ën Tu Nardëdhá ëją hots'ı nask'ëdhı ts'ën naghëda t'ahuk'ë ttha hots'ën nıh ho?tënsı nıh hots'ı tu bëghą nıtł'ıł tu k'ëdaghë hots'ı *chu/ëyı huto* nıh hots'ı tu hanële k'ëyaghë tu ts'ën, ëdırı bël há nıh-k'ëyaghë bërëdı há

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canadä

11

UNCLASSIFIED - NON CLASSIFIÉ

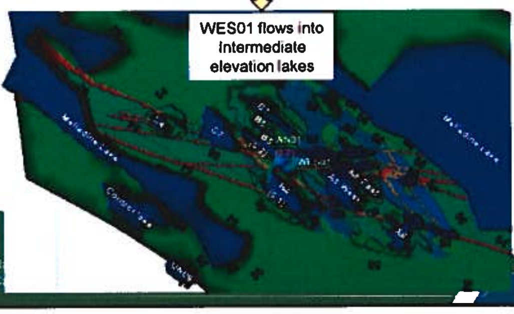
Seepage from/to in-filled pits/pit lakes

Table 2: Predict Contact Seepage Discharge from In-filled Pits to Downgradient Surface Water Lakes and Pit Lakes

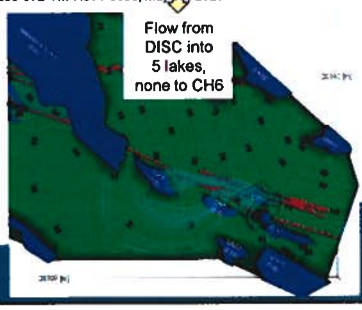
Value	Unit	WES01	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	DISC
Pit Bottom Elevation	m asl	-10	30	-45	-65	25	-5	-75
Backfill Material(a)	-	Tailings	Tailings	Tailings	Tailings	Tailings	Tailings	Waste Rock
Backfill Elevation(a)	m asl	60	54	47	44	47	40	10
Underlying Underground	-	present	not present	not present	present	present	present	present
Post-closure Pit Lake Elevation(a)	m asl	62.5	63	63.6	58.3	58.7	60.3	67
Receptor and Predicted Contact Water Flux using Numerical Groundwater Model	m³/day	Lake B4 – 0.1 Pit Lake WN01 – 0.7 Lake B5 – 0.2 (total contact water seepage – 1)	Meliadine Lake – 0.2	Meliadine Lake – 4.1	No Pit Lake Discharge Groundwater discharges to Pit Lake Total Discharge to Pit Lake – 93.7	Lake B4 – 0.02	No Pit Lake Discharge Groundwater discharges to Pit Lake Total Discharge to Pit Lake – 2.0	Meliadine Lake – 0.6 Lake UN1 – 0.8 Lake CH1 – 1.0 Lake CH6 – 0.4 Lake UN3 – 0.03 (total contact water seepage 2.8)
Travel Time (first arrival of contact water seepage) Using Numerical Groundwater Model(b)	Years	Lake B4 – 450 Lake WN01 – 70 Lake B5 – 70	Meliadine Lake – >1000	Meliadine Lake – 275	not applicable	Lake B4 – 850	not applicable	Meliadine Lake – >1000 Lake UN1 – >1000 Lake CH1 – >1000 Lake CH6 – >1000 Lake UN3 – >1000

(a) From [illegible] 2022
(b) Travel times do not include time to develop [illegible] (Section 3.0)

Source: WSP Technical Memo, Reference no. 22524250-972-TM-Rev1-6000, May 05, 2023



Flow into Pit Lake WN01, an in-filled pit with an intermediate elevation



12

 13

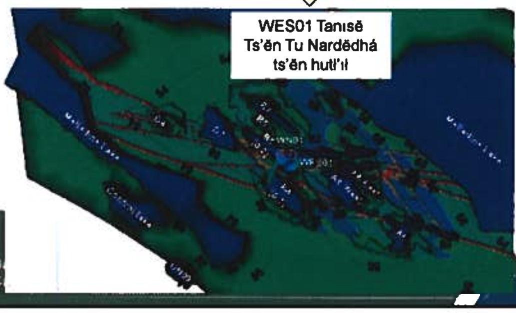
Bëch'ëłı ëją hots'ı̨/ts'ën bëyaghë-danëłą nıh k'ëyaghë/nıh k'ëyaghë tu

[illegible]

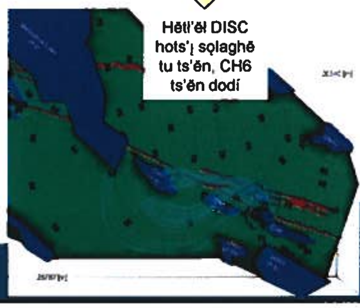
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-10	30	-45	-65	25	-5	-75
[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	50	54	47	44	47	46	16
[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	62.5	63	63.6	59.3	58.7	60.3	67
[illegible]	[illegible]	Tu B4 – 0.1 [illegible] Tu WN01 – 0.7 Tu B5 – 0.2 [illegible]	[illegible] Tu – 0.2	[illegible] Tu – 4.1	[illegible] – 93.7	Tu B4 – 0.02	[illegible] – 2	[illegible] Tu – 0.6 Tu UK1 – 0.8 Tu CH1 – 1.0 Tu CH9 – 0.4 Tu UK3 – 0.03 [illegible] 2.8
[illegible]	[illegible]	Tu B4 – 450 Tu WN01 – 70 Tu B5 – 70	[illegible] Tu – >1000	[illegible] Tu – 275	[illegible]	Tu B4 – 450	[illegible]	[illegible] Tu – >1000 [illegible] Tu CH1 – >1000 Tu CH5 – >1000 Tu UK3 – >1000

(a) [illegible] 2022 [illegible]
(b) [illegible]

Bëgha ërıtł'ıs: WSP Tsatsanë bënı hųlı̨ [illegible] ërıtł'ıs Édırı bëgharı 22524250-972-TM-Rev1-6000 May 05, 2023



Hëtł'ëł Nıh K'ëyaghë Tu WN01 ts'ën, bëya-danëłą nıh k'ëyaghë Tanısë Ts'ën Tu Nardëdhá hëł



 14

Technical Review: Permafrost

- Knowledge of permafrost is required to minimize the impacts of the project on the environment, and the impacts of the environment on the project.
- Knowledge of distribution of permafrost and unfrozen ground (talik) is essential for determining groundwater flow pathways.

<u>Specific Issues Considered:</u>

- Thermal modelling- To support design of Mine Waste Storage Facilities
- Ground thermal regime in the project area
- AEM response to Commitment 19 (Thermal modelling of temporary water storage in pits)
- AEM response to Commitment 42 (In-pit deposition alternative and disposal study)

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

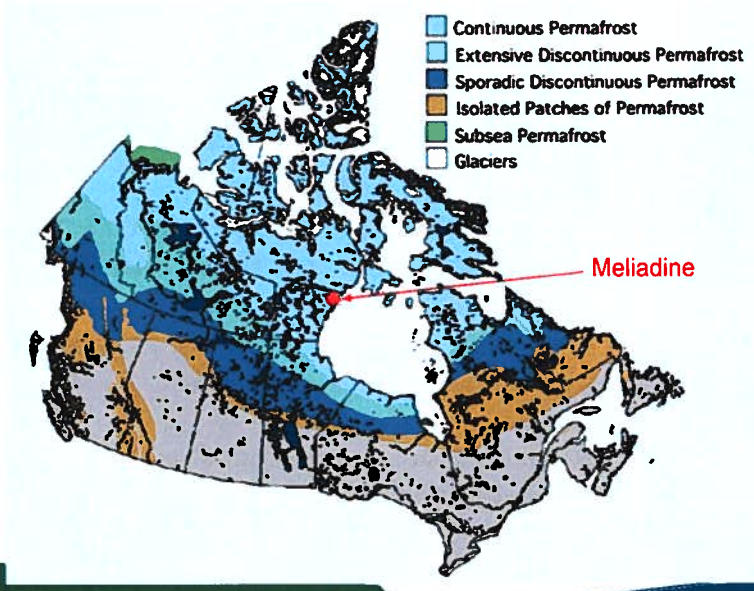
Nënët'ı T'ahı Yenırınısı: Nıh Ho?tën Ɣłaghë nënë k'ëyaghë

- Nıh Ho?tën Ɣłaghë nënë k'ëyaghë bëghą k'ojątorët'ı ëdırı k'arë?ų há nıh bası, ëyı chú nıh t'anodhı hasi t'ahı basi eghëdaladasi.
- Nıh Ho?tën Ɣłaghë nënë k'ëyaghë bëghą k'ojątą t'ąt'u narıtł'ıł hasi ëyı chú t'ahı nıh ho?tën hılësi (T'ahuk'ë ttha hots'ën nıh ho?tënsı) bëgharı nıh ts'ı tu t'ats'ën hëtł'ëłsi bëk'ojątá.

Hëtıë dëgharı Ëłtth'ı Asıë t'ąt'ësı Bëgha:

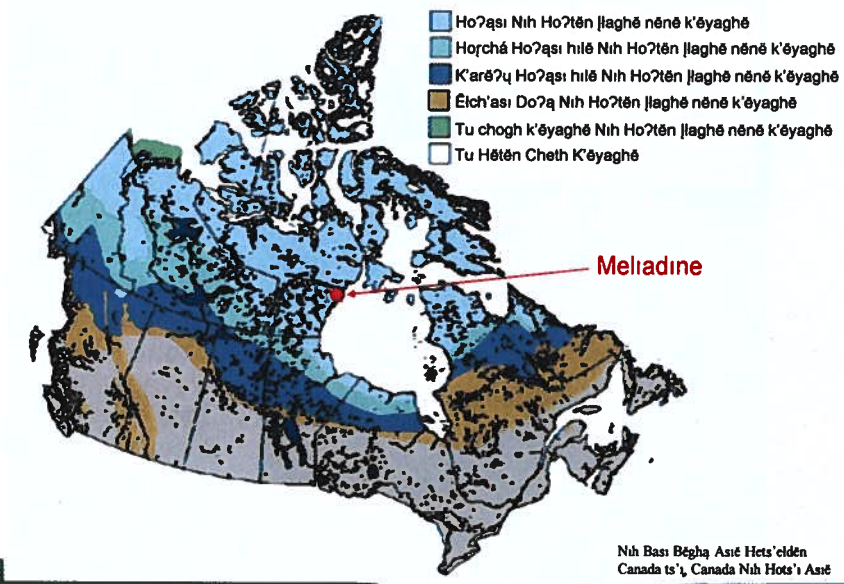
- Hodhël Ts'ı Asıë – Nıh yorıldëdhı Asıë Ąldedhı Kǫę t'ąt'u hodle há
- Nıh hodhël bëgharı t'ahuk'ë bëghą ëghëdaladasi
- AEM Commıtment 19 ts'ën yaghıłtı (Hodhël Ts'ı Asıë tha hots'ën hılë tu k'onıë nıh ghąldedhı k'ëyaghę)
- AEM Commıtment 42 ts'ën yaghıłtı (Bëyë-nıh ghą ghąldedhı k'ëyaghę bąthënı ąldedhı chú bëghą bets'eldën)

15



Geologic Survey of Canada, NRCan

16



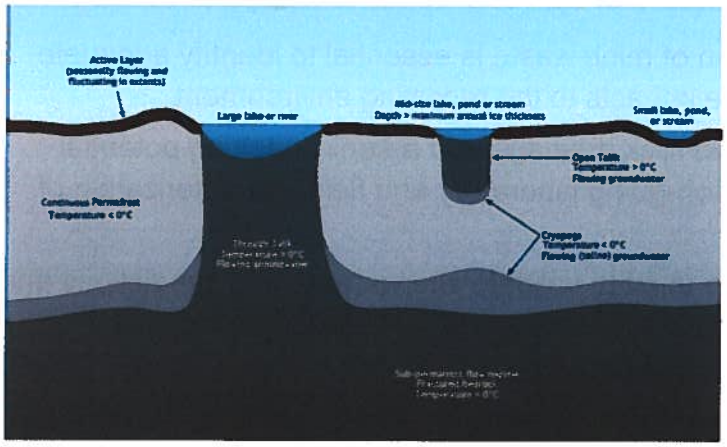
Nıh Bası Bęghą Asıę Hets'elděn
Canada ts'ı, Canada Nıh Hots'ı Asıę

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

17

Permafrost



Source – Rescan, Sabina Gold FEIS submission to NIRB, 2017

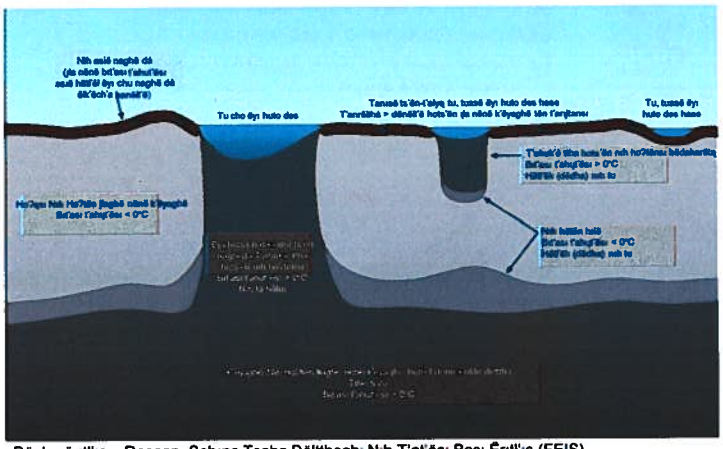
- Although permafrost is continuous at Meliadine, unfrozen ground (talik) can exist beneath lakes.
- Through taliks beneath large deep lakes or pits provide unfrozen groundwater flow pathways between these lakes and pits, and also with mine workings below the continuous permafrost.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

18

Nıh Ho?tën Įłaghë nënë k'ëyaghë



Bëgha ërıtl'ıs – Rescan, Sabına Tsąba Dëlıthoghı Nıh T'ąt'ësı Basi Êrıtl'ıs (FEIS)
Nunavut Nıh T'ąt'ësı Basi Dënë Dëltth'ı bëts'ën ërıtl'ıs nılchudh (NIRB), 2017

- Nıh Ho?tën Įłaghë nënë k'ëyaghë ëłų kǫt'ë kolú Meliadıne k'ëyaghë, nıh hëtën hılë (T'ahuk'ë ttha hots'ën nıh ho?tënsı) ëłų tu yaghë ts'ën k'ǫt'ë.
- T'ahuk'ë ttha hots'ën nıh ho?tënsı ënaldhën hël tu cho yaghë ts'ën ëyır hılë de nıh k'ëyaghë tu hëtën hılë nıh hots'ı t'ats'ën hëtl'ël há tu chú nıh k'ëyaghë bëgësı ëyı chú nıh ghąldëdhı k'ëyaghë ts'ën nıh ho?tën Įłaghë nënë k'ëyaghë bëyaghë ts'ën tth'ı ho?tën hąt'ë.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

19

Technical Review: Mine Waste Management

- Representative characterization of mine waste is essential to identify adequate management methods to limit the impacts to the receiving environment.
- Some mine waste presents acid rock drainage and arsenic leaching potential. Therefore, NRCan recommends on-going laboratory and field characterization of mine waste.
- This characterization should be used to validate site water quality predictions and the proponent should adapt its mine waste management strategy accordingly.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

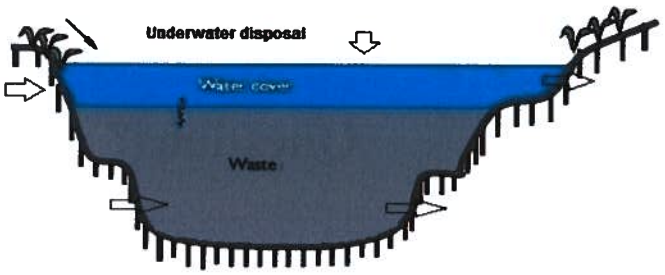
Canada

20

Nënët'ı T'ahı Yenırınısı: Nıh yorıldëdhı Asıı Ądel Boghëdı

- Nıh ghąldëdhı asıë ąldedhhı hëtıë t'ąt'u halye hası, boghëdı hël t'ąt'u nıh bët'a k'arëʔu besdołe ch'a.
- Nahıë nıh ghąldëdhı asıë ąldedhı acıd tthe hatł'ıl k'ë chú arsenic bëch'ëlı huto há. Ëyıʔa NRCan hadıų hok'ëtł'a-bëghą ëghëlada t'ąt'u nët'ı hël ëyı chú t'ahı asıë ąldedhı t'ąt'ësı gharı há.
- T'ahı asıë ąldedhı t'ąt'ësı gharı há bët'orëʔa walı tu t'ąt'ësı há, ëyıʔa nıh ghąldedhı asıë ąldedhı boghëdısı t'ane honįdhësı ëlttth'ı boghëdı há.

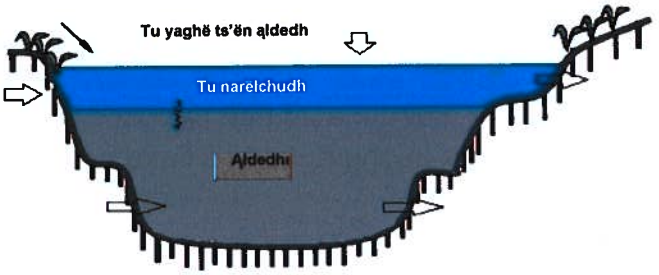
Mine Waste Management: In-pit Disposal



- In-pit disposal under the water table reduces/eliminates:
  - acid rock drainage and metal leaching;
  - groundwater contamination if appropriately designed; and
  - maintenance of above ground dam structures.
- NRCan recommends that acid rock drainage and arsenic leaching mine waste be placed in exhausted open pits to the extent practicable as recommended by MEND 2.36.1 and 2.36.1b

Source: Pit disposal concept (adapted from MEND report 2.36.1 "Review of in-pit disposal practices for the prevention of acid mine drainage – Case studies",) from Subaqueous in-pit disposal – Mine Closure (gtk.fi)

Nıh yorıldëdhı Asıı Ądel Boghëdı: Nıh k'ëyaghë – yısë Ąldedh



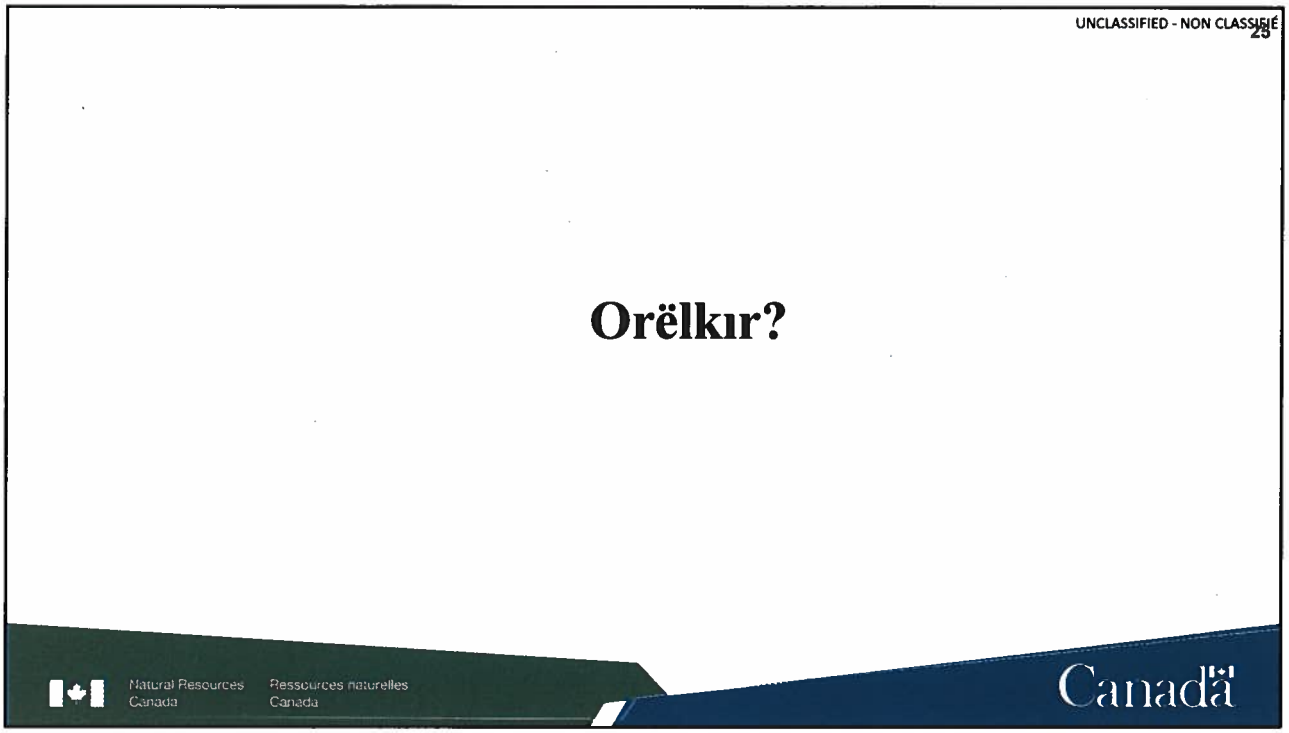
- Nıh k'ëyaghë – yısë ąldedh tu yaghë hots'ı k'arëʔų/bëdı halyé:
  - acıd tthe hatı'ıl k'ë chú tsątsanë bëch'ëlı;
  - nıh tu nëzųlë ëltth'ı halya de; éyı chú
  - nıh k'édaghë tu bëdarıla boghëdı.
- NRCan bëgharı ëdırı acıd tthe hatı'ıl k'ë chú arsenic bëch'ëlı nıh ghąldëdhı asıë ąldedhı ëją nılye há nıh k'ëyaghë ëdırı MEND 2.36.1 chú 2.36.1b ërıtı'ıs bëgharı há.

Bëgha ërıtı'ıs: Nıh k'ëyaghë t'ahonıdhënsı (MEND ërıtı'ıs hots'ı yıtchú 2.36.1 "Ërıtı'ıs nënet'ı nıh k'ëyaghë – yısë asıë ąldedhı t'ąt'u haldhënsı ëdırı acıd nıh ghąldedhı hëtı'ëlı – Ërıtı'ıs bets'eldënı") ëją hots'ı Tu yaghë ts'ën nıh k'ëyaghë – yısë Nıh ghąldedhı Bédarëtı (gtk.fı)

23

Questions?

24


UNCLASSIFIED - NON CLASSIFIÉ
25
Orëlkır?
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

25