




Nunavik Nickel Project by Canadian Royalties Inc.
Application to amend the certificate of authorization - Phase
2a

Responses to questions and comments from the KEQC

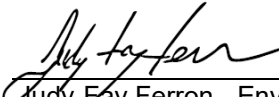
File 3215-14-007

May 2015


Signatures

Report prepared by : 
Steve Quessy - Chief Long term Mine
Engineer

Report prepared by : 
Simon Michaud - Superintendent water and
tailings Management

Report prepared by : 
Judy-Fay Ferron - Environmental Specialist

Report revised by : 
Nicolas Kuzyk, Biol, M.Env.
ESG Manager

Report approved by : 
Mathieu Roberge
General Manager Operations

Report approved by : 
Stéphane Twigg
Environmental Director

Table of contents

INTRODUCTION	3
1 Answers to questions	4
1.1 Tailings management	4
1.2 Mine water management	7
1.3 Expo site	14
1.4 Surface water	15
1.5 Groundwater	18
1.6 Fauna	18

List of appendices

Appendix A	Information available on the progress of the implementation of the additional tailings accumulation area
Appendix B	Capacity required for Expo site's main collection pond
Appendix C	Stability analysis of the Expo mine waste rock pile
Appendix D	Weir design documents for cells 1 and 2
Appendix E	Statistical analysis of data measured at reference station ER1 as a function of time
Appendix F	Mitigation measures for caribou

Disclaimer: This document in English is translated from the original French version. In the event of discrepancies between the French and English versions, the French version takes precedence over the English version.

INTRODUCTION

In June 2022, Canadian Royalties Inc (CRI) applied to amend the Certificate of Authorization (CA) for the Nunavik Nickel Mining Project (V/Ref.: 3215-14-007) (NNiP) under Section 201 of Chapter II of the Environment Quality Act (EQA) for Phase 2a. This modification request was made in the form of an addendum to the Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) submitted in 2007 to obtain the CA n^o 3215-14-007.

The Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) and the Kativik Environmental Quality Commission (KEQC) sent CRI a first series of questions and comments on January 24, 2023; a response document was returned on May 23, 2023. A second set of questions and comments was sent on April 19, 2024, and a response document returned on October 8, 2024. The MELCCFP and the KEQC sent a third set of questions and comments on May 8, 2025, to obtain further information to complete the analysis of the elements. The purpose of this document is to respond to this third round of questions and comments.

ANSWERS TO QUESTIONS

1.1 Tailings management

QC 3-1 In the CA amendment application for phase 2a, the proponent stated that the residual tailings storage capacity as of January 1, 2022, was 575,000 m³ for Cell 1 and 185,000 m³ for Cell 2. However, in response to question QC2-22, the proponent stated that, based on the parameters as constructed for the cells, the work in progress on cells 1 and 2 to finalize the weirs between them as per design, and a bathymetry survey conducted in August 2022, the residual storage capacity would be 689,580 m³ in cell 1 and 541,977 m³ in cell 2.

The proponent must provide a more detailed explanation of this difference in the residual storage capacity available in cells 1 and 2, summarizing their characteristics as authorized, as well as the modifications already carried out or planned to increase their respective capacities. A schedule of these modifications, past or future, must be presented.

The difference between the residual storage capacity available in cells 1 and 2 mentioned in the June 2022 modification request document to the Board of Directors and that presented in the October 2024 answers to the second series of questions is based on a more precise evaluation method.

Section 2.7.2 of WSP report n^o1032-21501936 (WSP-Golder, 2022a) describes the calculation method used to obtain the remaining capacity in cells 1 and 2:

"2.7.2 Storage capacity

Under CRI's current tailings deposition strategy, the combined tailings storage capacity of Expo pit cells 1 and 2 is approximately 8.10 Mm³; cell 1 can store up to 3.35 Mm³ and cell 2 up to 4.75 Mm³. On September 1, 2021, CRI carried out a drone survey of the tailings beaches and a bathymetric survey of the tailings ponds. According to the survey data and calculations made by CRI based on the amount of tailings deposited since that date, the residual storage capacity in each cell as of January 1, 2022, is as follows:

- 575,000 m³ in Cell 1;
- 185,000 m³ in Cellule 2;
- That's a total of 760,000 m³ in the tailings facility.

The method uses the theoretical storage capacity of the two cells, the volume measured by bathymetry in 2021 and the volume deposited between 2021 and 2022. This calculation method provides an estimate of the remaining capacity, albeit indirectly. This storage capacity (8.09 Mm³) is the design capacity (Golder, 2012 and WSP-Golder, 2022a).

To date, the following modifications have been made to cells 1 and 2:

- Construction of the weir between cells 2 and 1, to be completed in 2024
- Construction of the weir between Cell 1 and MCP Expo, begun in 2023 and scheduled for completion in late summer 2025.

However, these modifications are not intended to increase cell capacity. There have been no capacity-enhancing modifications, such as raising the dikes, since the cells were built.

The more recent value for residual storage capacity, taken from WSP's detailed deposition plan (WSP, 2024), is more accurate. The latest LiDAR cell survey from CRI, dated August 2022, was used as the base surface for modeling. The deposition plan was modeled using Muk3D software. The storage capacity of Cells 1 and 2 was maximized in this deposition plan, respecting the slopes required to allow water flow from Cell 2 to the weir between the cells, and then from Cell 1 to the weir between Cell 1 and the MCP Expo.

There is a larger discrepancy of around 350,000m³ between the capacity defined in the WSP expo pit design report (1032-21501936) and that defined in the detailed deposition report for cells 1 and 2. Possible reasons for this discrepancy are :

- Greater measurement errors during bathymetry measurements in 2021
- Errors in the reported volumes deposited in the cells between 2021 and 2022. In fact, these volumes were estimated based on accounting at the concentrator.
- A difference between the WSP cell design volume and the as built one.
- Best possible optimization of the remaining volume for the remaining deposition in cell 2.

In short, the difference between the two values can be explained by the methodology used to calculate volume, the more recent being more precise and detailed.

QC 3-2 Concerning the implementation of an additional tailings' accumulation area, the proponent mentions in the response to question QC2-26 that additional studies required by the MELCCFP guides will be carried out in 2025 and 2026, with a view to applying to amend the CA between the end of 2025 and the beginning of 2027. In addition, a preliminary conceptual report is presented in Appendix I of the document responding to the 2nd series of questions and comments. The proponent must submit any new information available concerning this new accumulation area, including, if applicable, an updated schedule for its completion.

Following the variant analysis carried out by AtkinsRéalis (2024), CRI was unable to make a final decision between the 2 most attractive options. We therefore went ahead with feasibility studies for the 2 options.

1 - Deposition in the Mequillon and Mesamax pits (option 1 of the Atkins-Réalis report)

Selected company: Ausenco

Ausenco is a world-renowned firm specializing in the design of pipeline projects. They began work on our project in March and will complete their feasibility study in May 2025. A comparative study of certain project components, such as pipe configuration, has been carried out. It is available in Appendix A, along with a timetable for the project. Documentation is currently in English but will be submitted in French as part of the project-specific analysis process.

The consultant is currently working on the cost analysis. The aim of the first stage of their mandate was to determine the feasibility of this project in our Arctic conditions and to provide a cost estimate which, when compared with the option of a new cell, will enable us to make a final decision for the future of CRI. At the same time, Ausenco also drew up a plan for the environmental work required to proceed as early as summer 2025, should this project be selected.

2 - Construction of a new tailings cell (option 5c of the AtkinsRéalis report)

Selected firm: BBA

The engineering firm BBA, with whom we also do business for various engineering mandates, has been selected for the feasibility study for the construction of a new cell to the south of the Expo pit. Their mandate began in February (schedule available in Appendix A - CRI cellule 4 FS) and will end when we have their final report on the costs involved in carrying out this project.

The geotechnical drilling required on the future site of this cell was completed in April 2025 and the samples sent to the laboratory in the South at the beginning of May. Like Ausenco, they are also working in parallel on the environmental studies to be carried out in summer 2025 if their project is selected.

CRI expects to decide in early June. These 2 options have been presented to the aboriginal communities and are both considered acceptable at this time. The report on these public consultations, which are still in progress, can be forwarded to the MELCCFP when completed. Filing of the application to amend the CA for this project is scheduled for early 2026, with construction to allow tailings to be deposited at this new accumulation area in 2030.

QC 3-3 In the design report for the Expo pit tailings facility presented in Appendix F of the CA amendment application document, it is stated that "control of the oxidation process will be important from deposition through to closure and will consist of ensuring a high water saturation rate during operation and promptly commencing capping of the Expo pit as soon as it is fully filled".

The proponent must undertake to apply this measure and to put in place other means of preventing acid mine drainage, if necessary, before the final cover is put in place. The proponent must provide a description of acid mine drainage prevention measures that could be implemented, if necessary, during the transition period between the end of pit filling and the installation of the final cover. The monitoring required to assess the state of saturation and oxidation of tailings deposited in the pit at the end of backfilling and prior to reclamation work must be included in the annual environmental monitoring program.

CRI undertakes to implement measures to maintain a high degree of saturation, and to implement other measures if necessary.

CRI undertakes to include in its environmental monitoring program (EMP) monitoring to assess the state of saturation and oxidation of tailings during the period between the end of filling and before reclamation work.

This information will be incorporated into the detailed closure plan for the Expo pit. This study will be completed by June 2026.

It should be noted that the detailed design for the capping of cells 1 & 2 is currently under development and must be submitted to the Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) for approval before June 2026. The mandate for the closure of Cells 1 & 2 is not limited to the production of plans, but rather to the production of the entire application for ministerial authorization, which will involve addressing the issue of AMD (acid mine drainage) management and the development of mitigation measures where necessary. The Expo pit study will be able to draw on the elements that emerge in terms of AMD development and mitigation measures.

As a preliminary step, here are some mitigation and control methods that could be applied:

- Spreading a dilute lime solution to slow the oxidation process of surface residues.
- Regular application (1x per month) of process water conditioned to a high pH (> 9)

- Manage deposition to enable progressive restoration.
- Start more quickly with a thin layer of non-PGA material.

QC 3-4 In response to question QC2-27, the proponent indicates that once the Expo pit has been filled, the cover will have to be put in place quickly, i.e. within 2 years, and that it does not foresee any technical constraints to this effect.

However, the latency period before the start of acid generation from Phase 2a mill tailings has not yet been established. In this context, the proponent must provide additional explanations concerning any technical issues that may arise. The proponent must also indicate how long it would take for the thickened tailings to be dewatered and consolidated sufficiently to reach the hydric and geotechnical conditions required to begin reclamation work. If this delay is greater than the anticipated lag time before the onset of acid generation, preventive measures will have to be applied in the tailings layer exposed to the air to prevent acid generation before the final cover is put in place. The proponent must provide a description of the preventive measures that can be implemented, if any.

The proponent must undertake to begin covering the Expo pit as soon as possible after it has been filled, to limit the potential for rapid reactivity of the tailings. It must also evaluate the possibility of progressive reclamation before the pit is filled.

CRI is committed to carry out the restoration as soon as possible.

As mentioned in response to question QC 3-3, CRI is committed to carrying out the detailed level studies for the Expo pit closure plan, which will include the possible issues of lag time, acid generation, permafrost and the possibility of progressive reclamation. These will be completed by June 2026 and submitted to the MELCCFP.

1.2 Mine water management

QC 3-5 In the report on the site's overall water balance model provided in Appendix L of the document responding to the 2nd series of questions and comments, it is mentioned that "the collection ponds on the site are not regularly pumped out before winter. The result is an increase in water levels from one year to the next". As a result, it is mentioned that "it is strongly recommended that the ponds be pumped out at the end of each treatment season, as the ponds have been designed to handle an extreme snowmelt (100-year recurrence), assuming that the full capacity of the pond is available for storage".

The promoter must commit to apply this recommendation

CRI is committed to implementing this recommendation. In fact, there have been noticeable improvements in this area since 2023. In 2024, the summer season ended with levels very close to "empty" (lowest level attainable by pumping water) for the Expo, Mesamax, Mequillon and Ivakkak PCOs. These data have been, and will continue to be, included in the environmental monitoring report submitted to the Administrator.

QC 3-6 In sections 5 and 6 of the Global Site Water Balance Model report presented in Appendix L of the response to Round 2 questions and comments, several other recommendations are made to limit the water management risk for future facility design. The proponent must commit to consider the limitations of the model detailed in this report and all the recommendations, in particular

- Carry out annual checks and update water balance data;

A water balance sheet is included in the annual report submitted to the MELCCFP under the *Regulation respecting the operation of industrial establishments*, with data collected during the current year. CRI commits to revise its water balance every two years. The draft will be attached to the 2026 annual environmental monitoring report and forwarded to the Administrator.

- Monitor and report mine site seepage rates from contact and non-contact ditch drainage areas to better predict water volumes to be collected and treated;

CRI is committed to this. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

- Verify drainage areas for ditches in contact and not in contact with mine sites, to better predict the volumes of water to be collected and treated;

CRI is committed to achieving this before the next water balance update.

- Monitor and record exfiltration at the Expo site, and carry out water quality modeling and monitoring;

CRI is committed to this. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

- Empty water collection ponds on mine sites before winter;

CRI is committed to this. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator, which will indicate the end-of-season elevations of each MCP.

- Produce a water balance using real data, mainly for designing structures and monitoring water management;

CRI commits to integrate historical data into water management monitoring and water balance models. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

CRI is committed to incorporating them, wherever possible, into the design of structures, in compliance with current legislation and good design practice in this field of engineering.

- Assess groundwater infiltration;

CRI is committed to this. This will be demonstrated in an *ad hoc* study by September 2026.

- Evaluate the accuracy of historical measurements and determine whether the model underestimates or overestimates water use flows;

CRI is committed to ensuring that the accuracy of historical data is assessed in the development of hydrological models. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

- Perform additional model calibration;

CRI commits to review the calibration if the system being modeled changes. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

- Fill data gaps.

CRI is committed to working to fill data gaps where possible. This will be demonstrated in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

The promoter must indicate how he intends to demonstrate that he has taken these recommendations into account.

The way to demonstrate the achievement has been indicated for each sub-point.

QC 3-7 In response to questions QC2-21 and QC2-22, the proponent states that water from cell 1 passes through its weir to discharge into the Expo main collection pond (MCP) and that this will be maintained from now on.

The cells are designed to contain a 24-hour rainfall with a return period of 1,000 years. In the presence of water in the cells, the freeboard must be 1.5 m, according to the sanitation certificate issued in 2016. As for the installed, but unfinished, spillway allowing flow to the MCP Expo, it is currently considered an emergency spillway and not an operating spillway, which results in a freeboard height of 2 m as required in the remediation certificate. According to the deposition plan for the finalization of cell operation presented in Appendix H of the document answering the 2nd series of questions and comments, no accumulation of supernatant water would be possible, any excess water having to be evacuated as deposition proceeds to the MCP Expo via the cell 1 weir.

The proponent adds that the minimum freeboard that will be maintained at the final stage of cell filling is approximately 0.5 m. The proponent should note that under Mining Industry Directive 019, the minimum freeboard of retention structures must be at least 1 m for any event less than or equal to the project flood.

In this context, the proponent must provide explanations demonstrating that this water management method and the capacity of the infrastructures in place will be adequate and safe for managing the project flood under extreme climatic conditions, including a critical downpour and snowmelt. If necessary, the deposition plan will have to be revised to allow safe management of the project flood.

The proponent must also submit a management plan and schedule of corrective measures to be applied to the Expo PCO and cells to bring them into compliance with authorizations. The proponent must specify what changes will be made to the operating conditions of the tailings facility and the Expo PCO, with a timetable, including construction of the weir between cells 1 and 2.

Here is the description of the design criteria described by the designer, WSP, in its report 1097-2150193603-RF-Rev0. The full report is available in Appendix D.

"3.0 BASICS OF DESIGN

The purpose of the weir between Cells 1 and 2 of the PAR Expo is to discharge excess water from Cell 2 into Cell 1, in a way that is safe for the dikes. Although the spillway is designed as an emergency spillway, due to

the limited remaining storage capacity in Cell 2 for overtopping water and precipitation, it is impossible, in its current configuration, to store the project flood there.

It is therefore expected that this weir will be used as an operational weir to manage water in Cell 2. Excess water will be transferred via this weir to Cell 1. Water present in Cell 1 is managed by CRI, either by active pumping to the main collection pond (MCP), or by gravity flow through the weir between Cell 1 and the MCP.

The weir between Cells 1 and 2, like the weir built between Cell 1 and the MCP, must be sized to safely discharge the Probable Maximum Flood (PMF). Based on the design of the weir between Cell 1 and MCP (Golder, 2012), the 24-hour PMF is 207 mm with an 18% increase to account for climate change, as recommended by the Ministère des Transports du Québec¹ (MTQ, 2020), for a total of 244 mm. This criterion was reused in the design of the weir between Cells 1 and 2. It should be noted that site-specific climate projections were carried out by Nunavik Nickel after this design (WSP Golder, 2022). These projections recommended a surcharge of 21%, higher than the value recommended by the MTQ. However, the application of the Cell 1 weir geometry was also deemed sufficiently conservative given the limited catchment area. It is therefore expected that the weir design will remain robust and adequate from a climate change management perspective.

The tailings deposition design stipulates that the difference in elevation between the tailings and the cell crest at this point is 0.5m. However, the weir is the infrastructure dedicated to water management. Depending on the inclination of the cell, water cannot flow and remain where there is 0.5m between the tailings and the crest. As mentioned in the Cell 2 weir design report, the weir elevation at this point is 541m, while the dam crest is 542.5m. The freeboard for water management in the design flood is therefore 1.5m.

The set of criteria to ensure safe management of the project flood. These elements are detailed in the next section of the design report, Section 4, where it is explained that the same parameters as those used for the design of Cell 1 to MCP were used. Since the surface area occupied by Cell 1 drains to the MCP, this is a conservative approach ensuring excess safety.

4.0 WEIR SIZING

The following sections present the design calculations for the emergency spillway between Cells 1 and 2.

4.1 Hydraulic modeling

Hydraulic modelling of the emergency spillway from Cell 1 to the MCP, including all these criteria, was reused to size the emergency spillway between Cells 1 and 2. This approach is conservative. Indeed, the emergency spillway between the two cells must evacuate a precipitation event corresponding to a smaller catchment area (Cell 2 only) than that of the emergency spillway located between Cell 1 and the MCP, which corresponds to the two cells combined.

Hydraulic modeling of the emergency spillway from Cell 1 to the PCO is documented in a technical design memorandum (Golder, 2020) and was carried out using the U.S. Army Corps of Engineers' HEC-HMS 3.5 modeling software. Given the conservative approach used to adapt this design to the emergency spillway between Cells 1 and 2, the expected peak flow is lower than that of the emergency spillway between Cell 1 and the PCO, i.e. 41.2 m³/s.

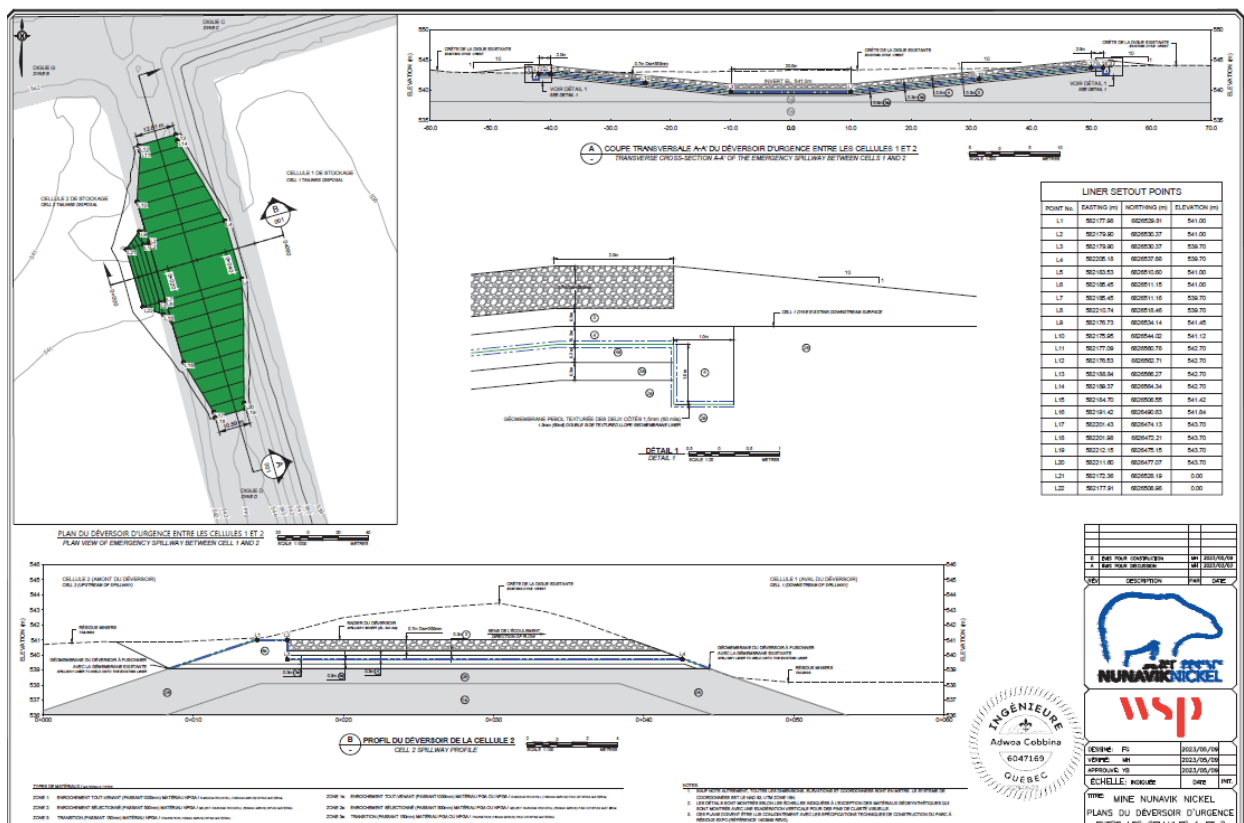
4.2 Weir design

The weir for Cell 1 will be located at the northeast corner of Cell 2. The invert elevation of the weir will be 1.5 m below the elevation of the lowest crest of Cell 2, which is dike G, at 542.5 m. Based on surveys of the existing dikes, the invert elevation has therefore been set at 541 m. The weir will be a trapezoidal channel with a riprap bottom and side slopes of the order of 10H: 1V. Construction drawings for the weir are included in Appendix A. Technical specifications for construction are included in Appendix B.

Since the design of the weir is identical to that of the Cellule 1 emergency weir, for which the anticipated flows are greater, the peak flow depth through the weir under the design event, the 24-hour probable maximum flood (PMF), will be less than 1.0 m, which means that the maximum flow velocity through the weir will also be less than 1.4 m/s.

The weir will be lined with geomembrane to limit the risk of erosion and infiltration during spills. The weir will also be protected with riprap. The median diameter (D50) of the riprap will be 350 mm. The riprap has been sized in accordance with U.S. Army Corps of Engineers criteria (USACE 1991).

The water discharged from the weir flows directly into Cell 1 over the earthen wall of dike D, which has been waterproofed with existing riprap, without the need for a drainage channel. Due to the short length of slope downstream of the weir (approx. 3 m), corresponding to the exposed portion of dike D on the Cell 1 side, the anticipated flow velocity remains low, and the risk of erosion is low. Consequently, no dissipation pond is required at the bottom of the slope."



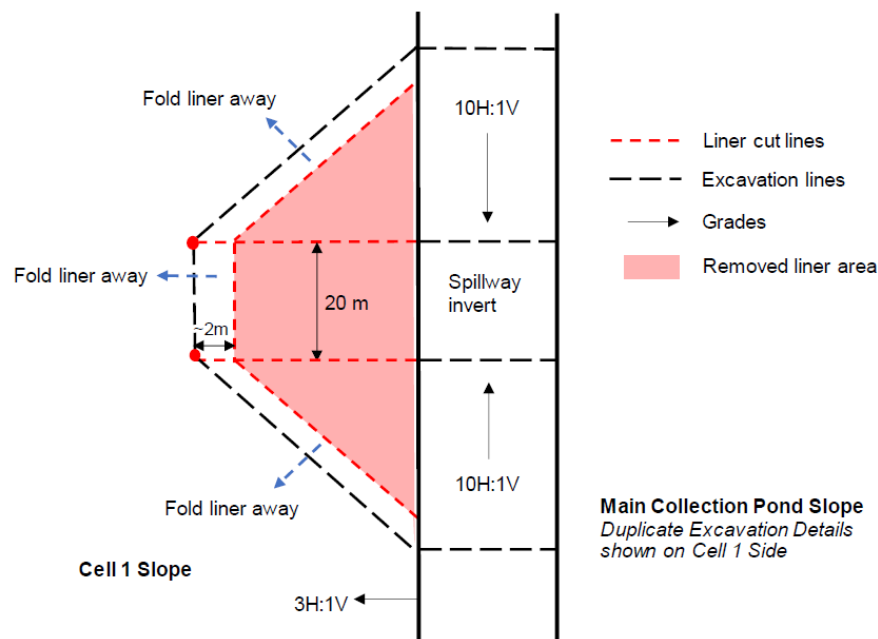
As for the spillway from cell 1 to the MCP, the same methodology was used to size the spillway, enabling safe management of the project flood. A free translation follows the text. The full report is also available in Appendix D

3.1 Hydraulic Modelling

A hydrologic analysis was completed to support the design update of the Cell 1 emergency spillway. The hydraulic routing exercise was modelled using the U.S. Army Corps of Engineers HEC-HMS 3.5 modelling software. The following criteria were adopted for the Cell 1 spillway sizing:

- The 24-hr PMP event corresponding to 207 mm (Golder 2012). To account for climate change, an 18% loading factor was used as per MTMDET (Ministère des Transports, de la Mobilité et de l'Électrification des transports) for watershed sizes less than 25 km². Therefore, the storm event selected for the spillway sizing corresponds to 244 mm. The critical storm event is a rainfall event given the small catchment size and limited ability to attenuate the discharge (i.e. a snowmelt + rainfall event is not considered critical).
- The total surface area of the Tailings and Waste Rock Disposal Facility reporting to the Cell 1 spillway is approximately 84 ha.
- The HEC-HMS model was run to estimate the peak inflow resulting from the design event. The peak outflow from Cell 1 emergency spillway under the design event is 41.2 m³/s. "

Translation: ([without object for english version])



The weir is at elevation 538.5, while the crest is at 540. In both cases, the minimum freeboard of 1.5 m is respected, making the design and water management method both appropriate and safe.

QC 3-8 According to the MCP Expo design criteria, the project flood must be contained between the maximum operating level and the invert of the emergency spillway, with a 2 m freeboard. This freeboard is an operating requirement contained in the remediation certificate. In calculating the PCO Expo project flood, it was assumed that the tailings cells would be able to store water from spring melt, so this volume of water is not considered in the PCO project flood. In addition, annual geotechnical investigation reports recurrently report an inflow of uncontaminated water to the PCO because most clean water ditches are non-functional, increasing the volume of water to be managed. These volumes are not included in the calculation of the PCO project flood, and no information is provided on the impact of these additional water inflows on the safe management of the PCO.

The proponent must provide an assessment of the current capacity of the Expo PCO to accommodate all forecasted water inflows as well as the project flood. This assessment must demonstrate that the authorized operating requirements based on Directive 019, as well as the remediation certification, will be adequate to handle the additional water inflows during the flood period. If this assessment fails to demonstrate that the Expo PCO has the capacity to accommodate the project's flood waters, the proponent must provide measures to prevent the release of contaminated water to the environment. These measures could include assessing the possibility of building additional water management infrastructure.

As part of the application to amend the CA for the operation of the Inukshuk deposit (currently underway and due to be filed with the MELCCP in early June 2025), CRI has re-evaluated the design of the Expo MCP based on the updated watershed for the Expo site. This revised catchment area includes Tailings Cells 1 and 2, and a 21% climate change extreme precipitation escalation factor based on NNiP-specific meteorological data (WSP-Golder 2022b). The data used were taken from NASA Earth Exchange (NEX-GDDP) global downscaled projections, with SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios, at a spatial resolution of 25 km.

Calculations carried out by WSP show that the required capacity based on Directive 019 is 1,055,000 m³; the report available in Appendix B, i.e. higher than the current capacity of 1,024,000 m³ (Golder 2013). CRI has therefore opted for an expansion of MCP Expo by excavation so as not to increase its impacted area and is therefore committed to carrying out the MCP Expo expansion work, which is part of the Inukshuk project authorization application. The design and stability analysis were carried out by engineering firm CIMA+ and would result in a capacity increase of 140,000 m³. Plans for the stability analysis can be provided to the MELCCFP on request, along with details of the planned work methods. CRI would be able to increase the MCP's capacity by 31,000 m³ per excavation, to reach a capacity of 1,055,000 m³, in the 3rd quarter of 2025, should the MELCCFP agree to this work.

CRI plans to carry out work in summer 2025 to improve the performance of the clean water diversion ditches to reduce the total volume of water flowing into the MCP Expo during melt.

Finally, although the difference of 31,000 m³ between the current and what would be required based on MCP Expo's capacity criteria is small, at 3%, CRI has the possibility of putting in place means to guarantee safe management and avoid overflow in the event of extreme precipitation. CRI can pump water from the MCP Expo into the Expo pit. At present and for the next 3 years, the pit has the capacity to receive this volume if necessary. This is a last resort solution, but a realistic one to guarantee the safety of the works.

1.3 Expo site

QC 3-9 The stability studies for the Expo waste rock pile, provided in Appendix G of the document responding to the 2nd series of questions and comments, as well as the response to question QC2-14, show that the stability factors for the current configuration of the pile are too low in the short and long term.

The proponent must indicate whether the counter-expertise it was planning to request is available and submit it if so. The proponent must specify the measures and corrective work that will be carried out in the short term to reinforce the geotechnical stability of the kiln and reduce the risk of failure, based on the recommendations of this counter-expertise. A schedule for carrying out this work must be presented.

A counter-expertise was requested from the firm "Consultation minière Alius", which specializes in geomechanics and more specifically in the geotechnical stability of pits, stopes and various excavations. Their technical memorandum "CRI-011-M-20250210-F-Stability Halde Expo", obtained in February 2025, is available in Appendix C.

It is clearly stated that summer field observations suggest that the waste rock remains frozen. However, to confirm our hypotheses, 4 thermistors, each 15 to 40 metres long, will be installed in the Expo waste rock pile. These instruments have already been purchased on site and are scheduled for installation in the summer of 2025. It should be noted that CRI is now dealing with a new supplier for this type of instrument, and that its reliability has been greatly enhanced over the past year. In the meantime, cones have been installed to delimit the safety perimeter to prevent personnel from approaching within 10 metres of the crest. Then, depending on the results we obtain from the thermistors, a berm at the foot of the slope would be temporarily put in place, until we take material from this halt and apply the final configuration.

QC 3-10 In response to question QC2-14, the proponent states that it intends to use the waste rock stored at the Expo site as construction material, for the future tailings facility and the underground backfill of the Expo Ouest and Expo Sud mines. The proponent must clarify the intended use of waste rock stored at the Expo site as construction material. It can refer to the *Lignes directrices relatives à la valorisation des résidus miniers*, which includes MELCCFP guidelines on this subject.

The PGA waste rock on the pad is currently being used to backfill the Expo West underground mine since no more development waste rock is available. We will also be using this same waste rock in the Expo waste rock pile to backfill the future Expo South mine.

In the summer of 2025, we will be repairing the north and south slopes of cells 1 and 2. This part of the cells was built using sterile PGA from the Expo pit, so if required, we can use material from the Expo pit to complete the slope repairs. During restoration, this section will be covered by a waterproof membrane.

QC 2-14 mentions that material from the Expo sterile storage area could be used for the construction of the future tailings cell, but this will not be the case. This project is currently undergoing a feasibility study, and the material for its construction would come from excavation on the site of cell #4. This material was drilled in April 2025, and samples are currently being studied for acid-generating potential and leaching. The rest of the material comes from quarry 2B, located near the Expo site, and esker 2B, in the same area but a little further north.

1.4 Surface water

QC 3-11 According to the information provided in the response to question QC2-29 and Appendix K of the document responding to the 2nd series of questions and comments, the magnitude of exceedances of the environmental discharge objective (EDO) for nickel in final effluents from the Expo, Mesamax, Mequillon and Ivakkak mines amounts to 30 times or more. The proponent conducted tests on treated mine water at the Expo and Mesamax sites and assumed that nickel was, in part, in undissolved form.

Considering the magnitude of EDO exceedances for nickel, the proponent must conduct a final effluent characterization study for the Expo, Mesamax, Mequillon and Ivakkak sites to better understand the nature of the nickel present in each final effluent, whether dissolved or particulate. Based on these results, the proponent must update its EDO management plan, with a particular focus on implementing measures to reduce nickel concentrations at the point of final effluent discharge. The proponent must submit a timetable for completion of this process.

CRI is committed to characterizing the effluents from the 4 UTEs in the summer of 2025, to validate the forms in which nickel can be found, dissolved or otherwise.

Calendar :

Effluent characterization	Before October 1, 2025
Drafting a technical note	Before December 1, 2025
Integration of a nickel-specific action plan into the EDO management plan	Before January 31, 2026
Identify a technical solution to reduce nickel in effluent.	Before January 31, 2027
Fate of EDTA-Ni complexes in relation to fuzzy filter washing.	Before December 31, 2025
Define the operational limits of Fuzzy filters.	Before March 31, 2026

Progress on the implementation of the EDO management plan is included in the annual environmental monitoring report submitted to the Administrator.

QC 3-12 According to the information provided in the response to question QC2-29 and Appendix K of the document responding to the 2nd series of questions and comments, much of the nickel present in the effluent is in particulate form. The following aspects require particular attention by the proponent

- Efficiency of coagulation/flocculation steps in removing suspended contaminants;
- Appropriate doses of coagulants and flocculants;
- The influence of pH and retention times on the different stages of precipitation and clarification;
- The nature of the contaminants leaving the filters and whether they are present in solution or in particulate form;
- Comparison of Fuzzy filter performance with conventional washing and with the use of complexing agents (EDTA);
- The actual operational limits of Fuzzy filters, in collaboration with the supplier;

- The fate of stable nickel complexes formed during EDTA washes and implications for their subsequent precipitation.

In-depth reflection on the treatment, including but not limited to these aspects, could help identify the most appropriate adjustments.

The promoter must develop an approach that takes all these aspects into account, commit to carrying it out, and present a timetable for implementing the actions.

If we accept the hypothesis that Nickel is mainly present in particulate form in all the UTEs, various avenues for improvement present themselves. In 2024, CRI commissioned ASDR to carry out an audit of operations at all UTEs to identify opportunities for improvement in all parameters covered by EDOs, including Nickel. The following points are part of the study.

- The effectiveness of coagulation/flocculation steps in removing suspended contaminants;
- Appropriate doses of coagulants and flocculants;
- The nature of the contaminants leaving the filters and whether they are present in solution or in particulate form;

Here are some additional opinions on the points raised by the MELCCFP.

- The influence of pH and retention times on the different stages of precipitation and clarification;

The influence of pH has already been tested internally, and the optimum value is known. Further studies are not planned at this stage.

- The nature of the contaminants leaving the filters and whether they are present in solution or in particulate form;

Regarding the nature of the contaminants leaving the filters, this characterization, specific to the UTE, will be carried out in the summer of 2025, as mentioned in the QC3-12 schedule.

- Comparison of Fuzzy filter performance with conventional washing and with the use of complexing agents (EDTA);

A comparison of performance by washing media was completed in 2024. The old media did not allow for adequate filter reconditioning. The quality of treated water after chemical deep cleaning was not significantly better. In early 2024, the filters were cleaned with the new EDTA-based media. Treated water quality improved significantly in 2024, although still above EDOs. The new product is recommended by the manufacturer and is now used for every deep chemical wash. This cleaning is carried out once a year.

- The actual operational limits of Fuzzy filters, in collaboration with the supplier;

The supplier will be consulted to define the operational limits of Fuzzy filters. This item is included in the QC3-12 schedule.

- The fate of stable nickel complexes formed during EDTA washes and implications for their subsequent precipitation.

According to the procedure in place, detergent cleaning waste is directed to the MCP Expo. Annually, only 180 L of EDTA-based cleaning agent is used. Based on a conservative estimate that the detergent consists of a mass fraction of 25% EDTA, the quantity of detergent used annually is negligible compared to the volumes of water to be treated. Under this assumption, we're talking about 45Kg of EDTA. 45Kg of EDTA could theoretically be complexed with around 9 Kg of nickel, depending on their respective molar ratios. Considering that MCP Expo water contains an average of 40 ppm dissolved Ni, we can estimate that less than 0.025% of the Nickel present in the MCP would be complexed into Ni-EDTA. After treatment, the ratio of Ni in treated water vs. Ni in raw water is 0.25%. The probable impact of EDTA is therefore very low in relation to the performance gain observed with this product.

QC 3-13 Monitoring data for 2023, presented in response to question QC2-29, show higher concentrations, mainly of copper and nickel for the Expo site reference station.

The proponent must demonstrate that the reference station is not contaminated by site activities. To achieve this, an analysis of all concentrations measured at the reference station, as a function of time, is expected. This analysis must also include appropriate statistical processing to enable temporal trends to be identified. It is expected that a list of potential sources of contamination will be drawn up, and that these sources will be analyzed using a scientifically reliable methodology.

An initial analysis of copper and nickel concentrations measured at the reference station as a function of time shows :

- No significant relationship over time from 2019 to 2024
- A statistically significant difference compared with values measured at other reference stations.

The statistical analysis is available in Appendix E. A surface water characterization plan is currently being drawn up to assess whether this difference may be due to contamination from site activities, and if so, to investigate potential sources of contamination. This characterization will include additional sampling stations upstream of the ER1 reference station. This additional sampling will be implemented in 2025. As some of these stations require helicopter transport, which must be booked several months in advance, the number of additional samples that can be taken in 2025 could be limited to the two to three helicopter campaigns already booked. Based on an initial analysis of the results obtained in 2025, the investigation will be continued in 2026. The results will be included in the annual monitoring report for 2025 and subsequent years, which is submitted to the Administrator.

QC 3-14 The proponent has informed the MELCCFP that, following a request from Environment Canada, it will have to modify the location of the discharge point for the effluent from the wastewater treatment plant, which discharges into the main collection pond.

The proponent must indicate the discharge point for the new treatment plant included in phase 2a and state its intentions regarding any change in discharge point location. In the event of a relocation, the proponent will be required to apply for a new CA for the new discharge location.

The discharge point for the new treatment plant included in phase 2a is the one presented in the documentation submitted. There are no changes to the information submitted. If the discharge point needs to be modified at Environment Canada's request, an amendment to the CA will be filed to this effect.

1.5 Groundwater

QC 3-15 The hydrogeological analysis of the Mequillon mine site, provided in Appendix F of the answers to the 2nd series of questions and comments, was designed to assess the potential presence of underground flow around the mine's deepest drifts. The results showed the potential presence of water flow beyond the presumed frozen zone. Recommendations for further drilling and testing were made in this analysis, and the positioning of the fault present in this area remains uncertain.

In response to question QC2-11, the proponent indicated that the firm would review the data and analyze the results based on new information, i.e., 1 year of development in the Mequillon UG1 mine. The proponent adds that it will apply the recommendations that follow these results and that it will carry out a more extensive hydrogeological study, if necessary, to better identify the risk of talik and its location.

The proponent must provide a status report on the updated study, additional tests and any additional hydrogeological studies in progress, if any. The proponent must confirm that it will be able to submit a complete update at the time of the application to amend the ministerial authorization for the operation of the Mequillon UG2 mine.

Should the promoter have to manage an unexpected water surplus at the Mequillon site after the decision for phase 2a, a request to amend the CA will have to be submitted.

The same consultant who carried out the 2023 study, Hydro-Ressources, has been awarded a mandate to continue its recommendations by carrying out new analyses from underground. The mandate is scheduled for completion by the end of July 2025. The report will be forwarded to the MELCCFP once completed. Should an unexpected surplus of water need to be managed at the Mequillon site after the decision for phase 2a, a request for modification of the CA will be filed. It should be noted that CRI also began a hydrogeological study of the future Inukshuk mine site in April 2025. The report will also be forwarded to the MELCCFP when completed.

1.6 Fauna

QC 3-16 The proponent must provide details on the implementation of its decision tree aimed at reducing the impact of trucking on migrating caribou, by indicating whether it will be able to suspend all traffic during major caribou migrations, as defined in the fauna protection plan. In addition, the proponent must present the duration of various major migration events that would require a complete stoppage of traffic and indicate whether such stoppages are feasible for the viability of the mining complex.

Regarding the application of the decision tree, vehicle stops on NNiP roads for periods of several tens of minutes to give way to caribou or avoid stressing them are frequent events throughout the caribou migration period (June and July) in the NNiP sector. Most of these events are reported to CRI dispatch but are not recorded due to the workload involved. Also, there has been no record of a suspension of all traffic during a major migration period to date. Such a major migration event is designated as a reportable event and should therefore be logged. Although the importance of such recording needs to be reinforced, the absence of a recorded complete shutdown does not mean that this has not been applied.

To reinforce the application of the decision tree, it has been made visually clearer, and this improved version will be included, from 2025 onwards, in the awareness workshops conducted with workers in the weeks prior to the start of the migration period. This improved version of the decision tree is presented in Appendix F. In

addition, it is planned that dashboard cameras will be installed on part of the vehicle fleet in 2025 to support the investigation of road incidents. This data can be used in the event of a collision with caribou and will help validate whether the decision tree has been applied.

Regarding reducing the impact of trucking on migrating caribou, CRI will reduce road traffic on the Expo-Ivakkak Road to make it more permeable to the passage of caribou so that they can maintain their migration trajectory. To this end, CRI commits to suspend ore haulage for an average of 7 days (5 to 10 days) during the peak caribou migration period at NNiP facilities, and to limit other vehicle traffic on the Expo-Ivakkak road (with the exception of emergency vehicles), according to a schedule detailed in the document "Caribou Migration - Road Mitigation Measures", also presented in Appendix F, starting in 2025. This schedule may be adjusted according to MELCCFP recommendations. CRI will contact the Fauna sector of the MELCCFP (DGFa-10) each May to validate the location of caribou and to plan more precisely the dates of traffic reduction during the peak migration period. The appended document will be incorporated into the next revision of the NNiP fauna protection plan.

QC 3-17 The proponent indicates that it has participated in a study commissioned by the Government of the Northwest Territories that seeks to identify and analyze best management practices for the effects of roads on barren-ground caribou, and that research is underway by Caribou Ungava.

The proponent must present this study or the results of this research, if available, and indicate how it will take them into account in its activities. Should these still not be available, the proponent must commit to incorporate the findings into a revised version of its fauna protection plan and submit it to the Provincial Administrator for information.

To the best of CRI's knowledge, the study is not yet available. CRI is committed to incorporate the findings into a revised version of its fauna protection plan and to submit it to the Administrator for information.

BIBLIOGRAPHY

AtkinsRealis (2024). *Design of a new tailings facility - Cell 4*. Report n^o699749-6000-4GER-0001_00, 58 pages and appendices.

Golder Associates (2012). *Detailed Design of Expo Stage 1 tailings and waste rock disposal facility and water collection ponds*. Doc No 085, 24 pages and appendices.

Golder Associates (2013). *As-built report fo the Expo Main Collection Pond and anciliary water management structures*. Doc No. 12-1118-0034 [005], 12 pages and appendices.

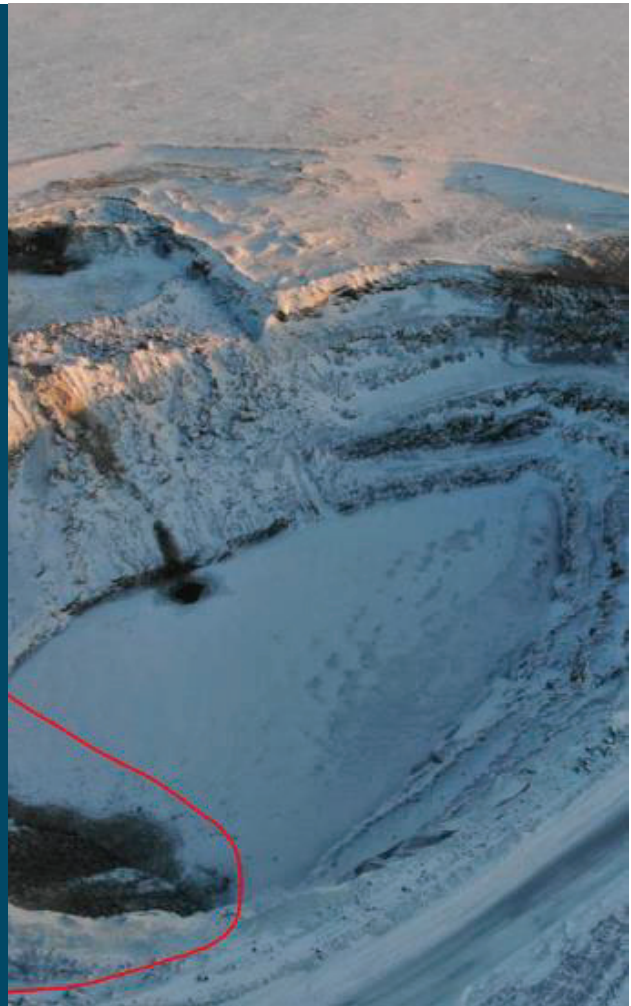
WSP-Golder (2022a). *Expo pit tailings facility design*. Report n^o1032-21501936-RF-Rev0, 27 pages and appendices.

WSP-Golder (2022b) *Future monthly time series and extreme precipitation projections*. Technical note. Report n^o1148-2150193609-RF-Rev0, 13 pages.

WSP (2024). *Detailed deposition plan for the finalization of the operation of the Expo tailings facility*. Memorandum technique. Report n^o1131-CA0010129.1215-MTF-Rev0

Appendix A

Information available on the progress of the implementation of the additional tailings accumulation area



Canadian Royalties Inc

ÉTUDE DE FAISABILITÉ
CELLULE À RÉSIDUS #4
(Remplissage des fosses)

In-Pit Tailings Disposal Feasibility
Study

Workshop Trade Offs

15th April 2025

Participants

AUSENCO	
Discipline	Participant
Project Management	Mario Gauna
Sponsor	Macarena Zegpi
Project Engineer	Amanda Aguilar
Hydraulic	Julie Harris
SME (Hydraulic)	Jay Chapman
Mechanical – Piping	Brian Peer
Civil Pipeline	Cristobal Roubillard / Marlene Perez
Geotechnical & Tailing	Ali Hooshiar / Parisa Ahadi
SME (Geotechnical)	Aleksandar Spasojevic
Geotechnical pipeline	Mark Leir (subconsultant)
Ice science (SME)	Paul Spencer
Environmental / Permitting	Hilary Evans
Construction	Daniel Saenz
Electrical, Inst & Control	Brad Rodgers
Structural	Chi Seng Tong

CRI	
Discipline / Area	Participant
Project Management	Steve Qessy
CRI	Simon Michaud

Values Moment – Pipeline Routing and Wildlife Passage

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL EFFECTS OF AN ELEVATED PIPELINE ALONG THE RED DOG MINE HAUL ROAD ON CARIBOU DISTRIBUTION, MOVEMENTS, AND CROSSING SUCCESS

VOLUME ONE: REVIEW OF LITERATURE AND EXPERT OPINION



© Patrick J. Endres/AlaskaPhotoGraphics.com

Main factors of pipelines influencing Caribou:

1. Pipeline Height
2. Crossing Design
3. Traffic Management
4. Site Selection
5. Seasons
6. Behavioral Response
7. Visual Cues

Agenda

Activity		Time
Presentation	Steve Quessy / Mario Gauna	10 min
Proposed system configuration <ul style="list-style-type: none"> • Concentration • Economical diameter • Pumping requirements and layout 	Brian Peer / Julie Harris	30 min
Pipeline route assessment <ul style="list-style-type: none"> • Expo Area • Access road corridor • Water stream crossings • Insulation in cold weather 	Daniel Saenz / Mario Gauna / Brad Rodgers	20 min
Break	-	10 min
In pit disposal and recovery system	Parisa Ahadi / Aleksandar Spasojevic	20 min
Environmental and permits <ul style="list-style-type: none"> • Gap Analysis results 	Hilary Evans	20 min
QA & Closure	Steve Quessy / Mario Gauna	10 min

Objectives

1. Present the Selected Options and Outcomes of Trade-Off Studies

1. Variations in tailings concentration
2. System configuration
3. Pipeline route assessment
4. Pipeline installation solutions

2. Review Key Findings for Disposal and Water Recovery

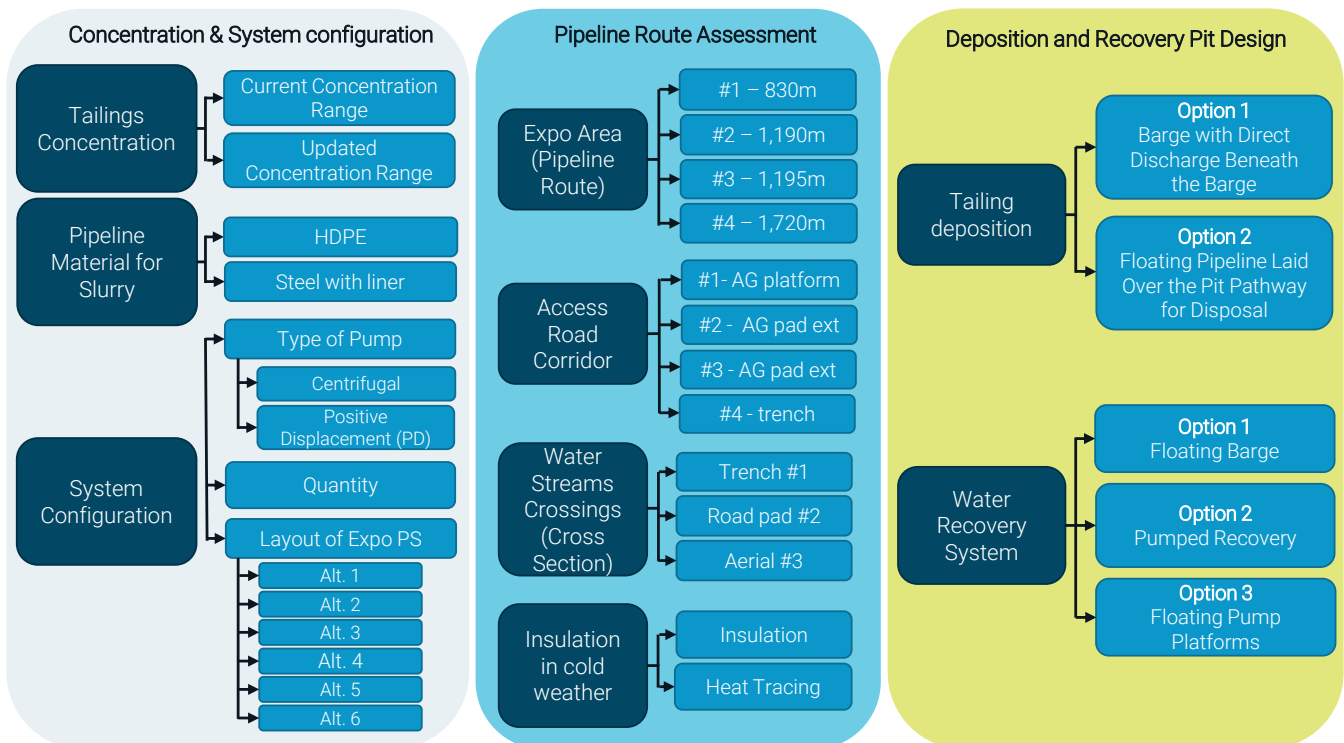
1. Mésamax Pit
2. Méquillon Pit

3. Review Environmental and Permitting Gap Analysis Findings

4. Confirm Acceptance of the Proposed Design

1. Establish next steps for design packages
2. Refine CAPEX estimates

Decision Tree

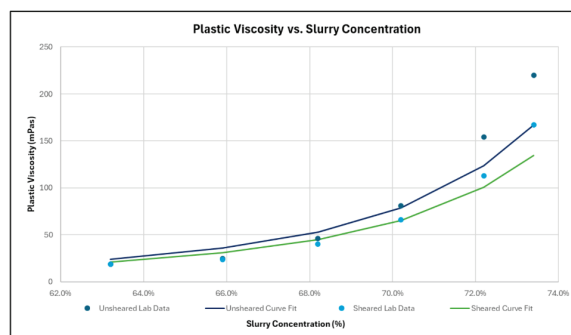
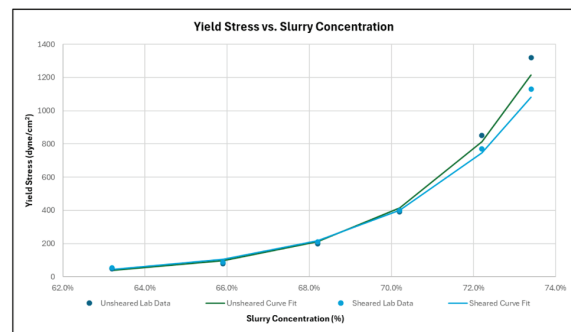


Trade-off Study for Tailings Concentration

Trade-Off Tailings Concentration

Basis of Design - Process

Basis of Design	
Lifespan	10 years
Pipeline Capacity	(± 30%)
- Minimum (tph)	140
- Nominal (tph)	200
- Design (tph)	260
Current Concentration Range	60-65%
Tailings Characteristics	
- Solid SG	3.15
- Temperature	1 – 25 °C
- pH	8.5
- Corrosion rate	Not used (internal liner)
Particle Size Data	
- d10	2.11
- d50	18.54
- d80	75.98



For tailings flow, pressure loss calculations will be determined from Ausenco's proprietary slurry hydraulic computer model, Ausenco-WASP 1.1.

Trade-Off Tailings Concentration

ANALYSIS

Concentration (% w/w)	Pipe Diameter (inches)	Minimum Required Velocity (m/s)	Throughput (tph)		Flowrate (m ³ /h)	Velocity (m/s)	Pump Discharge Pressure (bar)	Return Water (m ³ /h)
35%	10	2.10	140	Minimum	304.4	2.01	42.8	371.4
			146	Minimum w/o dilution	317.5	2.10	45.9	
			200	Nominal	434.9	2.88	80.0	
			260	Maximum	565.4	3.74	129.3	
40%	10	1.94	140	Minimum	254.4	1.68	34.6	300.0
			161	Minimum w/o dilution	293.5	1.94	43.4	
			200	Nominal	363.5	2.40	62.5	
			260	Maximum	472.5	3.12	99.9	
45%	10	1.77	140	Minimum	215.6	1.43	28.2	244.4
			174	Minimum w/o dilution	267.9	1.77	39.9	
			200	Nominal	307.9	2.04	50.5	
			260	Maximum	400.3	2.65	80.2	

Concentration (% w/w)	Pipe Diameter (inches)	Minimum Required Velocity (m/s)	Throughput (tph)		Flowrate (m ³ /h)	Velocity (m/s)	Pump Discharge Pressure (bar)	Return Water (m ³ /h)
50%	8	1.58	140	Minimum	184.4	1.99	73.5	200.0
			200	Nominal	263.5	2.85	138.9	
			260	Maximum	342.5	3.70	223.8	

Very Low Concentrations <45% w/w **not recommended**:

- Requires **high volumetric flowrates**, which significantly increase the amount of water that needs to be recovered and recirculated.
- Leads to **higher operational and energy costs** for the reclaim water system.
- Minimum velocities due to deposition become impractical.

Low Concentrations 45 - 55% w/w concentration has **limited viability**:

- Requires **high volumetric flowrates**, which significantly increase the amount of water that needs to be recovered and recirculated.
- Leads to **higher operational and energy costs** for the reclaim water system.
- This may offer a lower cost tailings pipeline with a centrifugal pump station, but the full capacity range defined (+/-30%) cannot be achieved.
- The operating concentration range is very narrow (near 45 w/w%).

*Tailings transport to Méquillon was used to design the pump system because it has the highest total dynamic head.

Trade-Off Tailings Concentration

ANALYSIS

Concentration (% w/w)	Pipe Diameter (inches)	Minimum Required Velocity (m/s)	Throughput (tph)		Flowrate (m ³ /h)	Velocity (m/s)	Pump Discharge Pressure (bar)	Return Water (m ³ /h)
55%	8	1.47	140	Minimum	159.0	1.72	64.0	163.6
			200	Nominal	227.1	2.45	119.9	
			260	Maximum	295.3	3.19	191.9	
60%	8	1.48	140	Minimum	137.8	1.49	58.4	133.3
			200	Nominal	196.8	2.13	108.4	
			260	Maximum	255.9	2.76	172.2	
65%	8	1.84	140	Minimum	119.8	1.29	56.7	107.7
			199	Minimum w/o dilution	170.3	1.84	103.2	
			200	Nominal	171.2	1.85	104.1	
			260	Maximum	222.5	2.4	163.9	

Concentration (% w/w)	Pipe Diameter (inches)	Minimum Required Velocity (m/s)	Throughput (tph)		Flowrate (m ³ /h)	Velocity (m/s)	Pump Discharge Pressure (bar)	Return Water (m ³ /h)
70%	8	4.15	140	Minimum	104.4	1.13	52.8	85.7
			200	Nominal	149.2	1.61	109.3	
			260	Maximum	194.0	2.09	170.5	
			515	Minimum w/o dilution	384.2	4.15	554.0	

Intermediate Concentrations 55 - 65% w/w concentration **is recommended**:

- Stable flow characteristics and lowest minimum velocities for both deposition and laminar-turbulent transition velocity.

High concentrations >65% w/w **not recommended**:

- The slurry exhibits an exponential increase in yield stress and viscosity, requiring very high transport velocities to maintain flow stability.
- Minimum velocities due to laminar-turbulent transition velocity become impractical.
- The slurry becomes extremely difficult to remobilize after settlement, and poses considerable risks during shutdowns and restarts
- These velocities cause **elevated head losses** and energy demands, making the system hydraulically unfeasible under current design constraints.

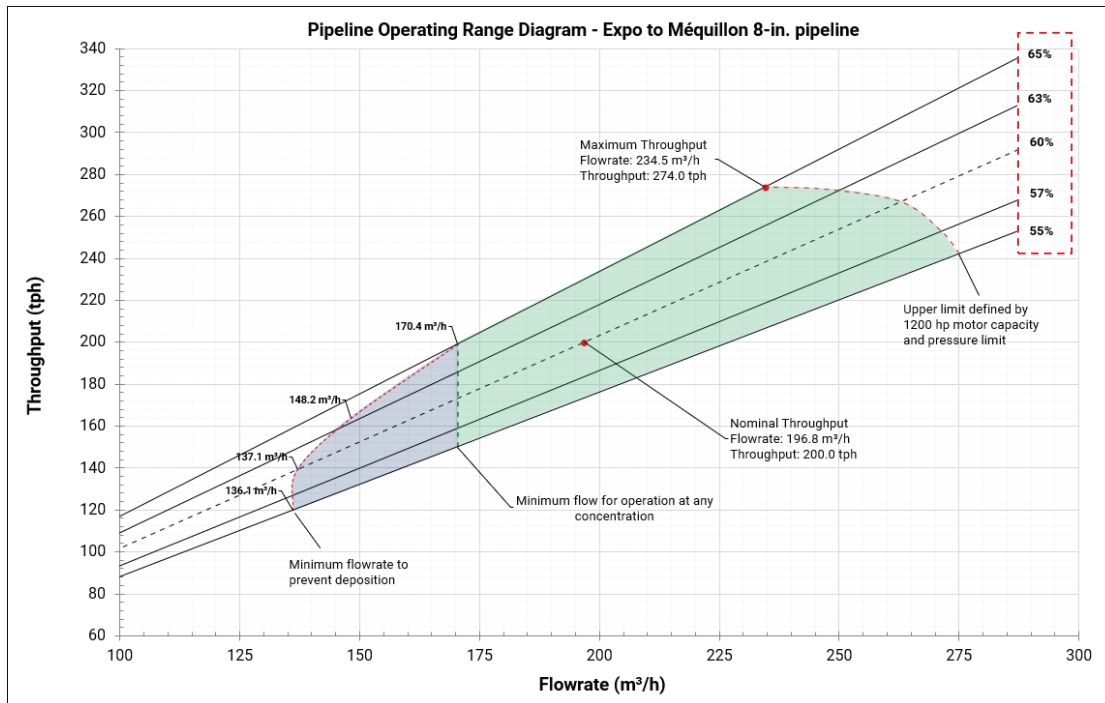
Overall conclusion:

- Operating at extreme concentrations (very low or very high) is outside the recommended operational range due to hydraulic and operational inefficiencies. Design is possible near 45 w/w% (restricted operations) or in the range of 55 - 65 w/w% (most robust).

*Tailings transport to Méquillon was used to design the pump system because it has the highest total dynamic head.

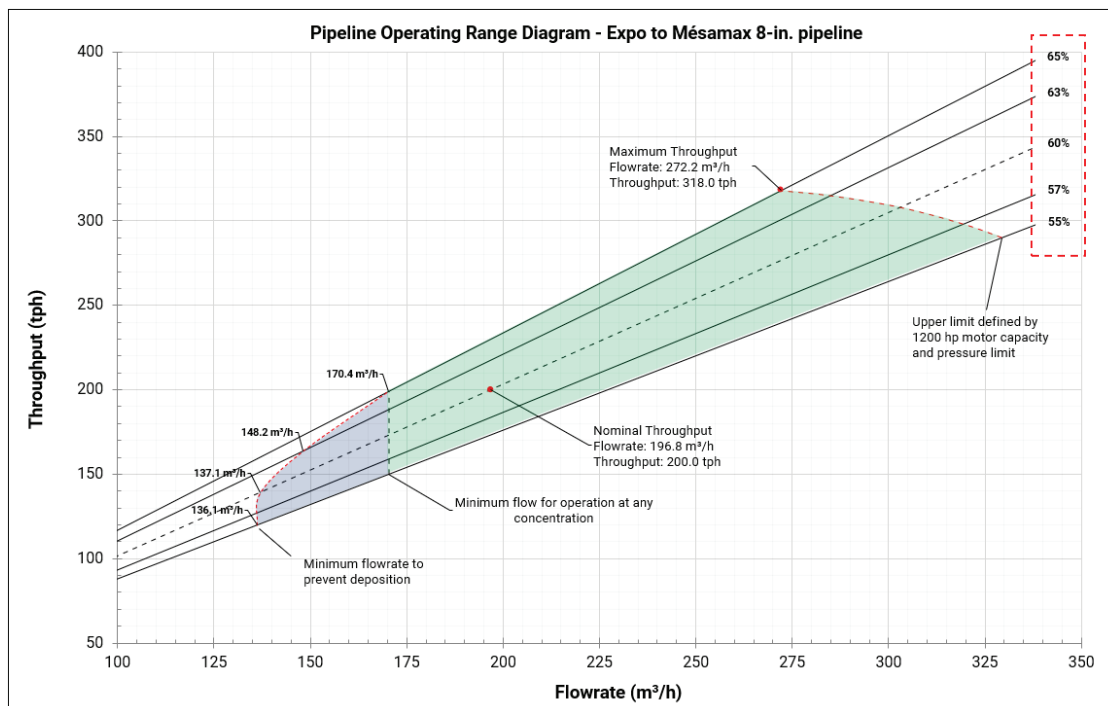
Trade-Off Tailings Concentration

Operating Range Diagram - Méquillon



Trade-Off Tailings Concentration

Operating Range Diagram - Mésamax



Trade-off Study for Pipeline Material and System Configuration

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Design Restrictions

Pipeline size and material, and number of pump station and pump type are determined by comparing operating velocities and pressures to pipeline material and pump limits.

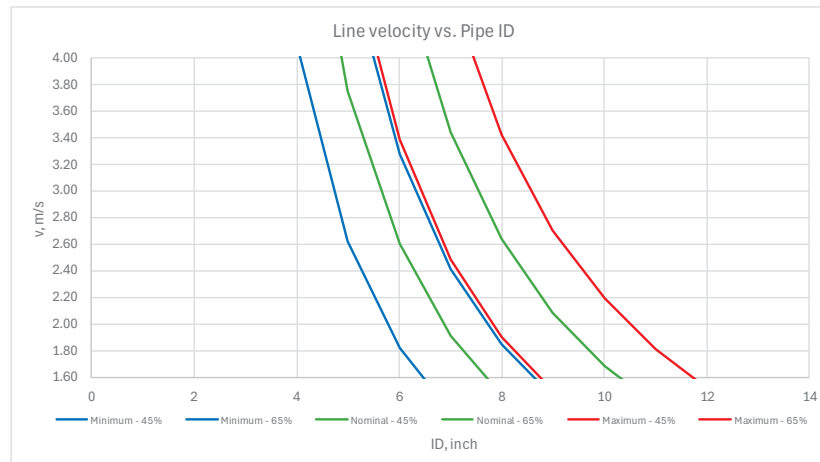
- Pipe size is limited by the allowable **velocities**, estimated as 1.6 – 4 m/s.
- Pipeline material is limited by the **operating pressures**, 317 psi for HDPE pipe.
- Pump type is limited by **operating pressures**:
 - 1000 psi for centrifugal pumps
 - 240 bar (3500 psi) for PD pumps
- Multiple pump stations are required when the **operating pressures** exceed the pressure that can be produced by a single pump station.

Estimated Head Losses

Total system pressures are estimated as head (frictional) losses based on Ausenco's proprietary hydraulic modelling software, **Ausenco-WASP 1.1**, plus elevation changes.

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

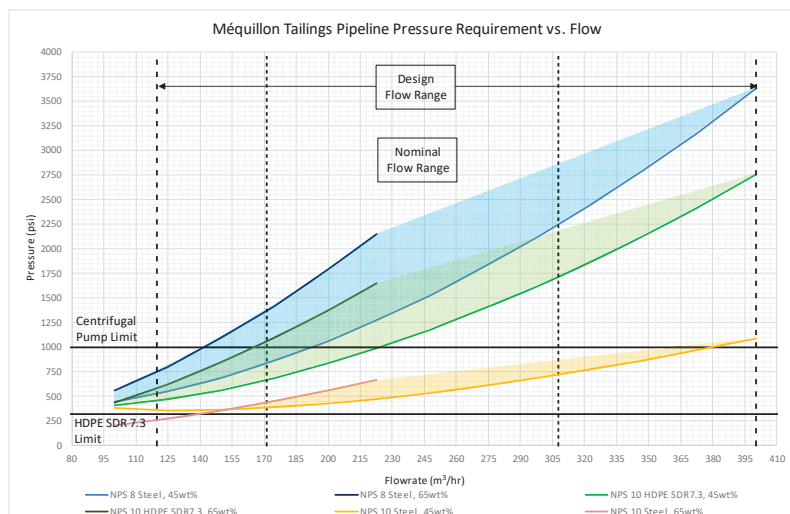
Pipeline Diameter



- For the nominal throughput of 200 tph (green), an inner diameter (ID) of about 6 to 9.5 inches would keep the line velocity within the preliminary velocity range.
- For a lined steel pipeline, sizes of NPS 8 and 10 are possible
- For an HDPE pipeline, NPS 10 is possible

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Méquillon Tailings Pipeline



From the graph:

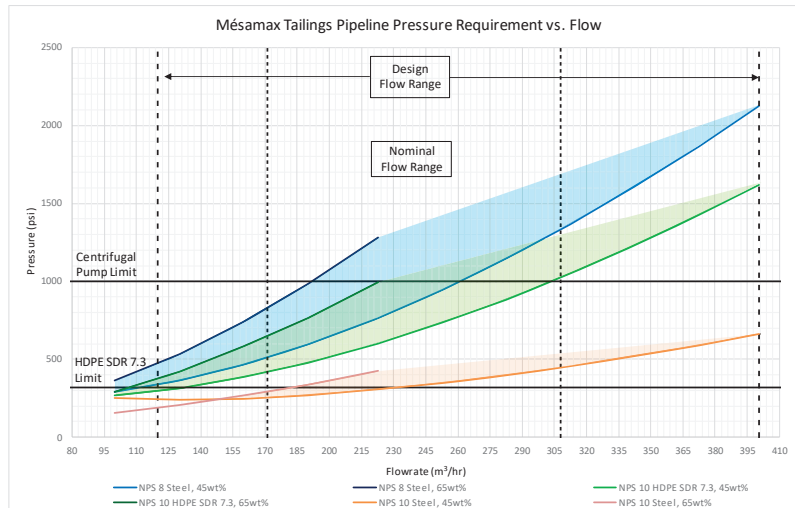
- HDPE is not recommended because single pump station operating pressures exceed the HDPE pipe pressure limit.
- Many pump stations (>10) would be required to keep pressures low enough to use HDPE.

For a lined steel pipeline

- NPS 8 requires a PD pump station and can accommodate the entire defined operating range.
- NPS 10 can be accommodated with a centrifugal pump station but may be limited in capacity to nominal tph +25% (rather than +30% design basis). For lower throughputs, or turndown, dilution will be required.

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Mésamax Tailings Pipeline



From the graph:

- HDPE is not recommended because single pump station operating pressures exceed the HDPE pipe pressure limit.
- Many pump stations would be required to keep pressures low enough to use HDPE.

For a lined steel pipeline

- NPS 8 requires a PD pump station and can accommodate the entire defined operating range.
- NPS 10 can be accommodated with a centrifugal pump station. For lower throughputs, or turndown, dilution will be required.

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Reclaim Water Pipelines

- HDPE is a suitable material for the reclaim water pipelines on the basis of the low pressure requirements.
- **Centrifugal pumps** in a single pump station can be employed for the reclaim water pipelines.

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Summary

Pipeline Size

- NPS 8 or 10 may be selected, depending on the pump selection.

Pipeline Material

- HDPE Pipeline is not feasible for the tailings pipelines, as it would require many pump stations, while operating near pressure limits at higher flowrates and throughputs.
- This is due to HDPE SDR 7.3's pressure limit of 317 psi, restricting the pipeline's operating pressure.
- As a result, API 5L steel pipe is recommended for both pipelines due to its higher-pressure capacity.

Pump Selection

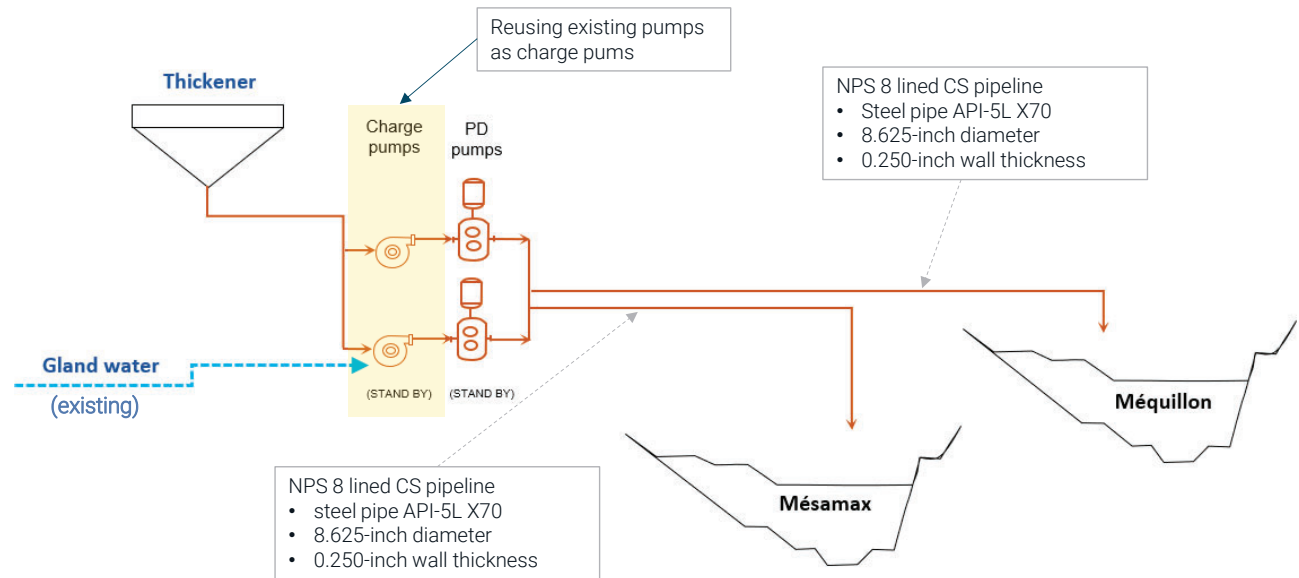
- For both pipelines, a design can be made with either
 - One PD pump station, and similar nominal concentration to current operation (55-65 wt%)
 - One centrifugal pump station and very low nominal concentration (~45 wt%).
- The choice between centrifugal and positive-displacement (PD) pumps mainly depends on total system costs.
 - PD pumps are significantly more costly than centrifugal pumps
 - The centrifugal pump option significantly increases the size of the reclaim water system, increasing both water CAPEX and OPEX

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Characteristic	Méquillon Tailings		Mésamax Tailings		Reclaim Water
Pipeline Material	API-5L Steel, lined		API-5L Steel, lined		HDPE
Diameter	NPS 8	NPS 10	NPS 8	NPS 10	TBD
Pump Type	PD pumps	Centrifugal Pumps	PD pumps	Centrifugal Pumps	Centrifugal
Qty pumps	1+1	6+6	1+1	4+4	TBD
Slurry Concentration	55 – 65 wt%	45 wt%	55 – 65 wt%	45 wt%	-
Pressure	2200 psi	1000 psi	1000 psi	600 psi	TBD

Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

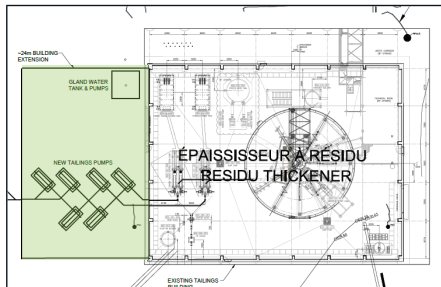
Proposed System (Diagram)



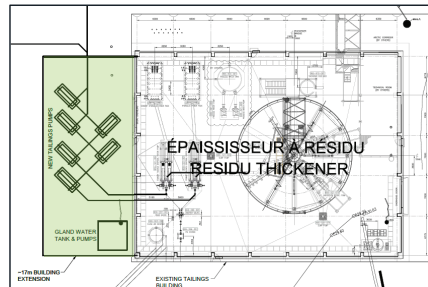
Trade-Off Pipeline Material and System Configuration

Pump Station Layout

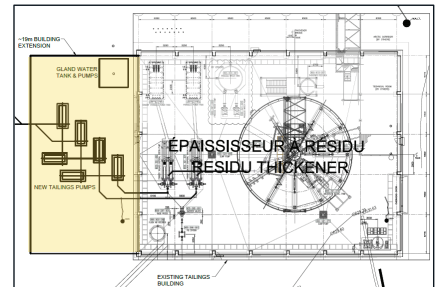
Alt. 1



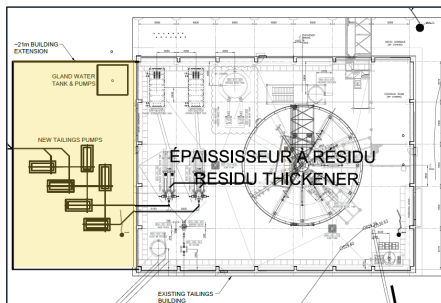
Alt. 2



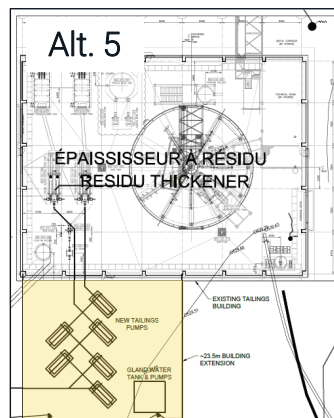
Alt. 3



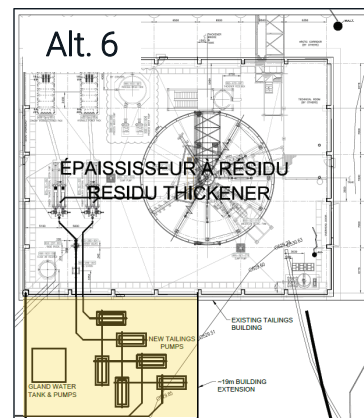
Alt. 4



Alt. 5



Alt. 6

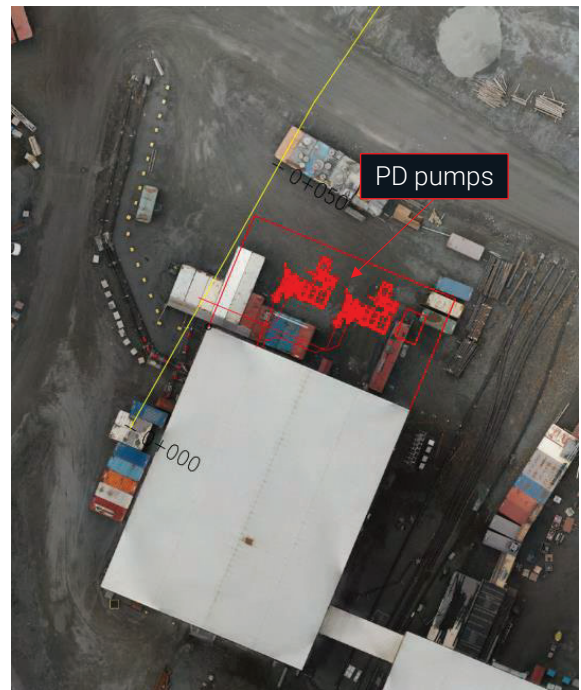


Trade-off Pipeline Material And System Configuration

Pump Station Layout – Preferred Alternatives



Alternative 1



Alternative 2

Positive Displacement Slurry Pump Proposed

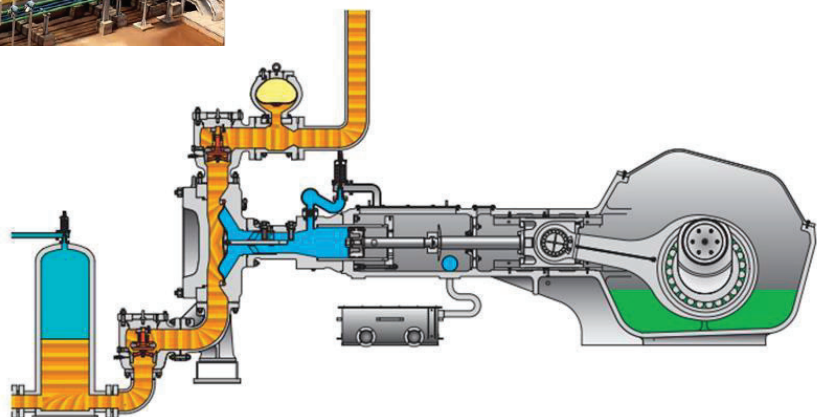


Piston diaphragm pumps

- High efficiency abrasive slurry pumping
- Capacities up to 1600 m³/h
- Discharge pressures up to 30,000 kPa
- Slurry concentrations up to 85%
- Viscosities up to 8,000 mPa.s
- Max. yield stress 200 Pa
- Slurries with temperatures up to 230 °C
- Power from 15 to 4000 kW

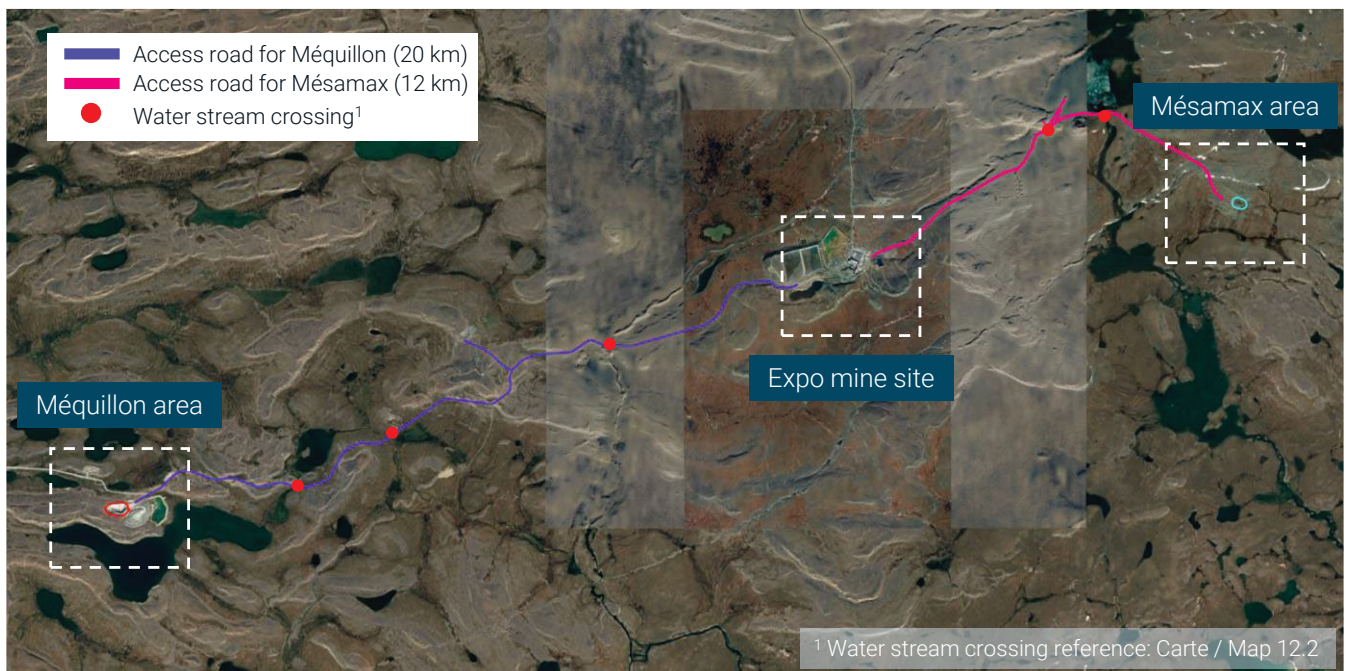
Applications

- Ore pipeline transport
- Tailings disposal
- Autoclave or digester process feed
- Reactor feed
- Mine dewatering
- Hydraulic ore hoisting
- Mine tailings backfill
- Coal gasifier feed
- High pressure biomass pumping
- Ash disposal



Pipeline Routing Assessment

Pipeline Routing Assessment – General View



Pipeline Routing Assessment

Key decision-making parameters:

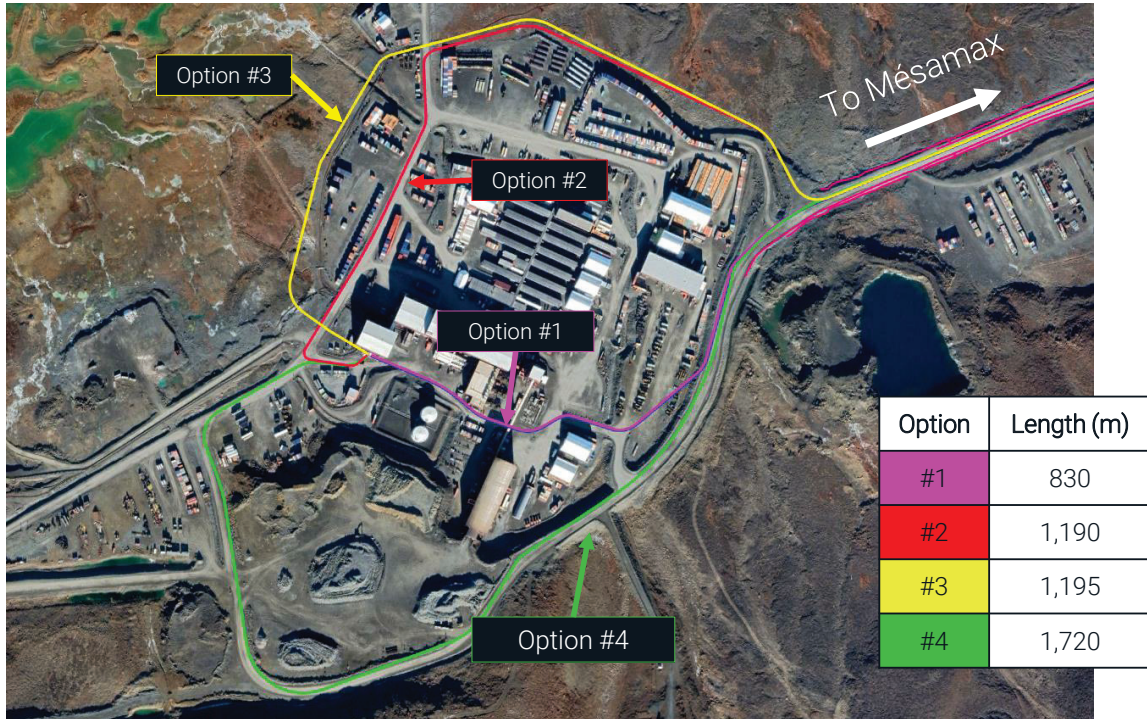
- 1. Environmental impact:** Wildlife crossings, community crossings, tundra and permafrost conservation, impacts to wetlands (wet sedge tundra), crossing of fish-bearing waterbodies, terrestrial wildlife mobility and movement, presence of floristic species at risk, traditional land use by Inuit communities, impacts to visual landscape.
- 2. Capex and Schedule:** Extended construction durations are directly associated with higher overall project costs.
- 3. Construction Feasibility:** Assessing available space for equipment, material staging, and vehicle movement
- 4. Maintainability:** Ease of upkeep and repair
- 5. OPEX (Operational Cost):** Pipeline integrity and Emergency response. Machinery and Snow Removal Crossings.

Ponderation Weight

- Each parameter will be assessed using a **5-point scale**, where 1 indicates the most negative outcome and 5 the most positive.
- Each parameter will be assigned a **weight ranging from 0% to 100%**.
- The final score will be calculated as the **weighted sum of all parameter** scores.

Pipeline Routing Assessment – Expo Area

Pipeline Routing Assessment – Expo Area



Pipeline Routing Assessment – Expo Area



Parameter	Length	Key Features	Proposed Installation
Option 1	830 m	Most direct path but crosses areas with several critical known interferences.	Fully buried installation.
Option 2	1,190 m	Existing operational road corridor for the first 550 m, the subsequent segment runs along the northern plant boundary towards the exit point heading to Mésamax pit.	Initial 550 m along the road is considered buried , and the remaining section considered preliminary above ground
Option 3	1,195 m	Initial 550 m crosses active operational areas. The final 645 m follows the same path as Option 2 along the northern boundary to the plant exit.	Initial 550 m along the road is considered buried , and the remaining section considered preliminary above ground
Option 4	1,702 m	This route is mainly aligned along an existing operational road corridor for most of its length.	Predominantly aboveground , installed adjacent to the road, with buried sections only at five specific operational road crossings.

Pipeline Routing Assessment – Expo Area



Pipeline Routing Assessment – Expo Area

Ponderation Weight

- Each parameter will be assessed using a 5-point scale, where 1 indicates the most negative outcome and 5 the most positive.
- Each parameter will be assigned a weight ranging from 0% to 100%.
- The final score will be calculated as the weighted sum of all parameter scores.

Parameter	Ponderation Weight	Option #1		Option #2		Option #3		Option #4	
		Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score
Environmental and Social Impact	5%	5	0,25	3	0,15	2	0,10	5	0,25
CAPEX and Schedule (Capital Expenditure and Project Timeline)	35%	4	1,40	3	1,05	3	1,05	2	0,70
Constructability (Ease of building/implementing)	35%	2	0,70	4	1,40	4	1,40	3	1,05
Maintainability (Ease of upkeep and repair)	20%	1	0,20	3	0,60	3	0,60	4	0,80
OPEX (Operational Expenditure)	5%	4	0,20	3	0,15	3	0,15	3	0,15
TOTAL	100%	-	2,75	-	3,35	-	3,30	-	2,95

Pipeline Routing Assessment - Expo Area

Option 2 selected

Parameter	Score	Weighted Score	Justification
Environmental and Social Impact	3	0,15	Moderate (due to location in an industrialized area)
CAPEX and Schedule (Capital Expenditure and Project Timeline)	3	1,05	Challenging due to crossing existing facilities in a brownfield area
Constructability (Ease of building/implementing)	4	1,40	Favorable, with only 550m buried and minimal interferences along the northern boundary
Maintainability (Ease of upkeep and repair)	3	0,60	Subject to third party damage but easily accesible for emergency response
OPEX (Operational Expenditure)	3	0,15	Accessible with necessary emergency response equipment and personnel nearby
TOTAL	-	3,35	-

*Pipeline Routing Assessment –
Access road corridor*

Pipeline Routing Assessment – Access road corridor



Pipeline Routing Assessment – Access road corridor



Winter



Summer

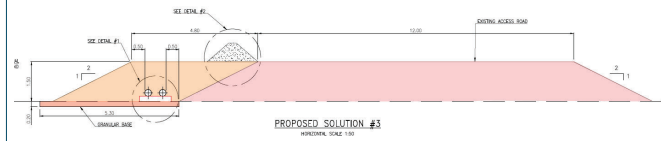
Pipeline Routing Assessment – Access road corridor Aboveground and/or underground disposition

Alternatives

1 Aboveground Installation at the Road Edge



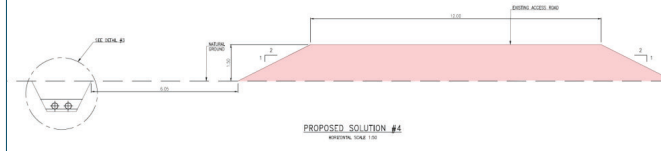
3 Underground installation on an expanded roadway platform



2 Aboveground installation on an expanded roadway platform



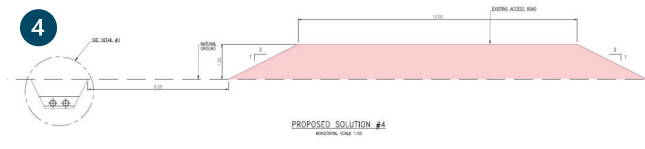
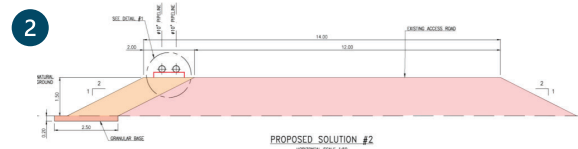
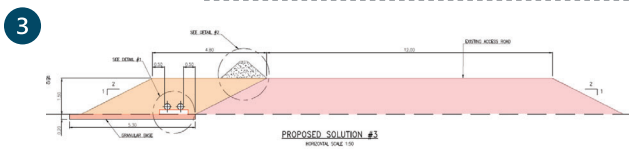
4 Underground installation in a trench beside the access road



Pipeline Routing Assessment – Access road corridor Aboveground and/or underground disposition

Evaluation scale

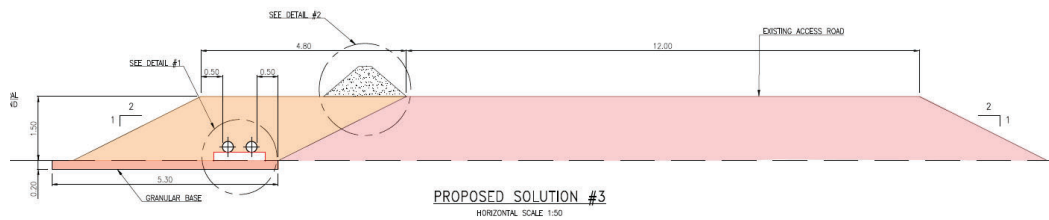
Each parameter will be assessed using a 5-point scale, where 1 indicates the most negative outcome and 5 the most positive. Additionally, each parameter will be assigned a weight ranging from 0% to 100%. The final score will be calculated as the weighted sum of all parameter scores.



Parameter	Ponderation Weight	Option #1		Option #2		Option #3		Option #4	
		Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score
Environmental and Social Impact	30%	2	0,60	1	0,30	5	1,50	2	0,60
CAPEX and Schedule (Capital Expenditure and Project Timeline)	25%	5	1,25	4	1,00	3	0,75	2	0,50
Constructability (Ease of building/implementing)	25%	5	1,25	4	1,00	3	0,75	2	0,50
Maintainability (Ease of upkeep and repair)	10%	5	0,50	5	0,50	4	0,40	2	0,20
OPEX (Operational Expenditure)	10%	2	0,20	2	0,20	5	0,50	4	0,40
TOTAL	100%	-	3,80	-	3,00	-	3,90		2,20

Pipeline Routing Assessment – Access road corridor Aboveground and/or underground disposition

Option Selected #3



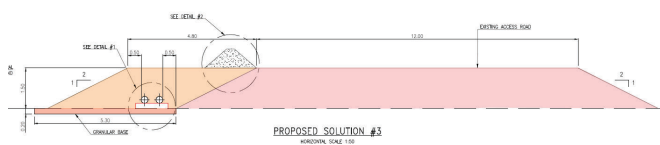
Criteria	Score	Weighted Score	Justification
Environmental and Social Impact	5	1,50	Avoids disturbing new areas; supports natural wildlife crossings; pipeline remains buried within the existing access road platform.
CAPEX / Schedule	3	0,75	Moderate cost and timeline; construction methods and materials align with those used in previous road crossings.
Constructability	3	0,75	Technically feasible with established construction practices; no significant challenges anticipated.
Maintainability	4	0,40	Emergency repairs would require excavation; however, the location remains accessible to machinery, facilitating maintenance activities.
OPEX	5	0,50	Pipeline remains protected from external damage caused by heavy traffic or wildlife; no additional monitoring systems or instrumentation required, assuming platform stability is maintained.
TOTAL	-	3,90	-

Pipeline Routing Assessment – Access road corridor Aboveground and/or underground disposition

Option Selected #3

3

Underground installation within an expanded roadway platform or the existing road base



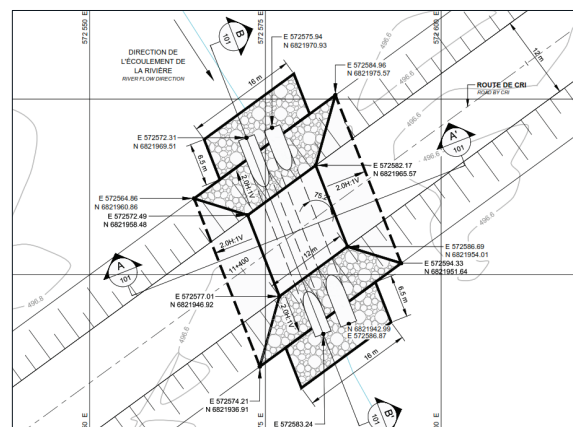
PROS	CONS
<p>Reduced CAPEX and project schedule, with enhanced constructability: no additional raw materials or dump-truck transport are required. Heat trace and insulation are not required.</p> <p>Lower environmental and social impact: No additional area is disturbed, and reduced pollution and dust emissions occur during construction since no extra sourced materials are required.</p>	<p>Reduced final platform width; if vehicle transit over the pipelines is allowed, appropriate engineering calculations must be performed.</p> <p>Cathodic Protection will be required: However, this is not an expensive item and will be much, much less expensive than heat trace and insulation.</p>

Pipeline Routing Assessment – Water stream crossings

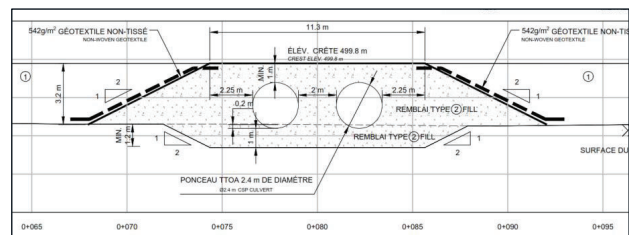
Pipeline Routing Assessment – Water Crossings

Along the existing access road, **five main water streams** have been identified. At each crossing, metallic culverts (fume pipes) are embedded in granular backfill, with erosion control measures—including boulder beds—placed upstream and downstream.

	Designation	Coordinates	
		E	N
Expo to Mésamax	TR14b	583,974	6,826,544
	TR15b	589,183	6,829,966
Expo to Méquillon	TR2	577,462	6,824,301
	TR3	572,579	6,821,957
	TR4	570,375	6,820,761



Plan view



Cross section

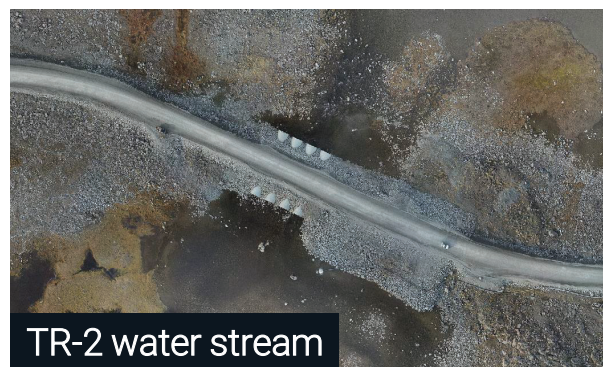
Pipeline Routing Assessment – *Water crossings*

Expo to Mésamax



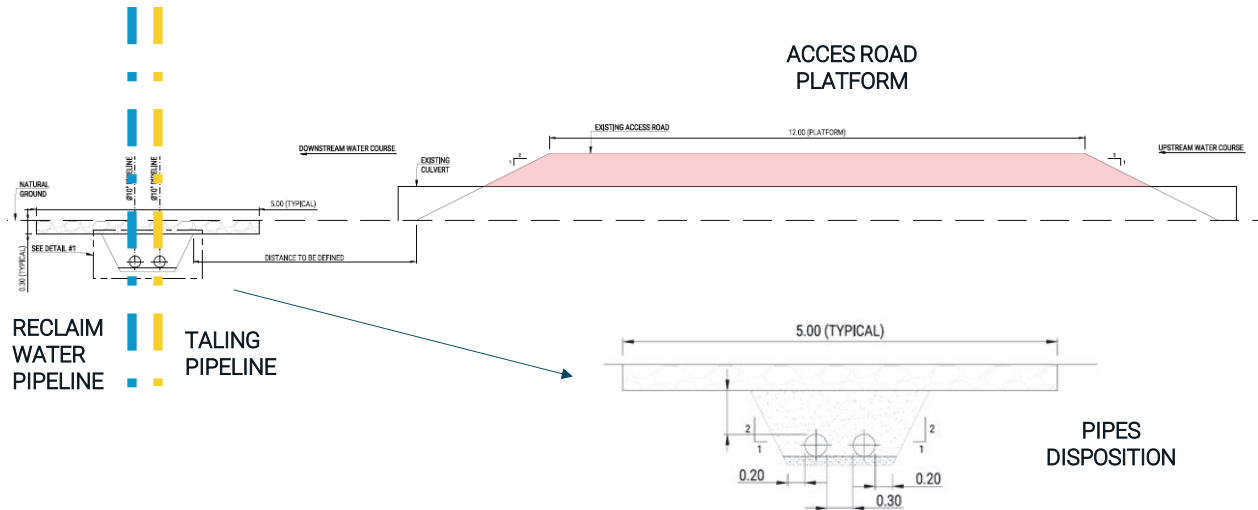
Pipeline Routing Assessment – *Water crossings*

Expo to Mésamax



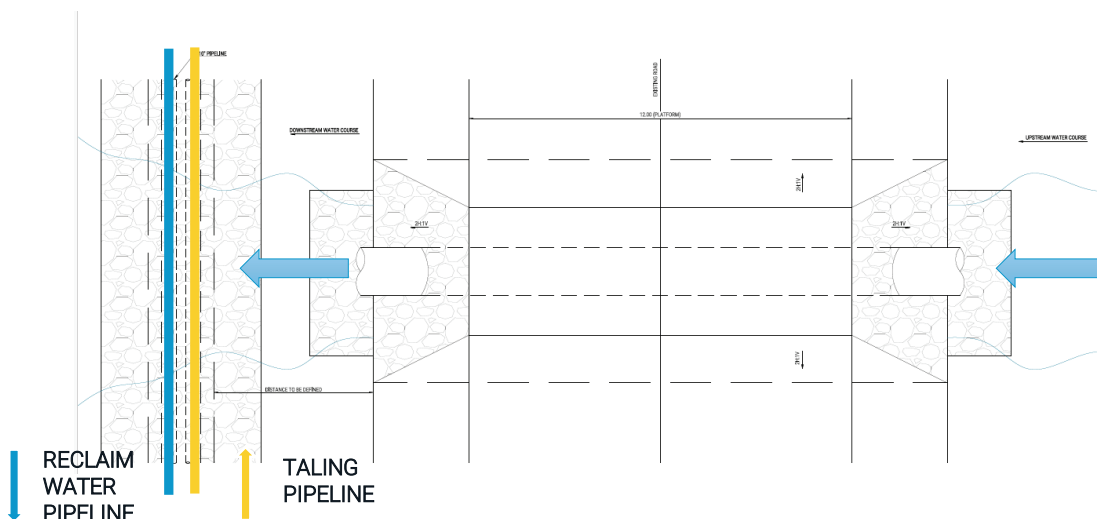
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #1 Underground crossing parallel to the existing road: consists of installing the pipeline underground, in a trench, parallel to the existing road alignment.



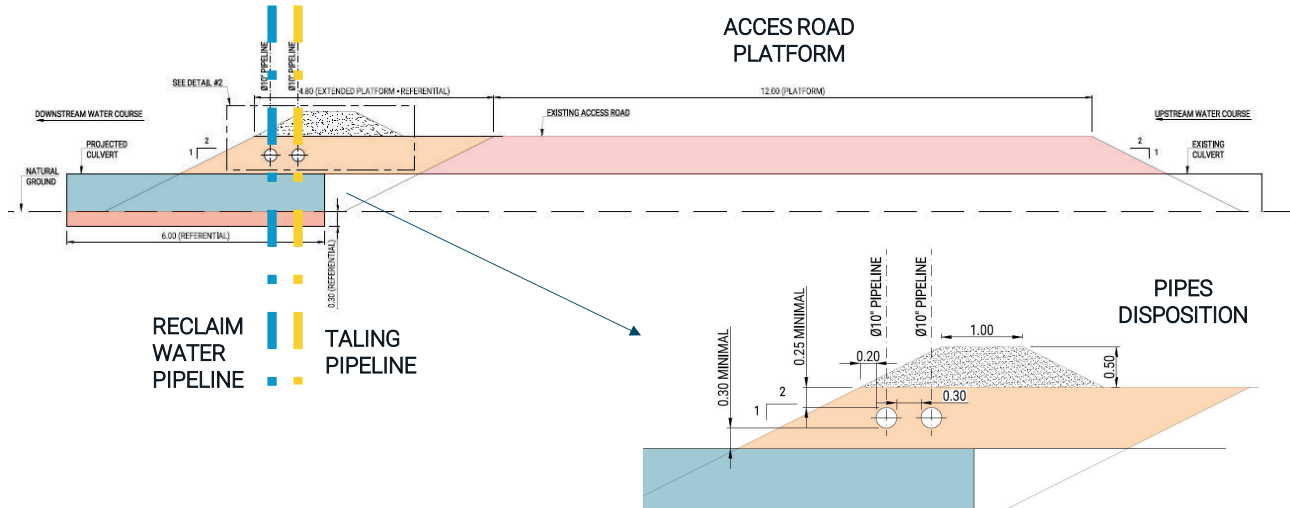
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #1 Underground crossing parallel to the existing road: consists of installing the pipeline underground, in a trench, parallel to the existing road alignment.



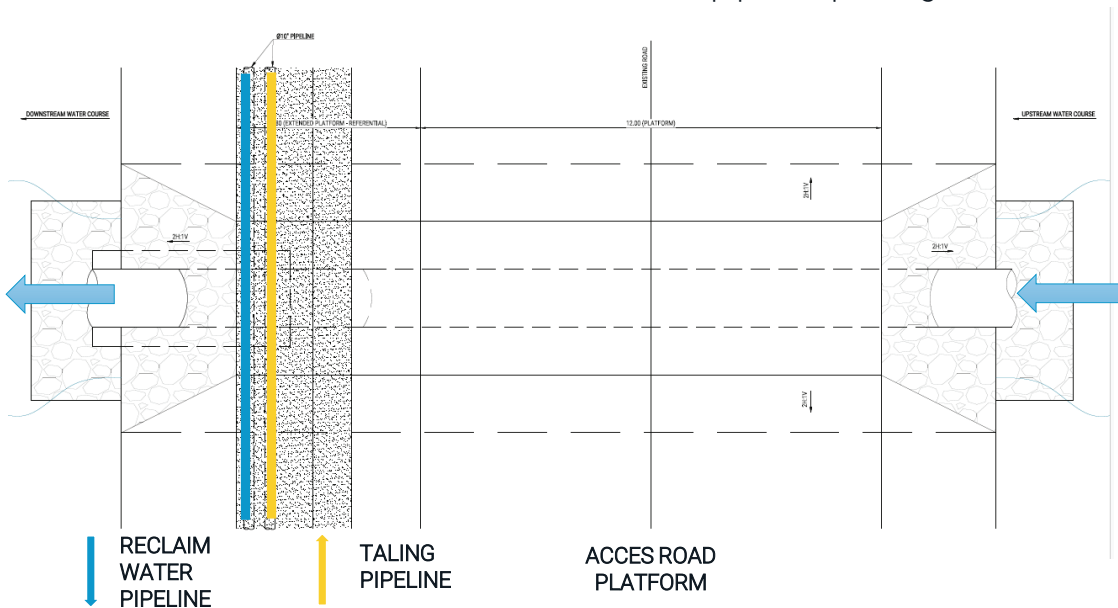
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #2 Buried with a platform expansion: this solution involves expanding the existing roadway infrastructure by adding or upgrading culverts to accommodate both water flow and pipeline passage.



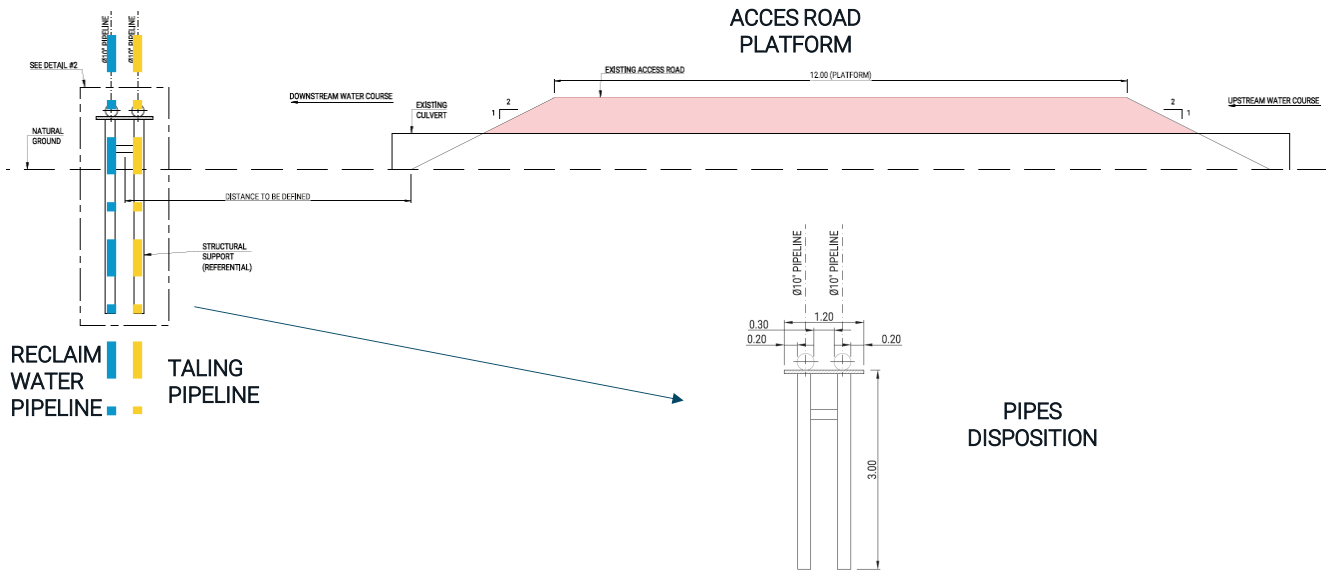
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #2 Buried with a platform expansion: this solution involves expanding the existing roadway infrastructure by adding or upgrading culverts to accommodate both water flow and pipeline passage.



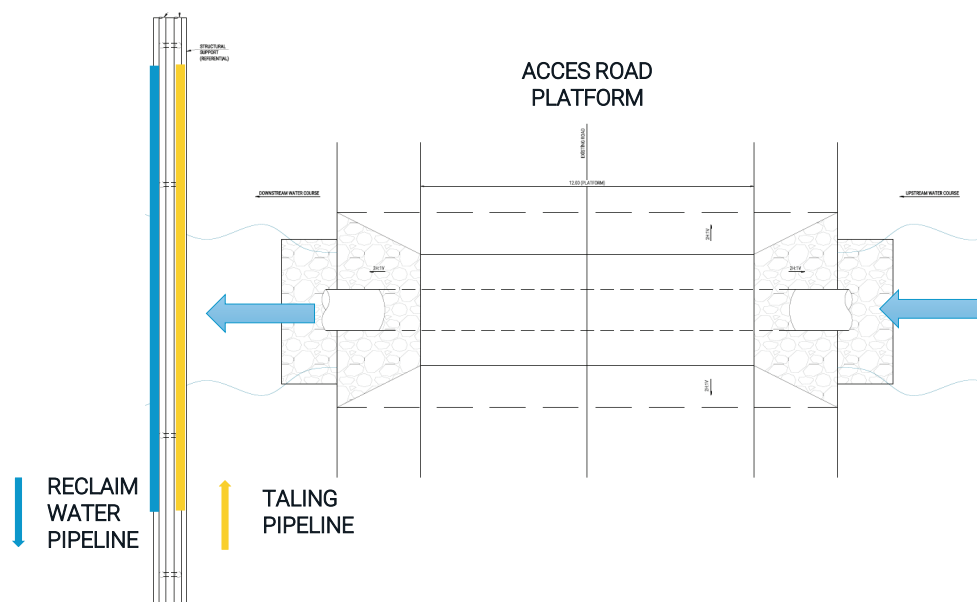
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #3 Aerial pipeline crossing: an aerial crossing involves suspending the pipeline above the watercourse using structural supports such as pipe racks or bridges.



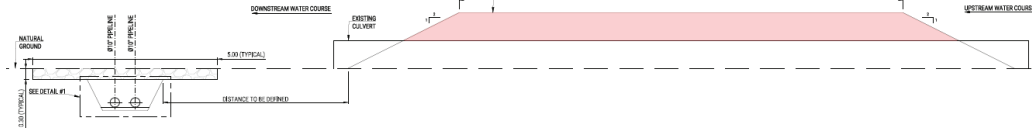
Pipeline Routing Assessment – Water crossings methods

- Option #3 Aerial pipeline crossing: an aerial crossing involves suspending the pipeline above the watercourse using structural supports such as pipe racks or bridges.

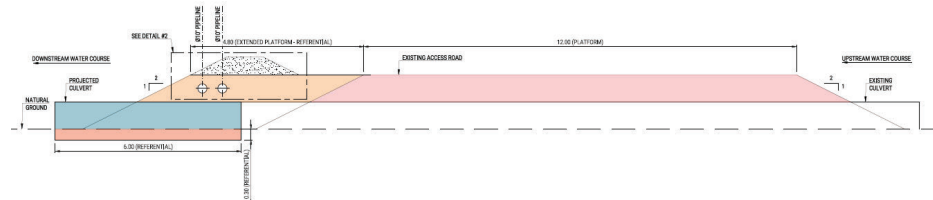


Pipeline Routing Assessment - Water crossings methods (summary)

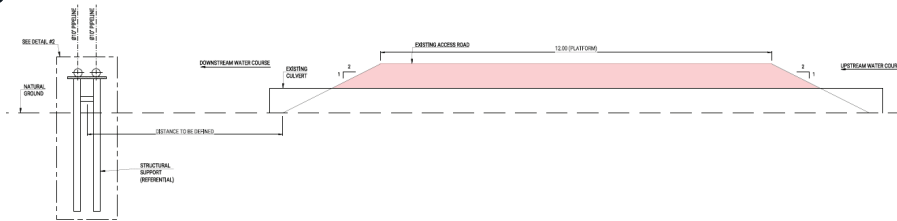
Alternative 1



Alternative 2



Alternative 3



Pipeline Routing Assessment - Water crossings methods (summary)

Parameter	Ponderation Weight	Option #1		Option #2		Option #3	
		Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score
Environmental and Social Impact	30%	1	0,30	5	1,50	2	0,60
CAPEX and Schedule (Capital Expenditure and Project Timeline)	25%	1	0,25	3	0,75	3	0,75
Constructability (Ease of building/implementing)	25%	1	0,25	3	0,75	2	0,50
Maintainability (Ease of upkeep and repair)	10%	1	0,10	2	0,20	5	0,50
OPEX (Operational Expenditure)	10%	5	0,50	4	0,40	2	0,20
TOTAL	100%	-	1,40	-	3,60		2,55

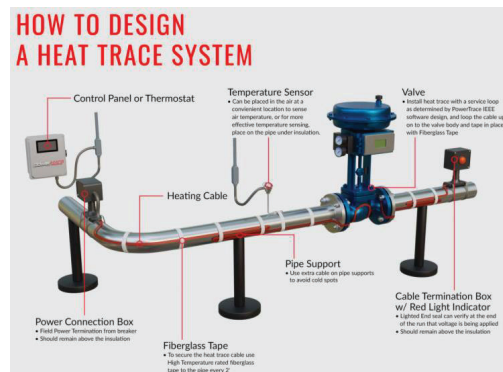
Criteria	Score	Justification
Environmental & Social Impact	5	No new area is disturbed; supports animal crossings; pipeline remains covered within existing access road platform.
CAPEX / Schedule	3	Moderate cost and timeline; construction methods and materials align with those used in previous road crossings.
Constructability	3	Technically feasible with familiar construction practices.
Maintainability	2	Lower maintainability due to the need for excavation during emergency repairs.
OPEX (Operational Expenditure)	4	Fewer ongoing costs, as no specialized monitoring or instrumentation (e.g., sensors) is required, unlike Option 3.

Pipeline Routing Assessment – Insulation in cold weather

Trade Off – Insulation in cold weather

Protection of pipelines in extreme cold weather

1. **Insulation:** Applying insulation materials, such as industrial insulation blankets.
2. **Heat Tracing:** Electric heat tracing systems involve running heating cables along the length of pipes to maintain or raise their temperature.



3. **Adjusting Operations:** Maintaining a continuous flow of fluid through pipelines can prevent freezing, as moving fluids are less likely to freeze compared to stagnant ones.
4. **Regular Maintenance and Monitoring:** Conducting routine inspections ensures that all freeze protection measures are functioning correctly. Regular maintenance helps identify and address potential issues before they lead to significant problems.

Trade Off – Insulation in cold weather

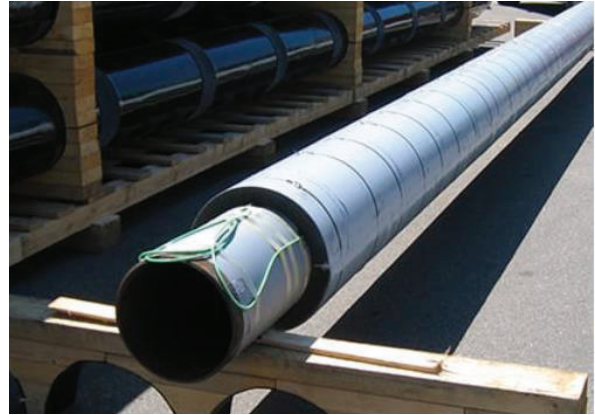
Alternative in evaluation (all preliminary)

- Polyurethane Insulation 3"
- Heat tracing 3 cables
- Required power 17.1W/m (preliminary)

➔ EXPO to Mésamax (12 km)
• Required power approx. 420kW

➔ EXPO to Mequillon (20 km)
• Required power approx. 680kW

Total power for heat trace: 1100kW



Line #1: Expo to Mésamax

- 12 km
- Length of cables: 609m per transformer
- 20 Transformers and distribution

Line #2: Expo to Mequillon

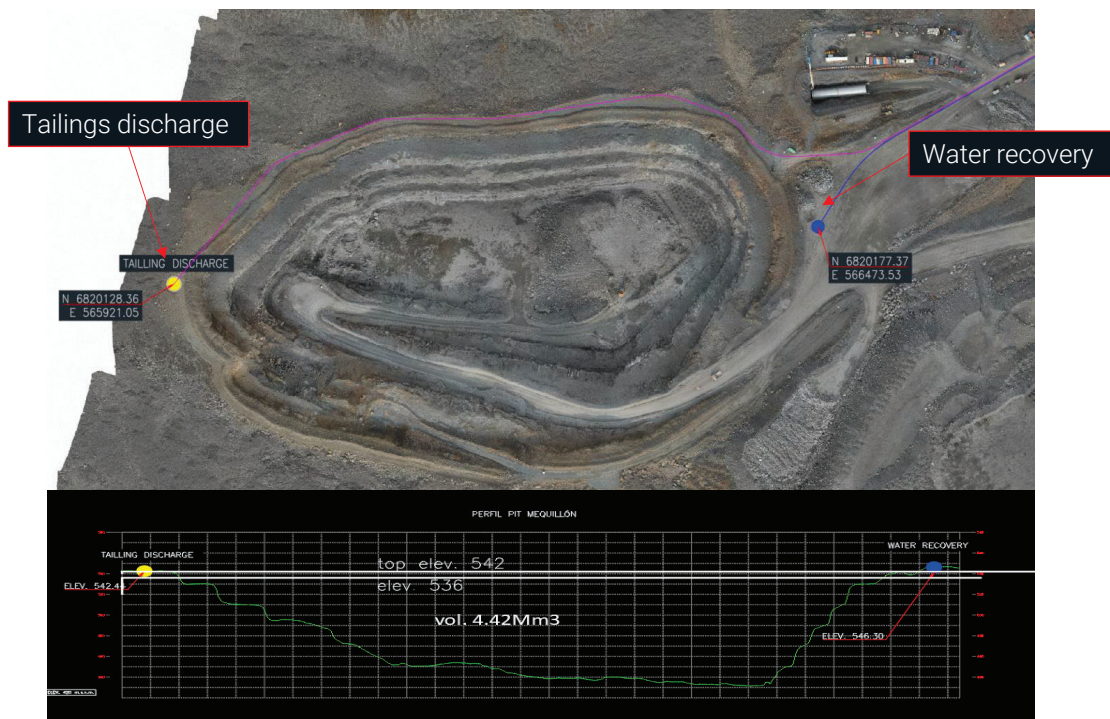
- 20 km
- Length of cables: 609m per transformer
- 33 Transformers and distribution

BREAK
10 MIN

Trade Off Tailing Deposition and Water Recovery System

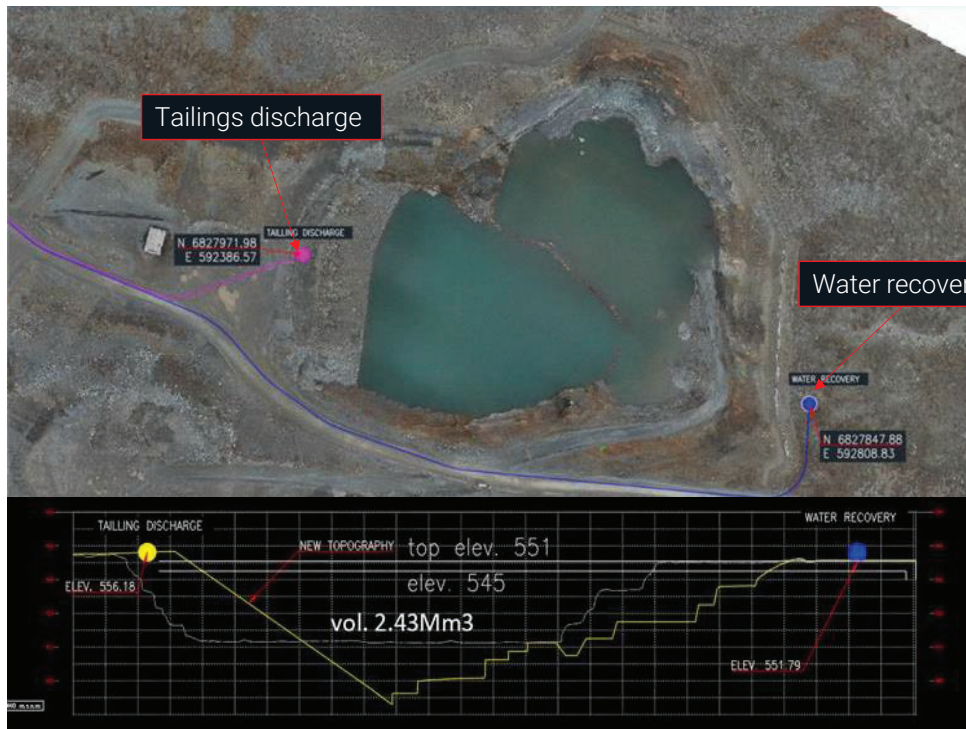
Trade Off Tailing Deposition and Water Recovery System

- Méquillon



Trade Off Tailing Deposition and Water Recovery System

- Mésamax



Trade Off Tailing Deposition and Water Recovery System

Deposition System options:

Tailing characterization :

Parameters		unit	Operation data	Reference
Total tailings volume for open pit-disposal <u>requirement</u> (2030-2036)		m ³	4,151,603	CRI
Specific gravity		t/m ³	3.01 – 3.29 (3.16 on average)	CRI
Tailings composition		-	8%-27% sand 65%-85% silt 7%-9% clay	CRI
Tailings storage capacity	Mesamax Pit*	m ³	2,430,000	Calculated (Ausenco)
	Mequillon Pit*	m ³	4,420,000	Calculated(Ausenco)
Tailing solid content		%	62 to 68	CRI
Dry Density of settled tailings		t/m ³	1.483	CRI

*The tailing required storage capacity will be design during Phase 2

Tailing Deposition System

Site Conditions

Based on available geotechnical reports and existing information, particularly for the EXPO pit location, assume similar:

- Average monthly air temperature below zero from October until May .
- The overburden thickness ranges from 1.5 to 7 m below ground surface. It is reported to be about 1 to 3 m in the Mesamax Area. (A summer site investigation will confirm the **exact** overburden thickness at the Mesamax and Mequillon pits.)
- The subsurface consists of a thin surficial layer of muskeg/organic soil (i.e., moss and grass), underlain by granular sand and silt to gravelly sand and silt containing cobbles and boulders (glacial till and/or glaciofluvial deposits). This overburden is underlain by moderately weathered bedrock.
- The bedrock, mainly metasedimentary, is moderately weathered with silt and sand infilling, and includes zones of highly weathered rock. It shows vertical fractures and orange oxidation staining. Weathering decreases with depth, transitioning to slightly weathered rock between 2 m and 15 m below surface.

Ground water Condition

Groundwater has been reported near the ground surface and above frozen ground.

Permafrost Condition:

The site is located in an area of continuous permafrost, with an active (thaw) layer 1 to 3 m thick, and permafrost extending to approximately 400 m below ground surface.

Expo In-Pit Tailing Deposition – Conceptual Design (Golder, Oct. 07 , 2020)

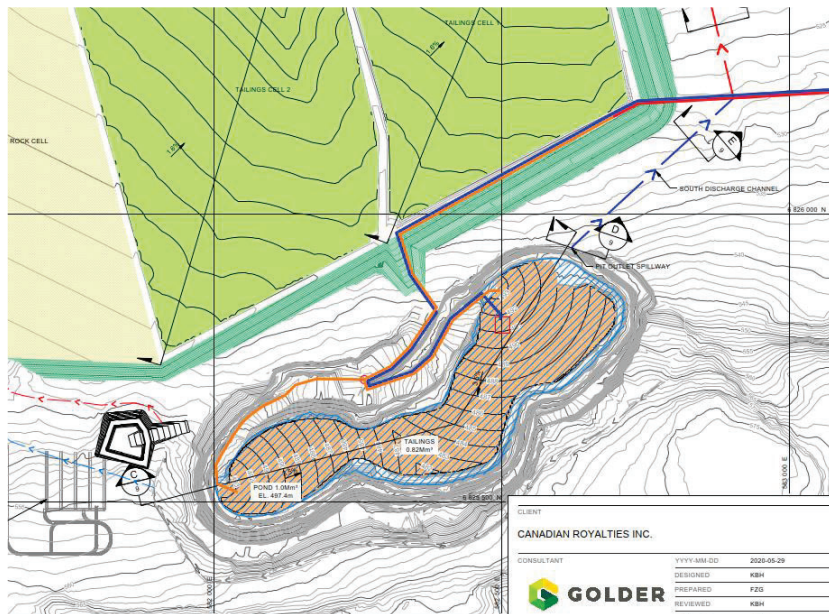
Tailings Delivery and Distribution System

- Tailings are delivered to the **Expo pit** via an existing pipeline corridor.
- Two delivery routes:
 - **6-inch carbon steel pipe** from the thickener to the **southeast crest of Cell 1**,
 - Then an **8-inch HDPE pipe** from Cell 1 to the open pit.
- Two **ramps** (east and west) provide access to the pit; tailings pipelines run along both.
- A **valve station** at the ramp intersection controls discharge between pit sections.
- At the end of each distribution line, **floating pipelines** discharge tailings into the pit.
- **Two pipelines** will be installed (one active, one standby).

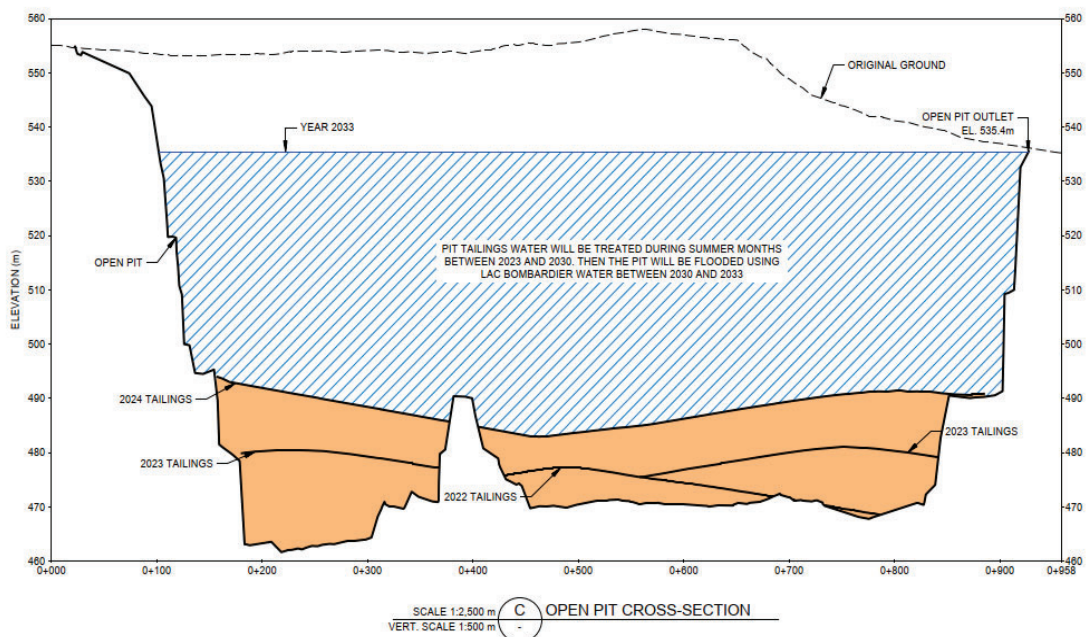
Return Water System

- A **floating pump barge** will recover reclaim water from the pit for reuse in milling.
- It will be **anchored on the east ramp** and located in the **eastern pit section**.
- The barge is connected to the **standby tailings pipeline**, which is used to pump water back to the mill.

Expo in –Pit tailing deposition –Conceptual Design



Expo in –Pit tailing deposition –Conceptual Design



Tailing Deposition System

Deposition System options:

The presence of a flooded pit suggests a high-water table, which has been confirmed by the drilling program, making underwater deposition the most practical and effective option

Underwater disposal :

This involves depositing tailings beneath a water cover.

The primary benefit is reducing oxidation of sulfide minerals, thus lowering acid mine drainage risk.

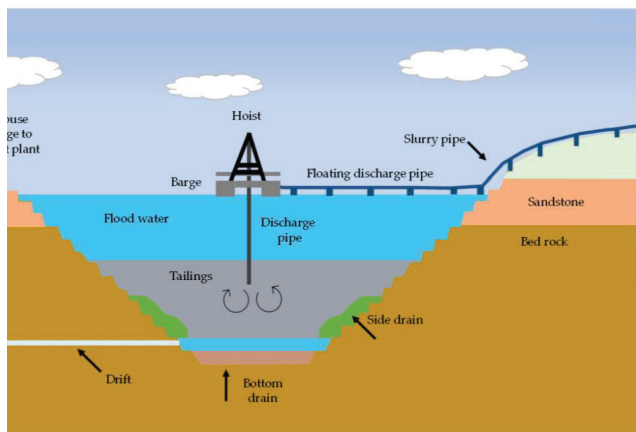
In permafrost areas, the water cover can also help stabilize the permafrost by maintaining low temperatures around the tailings. There are two popular options for this method

:

Tailing Deposition System

Option 1 - Barge with Direct Discharge Beneath the Barge

This method involves using a floating barge equipped with a tremie pipe system to deposit tailings directly beneath the water surface. The barge is typically anchored in place and can be moved during warmer months. In colder climates, the barge may become frozen in place during winter, necessitating careful planning to ensure stability and prevent ice-related damage.



Advantages:

- Provides precise control over tailings placement, reducing the risk of segregation.
- The water cover helps minimize oxidation of sulfide minerals, reducing acid mine drainage risk.
- In permafrost areas, the water cover can assist in stabilizing the permafrost by maintaining low temperatures around the tailings.

Considerations:

- Limited mobility during winter months due to ice formation.
- Potential for structural wear and tear on the barge over time.
- Requires careful monitoring to prevent the formation of ice lenses within the tailings.
- Requires the Barge navigation.

Tailing Deposition System

Option 2 - Floating Pipeline Laid Over the Pit Pathway for Disposal

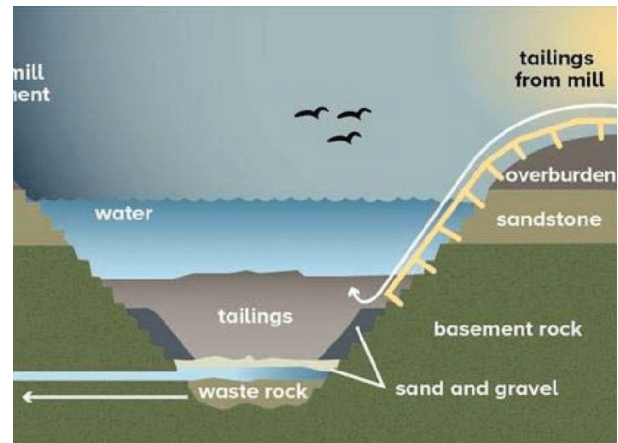
A floating pipeline system is deployed across the pit, allowing for tailings to be pumped through the pipeline and deposited into the water cover. This method offers flexibility in terms of deposition locations and can be adapted to various site conditions.

Advantages:

- Allows for deposition over a wide area, promoting better tailings distribution.
- The floating nature of the pipeline allows for adjustments in deposition points as needed.
- Helps in maintaining a consistent water cover, which is crucial for minimizing oxidation and stabilizing permafrost.

Considerations:

- Requires robust design to withstand environmental conditions, including ice and snow in colder climates.
- Potential for pipeline damage due to shifting ice or debris.
- Ongoing maintenance is essential to ensure the integrity of the pipeline system.



Water Recovery System

Option 1 - Floating Barge

Description: Use of riser pipes, or floating skimmers to collect clarified surface water. Involves the use of a floating pipeline to recover water from the pond.

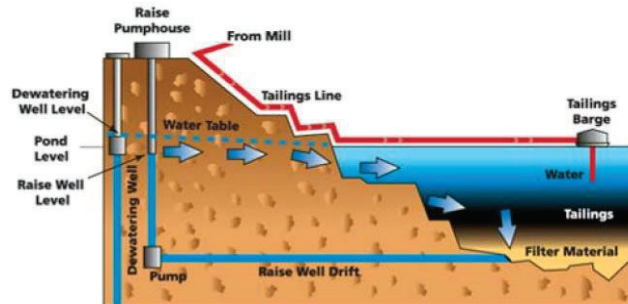
- **Use Case:** Common in tailings ponds or pits where surface water needs to be recovered cleanly.
- **Consideration:**
 - Requires a stable and well-supported pipeline structure.
 - The suction point should be deep enough to avoid vortices, but above the solids line
 - The suction point should be deep enough to avoid generation of vortices, but above the solids line to avoid slurry
 - Sensitive to power outages, which can interrupt recovery operations.
 - Generally, more costly due to infrastructure and ongoing maintenance needs.



Water Recovery System

Option 2 - Pumped Recovery

- **Description:** Pumps are used to recover water from the base of the pit (from sumps or wellpoints).
- **Use Case:**
 - Useful when gravity flow is limited or in deep pits.
 - Effective for large volumes – pumps can be sized for specific flow rate requirements.
 - Can be integrated with automated control systems for better monitoring and efficiency.
- **Consideration:**
 - Highly dependent on power supply – outages or surges can halt operations.
 - Requires freeze protection – insulation, heating cables, or placement below frost line are often needed.
 - Regular maintenance needed – pumps, hoses, and fittings can wear or clog.



Water Recovery System

Option 3: Floating Pump Platforms

- **Description:** Pumps mounted on floating platforms for recovering decanted water from the surface.
- **Use Case:** Effective when water surface level varies (e.g., due to seasonal melt or deposition volume)
- **Consideration :**
 - Requires a minimum water cover depth to operate effectively .
 - May face significant challenges in freezing conditions, which can immobilize the barge and compromise recovery operations



Tailing Deposition and Water Recovery System

Next Steps for Phase 1

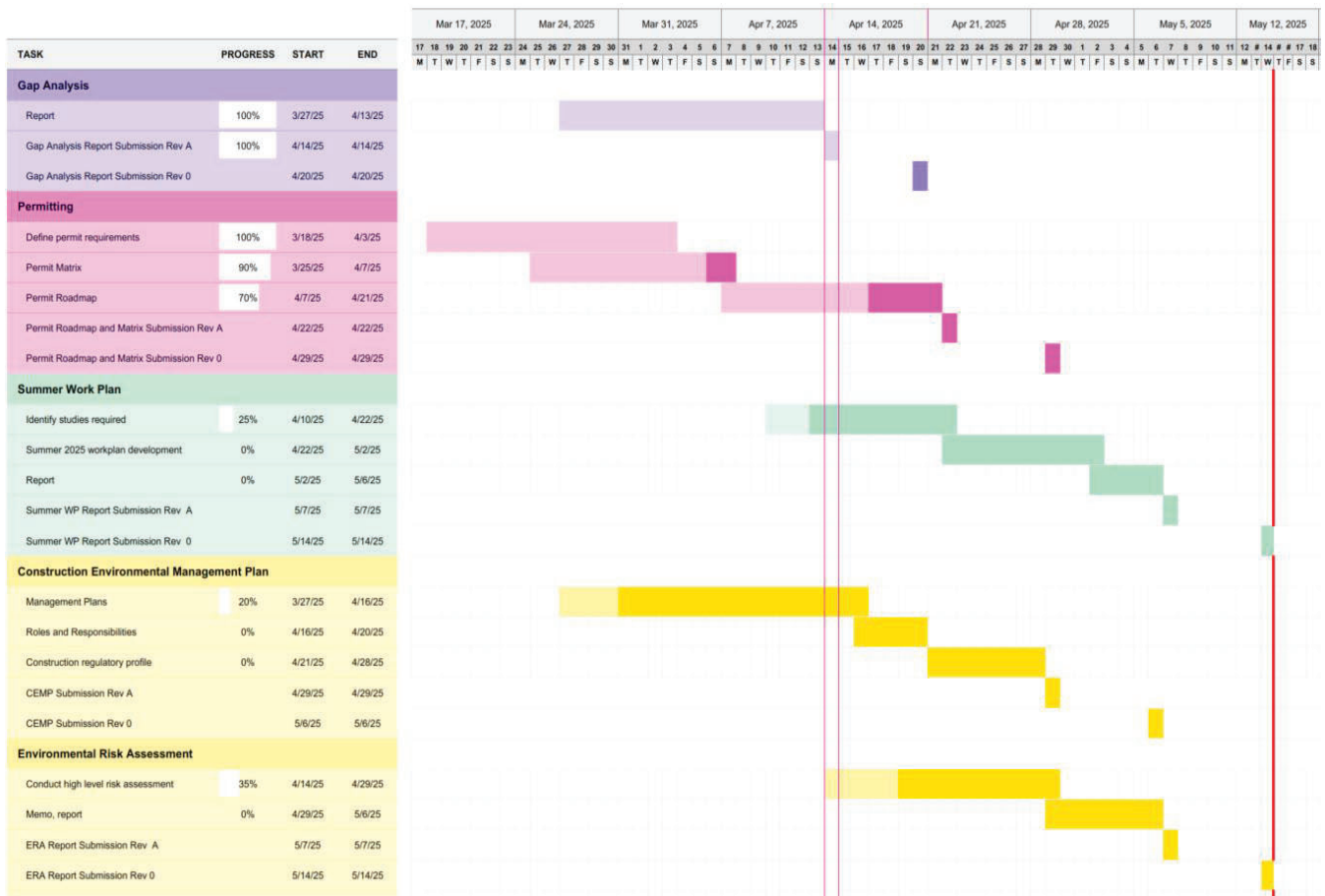
- Work with CRI to review the available geotechnical factual report for the summer site investigation work plan.
- Finalize the deposition and water recovery method.
- Conduct a preliminary permafrost and temperature study at the pit locations and tailings deposition.
- Collaborate with the piping and hydraulic departments to finalize the design.

Concern /recommendation:

- Slope stability analyses for the pit slopes (Critical pool elevation)
Assess the stability of pit walls under the influence of rising water levels and tailings loading, especially at the maximum (critical) pool elevation.
- Effect of the freezing
Evaluate how seasonal freezing, ice pressure, and freeze-thaw cycles may affect tailings behavior, water cover integrity, and slope stability.
- Minimum water thickness
Identify the minimum water depth needed to prevent oxidation of tailings (especially sulfide-rich material) and to maintain effectiveness throughout seasonal variations, including during ice cover periods.

Environmental & Permitting: main findings

Environmental & Permitting: Progress



Environmental & Permitting: Gap Analysis

Phase	% Complete	Main Gaps Identified
Regulatory	72%	Missing permits under EQA, Fisheries Act, and Migratory Birds Act
Design	52%	Incomplete baseline data (permafrost, hydrogeology, SAR), missing climate risk analysis
Construction	55%	CEMP under development, gaps in erosion, wildlife, water, and air quality planning
Operations	50%	No finalized plans for risk mitigation, monitoring, or climate adaptation

Priority Actions:

- Submit CA amendments and outstanding federal permit requests
 - Target submission of amendment application by end of 2025
- Finalize CEMP with full mitigation and monitoring plans (underway)
- Complete baseline environmental studies (underway in Summer 2025)
- Conduct climate risk and permafrost assessments
- Develop operational monitoring and wildlife protection programs

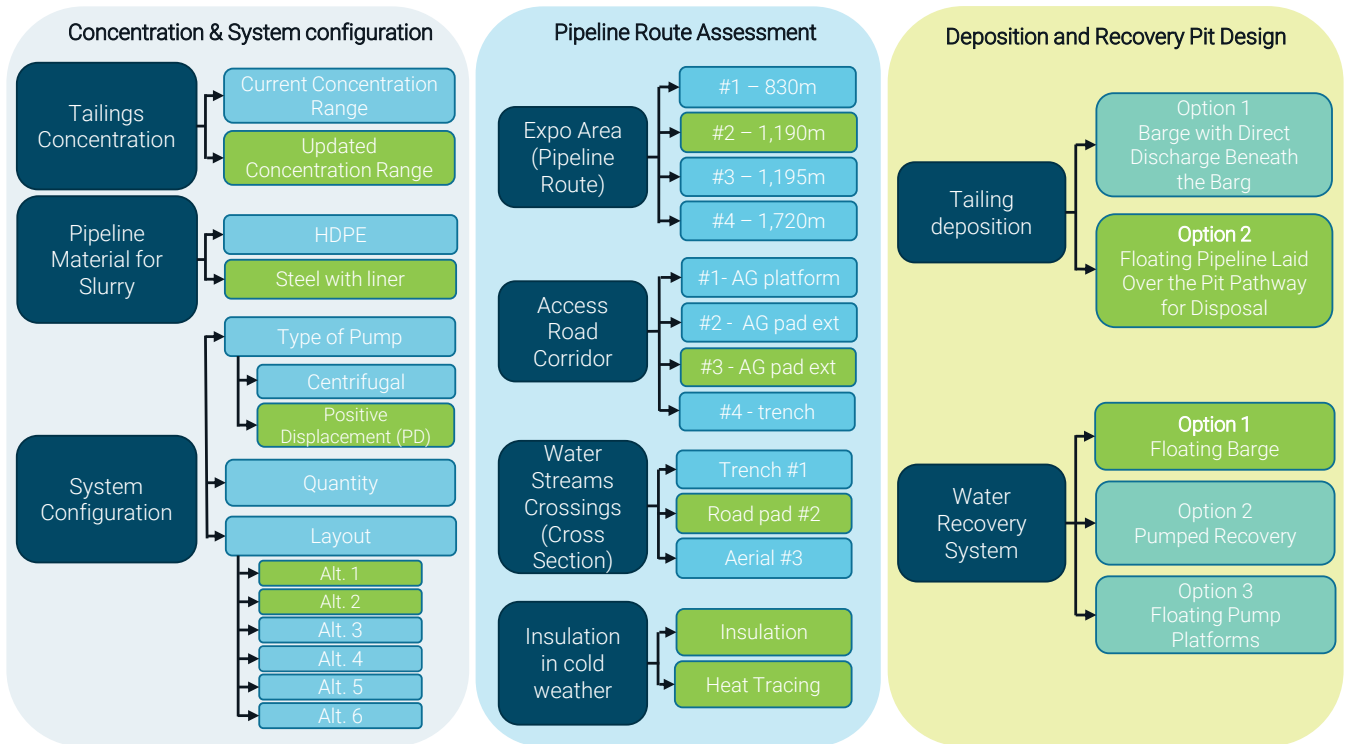
Environmental & Permitting: Permit Roadmap

Preliminary Regulatory Review Results

- CRI must submit an amendment to its Global CA under the EQA before proceeding
- The application must clearly demonstrate that proposed activities:
 - Will adhere to current CA conditions and approved EMP
 - Are consistent with the 2025 update of Directive 019
 - Include climate risk assessment and permafrost modelling
 - Address caribou habitat and movement, water seepage, and bird deterrence
- Engagement with MELCCFP and KEQC should begin early to identify key concerns and expectations.
- Fieldwork should be completed in Summer 2025, with the CA amendment submitted before year-end.
- A 12-month review period should be anticipated, allowing for multiple rounds of information requests and aiming for a Summer 2027 construction start

Summary Trade Offs

Decision Tree – Design Selection Proposed by Ausenco



Q&A and Closing Remarks

Q&A and Closing Remarks



Thank you

Copyright © 2025 Ausenco Pty Ltd. The Ausenco name and wordmark are registered trademarks of Ausenco Limited. Ausenco refers to Ausenco Limited and its global affiliates. All rights reserved.

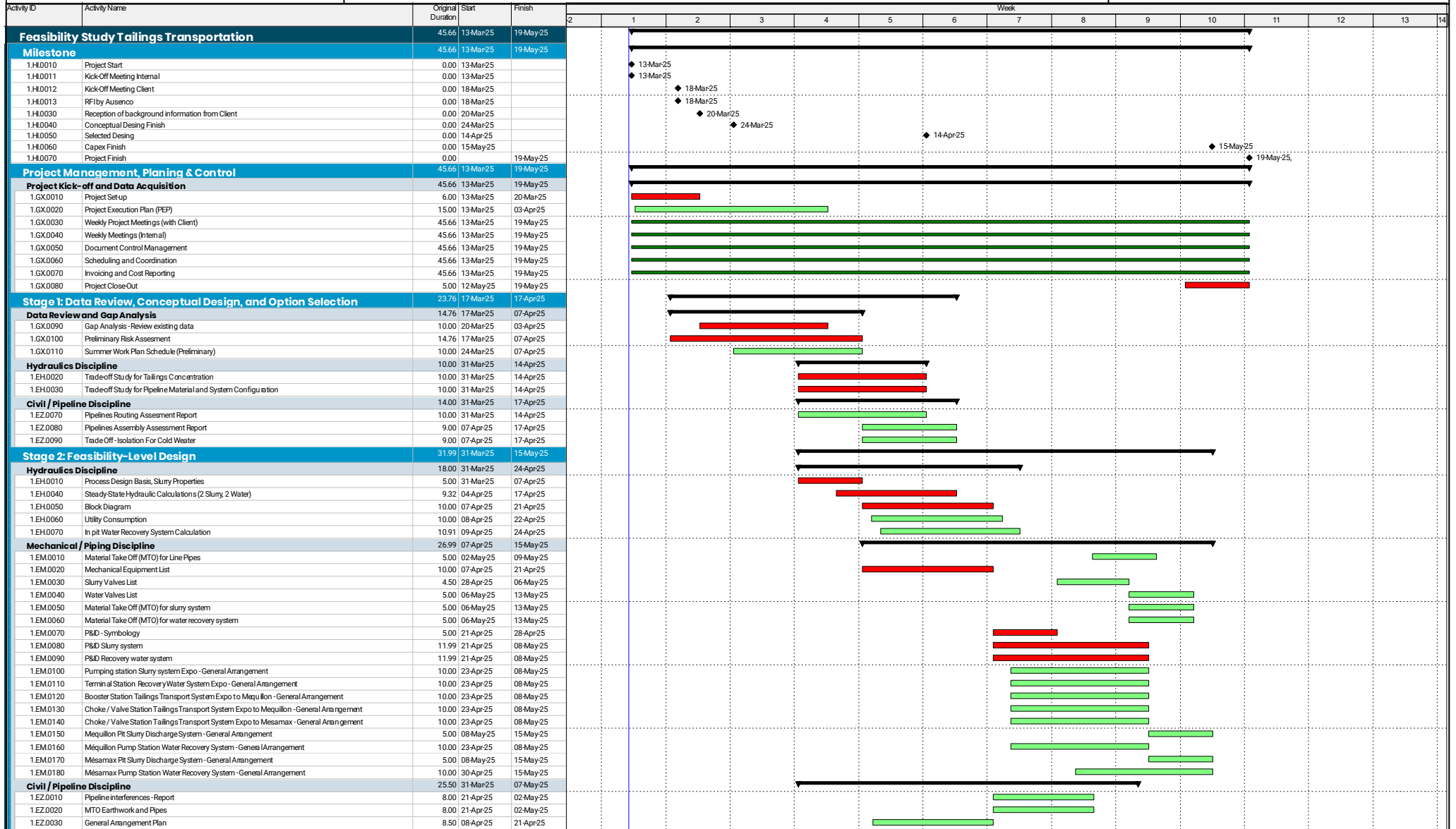
The content herein is the property of Ausenco. It may not be used, copied, retransmitted, disseminated, or distributed without the express permission of Ausenco.

108618-GX-00000-33000-001

Canadian Royalties Inc.

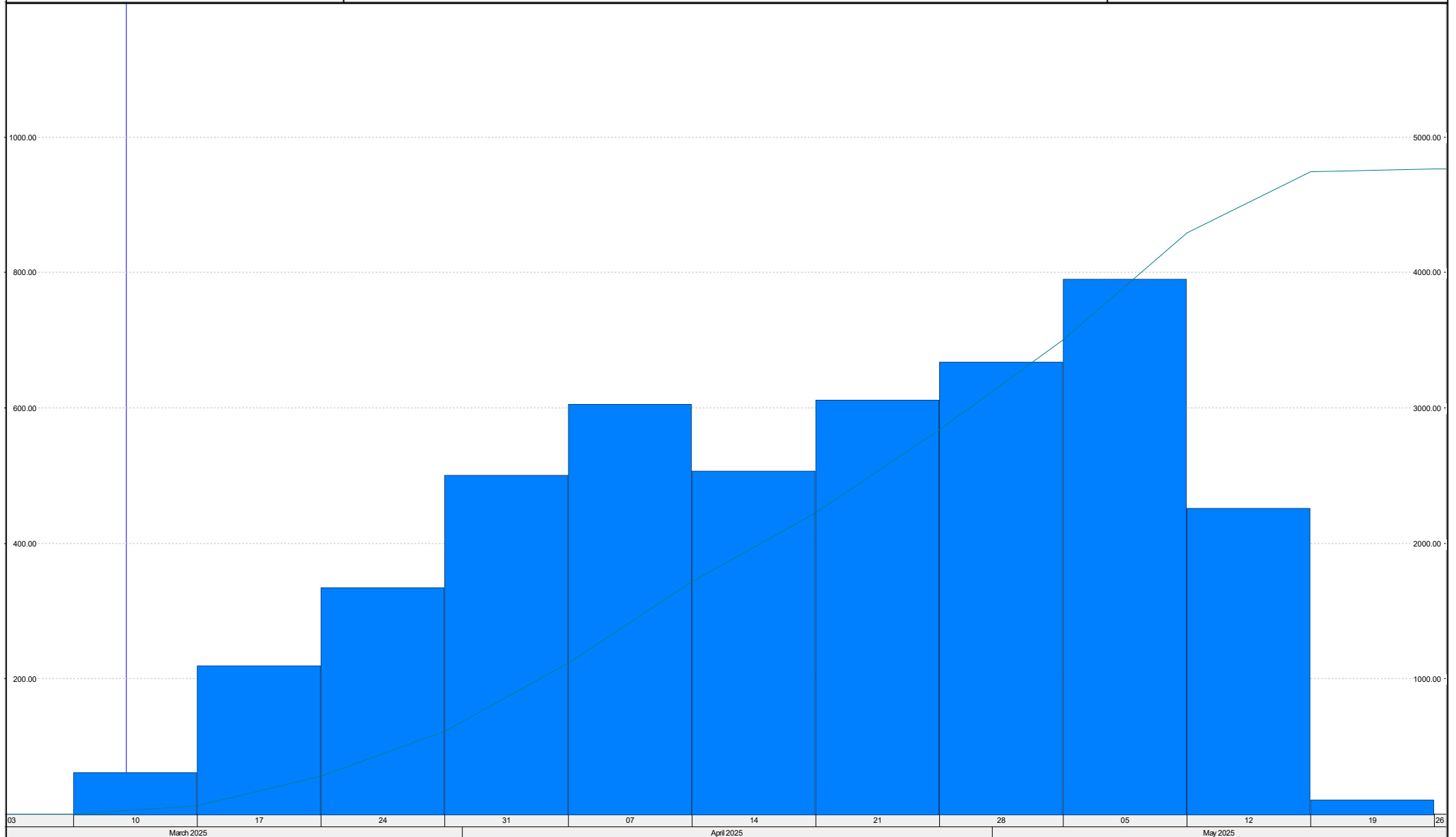
In-Pit Tailings Disposal Feasibility Study

Service Schedule



█ Remaining Level of Effort
 █ Actual Work
 Actual Level of Effort
 Remaining Work

DATE	REVISION	CHECKED	APPROVED
28-03-2025	0	J. SULBARAN	M. GAUNA



Units
■ Budgeted Labor ■ Planned Value Labor

DATE	REVISION	CHECKED	APPROVED
28-03-2025	0	J. SULBARAN	M. GAUNA

CRI cellule #4 FS

ID	Task Mode	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Predecessors																																								
								'19	'26	'02	'09	'16	'23	'02	'09	'16	'23	'30	'06	'13	'20	'27	'04	'11	'18	'25	'01	'08	'15	'22	'29	'06	'13	'20	'27	'03	'10	'17	'24	'31	'07	'14	'21	'28	'05	'12	'19
1	✓	Kick-off meeting	0 days	100%	Tue 25-01-28	Tue 25-01-28		01-28																																							
2		Civil	156 days	36%	Tue 25-01-28	Tue 25-09-02																																									
3	✓	Revue de la documentation	10 days	100%	Tue 25-01-28	Mon 25-02-11	1																																								
4	✓	Optimisation de la localisation de la cellule #4	2 days	100%	Tue 25-02-11	Wed 25-02-13	3																																								
5	✓	Revue des critères de conception cell. #1 et #2	2 days	100%	Thu 25-02-13	Fri 25-02-14	4																																								
6		Critères de conception	2 days	80%	Mon 25-02-18	Tue 25-02-18	5																																								
7	✓	Dessins préliminaires	5 days	100%	Thu 25-02-13	Wed 25-02-14	4																																								
8	✓	Définition travaux de terrain - forage	10 days	100%	Wed 25-02-13	Tue 25-03-04	7																																								
9	✓	Planification logistique - forage	10 days	100%	Wed 25-03-04	Tue 25-03-18	8																																								
10	✓	Travaux de terrain - forage (réduit à 15 jours calendrier)	15 days	100%	Wed 25-04-02	Tue 25-04-22	9FS+5 days;30FS-3 days																																								
11		Rapport factuel - travaux de terrain	30 days	0%	Wed 25-04-22	Tue 25-06-03	10																																								
12		Dessins pour permis	20 days	0%	Wed 25-06-03	Tue 25-07-01	11																																								
13		Estimation des coûts	20 days	0%	Wed 25-07-01	Tue 25-07-29	12																																								
14		Rapport (section civil)	20 days	0%	Wed 25-07-01	Tue 25-07-29	12																																								
15		Integration commentaires et revue rapport final FS	10 days	0%	Wed 25-08-27	Tue 25-09-02	14FS+15 days																																								
16		Mechanic	132 days	17%	Mon 25-02-2	Tue 25-08-26																																									
17	✓	Revue des données d'opération	10 days	100%	Mon 25-02-2	Fri 25-03-07																																									
18		critères de conception	5 days	90%	Mon 25-03-11	Fri 25-03-14	17																																								
19		calculs pour le pompage des résidus	20 days	20%	Mon 25-03-11	Fri 25-04-11	18																																								
20		calculs pour le pompage de l'eau de récupération	20 days	20%	Mon 25-03-11	Fri 25-04-11	18																																								
21		demande de prix budgétaire et estimation des coûts	20 days	0%	Mon 25-04-14	Fri 25-05-09	19;20																																								
22		Localisation des pompes et dessins	15 days	0%	Mon 25-05-14	Fri 25-05-30	21																																								
23		Estimation des coûts basée sur soumission	15 days	0%	Mon 25-06-02	Fri 25-06-20	22																																								
24		Rapport	15 days	0%	Mon 25-06-22	Fri 25-07-11	23																																								
25		Integration commentaires et revue rapport final FS	10 days	0%	Wed 25-08-13	Tue 25-08-26	24FS+22 days																																								
26		Environnement	187 days	60%	Mon 25-01-2	Tue 25-10-14																																									
27	✓	Analyse des écarts (GAP analysis)	50 days	100%	Mon 25-01-2	Fri 25-04-04																																									
28	✓	Avis de projet préliminaire	9 days	100%	Mon 25-02-11	Thu 25-02-20																																									
29	✓	Simulation visuelle	25 days	100%	Wed 25-02-13	Tue 25-03-25	7																																								
30	✓	Demande de conformité forage dans le milieu humides + délai 4 semaines, envoyé 5 mars	33 days	100%	Wed 25-02-19	Fri 25-04-04	8SS																																								
31	✓	Liste des baselines requis et échéancier d'exécution	10 days	100%	Mon 25-04-06	Fri 25-04-18	27																																								
32		Planification des travaux de terrain	20 days	20%	Mon 25-06-02	Fri 25-06-27	31FS+30 days																																								
33		Travaux de terrain/Inventaire	10 days	0%	Mon 25-07-14	Fri 25-07-25																																									
34		Rapport sectoriel (écologique)	20 days	0%	Mon 25-07-21	Fri 25-08-22	33																																								
35		Rapport sectoriel (géochimie)	10 days	0%	Wed 25-08-27	Tue 25-09-09	10FS+90 days																																								
36		Rapport et Modification demande de CA	30 days	0%	Wed 25-09-03	Tue 25-10-14	34;15;25;35FF																																								

Project: 3082118 study schedul
Date: Tue 25-04-29

Task		Project Summary		Manual Task		Start-only		Deadline	
Split		Inactive Task		Duration-only		Finish-only		Progress	
Milestone		Inactive Milestone		Manual Summary Rollup		External Tasks		Manual Progress	
Summary		Inactive Summary		Manual Summary		External Milestone			

Appendix B

Capacity required for Expo site's main collection pond



TECHNICAL MEMORANDUM

DATE December 13, 2024 **Reference No.** CA0018695.2764-1159-TM-Rev0

TO Steve Quessy, Eng., Engineer in Chief, Long-Term Projects
Canadian Royalties Inc.

FROM Madeleine MacIsaac-Sun, Rebecca Staring and Adwoa Cobbina **EMAIL** madeleine.macisaac.sun@wsp.com;
rebecca.staring@wsp.com;
adwoa.cobbina@wsp.com

CAPACITY REQUIREMENTS FOR MAIN COLLECTION POND AT EXPO SITE, NUNAVIK NICKEL MINE

1.0 INTRODUCTION

As a part of the Inukshuk project, which proposes to transfer effluent to the Expo site for treatment prior to discharge, WSP Canada Inc. (WSP) was asked to review the capacity requirements of the Expo site main collection pond (MCP) needed to conform with Directive 019 (MDDEP 2012). This memorandum presents the results of this assessment.

2.0 EXPO WATER MANAGEMENT

Contact water from the site drains by gravity to the MCP. The MCP must be drawn down each fall (by the end of October) to provide sufficient storage for the spring runoff in the following year and to allow the active zone to freeze back each winter providing the seepage cut-off beneath the dykes. Water from the MCP is treated prior to discharge to the environment. Water treatment occurs from the beginning of July to October 25 annually in the water balance model. The updated site wide water balance model was used for the assessment (WSP 2024).

3.0 HYDROLOGICAL CRITERIA

The hydrological design criteria to calculate the pond volume are based on extreme events defined in Golder (2012) and are as follows:

- Operational Storage Volume: 100-year 30-day snowmelt event (378.5 mm)
- Project Flood: 2,000-yr 24-hr rainfall event (100 mm)

The project flood depth (100 mm) includes a loading factor of 21% to account for climate change (WSP Golder, 2022).

4.0 CATCHMENT AREAS

Figure 1 depicts the catchment areas at the Expo Site. Runoff from catchment A3 and A6 (open pit diversion ditch and open pit) does not report to the MCP. Runoff is currently accumulating in the pit and once full, excess water will be treated and discharged downstream of the MCP.

A series of diversion ditches were previously constructed to divert non-contact water catchments A1, A2, A3, and A4 away from the Site water management facilities. The effectiveness of the diversion ditches is uncertain. Therefore, the MCP sizing update assumes that water from A2, A3, and A4 becomes contact water and is collected in either the open pit (A3) or the MCP (A2 and A4). Non-contact water from catchment A1 is assumed to be diverted; this assumption requires some upgrades to the diversion system to achieve.

The total catchment area reporting to the MCP was determined to be 2.97 km² (excluding A1, A3, and A6).



Figure 1: Catchment Areas at the Expo Site (Catchments in Green do not Report to the MCP)

5.0 POND SIZING

The purpose of the MCP is to store contact runoff from the Expo Site prior to treatment and discharge to the environment. Contact runoff water from the portal area, waste rock stockpile, tailings cells, camp area, and industrial area is conveyed to the MCP by gravity, via the contact water collection ditches.

Since the Expo MCP is a water retaining structure, it is required to be sized as per the Directive 019 (MDDEP 2012). The MCP has been sized to store the runoff volume generated at the End-of-Operations. The required capacity for the MCP below the spillway was calculated considering the following:

- Operating Water Volume: The 100-year 30-day snowmelt event (as required under Directive 019) is 378.5 mm (Golder 2012).

- Project Flood Volume: The volume from the 2000-year 24-hour storm and a factor of 21% for climate change (100 mm) (WSP Golder 2022), above the maximum storage allowance.

The volume of each sizing component is included in Table 1.

Table 1: Main Collection Pond Sizing Results

Elements Required for Sizing	Volume (m ³)
Runoff from 100-year 30-day snowmelt event (378.5 mm)	850,000
Project flood volume (2000yr-24hr + 21% for climate change; 100 mm)	205,000
Required volume below spillway (excluding dead storage):	1,055,000

The required MCP capacity below the spillway (excluding dead storage) was determined to be 1,055,000 m³. This volume requirement assumes that the MCP is drawn down annually by the end of summer (October) to the dead storage elevation. Based on the as-built survey (Golder 2013), the current capacity of the MCP below the spillway (including dead storage) is approximately 1,024,833 m³.

Directive 019 for the Mining Industry requires a minimum freeboard above the invert of the emergency spillway of 1.5 m (MDDEP 2012). A schematic of the MCP volumes is provided in Figure 2.

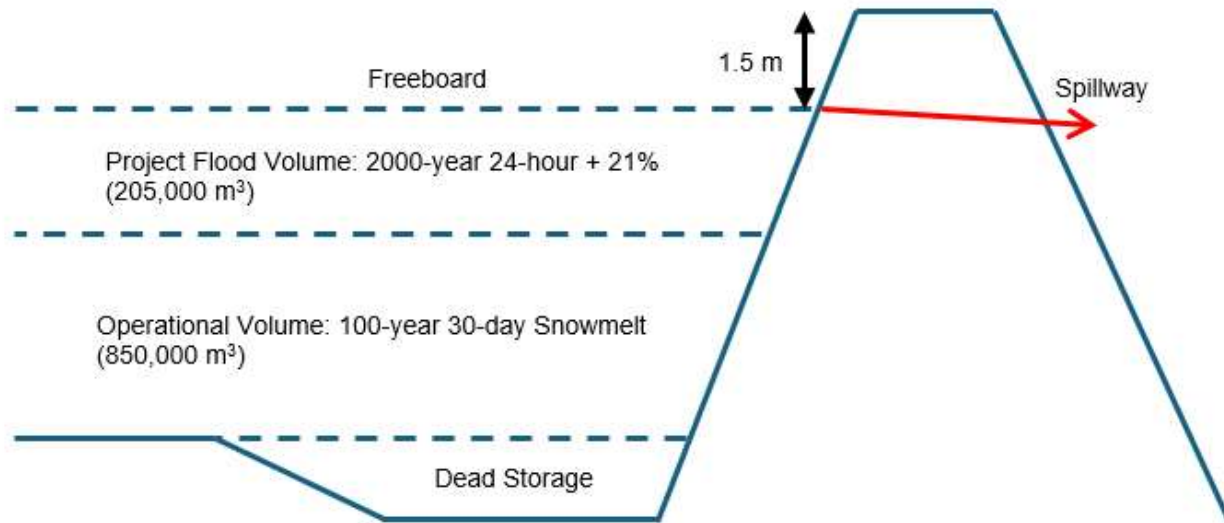


Figure 2: Expo Main Collection Pond Volumes (Not to Scale)

6.0 CLOSURE

We trust this Technical Memorandum addresses your current requirements. Please do not hesitate to contact us should you need additional information or clarifications.

WSP Canada Inc.



Madeleine Maclsaac-Sun
Junior Water Resources Consultant



Rebecca Staring, P.Eng. (ON)
Senior Water Resources Engineer



Adwoa Cobbina, P.Eng. (ON, QC)
Principal Water Resources Engineer

MMS/RS/AC/na/ca

[https://wsponlinecan.sharepoint.com/sites/ca-ca00186952764/shared documents/06. deliverables/2000 expo ouest-sud ditch and wb/1159-ca0018695.2764-tm_mcp_volume/rev0/ca0018695.2764-1159-tm-rev0_mcp_volume 13dec_24.docx](https://wsponlinecan.sharepoint.com/sites/ca-ca00186952764/shared%20documents/06.%20deliverables/2000%20expo%20ouest-sud%20ditch%20and%20wb/1159-ca0018695.2764-tm_mcp_volume/rev0/ca0018695.2764-1159-tm-rev0_mcp_volume%2013dec_24.docx)

REFERENCES

- Golder Associates Ltd. 2012. Detailed Design of Expo Stage 1 Tailings and Waste Rock Disposal Facility and Water Collection Ponds – Nunavik Nickel Project, Québec. Report 10-1118-0066 (5501) Doc. 085. Prepared for Canadian Royalties Inc. June 2012.
- Golder Associates Ltd. 2013. As-Built Report for the Expo Main Collection Pond and Ancillary Water Management Structures, Québec. Report 12-1118-0034 (3000) Doc. 005. Prepared for Canadian Royalties Inc. May 2013.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP). 2012. Directive 019 sur l'industrie minière. Gouvernement du Québec.
- WSP Golder. 2022. Future Monthly Timeseries and Extreme Precipitation Projections. Nunavik Nickel Project, Québec. Project No. 1148-2150193609-RF-Rev0. October 2022.
- WSP 2024. Updates to the sitewide water balance: addition of Méquillon UG, Ivakkak UG, Expo Ouest-Sud and Inukshuk sites. Report 1133-CA0018695.2764-5000-RF-Rev0. Prepared for Canadian Royalties Inc. September 2024.

Appendix C
Stability analysis of the Expo mine
waste rock pile

Consultation minière Alius
info@aliusmining.com
www.aliusmining.com

Document transmis par
courriel.

Version préliminaire
2025-02-10

Lundi 10 février 2025

M. Papy Kikiessa-Kisaka ing, M.Sc.A
Ingénieur en mécanique des roches

Canadian Royalties
Projet Nunavik Nickel
800, boul. René-Lévesque O.
Montréal, QC
H3B 1X9, Canada.

Analyse de stabilité de la halde à stérile de la mine Expo du projet Nunavik Nickel

À la demande de M. Brochu, chef ingénieur chez Canadian Royalties (« **CRI** »), Consultation minière Alius (« **Alius** ») a préparé un mémoire technique afin de trouver une solution alternative en lien avec les recommandations du rapport émis par WSP (2024) qui propose de changer la configuration actuelle de la halde Expo afin de respecter les facteurs de sécurité requis pour sa fermeture. WSP propose une configuration (« configuration finale ») qui inclut un rabattage des pentes en dessous de l'angle de repos du matériel rocheux stérile (« stérile ») et la création de bancs, sans toutefois considérer le besoin futur d'approvisionnement en stériles rocheux à partir de cette halde. Afin de fournir un jugement pertinent quant aux solutions alternatives, les résultats obtenus par WSP ont d'abord été reproduits afin de valider les hypothèses utilisées. Des investigations et moyens de mitigation des risques sont également proposés. En ce sens, le mémoire technique présente les items suivants :

01. Mise en contexte
02. Critères de conception
03. Analyses de stabilité
04. Recommandations
05. Conclusion
06. Mot de la fin

Limitation de responsabilité

Ce document et son contenu sont confidentiels et destinés au bénéfice exclusif de Canadian Royalties (« **CRI** »), pour qui il a été préparé et pour l'usage particulier que CRI a précédemment décrit à Consultation minière Alius inc. (« **Alius** »). Le contenu de ce document ne doit pas être réutilisé, en tout ou en partie, par ou au bénéfice d'autres personnes, sans adaptation préalable et sans l'autorisation spécifique écrite de Alius.

© 2025 Consultation minière Alius inc.
Droits d'auteur © 2025 Alius réfère à Consultation minière Alius inc. et ses filiales mondiales. Tous droits réservés.

1 Mise en contexte

Les scénarios analysés par WSP avaient pour objectif de vérifier différents comportements des matériaux de la halde et de sa fondation, en simulant des conditions allant du gel permanent à un dégel soudain. Tandis que les scénarios en condition gelée respectaient les critères de fermeture à long terme, ceci n'était pas le cas des scénarios de dégel rapide.

D'ailleurs, bien que la possibilité qu'un dégel rapide à travers la halde ne puisse être écartée, les observations terrain en période estivale suggèrent que cela soit peu probable. En effet, il a été mentionné que les opérateurs de déblaiement éprouvaient des difficultés à soutirer le stérile et qu'il arrivait que les stériles s'accumulent à un angle de repos bien au dessus des angles de repos typiques pour ce matériel, laissant croire que le matériel reste gelé même en surface.

2 Critères de conception

Les analyses ont été réalisées de la même manière que celles décrites dans le mémo des haldes « Construction et stabilité à court terme des haldes à stérile au projet Nunavik Nickel » (Alius, 2024), soit avec le logiciel *Slide2*TM de Rocscience, employant la méthode aux équilibres limites. Les critères de rupture et leurs paramètres ainsi que les paramètres de conception sont succinctement présentés aux tableaux 1 et 2.

Tableau 1. Paramètres de résistance en cisaillement utilisés dans les analyses de stabilité, tirés de Golder Associates (2020).

Matériel	Critère de rupture	Poids volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (°)	Cohésion-Haut (kPa)	Cohésion-Taux (kPa/m)
Stériles rocheux	Mohr-Coulomb	21	0	38	N/A	N/A
Pergélisol	Non-drainé ($\phi = 0$)	19	200	0	N/A	N/A
Sol naturel non drainé	Non-drainé ($\phi = 0$)	19	100	0	N/A	N/A
Sol naturel drainé	Mohr-Coulomb	19	0	30	N/A	N/A
Sol dégelé	Rés. = f (profondeur)	19	N/A	N/A	10	0.2
Substrat rocheux	Propriétés infinies et impénétrables					

[1] N/A : Non applicable

Tableau 2. Configuration et paramètres physiques des modèles.

Description	Valeur	Unité
Épaisseur de mort-terrain (condition gelée)	2	m
Épaisseur de pergélisol	5	m
Hauteur totale de la halde	37	m
Hauteur des bancs (modèle)	0 à 12	m
Pente globale	15 à 35	°
Angle des sols de fondation	< 7	°
Épaisseur des sols de fondation (condition dégelée)	7	m

Les critères de conception requis sont, quant à eux, dérivés de la directive 019 (Gouvernement du Québec, 2012), de l'Association canadienne des barrages (« **ACB** ») (Canadian Dam Association, 2013) ainsi que du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (« **MERN** ») (Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2022). Le tableau 3 présente les facteurs de sécurité visés à long terme, en condition statique et pseudo-statique ainsi que sur une échelle locale et globale.

Tableau 3. Critères de conception utilisés.

Échelle	Condition de chargement	Facteur de sécurité (FS)			Critère min. retenu
		Directive 019	ACB	MERN	
Locale	Statique – long terme	N/D	N/D	1.2	1.2
Locale	Pseudo-statique	N/D	N/D	1.1–1.3	1.1
Globale	Statique – long terme	1.5	1.5	1.5	1.5
Globale	Pseudo-statique	1.1	1.0	1.1–1.3	1.1

Codes N/D Non-Disponible

3 Analyse de stabilité

Les analyses réalisées par WSP ont été reproduites et sont comparées au tableau 4, pour des conditions statiques, et au tableau 5 pour des conditions pseudo-statiques.

Tableau 4. Comparaison des résultats de WSP et Alius pour les scénarios statiques.

Scénario	Config.	FS Cible		FS WSP		FS Alius	
		Locale	Globale	Locale	Globale	Locale	Globale
Drainé	Actuelle	1.2	1.5	N/D	1.2	N/D	1.3
Drainé	Finale	1.2	1.5	1.5	2.4	1.5	2.4
Non-Drainé	Actuelle	1.2	1.5	N/D	1.0	N/D	1.1
Non-Drainé	Finale	1.2	1.5	N/D	1.5	N/D	1.6
Gelé	Actuelle	1.2	1.5	N/D	1.6	N/D	1.7
Gelé	Finale	1.2	1.5	2.3	2.4	2.3	2.4

Codes Config Configuration. FS facteur de sécurité. N/D Non-Disponible.

Tableau 5. Comparaison des résultats de WSP et Alius pour les scénarios pseudo-statiques.

Scénario	Config.	FS Cible		FS WSP		FS Alius	
		Locale	Globale	Locale	Globale	Locale	Globale
Drainé	Actuelle	1.1	1.1	N/D	1.0	N/D	1.1
Drainé	Finale	1.1	1.1	1.3	2.0	1.5	2.0
Non-Drainé	Actuelle	1.1	1.1	N/D	0.8	N/D	0.8
Non-Drainé	Finale	1.1	1.1	N/D	1.0	N/D	1.2
Gelé	Actuelle	1.1	1.1	N/D	1.5	N/D	1.5
Gelé	Finale	1.1	1.1	2.0	2.0	2.0	2.0

Codes Config Configuration. FS facteur de sécurité. N/D Non-Disponible.

4 Recommandations

Les données disponibles ne permettent ni de confirmer, ni d'infirmer l'hypothèse de WSP quant à l'utilisation des propriétés des matériaux en conditions de dégel rapide dans leur analyse finale. D'ailleurs, les observations sur le terrain en période estivale portent à croire que les stériles rocheux restent gelés. Enfin, sachant que les facteurs de sécurité (en conditions statiques) des différents scénarios se trouvent tous au dessus de 1.1 et qu'il est prévu d'utiliser ce stérile rocheux pour le remblayage d'un autre site, il serait judicieux de mener des investigations approfondies sur le comportement des matériaux composant la halde dans un contexte de dégel avant d'entreprendre des travaux d'aménagement des pentes.

Pour cette raison, il est recommandé de procéder au forage de 3 trous de 30 mètres dans la région considérée critique par WSP afin d'instrumenter la température à l'intérieur de la halde à l'aide d'instruments de type thermistances. Les trous devraient être à plus de 10 mètres avec la crête (« périmètre de sécurité ») de la halde afin d'être exclus du cercle de rupture globale. Le tableau 6 indique les coordonnées des forages proposés et la figure 1 présente le positionnement de ces forages. Alius peut fournir le fichier DXF de la polyligne, si cela est requis.

Si les forages devaient être réalisés au printemps ou à l'été 2025 (en période de dégel), il est recommandé, d'ici à ces travaux, d'installer des cônes afin de délimiter le périmètre de sécurité afin d'éviter que du personnel ne puisse s'approcher à 10 m de la crête de la halde. Si cela est plus simple, l'accès à la halde pourrait être bloquée.

Tableau 6. Coordonnées des trois forages proposés.

Nom du forage	Coordonnée Est (m)	Coordonnée Nord (m)
TH-01	581 408	6 826 361
TH-02	581 501	6 826 386
TH-03	581 573	6 826 441

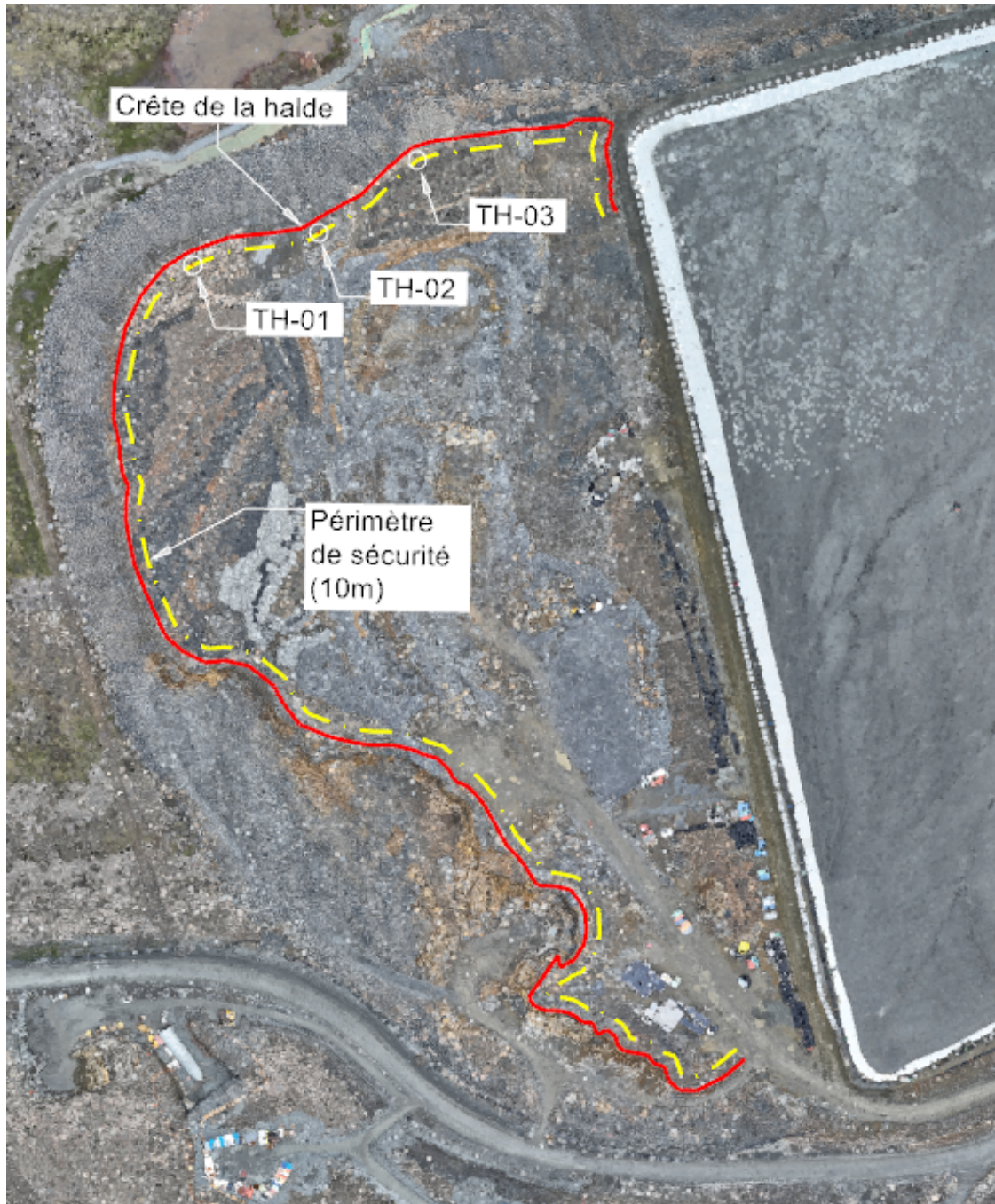


Figure 1. Positionnement des forages et du périmètre de sécurité.

S'il s'avérait que l'hypothèse de WSP était véridique, il serait possible d'ajouter une berme au pied du talus afin d'augmenter le facteur de sécurité de la halde. Cette solution ne tient en aucun compte des demandes environnementales nécessaires afin d'être réalisées, mais l'ajout d'une berme de 5 mètres de hauteur en conditions statiques, dégelés et drainées, augmenterait le facteur de sécurité de 1.27 à 1.47, tandis qu'une berme de 10 mètres de hauteur, augmenterait le facteur de sécurité à 1.70. En condition pseudo-statique, cela porterait le facteur de sécurité à 1.47. Les figures 2 à 5 présentent l'impact de l'ajout d'une berme en pied de mur sur le facteur de sécurité pour une rupture globale.

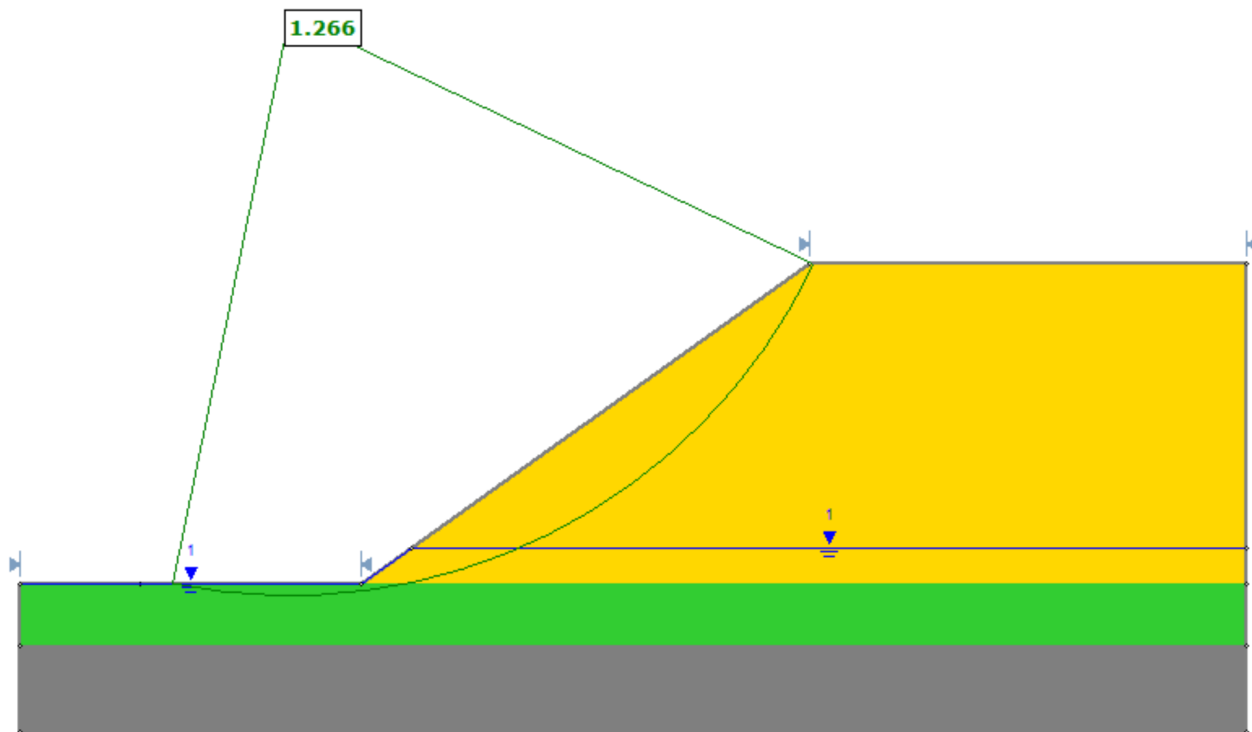


Figure 2. Facteur de sécurité de la configuration actuelle en condition dégelé et drainé.

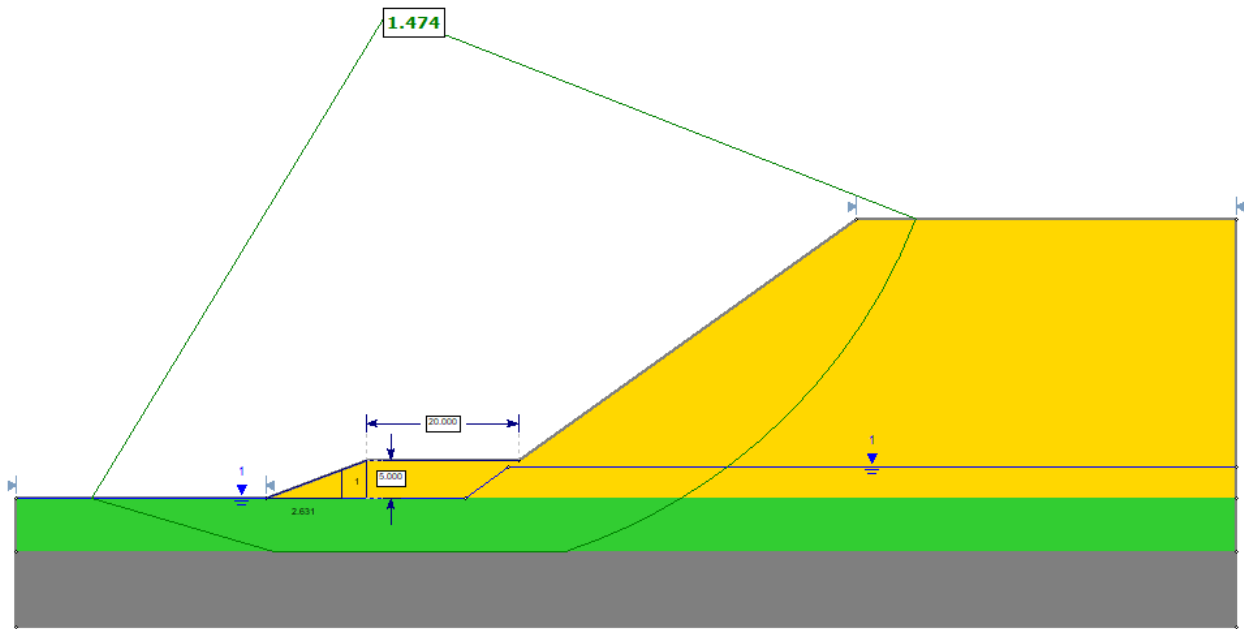


Figure 3. Facteur de sécurité de la configuration actuelle en condition dégelé et drainé avec une berme de 5 mètres de hauteur.

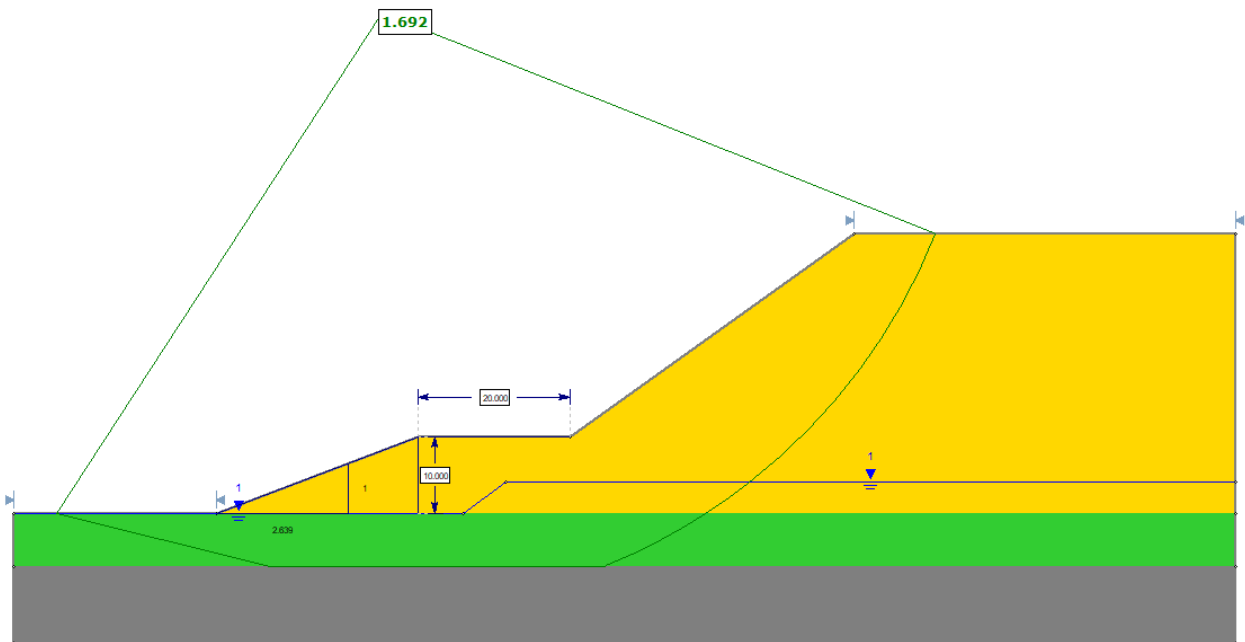


Figure 4. Facteur de sécurité de la configuration actuelle en condition dégelé et drainé avec une berme de 10 mètres de hauteur.

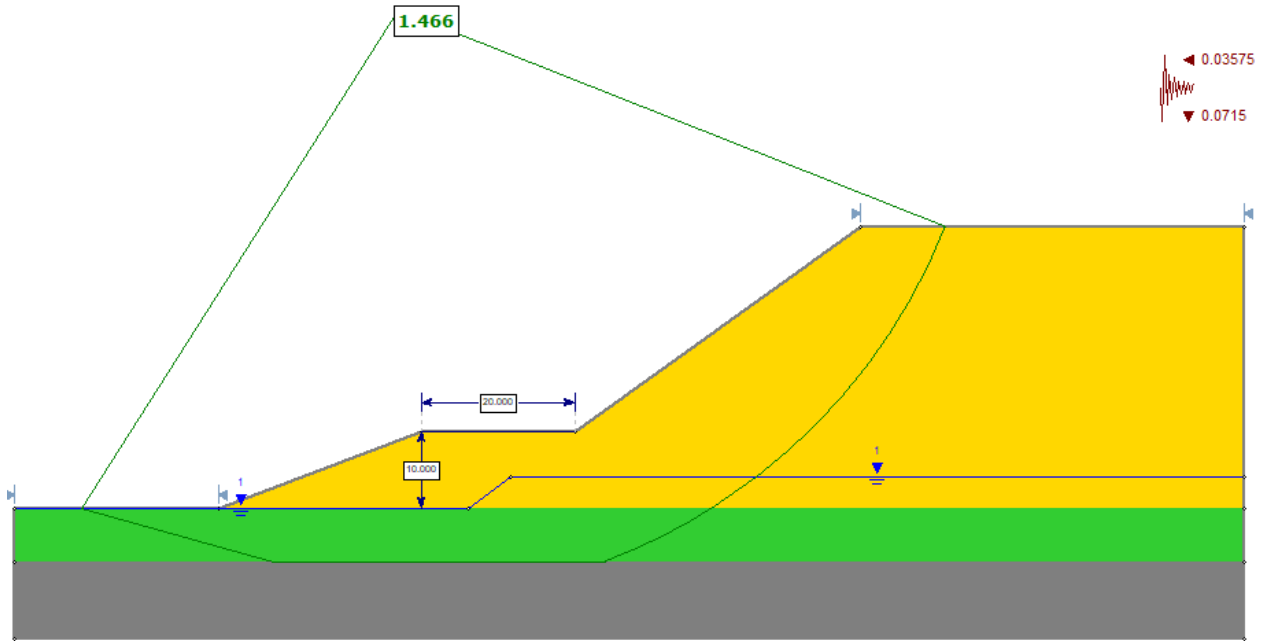


Figure 5. Facteur de sécurité de la configuration actuelle en condition dégelé et drainé avec une berme de 10 mètres de hauteur en condition pseudo-statique.

5 Conclusion

En résumé, les facteurs de sécurité de la halde Expo sont supérieurs à 1.1 dans les scénarios où le sol est gelé ainsi que dans les scénarios de dégel en condition drainé (pour des conditions statiques). Ces résultats suggèrent qu'il est possible, avant d'entreprendre tout travaux d'aménagement, d'investiguer davantage l'état des matériaux à l'intérieur de la halde. Ainsi, il est recommandé de procéder au forage de 3 trous afin d'installer des instrumentation de type thermistance pour valider les conditions de gel en période estivale des stériles rocheux de la halde Expo. Si ces travaux devaient être réalisés au printemps ou à l'été 2025, il est recommandé d'installer des cônes afin de délimiter le périmètre de sécurité. Si cela est plus simple, l'accès à la halde pourrait être bloquée.

À la suite des forage, s'il s'avérait qu'une partie de la halde dégelait, il serait alors possible de construire, dépendamment des permis et demandes environnementales, une berme en pied de talus d'une hauteur de 10 mètres afin de respecter les facteurs de sécurité cibles demandés par la directive 019, l'ACB et le MERN.

Mot de la fin

Nous espérons que ce mémorandum répond aux attentes de Canadian Royalties. N'hésitez pas à nous contacter si vous avez des questions ou besoin de détails supplémentaires concernant certains points dans ce document.

Sincèrement,



GUILLAUME DEBELLEFEUILLE ing.
Ingénieur de projet

+1 (450) 807-2280
guillaume-d@aliusmining.com
www.aliusmining.com



SEBASTIEN GUIDO ing., M. Sc.
Ingénieur senior de projets

+1 (418) 905-1789
sebastien@aliusmining.com
www.aliusmining.com

Copies (ordre alphabétique)

Canadian Royalties – Marin Brochu-B, Valerie
Freundorfer.

Alius Consultation minière – Dossier.

Références

Alius. (2024). *Construction et stabilité à court terme des haldes à stérile au projet Nunavik Nickel* (Mémoire technique N° Alius - CRI-011-M-20240807-F).

Canadian Dam Association. (2013). *Dam Safety Guidelines* (rapp. tech.).

Golder Associates. (2020). *CRI - Puimajuq Detailed Design of Puimajuq Main Collection Pond, Waste Rock Stockpile and Site Water Management Structures* (rapp. tech. N° 19117253_2000) (Mine Collecting Pond -

MCP Soil Mechanics Mécanique des sols).
Canadian Royalties CRI.

Gouvernement du Québec. (2012). Directive 019 sur l'industrie minière, 105.

Ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles. (2022). *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec* (rapp. tech.).

WSP. (2024). *Revue de stabilité de la configuration finale proposée de la halde à stériles Expo* (rapp. tech. N° 1138-CA0018695.2764-MTF-Rev0). Canadian Royalties CRI.

Appendix D

Weir design documents for cells 1 and 2

- Design report for the spillway from cell 2 to cell 1
- Design report from Cell 1 to MCP Expo



CONFIDENTIEL

RAPPORT

Rapport de conception du déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2 du parc à résidus Expo

Mine Nunavik Nickel

Soumettre à:

Steve Quessy, ing., ingénieur en chef

Canadian Royalties Inc.
800, boulevard René-Lévesque Ouest, bureau 410
Montréal, (Québec)
H3B 1X9

Proposé par:

WSP Canada Inc.

7250, rue du Mile End, 3e étage, Montréal (Québec) H2R 3A4, Canada

+1 514 383-0990

1097-2150193603-RF-Rev0

17 juillet 2024



Liste de distribution

1 copie électronique: Canadian Royalties Inc.

1 copie électronique: WSP Canada Inc.

Table des matières

1.0 INTRODUCTION	3
2.0 CONTEXTE DU SITE	3
2.1 Conditions existantes au PAR Expo	3
2.2 Déposition des résidus dans la Cellule 2	4
3.0 BASES DE LA CONCEPTION	4
4.0 DIMENSIONNEMENT DU DÉVERSOIR	5
4.1 Modélisation hydraulique	5
4.2 Conception du déversoir	5
5.0 CONSIDÉRATIONS DE CONSTRUCTION	6
5.1 Excavation du déversoir et découpage de la géomembrane existante	6
5.2 Remblai	7
5.3 Installation de la géomembrane	8
6.0 RECOMMANDATIONS POUR LA FERMETURE DE LA CELLULE 2	9
7.0 DEVIS QUANTITATIF	9
8.0 LIMITATIONS	10
TABLEAUX	
Tableau 1: Devis quantitatif pour le déversoir entre les Cellules 1 et 2	10
FIGURES	
Figure 1: Schéma de découpage de la géomembrane et du géotextile existants (pas à l'échelle)	6
Figure 2: Schéma d'installation de la géomembrane et du géotextile (pas à l'échelle)	8
ANNEXES	
ANNEXE A	
Plans de construction	
ANNEXE B	
Spécifications techniques	
ANNEXE C	
Limitations	

1.0 INTRODUCTION

Canadian Royalties Inc. (CRI) exploite la mine Nunavik Nickel, dans le nord du Québec, en déposant actuellement les résidus miniers issus du traitement du minerai dans un parc à résidus (PAR) situé au site Expo de la mine. Le PAR Expo est constitué de deux cellules (Cellules 1 et 2) construites en digues en remblai étanchéifiées à l'aide d'une géomembrane, et de l'ancienne fosse Expo, dont l'exploitation minière est terminée et qui est en cours de remplissage par des résidus miniers.

Les deux cellules existantes du PAR (Cellules 1 et 2) sont en phase de fin d'opération ; seule une faible capacité d'entreposage demeure. Les opérations de déposition de résidus dans ces cellules visent actuellement à optimiser la surface finale des résidus en vue de la fermeture du PAR. Un déversoir d'urgence est partiellement construit dans la Cellule 1 pour acheminer l'eau vers le bassin de collecte principal (BCP) du site Expo en cas d'événement de précipitations extrêmes et éviter un débordement de la cellule, pouvant endommager ses digues périphériques. Selon la conception du parc à résidus (Golder, 2012), un déversoir d'urgence est requis entre les Cellules 1 et 2, de sorte que l'eau issue d'un événement extrême soit évacuée vers la Cellule 1, puis vers le BCP. Cependant, les digues de la Cellule 2 sont construites en dessous de l'élévation de la crête de conception; ce déversoir ne peut donc pas être construit à l'élévation originale du radier. La conception du déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2 a donc été modifiée.

Ce rapport documente la conception révisée du déversoir, qui tient compte de la configuration existante du PAR Expo et du niveau des résidus miniers dans les deux cellules, en date de 2023.

2.0 CONTEXTE DU SITE

Le contexte général du site est décrit dans le rapport de conception original du PAR Expo (Golder, 2015). Les sections suivantes présentent les conditions actuelles au PAR Expo. La mise à jour de la conception du déversoir entre les Cellules 1 et 2 a été réalisée d'après ces conditions.

2.1 Conditions existantes au PAR Expo

Les cellules de résidus du PAR Expo sont conçues pour la fermeture de façon à ce que la crête des digues périphériques ait une pente de 1 % du coin sud-ouest au coin nord-est, et que les résidus sont déposés de manière à acheminer l'eau surnageante jusqu'au coin nord-est de chaque cellule. Une quantité significative d'eau libre est actuellement présente dans les cellules du PAR Expo. En raison du profilage de la pente de la surface des résidus existants, l'eau s'accumule vers le nord-est des deux cellules.

L'élévation des digues périphériques de la Cellule 2 varie approximativement entre 542,5 m et 544 m. Le point le plus bas de la crête des digues périphériques est situé au coin nord-est de la digue G, qui délimite le côté nord de la Cellule 2. La digue D, soit la médiane entre les deux cellules, a une élévation en crête minimale d'environ 543,5 m.

2.2 Déposition des résidus dans la Cellule 2

L'élévation actuelle des résidus miniers dans la Cellule 2 vis-à-vis du déversoir projeté est d'environ 540,9 m, selon le relevé d'arpentage reçu de CRI en date du 5 août 2022. Aucune activité de déposition de résidus n'a été réalisée dans la Cellule 2 depuis ce relevé. La surface des résidus sera modifiée lorsque CRI procèdera à la phase finale de déposition dans les deux cellules du PAR Expo, selon un plan de déposition détaillé (à venir dans le cadre d'un mandat distinct) visant à optimiser la surface finale en vue de la fermeture des cellules. Cependant, il n'est pas prévu de rehausser la surface des résidus à l'emplacement du déversoir projeté afin d'assurer un écoulement naturel de l'eau vers celui-ci.

3.0 BASES DE LA CONCEPTION

Le déversoir entre les Cellules 1 et 2 du PAR Expo a pour but d'évacuer l'excédent d'eau de la Cellule 2 vers la Cellule 1, de manière sécuritaire pour les digues. Bien que le déversoir soit dimensionné comme un déversoir d'urgence, en raison de la faible capacité d'entreposage restante dans la Cellule 2 pour l'eau surnageante et des précipitations, il est impossible, dans sa configuration actuelle, d'y entreposer la crue de projet.

Il est donc attendu que ce déversoir soit utilisé comme un déversoir opérationnel pour gérer l'eau dans la Cellule 2. L'excédent d'eau sera transféré par ce déversoir vers la Cellule 1. L'eau présente dans la Cellule 1 est gérée par CRI, soit par pompage actif vers le bassin de collecte principal (BCP), soit par écoulement gravitaire à travers le déversoir entre la Cellule 1 et le BCP.

Le déversoir entre les Cellules 1 et 2, tout comme le déversoir construit entre la Cellule 1 et le BCP, doit être dimensionné de manière à pouvoir évacuer la crue maximale probable (CMP) de manière sécuritaire. Selon la conception du déversoir entre la Cellule 1 et le BCP (Golder, 2012), la CMP d'une durée de 24 heures est de 207 mm avec une majoration de 18 % pour tenir compte des changements climatiques, selon la recommandation du ministère des Transports du Québec¹ (MTQ, 2020), soit un total de 244 mm. Ce critère a été réutilisé pour la conception du déversoir entre les Cellules 1 et 2. Il est à noter que des projections climatiques spécifiques au site ont été réalisées pour la mine Nunavik Nickel après cette conception (WSP Golder, 2022). Ces projections recommandaient une majoration de 21%, supérieure à la valeur recommandée par le MTQ. Toutefois, l'application de la géométrie du déversoir de la Cellule 1 au déversoir entre les deux cellules est suffisamment conservatrice compte tenu du bassin versant limité. Il est donc attendu que la conception du déversoir demeure robuste et adéquate d'un point de vue de la gestion des changements climatiques.

¹MTQ (Ministère du Transport du Québec) de 1970 à 2016 - MTMDET (Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports) de 2016 à 2018 – MTQ (Ministère des Transports, Québec) depuis 2018

4.0 DIMENSIONNEMENT DU DÉVERSOIR

Les sections suivantes présentent les calculs de dimensionnement du déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2.

4.1 Modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique du déversoir d'urgence de la Cellule 1 vers le BCP, incluant l'ensemble de ces critères, a été réutilisée pour dimensionner le déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2. Cette approche est conservatrice. En effet, le déversoir d'urgence entre les deux cellules doit évacuer un événement de précipitation correspondant à un bassin versant plus petit (Cellule 2 uniquement) que celui du déversoir d'urgence situé entre la Cellule 1 et le BCP, qui correspond aux deux cellules combinées.

La modélisation hydraulique du déversoir d'urgence de la Cellule 1 vers le BCP est documentée dans un memorandum technique de conception (Golder, 2020) et a été réalisée à l'aide du logiciel de modélisation HEC- HMS 3.5 du U.S. Army Corps of Engineers. Étant donné l'approche conservatrice utilisée pour adapter cette conception au déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2, le débit de pointe attendu est inférieur à celui du déversoir d'urgence entre la Cellule 1 et le BCP, soit 41,2 m³/s.

4.2 Conception du déversoir

Le déversoir de la cellule 1 sera situé à l'angle nord-est de la Cellule 2. L'élévation du radier du déversoir sera à 1,5 m sous l'élévation de la crête la plus basse de la Cellule 2, qui est la digue G, à 542,5 m. D'après les relevés d'arpentage des digues existantes, l'élévation du radier a donc été fixée à 541 m. Le déversoir sera un canal trapézoïdal avec un fond de 20 m de large et des pentes latérales de 10H: 1V. Les plans de construction du déversoir sont inclus à l'annexe A. Les spécifications techniques pour la construction sont incluses à l'annexe B.

Étant donné que la conception du déversoir est identique à celle du déversoir d'urgence de la Cellule 1, pour lequel les débits anticipés sont plus grands, la profondeur d'écoulement de pointe dans le déversoir en vertu de l'événement de conception, soit la crue maximale probable (CMP) de 24 heures, sera de moins de 1,0 m. On estime que la vitesse maximale d'écoulement dans le déversoir sera également inférieure à 1,4 m/s.

Le déversoir sera recouvert de géomembrane afin de limiter le risque d'érosion et d'infiltration lors des déversements. Le déversoir sera également protégé avec du perré. Le diamètre médian (D_{50}) du perré sera de 350 mm. Le perré a été dimensionné selon la méthode du US Army Corp of Engineers (USACE 1991).

L'eau évacuée par le déversoir s'écoule directement dans la Cellule 1 sur la pente de la digue D imperméabilisée avec une géomembrane existante, sans requérir un canal d'évacuation. En raison de la faible longueur de pente en aval du déversoir (environ 3 m), correspondant à la portion exposée de la digue D du côté de la Cellule 1, la vitesse d'écoulement anticipée à la sortie du déversoir est faible. Par conséquent, aucun bassin de dissipation n'est nécessaire au bas de la pente.

5.0 CONSIDÉRATIONS DE CONSTRUCTION

Les sections suivantes décrivent les étapes de construction du déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2 ainsi que les matériaux de construction.

5.1 Excavation du déversoir et découpage de la géomembrane existante

Avant de débiter la construction du déversoir entre les Cellules 1 et 2, l'eau surnageante présente dans la Cellule 2 devra être évacuée par pompage afin de permettre la réalisation des travaux à sec. En particulier, le travail de la géomembrane doit être effectué dans des conditions sèches, en tout temps.

La construction du déversoir entre les Cellules 1 et 2 nécessite l'enlèvement de la géomembrane et du géotextile existants sur la pente amont et aval de la digue D, jusqu'à l'élévation du radier du déversoir.

Avant de procéder à l'excavation, les matériaux présents sur la digue, la géomembrane et le géotextile existants doivent être enlevés de la crête et des pentes de la digue, au-dessus de l'élévation du radier prévu. La Figure 1 illustre l'approche recommandée pour couper la géomembrane et le géotextile existants. La géomembrane ne doit pas être coupée exactement au niveau de la ligne d'excavation. Ceci afin de conserver un excès de matériau repliable avec un ancrage temporaire (pour permettre l'excavation), puis remis en place à la surface du radier. Un ancrage temporaire doit être utilisé si le remblai n'est pas placé immédiatement après l'excavation. Le lest servant d'ancrage peut être constitué de sacs de sable, soit de sacs géotextiles scellés (pièces de géotextile remplies de matériau fin et scellées sur les bords).

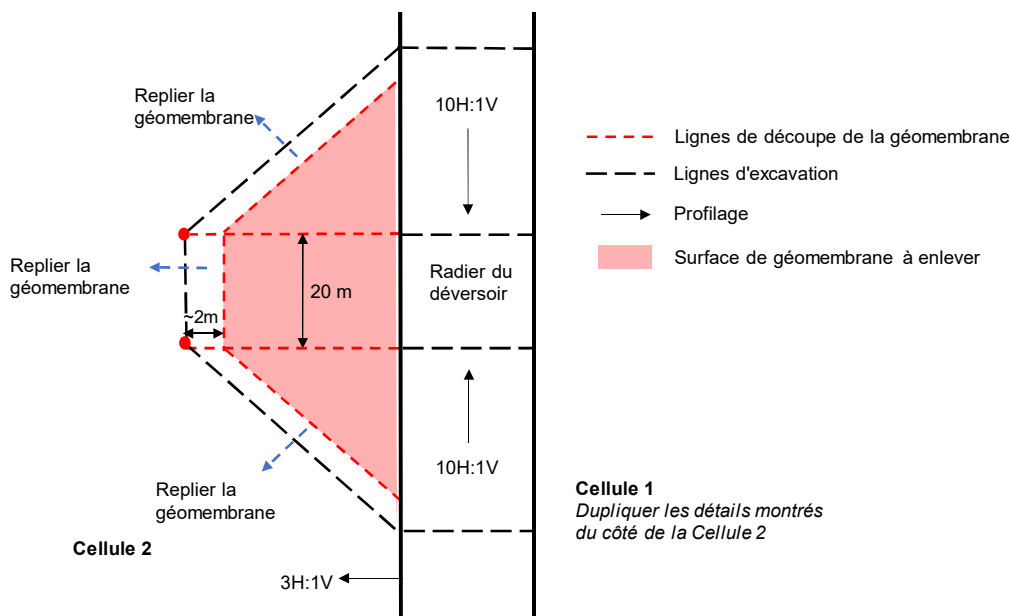


Figure 1: Schéma de découpage de la géomembrane et du géotextile existants (pas à l'échelle)

L'extrémité des coupures dans la géomembrane doit être forcée pour créer des bords arrondis ou découpée en forme de trou de serrure (trou rond de 127 mm (0,5 po) de diamètre sans arêtes vives), qui empêchera la propagation des fissures à travers la géomembrane.

L'excavation du déversoir doit être réalisée par une excavatrice à godet lisse. Il faut prendre soin d'éviter l'excavation excessive et le mélange des zones de transition et d'assise en amont, sur les pentes des digues. Il faut également éviter que des blocs de remblai ne tombent sur la géomembrane existante, dans la pente exposée de la digue.

Comme précisé à la section 4.0, le radier du déversoir aura une élévation de 514,5 m. Le déversoir aura une largeur de 20 m avec des pentes latérales de 10H: 1V. Les tolérances admissibles sur les dimensions sont précisées dans les spécifications techniques (annexe B).

5.2 Remblai

La construction du déversoir nécessitera l'excavation d'une partie de la crête de la digue D. L'excavation sera réalisée dans les zones d'enrochement existantes (zones 1a et 2a). Une fois l'excavation terminée, les zones de transition et d'assise des géosynthétiques devront être mises en place. Les travaux de remblai doivent être conformes aux spécifications techniques (annexe B).

Tous les matériaux utilisés dans la construction du déversoir au-dessus de la géomembrane doivent être non générateurs d'acide (NGA) et non lixiviables, car le déversoir est conçu en vue de la fermeture et de la restauration du PAR Expo. Les zones de matériaux dont les identifiants comportent un « a » sont les seules zones qui peuvent être construites avec un matériau NGA ou PGA (par exemple la zone 3 par rapport à la zone 3a).

Les différentes zones de remblai pour le déversoir sont les suivantes :

- Zone 3 - transition (0-150 mm). Le matériau de la zone 3 est un matériau d'enrochement concassé ou d'esker trié bien étalé avec un diamètre de particules inférieur à 150 mm, qui sert de matériau de transition entre les zones 2 et 4. Ce matériau de transition a été dimensionné selon la méthode de Fell et al. (2015) pour compatibilité avec les matériaux 2 et 4. Il est placé en levées de 0,3 m et compacté avec 4 passes de rouleau compacteur avec vibrations;
- Zone 4 – assise (0-20 mm). Il correspond aux couches d'assise et de protection des géosynthétiques (chacune de 0,3 m d'épaisseur), placées en contact avec ceux-ci. Une géomembrane en PEBDL de 1,5 mm et deux épaisseurs de géotextile non tissé de 335 g/m sont placées entre les deux couches d'assise. Le matériau de la zone 4 est un matériau d'enrochement concassé ou esker tamisé bien étalé avec un diamètre de particules inférieur à 20 mm. Il est placé en levées de 0,3 m et compacté à 95 % de la densité sèche Proctor Standard maximale;
- Perré moyen : $D_{50} = 350$ mm. Il agira comme protection contre l'érosion dans le radier du déversoir. Il s'agit d'un esker traité ou d'un enrochement NGA légèrement compacté, bien étalé avec un diamètre de particule médian de 0,35 m.

Les travaux de remblai devraient être terminés le plus tôt possible après l'excavation et l'enlèvement de la géomembrane existante sur les pentes latérales. La durée de l'ancrage temporaire de la géomembrane devrait être limitée le plus possible en raison des dangers de soulèvement par le vent et d'infiltrations d'eau de ruissellement sous la surface de la géomembrane, qui pourraient causer une érosion de la couche d'assise.

Immédiatement avant la mise en place du remblai, les ancrages temporaires (par exemple, sacs de sable) doivent être enlevés et la géomembrane, repliée hors de la surface du déversoir.

Les matériaux excavés dans l’empreinte du déversoir seront constitués de matériaux à la fois NGA et PGA. Les deux types de matériaux devront être séparés pour réutilisation ou élimination par CRI.

5.3 Installation de la géomembrane

À la suite du placement du remblai sous-jacent dans le déversoir, le géotextile de protection et la géomembrane devront être mis en place dans le déversoir.

Le géotextile et la géomembrane doivent être installés conformément aux spécifications techniques (annexe B).

La Figure 2 et le texte qui l’accompagne présentent les considérations clés relatives à l’installation des géosynthétiques. Cependant pour plus de détails, il convient de se référer aux spécifications techniques (annexe B).

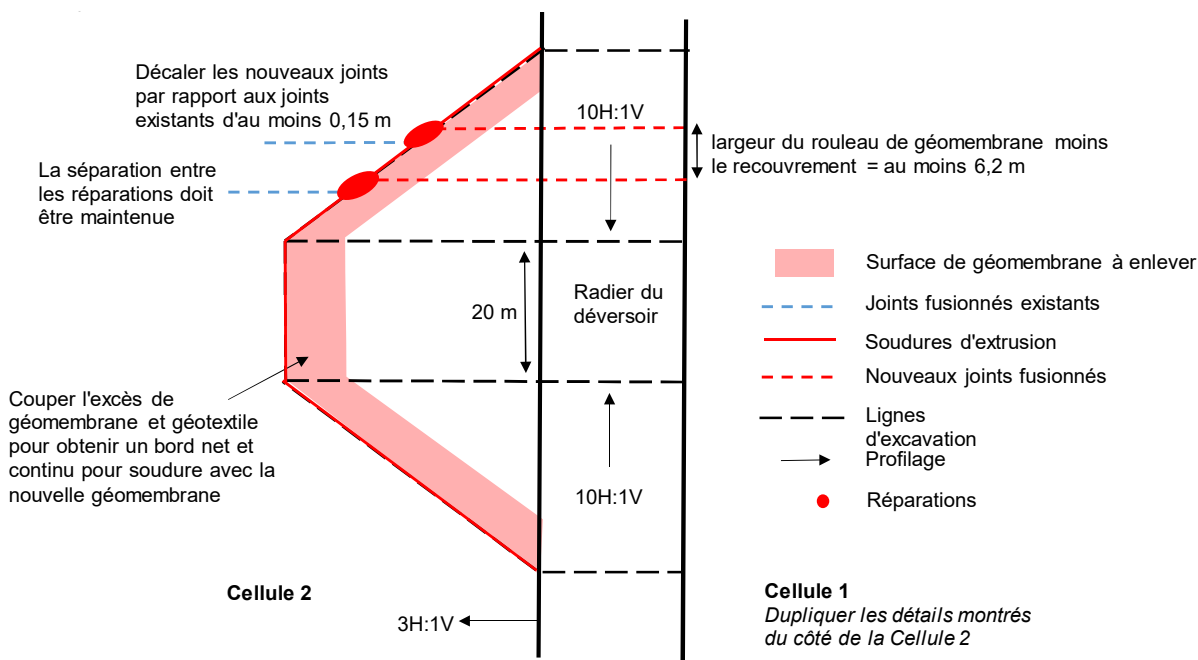


Figure 2: Schéma d'installation de la géomembrane et du géotextile (pas à l'échelle)

La géomembrane doit être installée sous forme de panneaux continus parallèles à la pente de la digue à travers la crête du déversoir et être fusionnée. Les panneaux de géomembrane qui se trouvent aux extrémités latérales du déversoir doivent être ancrés en crête de la digue comme indiqué sur les plans (annexe A). Les nouveaux joints fusionnés ne doivent pas coïncider avec les joints existants. Les intersections entre les joints fusionnés et un autre panneau de géomembrane doivent être soudées par extrusion. Lorsqu'il y a deux intersections à moins de 0,2 m l'une de l'autre, elles doivent être soudées avec une seule pièce.

La nouvelle géomembrane doit être soudée à la géomembrane existante à l'aide de soudures d'extrusion. La géomembrane existante doit être coupée de manière à créer un bord net et continu, soudé par extrusion avec la géomembrane nouvellement installée.

Les autres exigences générales sont les suivantes :

- S'assurer que les géosynthétiques et les équipements de soudure et de fusion sont secs, pour éviter les bulles causées par l'humidité;
- S'assurer que les soudures d'extrusion couvrent toutes les surfaces poncées;
- Aux emplacements du début et de la fin d'une soudure par extrusion, affiner la première extrémité de la soudure et recouvrir l'autre extrémité (applicable seulement si une soudure d'extrusion est placée dans un cercle complet autour d'une réparation);
- Éviter les amas de soudure qui pourraient surchauffer la géomembrane adjacente;
- Ne pas réaliser plus de deux soudures au même emplacement;
- Toutes les réparations (rapiécages) doivent avoir des coins arrondis;
- Les réparations doivent s'étendre de 0,15 m au-delà du bord du défaut (le diamètre minimal de la pièce de réparation est de 0,3 m);
- Ne pas chevaucher les réparations.

6.0 RECOMMANDATIONS POUR LA FERMETURE DE LA CELLULE 2

Le déversoir entre les Cellules 1 et 2 continuera d'être opérationnel en phase de restauration et de post-restauration du PAR Expo. Il est recommandé de terminer le profilage optimisé de la surface des résidus et de placer le recouvrement de fermeture de manière à favoriser l'écoulement de l'eau de ruissellement vers le déversoir. L'eau sera alors évacuée de la Cellule 1 restaurée à travers son propre déversoir, vers le bassin de collecte principal dans un premier temps, puis directement vers l'environnement une fois les critères de qualité d'eau satisfaits. Étant donné que la surface des résidus existants au niveau du déversoir projeté est à une élévation proche de celle du radier prévu, il est essentiel de gérer précisément la déposition des résidus de manière à éviter tout déversement de résidus dans le déversoir, ce qui réduirait sa capacité à évacuer l'événement de conception.

7.0 DEVIS QUANTITATIF

Le Tableau 1 présente le devis quantitatif estimé pour la construction du déversoir entre les Cellules 1 et 2 selon les plans de construction (version Rev0, en Annexe A). Les quantités n'incluent pas les volumes potentiellement requis pour la construction d'accès temporaires ou de lestage des géosynthétiques durant la construction.

Tableau 1: Devis quantitatif pour le déversoir entre les Cellules 1 et 2

Matériau de construction	Unité	Quantité estimée
Perré moyen (D ₅₀ =350 mm)	m ³	1 500
Matériau de transition NGA (zone 3)	m ³	800
Matériau d'assise NGA (zone 4)	m ³	700
Matériau de transition NGA ou PGA (zone 3a)	m ³	900
Matériau d'assise NGA ou PGA (zone 4a)	m ³	1 100
Géotextile 335 g/m ²	m ²	5 200
Géomembrane PEBDL 1,5 mm (texturée)	m ²	2 600

8.0 LIMITATIONS

Les limitations relatives à cette étude sont précisées à l'Annexe C.

Page Signatures

WSP Canada Inc.



Marion Habersetzer, ing., M.Sc.
Chargée de projet, ingénieure en géotechnique



Yves Boulianne, ing.
Directeur de projet, ingénieur senior en géotechnique

MH/YB/as

RÉFÉRENCES

- Fell et al., 2015. *Geotechnical Engineering of Dams*, 2nd Edition. CRC Press, 20 février 2018.
- Golder Associés Ltée. 2012. *Detailed Design of Expo Stage 1 Tailings and Waste Rock Disposal Facility and Water Collection Ponds – Nunavik Nickel Project*, Québec. Report 10-1118-0066 (5501) Doc. 085 prepared for Canadian Royalties Inc. June 2012.
- Golder Associés Ltée. 2015. *Expo Tailings Disposal Cell 2 and Waste Rock Disposal Cell 3 Detailed Design Report – Nunavik Nickel Mine*, Québec. Report no. 1403949 (4000), prepared for Canadian Royalties Inc. September 25, 2015.
- Golder Associés Ltée. 2020. *Expo Cell 1 Spillway Construction Design Brief*. Technical memorandum 20138922 Rev 0. October 5, 2020.
- MTQ, 2020 - Ministère des Transports du Québec, 2020. Tome III – *Ouvrages d'art* (version 30 janvier 2020).
- USACE. 1991. *Hydraulic Design of Flood Control Channels*. United States Army Corps of Engineers, EM1119- 2- 1601
- WSP Golder (Golder Associates Ltd., membre de WSP Canada Inc.). 2022. *Future Monthly Timeseries and Extreme Precipitation Projections*. Préparé pour WSP Golder, Golder, document n° 22516457001TMRevB, 24 octobre 2022.

ANNEXE A

Plans de construction

ANNEXE B

Spécifications techniques

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 7	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GÉNÉRALITÉS	2
2.0 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	2
3.0 PLANS DE CONSTRUCTION.....	2
4.0 DÉFINITIONS	3
5.0 RÔLES ET RESPONSABILITÉS	4
6.0 PORTÉE DES TRAVAUX ET RESPONSABILITÉ	5
6.1 Accès à la construction.....	5
6.2 Assèchement.....	5
6.3 Entretien	5
6.4 Arpentage	6
6.5 Approvisionnement en eau.....	6
6.6 Santé et sécurité.....	6
6.7 Responsabilités de travail.....	6
6.8 Codes et normes	7

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 Liste des spécifications techniques

Tableau 3-1 Liste des plans de construction

Tableau 6-1 :Portée des travaux et responsabilités de la construction

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 7	Rev 0

1.0 GÉNÉRALITÉS

Ces spécifications techniques et les plans pour construction joints décrivent les matériaux, l'équipement et les services nécessaires pour exécuter les travaux conformément aux spécifications et comme indiqués sur les plans de construction. Cette fiche technique décrit la portée des travaux de construction du déversoir de la Cellule 2 du parc à résidus (PAR) à la mine Nunavik Nickel de Canadian Royalties Inc. (CRI) dans le nord du Québec, au Canada.

En cas de conflit entre les plans de construction et les spécifications techniques, les plans de construction prévalent.

2.0 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Les spécifications techniques énumérées au tableau 2-1 doivent être lues conjointement avec la dernière révision des plans de construction.

Tableau 2-1 Liste des spécifications techniques

N° de spécification technique	TITRE
0100	Portée des travaux
0200	Excavation et préparation de la fondation
0300	Terrassement
0400	Géotextile
0500	Géomembrane en PEBDL
0700	Gestion de l'eau
0900	Contrôle des niveaux et plans AQ/CQ

3.0 PLANS DE CONSTRUCTION

Ces spécifications techniques doivent être lues et interprétées en combinaison avec la dernière révision des plans de construction énumérés au tableau 3-1.

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 7	Rev 0

Tableau 3-1 Liste des plans de construction

Dessin n°	TITRE
C-0307 (Rev0)	Plans du déversoir d'urgence entre les Cellules 1 et 2

4.0 DÉFINITIONS

Aux fins de ce projet, les définitions suivantes s'appliquent :

- Propriétaire – Canadian Royalties Inc. (CRI);
- Entrepreneur – équipement et travailleurs appartenant à CRI;
- Sous-traitants – fournisseur et installateur de géosynthétiques indépendant ou toute autre entreprise de terrassement dirigée par l'entrepreneur;
- Ingénieur – WSP Canada Inc. (WSP);
- Maître d'œuvre – représente le propriétaire sur place et a le pouvoir de diriger tous les aspects des travaux;
- Représentant du propriétaire – représente l'ingénieur sur place pendant la construction et a le pouvoir d'autoriser les aspects des travaux conformément à l'intention de la conception et aux spécifications techniques;
- Autorisation – un avis technique ou géotechnique écrit concernant l'avancement et l'achèvement des travaux;
- Assurance qualité – activités planifiées et systématiques qui donnent au propriétaire et aux parties prenantes l'assurance suffisante que le contrôle qualité est mis en œuvre efficacement;
- Contrôle qualité – un système planifié d'essais et d'inspection effectués selon des spécifications techniques standards pour garantir la qualité des travaux de construction;
- Sol riche en glace – sols gelés qui contiennent plus de 10 % de glace visible et/ou ont une teneur en eau supérieure à 30 %. Normalement, on note la présence de lentilles de glace;
- Sol pauvre en glace – sols gelés qui contiennent moins de 10 % de glace visible et ont une teneur en eau inférieure à 30 %. Aucune lentille de glace n'est visible;
- Plans de construction – plans émis pour la construction préparés par l'ingénieur;

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 7	Rev 0

- Spécifications techniques – spécifications techniques préparées par l'ingénieur;
- Remblai – terme générique désignant une structure de remblai hors-sol conçue à partir de sols compactés;
- Digue – un remblai zoné qui retient de l'eau ou des résidus;
- Berme – un remblai homogène;
- Déversoir – une structure de transport d'eau construite comme partie intégrante d'une infrastructure de confinement et qui dirige le débit pour empêcher le débordement par-dessus la crête de la structure de confinement;
- Mort terrain – renvoie à la matière naturelle ou traitée produite par la dégradation physique ou chimique de la roche transportée ou in situ;
- Remblai – matériau naturel ou traité non cimenté qui a été mis en place;
- Roche – matériau massif solidifié qui ne peut être excavé que par dynamitage. La roche comprend également des joints altérés à l'intérieur de la roche intacte.

Les élévations sont toutes référencées par rapport au système de référence géodésique. Les grilles des plans de construction sont métriques (système NAD 83, UTM Zone 18N).

5.0 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

- Le propriétaire est responsable de l'obtention de tous les permis nécessaires et de l'accès aux zones de travail et d'emprunt.
- Le maître d'œuvre pour tous les travaux est CRI, qui sera responsable de tous les contrats, paiements et accès au site nécessaires pour les travaux. Le maître d'œuvre dirige tous les aspects des travaux. Le maître d'œuvre est responsable de la coordination des communications relatives au projet, de l'organisation des réunions quotidiennes et hebdomadaires, le cas échéant, de la gestion des réunions et de la résolution des problèmes d'AQ/CQ.
- WSP est l'ingénieur du projet et est responsable de fournir le rapport de conception détaillé, les plans de construction, les spécifications techniques et les estimations de quantité ainsi que d'autoriser les changements, les modifications ou les clarifications relatifs à la conception et aux spécifications techniques nécessaires pendant la construction.
- Le représentant du propriétaire sera responsable de la surveillance des activités de l'entrepreneur et de la surveillance de l'assurance qualité de la construction. WSP est

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 7	Rev 0

désignée comme représentante du propriétaire pendant les périodes au cours desquelles elle se trouve sur place pour surveiller les travaux. Pendant les autres périodes, la CRI sera responsable de la surveillance des travaux et de la tenue des registres de construction pour le rapport de construction.

- Le représentant du propriétaire a le pouvoir de déclarer non conforme tout aspect des travaux qui ne serait pas conforme aux spécifications techniques ou aux plans de construction. Si le représentant du propriétaire identifie quelque chose qui ne répond pas aux exigences des spécifications techniques ou à l'intention de conception, il en informe le maître d'œuvre, qui détermine la marche à suivre pour résoudre le problème.
- L'entrepreneur est responsable de la bonne marche des travaux, y compris tous travaux effectués par ses sous-traitants.
- L'entrepreneur relève du maître d'œuvre.
- Les travaux qui ont été arrêtés pour non-conformité ne reprennent qu'après qu'un plan de mesures correctives ait été préparé par l'entrepreneur et approuvé par le maître d'œuvre.

6.0 PORTÉE DES TRAVAUX ET RESPONSABILITÉ

Afin de réaliser le projet, les principaux éléments de travaux présentés ci-dessous sont nécessaires.

6.1 Accès à la construction

Préparer et entretenir, pendant la période de construction, toutes les routes existantes vers la zone des travaux. Le cas échéant, des routes d'accès temporaires autour du PAR Expo peuvent être construites et doivent être enlevées après la construction, à moins qu'elles soient nécessaires pour l'entretien et la surveillance pendant l'opération.

6.2 Assèchement

Tous les travaux doivent être effectués au sec. L'assèchement doit continuer pendant tous les arrêts de travail afin de protéger les travaux en cours.

6.3 Entretien

Faire l'entretien et rendre sécuritaires les zones des travaux une fois les travaux terminés.

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 7	Rev 0

6.4 Arpentage

Effectuer suffisamment de relevés d'arpentage pour aménager les structures, établir les quantités de remblai et fournir les détails tels que construits (voir la fiche technique 0900 pour de l'information détaillée).

6.5 Approvisionnement en eau

Le propriétaire est responsable de l'approvisionnement en eau pour répondre à ses besoins de construction.

6.6 Santé et sécurité

L'entrepreneur doit posséder un plan de santé et sécurité pour la construction. De plus, il est de la responsabilité de l'entrepreneur de se conformer et de fournir toutes les exigences nécessaires en matière de sécurité conformément à la Loi sur la santé et sécurité au travail et au règlement sur les projets de construction, au règlement sur les mines et les usines minières et au Code canadien de la sécurité en construction (Code national du bâtiment).

6.7 Responsabilités de travail

La construction du déversoir d'urgence comprend la préparation de la fondation, la construction de remblai, la pose de géosynthétiques et l'installation d'instrumentation géotechnique. La majeure partie de la construction est réalisée par CRI, certains travaux devant être réalisés par des sous-traitants indépendants, notamment l'installation de géosynthétiques, sous la direction de CRI. Le tableau 6-1 présente la portée des travaux à effectuer et les différents partis responsables. CRI peut choisir d'augmenter ou de réduire la portée des travaux effectués par les sous-traitants.

Tableau 6-1 : Portée des travaux et responsabilités de la construction

Portée des travaux	Responsabilité
Approvisionnement et développement de sources d'emprunt de matériaux de construction, y compris le traitement pour satisfaire aux spécifications techniques	CRI
Préparation et entretien des routes d'accès à la construction	CRI
Préparation de la fondation pour la construction de remblai	CRI

Spécification technique 0100	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2	1097-2150193603-RF- Rev0
Portée des travaux	Spécifications techniques	Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 7	Rev 0

Portée des travaux	Responsabilité
Mise en place et compactage du remblai	CRI
Mise en place et compactage des matériaux de transition et d'assise	CRI
Excavation du déversoir dans la digue existante	CRI
Fourniture et pose de géotextile	Sous-traitant
Fourniture et pose de géomembrane	Sous-traitant
Contrôle des niveaux, CQ des essais de matériaux et arpentage des surfaces telles que construites	CRI/Sous-traitant
AQ et rapport de référence (tel que construit)	CRI/Représentant du propriétaire

6.8 Codes et normes

Les travaux doivent être conformes, sans s'y limiter, aux exigences des dernières éditions des normes et codes suivants, qui font partie des présentes spécifications techniques :

- Loi sur la santé et la sécurité dans les mines du Québec;
- Règlement sur la santé et la sécurité dans les mines du Québec.

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 8	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GÉNÉRALITÉS	2
2.0 GESTION DE L'EAU	2
3.0 EXCAVATION	2
3.1 Généralités	2
3.2 Excavation de mort-terrain	3
3.3 Excavation du substrat rocheux	3
3.4 Dynamitage	4
4.0 ASSÈCHEMENT	6
5.0 PRÉPARATION DU SOL DE FONDATION	7

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 8	Rev 0

1.0 GÉNÉRALITÉS

Cette spécification technique fournit les exigences relatives à l'excavation et à la préparation de la fondation avant la mise en place du remblai nécessaire pour les travaux, comme indiqué sur les plans de construction.

2.0 GESTION DE L'EAU

L'entrepreneur est responsable de la conception, de la construction et de la maintenance des batardeaux temporaires, des systèmes d'assèchement, des installations de pompage, des siphons et autres, nécessaires à la gestion satisfaisante de l'eau sur le site pour permettre la construction dans des conditions sèches et minimiser les répercussions sur l'environnement. La méthode de contrôle des eaux souterraines doit être autorisée par le représentant du propriétaire.

3.0 EXCAVATION

3.1 Généralités

- Lignes et niveaux : de l'excavation doit être effectuée afin d'atteindre les lignes, les niveaux et les dimensions indiqués sur les plans de construction et/ou si requis pour exposer les matériaux de fondation appropriés, qui eux, seront déterminés par le représentant du propriétaire.
- Surface de sol : les lignes et les niveaux d'excavation indiqués sur les plans de construction ont été déterminés à partir de relevés terrestres et aériens limités et la surface réelle du sol peut varier de celle indiquée sur les plans de construction. L'entrepreneur doit relever la surface du sol avant et à la fin de toute excavation.
- Sol gelé ou roche gelée : avant d'excaver un sol gelé ou de la roche gelée, l'entrepreneur doit développer une méthode d'excavation qui est conforme aux lois et règlements en vigueur et aux pratiques éprouvées en matière de sécurité.
- Pentes : des pentes temporaires, sécuritaires et stables doivent être entretenues en tout temps conformément aux exigences de la législation en vigueur. La stabilité des parois des excavations relève de la responsabilité de l'entrepreneur. Il peut s'avérer nécessaire ou utile de modifier les pentes finales, les niveaux ou les dimensions des excavations par rapport à ceux spécifiés ou indiqués sur les plans de construction. Les

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 8	Rev 0

modifications proposées par l'entrepreneur doivent être autorisées par le représentant du propriétaire avant d'être mises en application.

- Tolérances : toutes les excavations sont effectuées à moins de 300 mm horizontalement et 100 mm verticalement des lignes et des niveaux spécifiés, sauf autorisation contraire du représentant du propriétaire.
- Réutilisation des matériaux excavés : lorsque le matériau excavé satisfait aux exigences granulométriques pour un type de matériau de remblai particulier (conformément à la spécification technique 0300 Terrassement), le matériau excavé peut être réutilisé comme remblai, sous réserve de l'autorisation du représentant du propriétaire.
- Élimination : les matériaux excavés qui ne sont pas réutilisés comme remblais sont éliminés d'une manière et à un endroit autorisé par le maître d'œuvre.

3.2 Excavation de mort terrain

L'entrepreneur doit enlever les roches, les matériaux organiques, humides, mous, très lâches et autres matériaux inadéquats qui se trouvent à l'intérieur des limites de la construction et qui peuvent, selon l'avis du représentant du propriétaire, interférer avec le bon contact du remblai avec le sol de fondation ou le matériau compacté lors des travaux. Le sol de fondation exposé doit être constitué de mort terrain compétent ou de roches exemptes de ségrégation.

L'excavation de mort terrain gelé peut être effectuée sous la forme d'une opération de forage et de dynamitage, de sautage ou par des moyens mécaniques à l'aide d'une excavatrice équipée d'un dispositif de ripage. La méthode d'excavation doit être autorisée par le représentant du propriétaire et ne doit pas influencer le mort terrain au-delà des limites de l'excavation. Les exigences détaillées en matière de forage et de dynamitage sont abordées à la sous-section suivante sur l'excavation du substrat rocheux.

3.3 Excavation du substrat rocheux

L'excavation du substrat rocheux ne devrait pas être nécessaire pour la construction du déversoir de la Cellule 2. Dans un cas où elle serait requise, les zones supplémentaires nécessitant l'excavation du substrat rocheux seront déterminées par le représentant du propriétaire pendant la construction. Le représentant du propriétaire doit déterminer les lignes et les niveaux réels de l'excavation après l'enlèvement du mort terrain. L'entrepreneur doit mener des investigations de

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 8	Rev 0

terrain si nécessaire et fournir les informations requises sur les trous de sautage pour l'excavation du substrat rocheux.

Lorsque la mise en place de matériaux d'assise s'avère nécessaire sur le substrat rocheux excavé, la surface doit être lisse et plane. Le dynamitage ne doit provoquer aucune fragmentation excessive du substrat rocheux au-delà des limites de l'excavation.

3.4 Dynamitage

L'opération de dynamitage consiste en un dynamitage contrôlé pour l'excavation du substrat rocheux, y compris un dynamitage de contrôle de la paroi périphérique pour minimiser la fragmentation et les dommages à la paroi finale. Les techniques de dynamitage de contrôle de la paroi périphérique comprennent, sans toutefois s'y limiter, le forage d'alignement, le précisaillement et le dynamitage avec utilisation de matelas.

L'entrepreneur doit soumettre sa méthode de dynamitage pour approbation par le représentant du propriétaire. Au moins deux semaines avant le début du forage pour l'excavation du substrat rocheux, l'entrepreneur soumet au représentant du propriétaire par écrit des propositions détaillées des méthodes, techniques et procédures d'excavation du roc. Cette proposition comprend : l'emplacement, la profondeur et la zone du dynamitage; le diamètre, l'espacement, la profondeur, le modèle et l'inclinaison des trous de sautage; le type, la force, la charge de la colonne et la répartition des explosifs à utiliser par trou, par délais et par dynamitage; les délais de séquence et de modèle; et la description et le but de toute méthode spéciale à adopter. Le forage et le dynamitage ne commencent pas avant l'obtention de l'autorisation du représentant du propriétaire.

L'acceptation du plan de dynamitage décrit ci-dessus par le représentant du propriétaire ne dégage en aucun cas l'entrepreneur de sa responsabilité, qui est de s'assurer que l'opération de dynamitage est effectuée de manière sécuritaire et satisfaisante, et conformément à ces spécifications techniques. Le représentant du propriétaire n'assume aucune responsabilité quant à la pertinence de l'opération de dynamitage pour obtenir une rupture adéquate ou un résultat acceptable ni pour tout retard créé par le processus de garantie de la sécurité des structures, des services ou des personnes.

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 8	Rev 0

Suite à l'acceptation du plan de dynamitage par le représentant du propriétaire, l'entrepreneur effectue, en présence du représentant du propriétaire, un nombre suffisant d'essais de dynamitage à petite échelle afin de s'assurer que chaque conception de dynamitage est optimale pour les conditions particulières du site et que chaque conception répond aux exigences de cette spécification technique. Si le résultat du dynamitage est inacceptable pour le représentant du propriétaire, ce dernier peut choisir d'interrompre d'autres opérations de dynamitage et exiger que l'entrepreneur soumette un nouveau plan de dynamitage.

Si le représentant du propriétaire note que des anomalies sont observées pendant l'opération de dynamitage, elles doivent être corrigées immédiatement par l'entrepreneur.

L'entrepreneur conserve un registre précis et permanent de l'état « tel que chargé » pour chaque dynamitage ainsi que l'heure et la date de chacun d'entre eux. Ces registres sont mis à disposition du représentant du propriétaire pour examen à tout moment, et des copies lui sont fournies sur demande.

Dans le cas où l'enlèvement de la roche dans les limites de conception nécessaires n'est pas réalisé en raison de fracture ou d'insuffisance ou en tout ou partie du dynamitage, l'entrepreneur doit terminer l'excavation jusqu'aux limites de conception nécessaires à l'aide de techniques d'excavation mécanique dans les zones où le dynamitage a déjà été effectué.

Si l'étendue de la fragmentation est telle qu'elle met en danger la stabilité des parois d'excavation de quelque manière que ce soit, l'entrepreneur doit excaver davantage, selon les directives du représentant du propriétaire, pour obtenir une paroi stable à la satisfaction du représentant du propriétaire.

L'entrepreneur doit fournir du personnel qualifié selon le propriétaire pour la planification et l'exécution des opérations de dynamitage. L'entrepreneur doit s'assurer que personne n'est autorisé à effectuer une tâche liée à une opération de dynamitage à moins que cette personne ne soit sous la supervision directe du boutefeux. Le dynamitage est effectué conformément aux lois et règlements de l'autorité compétente.

Lorsque le dynamitage est susceptible d'affecter des personnes ou des biens, l'entrepreneur doit suivre les procédures et prendre les précautions nécessaires conformément aux lois et

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 8	Rev 0

règlements en vigueur. L'entrepreneur doit utiliser des matelas de dynamitage et tout autre moyen approprié pour minimiser la quantité de projections de roche.

Immédiatement avant un dynamitage, l'entrepreneur doit dégager la zone de dynamitage de toutes personnes et véhicules et doit assigner des signaleurs afin d'empêcher la circulation dans la zone jusqu'à ce que le dynamitage ait eu lieu. Une sirène d'avertissement retentit avant le dynamitage et pour indiquer « Fin de l'alerte » après que le dynamitage a eu lieu.

L'entrepreneur doit obtenir les permis d'explosifs nécessaires auprès de l'autorité compétente et au moins une semaine avant le début des opérations de dynamitage. Il soumet deux copies de tous les permis de dynamitage au représentant du propriétaire.

L'entrepreneur est responsable de la manutention, du transport et du stockage des explosifs sur le site, y compris la construction des bâtiments de stockage et l'affichage de panneaux d'avertissement, le cas échéant, et l'exécution des opérations de dynamitage conformément aux lois et règlements de l'autorité compétente et à la satisfaction du représentant du propriétaire. L'entrepreneur est responsable des réclamations, quelles qu'elles soient, découlant du transport, de la manutention, de l'utilisation ou du stockage d'explosifs et de tous les effets, directs ou indirects, des opérations de dynamitage.

4.0 ASSÈCHEMENT

Les zones de travail et d'excavation doivent être maintenues asséchées, si nécessaire, pour permettre l'exécution des travaux à sec. Des fossés temporaires peuvent s'avérer nécessaires pour recueillir et transporter le ruissellement de surface hors des zones de travail.

L'assèchement est maintenu pendant les interruptions de travail afin de protéger les travaux en cours. Sauf autorisation contraire, l'eau est rejetée dans une zone autorisée par le représentant du propriétaire.

Des batardeaux peuvent s'avérer nécessaires pour minimiser le débit entrant d'eau. Les batardeaux sont de dimensions et de hauteur permettant un assèchement efficace au moment de l'excavation et doivent être autorisés par le représentant du propriétaire. Sauf indication contraire, les batardeaux sont enlevés une fois les travaux terminés.

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 8	Rev 0

5.0 PRÉPARATION DE LA SURFACE DE FONDATION

- Généralités : la préparation de la surface de fondation pour le déversoir comprend l'excavation et l'enlèvement du remblai existant jusqu'aux élévations prévues aux plans. La préparation de la fondation comprend la préparation de surfaces planes pour la mise en place du remblai et des géosynthétiques.
- Compactage: les surfaces de fondation sont compactées et soumises à un test de roulage, puis autorisées par le représentant du propriétaire avant de procéder à la construction. La méthode de roulage et de compactage du sol de la fondation est soumise à l'autorisation du représentant du propriétaire, compte tenu de la teneur en humidité, de la pente du sol de fondation et de la structure à construire sur le sol de la fondation.
- Sous-excavation : si, de l'avis du représentant du propriétaire, le test de roulage indique que certaines zones ne pourront pas fournir un soutien adéquat, celui-ci peut alors demander à l'entrepreneur de sous-excaver la ou les zone(s) concernée(s). La sous-excavation implique l'excavation d'un sol inadapté à une ou plusieurs profondeur(s) et sur une ou plusieurs zone(s) selon les directives du représentant du propriétaire. Les matériaux excavés sont éliminés selon les directives du représentant du propriétaire. Les zones qui ont été sous-excavées sont compactées par roulage, et corrigées au niveau de conception selon les indications du représentant du propriétaire avec un matériau de remblai mis en place et compacté conformément à la spécification technique 0300.
- Compactage du sol de la fondation : sauf indication contraire du représentant du propriétaire, les sols de la fondation sont compactés à une densité d'au moins 95 % de la densité sèche Proctor standard maximum standard.
- Autorisation : le sol de fondation ou la surface de fondation préparé(e) doit être inspecté(e) et autorisé(e) par écrit par le représentant du propriétaire avant la mise en place du remblai.
- Protection contre les intempéries : si le sol de fondation préparé se trouve endommagé ou lâche à cause d'un changement de l'état d'humidité ou de gel, il est corrigé en enlevant ou en retravaillant le ou les matériau(x) concerné(s) sur toute l'étendue des dommages. Le sol de fondation restauré est ensuite compacté par roulage pour fournir un sol de fondation acceptable. Le sol de fondation restauré est soumis à l'inspection et

Spécification technique 0200 Excavation et préparation de la fondation	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 8 de 8	Rev 0

à l'autorisation du représentant du propriétaire avant qu'un autre travail ne soit effectué dans cette zone.

- Préparation du substrat rocheux : la glace, le mort terrain, les blocs détachés fracturés et altérés, ainsi que les fragments de roche ou les irrégularités et les zones excessivement escarpées sont enlevés comme indiqué sur les plans de construction ou selon les directives du représentant du propriétaire sur le terrain. La surface du substrat rocheux est nettoyée pour que le remblai adhère au roc. L'étendue complète du nettoyage nécessaire et l'autorisation de la surface du substrat rocheux nettoyée sont déterminées par le représentant du propriétaire sur le terrain.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 16	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>		<u>PAGE</u>
1.0	PORTÉE.....	3
2.0	GÉNÉRALITÉS.....	3
3.0	Tolérances	4
4.0	MATÉRIAUX.....	4
4.1	Enrochement sélectionné (zone 2)	5
4.2	Matériau de transition (zone 3/3a).....	6
4.3	Matériau d’assise (zone 4/4a).....	7
4.4	Perré moyen	8
5.0	Placement du remblai	9
5.1	Généralités.....	9
5.2	Enrochement sélectionné (zone 2)	10
5.3	Matériau de transition (zone 3)	10
5.4	Matériau d’assise (zone 4).....	10
5.5	Perré moyen	11
6.0	Compactage.....	11
6.1	Généralités.....	11
6.2	Compactage.....	12
6.2.1	Enrochement sélectionné (zone 2)	12
6.2.2	Matériau de transition (zone 3/3a).....	13
6.2.3	Matériau d’assise (zone 4/4a).....	13
7.0	Construction de tranchée	13
7.1	Excavation de tranchée.....	13
7.2	Perturbation du terrain adjacent	14
8.0	Développement DES SOURCES D’EMPRUNT	14
9.0	protection et installation de l’instrumentation.....	15

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 16	Rev 0

10.0	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ (CQ) ET ASSURANCE DE LA QUALITÉ (AQ)	15
10.1	Généralités.....	15
10.2	Inspection et essais	15

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4-1 : Limites granulométriques pour l'enrochement sélectionné (zone 2)

Tableau 4-2 : Limites granulométriques pour le matériau de transition (zone 3)

Tableau 4-3 : Limites granulométriques pour le matériau d'assise (zone 4)

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 16	Rev 0

1.0 PORTÉE

Cette spécification technique décrit les exigences en matière de matériaux, de main-d'œuvre, d'équipement et de performance pour le placement du terrassement et du remblai afin de construire le déversoir de la Cellule 2 au PAR Expo de la mine Nunavik Nickel.

Les travaux décrits dans la spécification technique comprennent :

- les propriétés des matériaux de remblais, y compris les exigences granulométriques;
- le placement et le compactage des zones de remblai;
- le placement de l'enrochement;
- le remblaiement des tranchées excavées et des fossés de drainage.

2.0 GÉNÉRALITÉS

- L'entrepreneur construit les différentes zones de remblai selon les lignes, les élévations et les niveaux indiqués sur les plans de construction.
- Aucun remblai n'est placé sur un sol de fondation ou contre ou sur une structure jusqu'à ce que la préparation de la fondation ait été terminée et approuvée par écrit par le représentant du propriétaire, comme spécifié dans la spécification technique 0200 Préparation de l'excavation et de la fondation.
- Aucune broussaille, aucune branche, racine ou souche, aucun matériau de remblai gelé, gazon ou autre matériau inadéquat ne doit être incorporé au remblai.
- Les matériaux de remblai n'empiètent pas sur les zones adjacentes au-delà des tolérances des travaux.
- Les matériaux de remblai doivent être bien étalés dans les limites granulométriques indiquées. Les matériaux de remblai doivent être exempts de ségrégation.
- Les provenances des matériaux de remblai nécessitent l'autorisation du représentant du propriétaire.
- Les rampes d'accès sont construites par l'entrepreneur comme indiqué sur les plans de construction.
- L'assèchement des excavations et des fondations est effectué, si nécessaire, pour garder la fondation et le matériau de remblai au sec pendant l'avancement des travaux.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 16	Rev 0

L'assèchement est effectué comme indiqué dans la spécification technique 0700 Gestion des eaux.

- L'entrepreneur doit terminer les travaux conformément aux plans de construction et spécifications techniques. Le représentant du propriétaire peut modifier la conception pendant la construction en fonction des conditions rencontrées.

3.0 TOLÉRANCES

Les dimensions ne doivent pas être inférieures à celles indiquées et les pentes finales ne doivent pas être plus raides que celles indiquées sur les plans de construction. Sauf indication contraire sur les plans de construction, les tolérances dimensionnelles du terrassement sont les suivantes :

- tolérance de niveau +/- 0,1 m
- tolérance horizontale +/- 0,3 m

Pendant ses heures de travail, l'entrepreneur fournit et rend disponible à tout moment le personnel et l'équipement nécessaires pour garantir que le placement approprié et correct des travaux est continuellement maintenu pendant la construction. En cas d'erreurs dans la mise en œuvre des travaux, celles-ci sont corrigées, ainsi que tout ajustement nécessaire aux matériaux de remblai précédemment placés et découlant de ces erreurs, à la satisfaction du représentant du propriétaire avant le placement ultérieur des matériaux de remblai.

4.0 MATÉRIAUX

Les matériaux de remblai du déversoir ne doivent pas être générateurs d'acide ni posséder de potentiel de lixiviation de métaux. Des essais en laboratoire sont exigés par l'entrepreneur avant et pendant la construction pour confirmer les propriétés des matériaux.

Une fois que les zones d'emprunt auront été choisies pour s'approvisionner en matériaux de construction pour le déversoir, le propriétaire envoie des échantillons représentatifs suffisants au bureau de l'ingénieur et aux laboratoires géochimiques et géotechniques pour que des essais de laboratoire adéquats soient effectués avant l'acceptation des matériaux de construction proposés. Le résultat des essais de laboratoire est fourni à l'ingénieur pour examen et acceptation avant placement sur le site.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 16	Rev 0

Le matériau de remblai est exempt de lentilles, poche ou couche de matériau dont la granulométrie est sensiblement différente du matériau environnant dans la même zone. Le matériau placé qui ne satisfait pas aux exigences granulométriques indiquées est enlevé, mélangé ou autrement retravaillé pour produire un matériau adéquat.

Lorsque les exigences granulométriques permettent de grandes variations dans une zone de matériau donnée, le matériau est placé de manière à empêcher la migration des particules de matériau plus fines vers les espaces vides des matériaux plus grossiers. Lorsque la granulométrie de deux matériaux adjacents est jugée incompatible par le représentant du propriétaire et qu'il existe un danger de mouvement des particules, une couche de matériau d'au moins 0,5 m d'épaisseur, avec une granulométrie intermédiaire approuvée, est placée entre les matériaux de remblai en question.

Les particules surdimensionnées sont éliminées, soit à la source, soit pendant le placement ou les deux. Lorsque des épaisseurs de levée réduites sont nécessaires, les particules de taille supérieure aux 2/3 de l'épaisseur de levée réduite sont éliminées avant le compactage.

4.1 Enrochement sélectionné (zone 2)

L'enrochement sélectionné (zone 2) est nécessaire pour la construction de la partie inférieure de la digue du bassin de collecte principal, des routes d'accès et des rampes d'accès au périmètre. Le matériau doit provenir de l'excavation du socle rocheux, ou des stériles tout-venant produits par la mine. Le matériau est un enrochement bien étalé, sain, compétent et durable, exempt de neige, de glace, de bloc gelé, de matière organique, de débris et d'autres matériaux délétères jugés inappropriés par le représentant du propriétaire.

Le matériau de la zone 2 est inerte, sans potentiel de génération d'acide ni de lixiviation de métaux. Le matériau est dans les limites granulométriques indiquées au tableau 4.1. La taille maximum des particules ne dépasse pas 500 mm. Le matériau d'enrochement sélectionné possède une résistance à la compression uniaxiale minimum de 40 MPa, et pas plus de 60 % de perte pendant l'essai d'abrasion de Los Angeles.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 16	Rev 0

Tableau 4-1 Limites granulométriques pour l'enrochement sélectionné (zone 2)

Taille de particule (mm)	Pourcentage de masse passante (%)
500	100
300	de 70 à 100
200	de 60 à 100
100	de 40 à 80
19	de 5 à 35
9,6	de 0 à 20
4,75	de 0 à 15
0,075	de 0 à 5

4.2 Matériau de transition (zone 3/3a)

Le matériau de transition est nécessaire à la compatibilité entre l'enrochement sélectionné (zone 2) et le matériau d'assise (zone 4). Ce matériau peut être constitué d'esker (matériau surdimensionné à partir du tamisage utilisé pour produire le matériau de la zone 4) ou de pierre de carrière concassée.

Le matériau doit être bien étalé, sain, compétent et durable, exempt de neige, de glace, de bloc gelé, de matière organique, de débris et d'autres matériaux délétères jugés inappropriés par le représentant du propriétaire.

Le matériau de la zone 3 est inerte sans potentiel de génération d'acide ni de lixiviation de métaux, à l'exception de la zone 3a aux plans (sous la géomembrane) qui peut être constituée de matériaux inertes ou potentiellement générateurs d'acide et/ou lixiviables. Le matériau possède une résistance à la compression uniaxiale minimum de 40 MPa, et pas plus de 60 % de perte pendant l'essai d'abrasion de Los Angeles. Le matériau est constitué de particules bien étalées, propres, composées de cailloux et blocs, conformes aux limites de granulométrie du tableau 4-2.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 16	Rev 0

**Tableau 4-2 Limites granulométriques pour le matériau de transition
(zone 3)**

Taille de particule (mm)	Pourcentage de masse passante (%)
200	100
152,4	86-100
76,2	35-100
25,4	5-40
12,7	0-18
4,76	0-9
2	0-5

4.3 Matériau d'assise (zone 4/4a)

Le matériau d'assise est nécessaire pour l'installation des géosynthétiques dans le déversoir. Ce matériau peut être constitué d'esker tamisé ou de pierre de carrière concassée.

Le matériau concassé doit être bien étalé, sain, compétent et durable, exempt de neige, de glace, de bloc gelé, de matière organique, de débris et d'autres matériaux délétères jugés inappropriés par le représentant du propriétaire.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 8 de 16	Rev 0

Le matériau de la zone 14 est inerte, sans potentiel de génération d'acide ni de lixiviation de métaux, à l'exception de la zone 4a aux plans (sous la géomembrane) qui peut être constituée de matériaux inertes ou potentiellement générateurs d'acide et/ou lixiviables. Le matériau est dans les limites granulométriques indiquées au tableau 4-2.

Tableau 4-3 Limites granulométriques pour le matériau d'assise (zone 4)

Taille de particule (mm)	Pourcentage de masse passante (%)
20	100
12,7	50-100
4,76	23-68
0,425	0-20
0,075	0-15

4.4 Perré moyen

Un perré moyen est nécessaire pour la protection du remblai du déversoir. L'entrepreneur doit produire ce matériau à partir du substrat rocheux de carrière ou d'esker tamisé surdimensionné, constitué de particules saines, compétentes, durables et inertes de la taille d'un galet et d'un bloc rocheux. Les sources pour ce matériau sont analysées avant la construction pour confirmer que la roche est sans potentiel de génération d'acide ni de lixiviation de métaux.

La protection contre l'érosion est constituée de particules de la taille de cailloux et de blocs propres et bien étalés, répondant aux exigences granulométriques ci-après :

- Aucun fragment ne mesure plus de 500 mm;
- Au moins 50 % du poids du matériau est constitué de fragments de plus de 350 mm;
- Au moins 85 % du poids du matériau est constitué de fragments supérieurs au tamis de 4,74 mm (norme américaine n° 4);
- De la fraction passant le tamis de 75 mm (3 pouces); pas plus de 5 % en poids ne passe le tamis de 0,075 mm (norme américaine n° 200).

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 9 de 16	Rev 0

5.0 PLACEMENT DU REMBLAI

5.1 Généralités

- Le placement des matériaux de remblai comprend le chargement, le transport, le déchargement, le stockage et la manutention supplémentaire, le cas échéant.
- Le matériau de remblai n'est placé sur l'une des parties de la fondation qu'une fois la fondation inspectée et autorisée par écrit par le représentant du propriétaire.
- Les structures sont construites selon les lignes, les niveaux, le zonage et les coupes transversales indiqués sur les plans de construction en utilisant uniquement des matériaux appropriés tels que définis dans les spécifications techniques ou autorisés par le représentant du propriétaire.
- L'adéquation de l'équipement, les méthodes de travail, le taux d'avancement et la qualité des travaux sont démontrés au cours des étapes initiales des travaux ou à tout moment à la demande du représentant du propriétaire. Dans le cas où l'exécution des travaux ne satisfait pas aux exigences de qualité ou d'échéancier, l'entrepreneur doit mettre immédiatement en œuvre les changements nécessaires pour assurer la qualité requise et l'achèvement prévu des travaux.
- Pendant le déchargement et le placement, les matériaux inadéquats tels que, mais sans s'y limiter, les débris, les matières organiques, la végétation ou tout autre matériau inapproprié, doivent être retirés.
- Les matériaux sont transportés, déchargés et placés de façon à éviter la ségrégation, de sorte que chaque zone soit homogène, sans stratification horizontale, lentille, poche, ornière ou couche de matériau de texture ou de granulométrie différente non conforme aux exigences indiquées pour le matériau de chaque zone.
- Le mélange de matériaux de zones adjacentes doit être évité.
- L'accumulation de particules surdimensionnées, en particulier entre les différentes zones de matériaux et au contact des culées de la digue, est enlevée et remplacée par des matériaux appropriés comme indiqué aux spécifications techniques.
- Le compactage du matériau de remblai varie selon la zone. L'entrepreneur est responsable d'effectuer le compactage dans les zones de remblai comme indiqué dans les spécifications techniques ou sous réserve de l'autorisation du représentant du

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 10 de 16	Rev 0

propriétaire. Le placement initial de chaque zone implique des essais sur le terrain pour déterminer le placement et la méthode de compactage nécessaires.

- Avant le placement du remblai, l'eau, la glace, la neige ou autre matériau nuisible doit être enlevé de la surface de la fondation, à la satisfaction du représentant du propriétaire.
- La différence d'élévation maximum entre les surfaces compactées adjacentes dans le remblai est d'une épaisseur de levée.
- Les pentes temporaires dans le remblai ne sont pas souhaitables et sont à éviter.

5.2 Enrochement sélectionné (zone 2)

- La levée maximum de l'enrochement non compactée est de 1000 mm.
- Le déchargement libre de l'enrochement en piles n'est autorisé que si les piles sont étalées par un bulldozer et que les camions de roulage chargés circulent sur le matériau nivelé.
- L'enrochement est placé de façon qu'il n'y ait aucun vide important dans le remblai.

5.3 Matériau de transition (zone 3)

- La levée maximum non compactée est de 300 mm.
- Le déchargement libre du matériau en piles n'est autorisé que si les piles sont nivelées par un bulldozer et que les camions de roulage chargés circulent sur le matériau nivelé.
- Le matériau est placé de façon qu'il n'y ait aucun vide important dans le remblai.

5.4 Matériau d'assise (zone 4)

- La levée maximum non compactée est de 300 mm.
- Avant de placer des levées ou des couches successives, le matériau préalablement compacté et/ou ayant fait l'objet d'essais qui est érodé, lavé, sursaturé ou ne répondant pas aux spécifications techniques doit être enlevé et remplacé par un matériau approprié.
- Lorsqu'un matériau est remplacé, le nouveau matériau est convenablement compacté et doit faire l'objet d'essais conformément aux spécifications techniques.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 11 de 16	Rev 0

- Transporter le matériau au moyen d'unités de transport qui ont une surface d'appui adéquate afin d'éviter l'orniérage. S'assurer que les unités de transport ne suivent pas les traces. Cependant, si l'orniérage se produit, scarifier et recompacter pour produire une surface uniforme.
- Le matériau d'assise (zone 4) mis sur les géosynthétiques est placé dans des levées horizontales en commençant au point le plus bas des géosynthétiques.
- Un équipement à basse pression au sol est utilisé pour placer le matériau de remblai sur les géosynthétiques.

5.5 Perré moyen

- La protection contre l'érosion est placée et nominalement compactée pour former une masse étroitement imbriquée.
- La ségrégation du matériau entraînant des accumulations discrètes ou des nids de graviers et/ou cailloux n'est pas autorisée.

6.0 COMPACTAGE

6.1 Généralités

Le matériau de remblai est placé et convenablement compacté comme indiqué aux sections suivantes :

- Avant le compactage, enlever les particules surdimensionnées accumulées, en particulier entre les différentes zones de matériau et au contact des culées de la digue et les remplacer par un matériau approprié comme indiqué aux présentes spécifications techniques.
- Chaque levée est compactée avant le placement de la levée suivante.
- Si le compactage d'une levée ou d'une partie d'une levée est insuffisant en raison du manque de recouvrement des passes de compacteur, d'une épaisseur de levée excessive, d'une teneur en humidité excessive ou insuffisante, d'une densité insuffisante ou d'un équipement de compactage inapproprié, tel que déterminé par le représentant du propriétaire, l'entrepreneur améliore l'état du remblai conformément aux exigences indiquées aux présentes spécifications techniques ou à la demande du représentant du propriétaire avant de recompacter la levée. Si les travaux supplémentaires ne peuvent pas donner un résultat satisfaisant, l'entrepreneur enlève et élimine cette levée ou sa partie avant de la remplacer par un nouveau matériau.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 12 de 16	Rev 0

- Réduire au minimum l'accumulation d'eau, de neige, de glace ou d'autre(s) matériau(x) nuisible(s) à la surface du remblai ou des fondations. Si ce type de matériau s'accumule à la surface, le retirer avant de placer les levées ultérieures de matériau. Si la collecte de ce matériau a causé une détérioration de l'état du matériau du remblai ou de la fondation, améliorer l'état pour répondre aux spécifications techniques ou retirer ce matériau, comme indiqué par le représentant du propriétaire, avant le placement des levées ultérieures.

6.2 Compactage

- Le compactage est effectué à l'aide d'un compacteur vibrant à tambour lisse. La taille de l'équipement approprié est à déterminer au moment des essais de placement et de compactage.
- Effectuer le roulage sur de grandes surfaces et exécuter les virages avec soin pour obtenir un compactage uniforme.
- Un passage de rouleau compacteur sur la zone en cours de compactage constitue une passe.
- Les passages adjacents se recouvrent d'au moins 600 mm.
- Chaque levée compactée fait l'objet d'essais et/ou est échantillonnée par un personnel qualifié conformément à la spécification technique 0900 Contrôle des levés et au plan AQ/CQ. Chaque levée est également vérifiée, autorisée et signée par le représentant du propriétaire avant l'installation de la levée suivante.
- En général, le remblai n'est pas placé plus sec que la teneur en eau optimale. L'entrepreneur ajuste et maintient le remblai à la teneur en eau indiquée pour le compactage de manière à assurer une répartition uniforme de l'humidité pour chaque levée.
- La vitesse de l'équipement de compactage ne doit pas dépasser pas 4 km/h.

6.2.1 Enrochement sélectionné (zone 2)

- La circulation de camions de roulage chargés sur l'enrochement est effectuée de manière à obtenir un compactage sur toute la largeur de l'enrochement.
- Le compactage est obtenu en effectuant quatre (4) passes avec un rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes. Le représentant du propriétaire assure la supervision d'un essai de compactage sur le terrain effectué dans le cadre du compactage initial du remblai rocheux. Les observations de l'essai sur le terrain sont utilisées pour déterminer

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 13 de 16	Rev 0

si des passes supplémentaires s'avèrent nécessaires pour obtenir un compactage suffisant de l'enrochement.

6.2.2 Matériau de transition (zone 3/3a)

- Le compactage est obtenu en effectuant quatre (4) passes avec un rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes. Le représentant du propriétaire assure la supervision d'un essai de compactage sur le terrain effectué dans le cadre du compactage initial du remblai. Les observations de l'essai sur le terrain sont utilisées pour déterminer si des passes supplémentaires sont requises.

6.2.3 Matériau d'assise (zone 4/4a)

- Sauf indication contraire du représentant du propriétaire, le matériau d'assise est compacté à une densité d'au moins 95 % de la densité sèche Proctor standard maximum (DPSM) à l'aide d'un rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes. Le nombre de passes requis est déterminé par une planche d'essai au terrain et devrait être d'au moins quatre (4) passes.
- La surface d'assise finale des géosynthétiques (p. ex. sous la géomembrane) est lissée à l'aide d'un compacteur à tambour lisse. La surface finale est autorisée par écrit par le représentant du propriétaire et l'installateur de géosynthétiques avant le placement des géosynthétiques.
- Le matériau de remblai placé immédiatement sur les géosynthétiques n'est compacté qu'au godet de l'excavatrice.

7.0 CONSTRUCTION DE TRANCHÉE

7.1 Excavation de tranchée

- Les tranchées d'imperméabilisation pour le confinement des infiltrations et les fossés de drainage sont construites selon la profondeur et l'alignement indiqués sur les plans de construction.
- Les pentes de tranchée illustrées sont basées sur l'expérience de travail avec des excavations à ciel ouvert sur le site. Il pourra s'avérer nécessaire de les adoucir pour contrôler l'érosion et l'instabilité.
- L'entrepreneur place le matériau excavé dans les zones désignées par le propriétaire ou son représentant.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 14 de 16	Rev 0

- Toute marche ou tout surplomb à l'intérieur de la base d'une tranchée dans laquelle le matériau de remblai ne peut pas être correctement compacté est enlevé ou modifié selon les directives du représentant du propriétaire afin de permettre le placement et le compactage du matériau de remblai conformément aux spécifications techniques.
- Le traitement des marches ou des surplombs dans la base de la tranchée peut nécessiter l'utilisation d'un marteau-piqueur, d'un marteau hydraulique, d'un outil manuel, d'une brosse et/ou d'un jet d'air. L'écaillage et le ciselage à l'aide d'une excavatrice avec brise-roche, d'un marteau-piqueur ou d'un autre type d'équipement peuvent s'avérer nécessaires selon les directives du représentant du propriétaire. Un écaillage répété peut s'avérer nécessaire.
- Tout matériau meuble est enlevé de la base de la tranchée d'imperméabilisation de manière qu'elle soit propre et totalement exposée, sans restes de sol meuble, de roche ou de débris.
- Sous réserve de l'autorisation du représentant du propriétaire, une solution à l'enlèvement des surplombs, des faces verticales et/ou des marches consiste à utiliser un mélange de béton maigre pour remplir la base de la tranchée et fournir une surface appropriée pour le placement du remblai. L'ingénieur prépare une spécification technique sur le mélange de béton et une procédure de placement, le cas échéant.
- L'entrepreneur informe le représentant du propriétaire lorsque les excavations de tranchée atteignent les lignes, les niveaux et les pentes requis. L'entrepreneur fournit un préavis d'au moins 24 heures au représentant du propriétaire pour l'informer que les zones de tranchée excavée sont prêtes à être autorisées.

7.2 Perturbation du terrain adjacent

Les procédures d'excavation des tranchées ne modifient pas l'état naturel du sol au-delà des limites d'excavation ou du remblai adjacent.

8.0 DÉVELOPPEMENT DES SOURCES D'EMPRUNT

- L'entrepreneur obtient le matériau de construction auprès de sources d'emprunt désignées dans les limites de la propriété minière sous réserve de l'autorisation du propriétaire.
- Les sources d'emprunt sont développées et entretenues conformément aux permis d'exploitation et aux autorisations.
- L'entrepreneur doit retirer le matériau inapproprié et l'entreposer aux emplacements approuvés dans la zone d'emprunt pour la réhabilitation.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 15 de 16	Rev 0

- Le banc d'emprunt est aménagé de manière ordonnée. L'accumulation d'eau à la suite de l'excavation n'est pas autorisée. Toutes les pentes finales de l'excavation ne doivent pas être plus raides que 3(H):1(V).

9.0 PROTECTION ET INSTALLATION DE L'INSTRUMENTATION

- L'entrepreneur veille à éviter d'endommager l'instrumentation existante et les fils conducteurs. Les fils conducteurs sont allongés, si requis, pour maintenir l'accès pour inspection et/ou de téléchargement des enregistreurs de données.
- L'instrumentation est installée à l'intérieur du remblai comme indiqué sur les plans de construction.
- Les fils conducteurs de l'instrumentation sont protégés par une épaisseur minimum de 200 mm de matériau d'assise (zone 4) pour éviter les dommages causés par de grosses particules sur fils conducteurs, comme indiqué par le représentant du propriétaire.

10.0 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ (CQ) ET ASSURANCE DE LA QUALITÉ (AQ)

10.1 Généralités

- L'entrepreneur assure le contrôle de la qualité (CQ), y compris les levés, l'inspection et les essais sur les matériaux, comme l'exige la spécification technique 0900 Contrôle des levés et plans AQ/CQ.
- L'inspection et les essais d'AQ sont effectués par le représentant du propriétaire pour confirmer l'inspection de contrôle de la qualité de l'entrepreneur, en veillant au respect des spécifications techniques de conception, qui comprennent l'état de la fondation, la granulométrie des matériaux, le compactage et la teneur en humidité des matériaux de remblai. Les relevés d'AQ pour confirmer les niveaux de construction et les limites sont coordonnés par le représentant du propriétaire. Le représentant du propriétaire peut demander un relevé d'AQ à tout moment.

10.2 Inspection et essais

- L'entrepreneur coordonne l'inspection du CQ, l'échantillonnage et les essais conformément aux spécifications techniques afin de déterminer l'adéquation des matériaux de remblai pour la construction, conformément aux spécifications techniques.

Spécification technique 0300 Terrassement	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 16 de 16	Rev 0

- L'entrepreneur effectue les inspections, les échantillonnages et essais nécessaires dans les zones d'emprunt et les piles de stockage de matériaux traités, le cas échéant, pour s'assurer que seuls les matériaux de composition, de granulométrie et de teneur en humidité indiquées sont fournis pour les travaux.
- Le représentant du propriétaire confirme l'adéquation des zones d'emprunt de matériaux, notamment en organisant les inspections, l'échantillonnage et les essais nécessaires.
- L'entrepreneur effectue les inspections, les échantillonnages et les essais nécessaires pour s'assurer que seuls les matériaux nécessaires de composition, de granulométrie et de teneur en humidité indiquées sont fournis pour les travaux.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 10	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GÉNÉRALITÉS	2
1.1 Description.....	2
1.2 Planification	2
1.3 Travaux connexes	2
1.4 Normes de référence.....	3
1.5 Soumissions	4
1.6 Étiquetage	4
1.7 Livraison	5
1.8 Entreposage , protection et manutention temporaires.....	5
1.9 Mesure de paiement.....	5
2.0 PRODUITS.....	6
2.1 Fabricant.....	6
2.2 Matériaux.....	6
3.0 EXÉCUTION	8
3.1 Séquence de construction	8
3.2 Pose	8
3.3 Jointage.....	9
3.4 Réparation	10
3.5 Protection du produit	10

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 Propriétés nécessaires des géotextiles non tissés

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 10	Rev 0

1.0 GÉNÉRALITÉS

1.1 Description

Cette spécification technique décrit :

- la fabrication des géotextiles non tissés répondant aux exigences de cette spécification technique, y compris les exigences en matière de contrôle de la qualité qui doivent être respectées à la fois pour les matières premières et le produit manufacturé;
- la fourniture des géotextiles (protection en géotextile et séparateur géotextile) pour l'expédition FAB au Port Sainte-Catherine, Québec;
- le déchargement/stockage temporaire des géotextiles sur le site Expo, Mine Nunavik Nickel.

Le but de la protection en géotextile pour le déversoir est de protéger la géomembrane contre la perforation par des particules de gravier dans la couche d'assise. La couche d'assise est de calibre 0-20 mm (zone 4).

1.2 Planification

- L'entrepreneur en géotextile commencera les travaux immédiatement après l'attribution du contrat et procédera sans interruption jusqu'à ce que tous les travaux d'installation des géosynthétiques pour le bassin de collecte soient terminés.

1.3 Travaux connexes

- Géomembrane en PEBDL (spécification technique 0500).

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 10	Rev 0

1.4 Normes de référence

- Société américaine pour les essais et les matériaux (ASTM).
 - ASTM D 4354, « pratique sur l'échantillonnage des géosynthétiques à des fins d'essai » (*Practice for Sampling Geosynthetics for Testing*).
 - ASTM D 4355, « méthode d'essai sur la détérioration des géotextiles par exposition à la lumière ultraviolette avec eau (dans un appareil avec arc au xénon) » (*Test Method for Deterioration of Geotextiles from Exposure to Ultraviolet Light and Water [Xenon-Arc Type Apparatus]*).
 - ASTM D 7238, « méthode d'essai sur l'effet de l'exposition de la géomembrane en polyoléfine non renforcée dans un appareil à lampe UV fluorescente plus condensation » (*Test Method for Effect of Exposure of Unreinforced Polyolefin Geomembrane Using Fluorescent UV Condensation Apparatus*).
 - ASTM D 4533, « méthode d'essai sur la résistance à la déchirure trapézoïdale des géotextiles » (*Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles*).
 - ASTM D 4632, « méthode d'essai sur la charge de rupture et l'allongement des géotextiles (méthode d'arrachement) » (*Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles [Grab Method]*).
 - ASTM D 4833, « méthode d'essai sur l'indice de résistance à la perforation des géotextiles, géomembranes et produits apparentés » (*Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products*).
 - ASTM D 6241, « méthode d'essai sur l'indice de résistance à la perforation des géotextiles, géomembranes et produits apparentés à l'aide d'une sonde de 50 mm » (*Test Method for Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile Related Products Using a 50-mm Probe*).
 - ASTM D 4873 « Guide pour l'identification, le stockage et la manipulation des géotextiles » (*Guide for Identification, Storage and Handling of Geotextiles*).
 - ASTM D 5199, « méthode d'essai pour mesurer l'épaisseur nominale des géotextiles et des géomembranes » (*Test Method for Measuring Nominal Thickness of Geotextiles and Geomembranes*).
 - ASTM D 5261, « méthode d'essai standard pour mesurer la masse par unité de surface des géotextiles » (*Standard Test Method for Measuring Mass Per Unit Area of Geotextiles*).

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 10	Rev 0

- GRI Standard GT12(a) – ASTM version, Geosynthetics Research Institute, « méthodes d'essai et propriétés des géotextiles non tissés utilisés comme matériaux de protection (ou d'amortissement) » (*Test Methods and Properties for Nonwoven Geotextiles Used as Protection [or Cushioning] Materials*), Rév 2 : 3 mars 2016.
- GRI Standard GT13(a) – ASTM version, Geosynthetics Research Institute, « méthodes d'essai et propriétés des géotextiles utilisés comme séparation entre le sol de fondation et l'agrégat » (*Test Methods and Properties for Geotextiles Used as Separation Between Subgrade Soil and Aggregate*), Rév 4 : 20 juin 2017.

1.5 Soumissions

- L'entrepreneur en géotextile fournit à l'ingénieur un certificat indiquant le nom du fabricant du géotextile, le nom du produit, le style, la composition chimique et toute autre information pertinente pour une description complète du géotextile.
- Au moins deux (2) semaines avant la livraison des matériaux à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géotextile fournit à l'ingénieur des copies des données d'essais en usine et un certificat attestant que les géotextiles satisfont aux exigences de la présente spécification technique. Le certificat est attesté par une personne ayant l'autorité légale d'engager le fabricant.
- L'ingénieur peut également prélever un échantillon des matériaux géotextiles avant l'expédition sur le site pour des essais indépendants.
- Avant de fabriquer des rouleaux avec des joints préfabriqués, soumettre les détails de la méthode de jointage, y compris l'équipement et les matériaux de jointage, pour autorisation par l'ingénieur. L'ingénieur peut exiger des essais de contrôle pour vérifier l'intégrité des joints préfabriqués par le fabricant.
- Obtenir l'autorisation écrite de l'ingénieur pour les méthodes d'essai des géotextiles et de jointage des géotextiles avant la pose du géotextile.
- Les résultats des essais de contrôle de la qualité de fabrication sont fournis sur demande.

1.6 Étiquetage

- L'étiquetage, l'expédition et le stockage des géotextiles sont effectués conformément à la norme ASTM D 4873.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 10	Rev 0

- Le nom du fabricant ou du fournisseur, le nom du style et le numéro de rouleau sont clairement indiqués sur les étiquettes de produit.

1.7 Livraison

- Avant l'expédition à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géotextile fournit au propriétaire les consignes écrites du fabricant sur les bonnes méthodes de chargement et de déchargement.
- Les rouleaux de géotextile sont livrés à Port Sainte-Catherine dans des conteneurs adaptés à l'expédition maritime, afin d'éviter d'endommager le géotextile au moment du chargement/déchargement sur navire pour expédition sur le site.
- Les rouleaux de géotextile sont déchargés des conteneurs sur le site par l'entrepreneur en géotextile, puis inspectés visuellement par l'entrepreneur en géotextile et l'ingénieur pour déterminer si des rouleaux ont été endommagés pendant le transport et la manutention. Les réparations des rouleaux géotextiles endommagés sont effectuées conformément à la section 3.4 de la présente spécification technique. Les rouleaux fortement endommagés seront rejetés et remplacés par l'entrepreneur en géotextile, sans frais pour le propriétaire.
- Chaque rouleau de géotextile est enveloppé d'un matériau qui protégera le géotextile des dommages causés par la manipulation, l'expédition, l'eau, la lumière du soleil et les contaminants.

1.8 Entreposage, protection et manutention temporaires

- L'entrepreneur en géotextile entrepose les rouleaux de géotextile reçus sur place conformément aux consignes écrites du fabricant. Pendant l'entreposage, les rouleaux de géotextile sont surélevés du sol et convenablement couverts pour les protéger contre les dommages de construction du site, l'exposition prolongée aux rayons ultraviolets (UV), les précipitations, les produits chimiques, les flammes, les étincelles, les températures supérieures à 71 °C et toute autre condition environnementale susceptible d'endommager le géotextile.

1.9 Mesure de paiement

- Prix unitaire proposé pour une compensation complète de la fabrication, de la fourniture pour l'expédition FAB, Port Sainte-Catherine, Québec, du déchargement/stockage temporaire et de la pose des géotextiles sur le site, y compris toute la main-d'œuvre, les

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 10	Rev 0

matériaux, l'équipement et les installations associées nécessaires à la manutention et à la pose adéquates des géotextiles selon les lignes, les catégories et les dimensions indiquées sur les plans de construction du bassin de collecte.

- Le paiement sera basé sur la surface exposée finie du géotextile terminé (mètres carrés). Les allocations pour chevauchement du tissu aux joints et aux réparations sont comprises dans le coût unitaire par mètre carré de surface exposée finie. La surface finie du géotextile sera fournie par l'entrepreneur en géotextile et sera vérifiée par le représentant du propriétaire. L'entrepreneur sera responsable de l'excavation et du remblayage des tranchées d'ancrage.
- Les essais sur les échantillons collectés sur le terrain requis par l'ingénieur et menés par une société de laboratoire d'assurance de la qualité de la construction de membranes géosynthétiques (AQC) sont aux frais du propriétaire, sauf les coûts des essais échoués, qui sont déduits des sommes dues à l'entrepreneur en géotextile.

2.0 PRODUITS

2.1 Fabricant

- Le(s) fabricant(s) de géotextile est/sont autorisé(s) par l'ingénieur.

2.2 Matériaux

- La protection de géotextile pour la géomembrane du déversoir a une masse minimale de 542 g/m² par unité de surface géotextile non tissé, en polypropylène ou en polyester, avec des valeurs de rouleau moyennes minimales respectant ou dépassant les critères spécifiés au tableau 2-1.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 10	Rev 0

Tableau 2-1 Propriétés nécessaires des géotextiles non tissés

Propriété	Qualificateur	Unités	Valeur nécessaire pour le géotextile de protection	Méthode d'essai
Structure	-	-	Non-tissé aiguilleté	-
Composition du polymère	Minimum	%	95 % en masse polypropylène ou polyester	-
Masse par unité de surface	MARV	g/m ²	542	ASTM D 5261 (géotextile)
Résistance à l'arrachement en traction	MARV	N	1640	ASTM D 4632
Allongement à l'arrachement en traction	MARV	%	50	ASTM D 4632
Résistance à la déchirure	MARV	N	640	ASTM D 4533
Résistance à la perforation (CBR)	MARV	N	4000	ASTM D 6241
Résistance aux UV	Minimum	%	70	ASTM D 7238

Remarque :

1. Les valeurs requises indiquées au tableau ci-dessus sont basées sur la spécification technique GRI GT12 (a) (tableau 1b) du 3 mars 2016 pour le géotextile fourni au site aux fins des travaux décrits par ces spécifications techniques.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 8 de 10	Rev 0

- Les essais d'assurance de la qualité de fabrication du géotextile sont effectués à une fréquence conforme à la norme ASTM D 4354.
- Le géotextile est à fournir en rouleaux d'au moins 6,5 mètres de largeur continus. Sinon, il est possible d'utiliser des rouleaux plus étroits pour fabriquer la largeur de 6,5 mètres, à condition que le panneau fabriqué ne comporte pas plus de deux (2) joints de fabrication.
- La longueur minimum du rouleau est égale à la longueur minimum de série du fabricant.
- Les fils pour joints cousus sont des fils polymères des mêmes matériaux et aussi chimiquement résistants et durables que le géotextile.

3.0 EXÉCUTION

3.1 Séquence de construction

- L'entrepreneur en géotextile coordonne l'installation du géotextile avec l'entrepreneur en terrassement, afin d'assurer un transfert sans heurts des responsabilités.

3.2 Pose

- Avant la pose, l'entrepreneur en géotextile inspecte la surface de l'assise et fournit une attestation écrite à l'ingénieur indiquant que la surface préparée convient à la pose du géotextile.
- Minimiser les perturbations de la surface de litière par les activités de pose du géotextile.
- Poser les géotextiles conformément aux plans de construction et/ou selon les directives du représentant du propriétaire. La surface de la couche d'assise est exempte d'eau stagnante, de neige, de glace, de cailloux ou d'autres débris au moment du déploiement des géotextiles. L'entrepreneur est responsable de l'état de la couche d'assise, à l'exception des dommages causés par l'entrepreneur en géotextile.
- Disposer les géotextiles en déroulant le géotextile sur la surface d'assise selon les consignes du fabricant.
- Le géotextile peut être retenu en place avec des sacs de sable pendant la pose et les périodes de vent. Les tiges ou les piquets ne seront pas autorisés.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 9 de 10	Rev 0

- Disposer les panneaux géotextiles pour minimiser les plis ou les rides, en particulier le long des chevauchements avant le jointage.
- Empêcher le piégeage de graviers et de cailloux pouvant endommager la géomembrane sous le géotextile de protection.
- Retirer et remplacer le géotextile endommagé ou détérioré selon les directives du représentant du propriétaire. Le géotextile contaminé par la boue, la poussière ou la saleté peut nécessiter un lavage ou un retrait ainsi qu'un remplacement selon les directives du représentant du propriétaire. Retirer les matériaux pouvant nuire à l'intégrité du géotextile avant de le recouvrir, comme indiqué par le représentant du propriétaire.
- N'autoriser à aucun moment le passage d'un véhicule directement sur le géotextile.
- Ne pas laisser le géotextile de protection « couvrir » les vides ou des creux de la fondation. La fondation est réparée par l'entrepreneur, le cas échéant, de sorte que le géotextile de protection repose uniformément sur la surface de la fondation.

3.3 Jointage

- Tous les joints de géotextile sont cousus ou thermocollés en continu (c.-à-d. que le jointage par points n'est pas autorisé) de sorte qu'ils ne se séparent pas au moment de la pose de la géomembrane ou des matériaux granulaires sus-jacents. Les panneaux géotextiles se chevauchent d'au moins 150 mm avant le jointage. Tous les joints le long des pentes latérales sont orientés vers le bas de la pente.
- Les joints de géotextile sont réalisés à l'aide de fil polymère ayant des propriétés de résistance chimique égales ou supérieures à celles du géotextile. Les joints sont cousus de façon à obtenir un joint plat (prière), un joint en « J » ou un joint « papillon », avec 3 à 6 points par 25 mm. Le type de point est un point de chaîne à double verrouillage ou autre s'il est autorisé par l'ingénieur.
- Au moment d'effectuer un joint plat, le jointage est d'environ 38 mm (+/- 6 mm) du bord extérieur du tissu (pas dans la lisière ou au bord de la lisière). Le joint plié en « J » et le joint papillon nécessitent un pli de 30 mm à 50 mm du bord du tissu avec le jointage à environ 25 mm du bord plié.
- S'assurer de ne pas endommager la doublure de la géomembrane sous-jacente pendant le collage de la tête des joints du coussin géotextile. Tous dommages à la géomembrane doivent être réparés et faire l'objet d'essais conformément à la spécification technique 0500 – géomembrane en PEBDL.

Spécification technique 0400 Géotextiles	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 10 de 10	Rev 0

- Déposer le géotextile de manière que les joints effectués en usine restent visibles pour faciliter l'inspection après le déploiement.

3.4 Réparation

- Réparer les trous ou déchirures dans le géotextile en cousant en place une pièce fabriquée à partir du même géotextile, avec un chevauchement minimum de 600 mm dans toutes les directions.
- S'assurer d'enlever la terre ou tout autre matériau qui aurait pu pénétrer dans le géotextile déchiré.

3.5 Protection du produit

- Utiliser tous les moyens nécessaires pour protéger les travaux et matériaux antérieurs.
- En cas de dommage au géotextile, effectuer immédiatement les réparations et les remplacements nécessaires, avec l'autorisation du représentant du propriétaire, sans frais supplémentaires pour le propriétaire.
- L'exposition du géotextile aux éléments après la pose est limitée à 14 jours pour éviter les dommages.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 20	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GÉNÉRALITÉS	3
1.1 Description.....	3
1.2 Planification	3
1.3 Travaux connexes	3
1.4 Qualifications du fabricant, du fournisseur et de l'entrepreneur en géomembrane	5
1.5 Certificats de contrôle de la qualité	6
1.6 Garantie du matériau	6
1.7 Garantie.....	6
1.8 Livraison	7
1.9 Stockage, protection et manutention temporaires	7
1.10 Mesure du paiement.....	7
2.0 PRODUITS.....	8
2.1 Matières premières.....	8
2.2 Géomembrane fabriquée.....	8
2.3 Tige et/ou cordon extrudé.....	9
3.0 EXÉCUTION	9
3.1 Géomembrane.....	9
3.2 Séquence de construction	10
3.3 Installation	10
3.4 Soudure	11
3.4.1 Matériau et équipement	12
3.4.2 Chevauchement et préparation	12
3.4.3 Conditions climatiques	13
3.4.4 Joints d'essai	13
3.4.5 Essais non destructifs.....	14
3.4.6 Essais destructifs.....	14
3.4.7 Acceptation des joints.....	15
3.4.8 Réparation	16
3.5 Acceptation du revêtement.....	17
3.6 Élimination des matières résiduelles	17
3.7 Documentation	17

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 20	Rev 0

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1-1 Propriétés typiques de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) (lisse)
- Tableau 1-2 Propriétés typiques de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) (texturée)
- Tableau 2-1 Résistance des joints et propriétés associées de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) lisse thermocollée (unités S.I.)

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 20	Rev 0

1.0 GÉNÉRALITÉS

1.1 Description

La géomembrane est placée dans le déversoir de la Cellule 2, comme indiqué sur les plans de construction. La géomembrane est une géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL). Le déversoir peut être construit à partir de géomembranes entreposées provenant d'un programme de construction antérieur.

Cette spécification technique décrit :

- la fabrication de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) d'épaisseur, lisse, à surface blanche (du côté supérieur uniquement), y compris les exigences de contrôle de la qualité devant être respectées pour les matières premières et le produit manufacturé;
- la fabrication de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) d'épaisseur, texturée, à surface noire (du côté supérieur uniquement), y compris les exigences de contrôle de la qualité devant être respectées pour les matières premières et le produit manufacturé;
- la fourniture de la géomembrane pour l'expédition FAB Port Sainte-Catherine, Québec; et
- l'entreposage temporaire de la géomembrane en PEBDL du site Expo, mine Nunavik Nickel.

Si l'approvisionnement en revêtement en PEBDL est limité, l'entrepreneur doit demander des directives supplémentaires sur le terrain à l'ingénieur avant l'installation de la géomembrane en PEBDL.

1.2 Planification

- L'entrepreneur en géomembrane commence les travaux après l'octroi du contrat et procède immédiatement jusqu'à ce que les travaux d'installation de la géomembrane pour le bassin de collecte soient terminés.

1.3 Travaux connexes

- Géotextile (spécification technique 0400).
- Normes de référence :

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 20	Rev 0

■ Société américaine pour les essais et les matériaux (ASTM) :

- ASTM D 792, « méthodes d'essai pour la densité et la gravité spécifique (densité relative) des plastiques par déplacement »;
- ASTM D 1004, « méthode d'essai pour la résistance initiale à la déchirure des pellicules et des feuilles plastiques »;
- ASTM D 1238, « méthode d'essai pour les débits de thermoplastique par extrusion plastomère »;
- ASTM D 1505, « méthode d'essai pour la densité des plastiques par la technique du gradient de densité »;
- ASTM D 1603, « méthode d'essai sur le noir de carbone dans les plastiques oléfiniques »;
- ASTM D 3895, « méthode d'essai sur le temps d'induction oxydative des polyoléfinés par analyse thermique »;
- ASTM D 4218, « méthode d'essai sur la détermination de la teneur en noir de carbone dans les composés de polyéthylène par la technique du four à moufle »;
- ASTM D 4833, « méthode d'essai sur l'indice de résistance à la perforation des géotextiles, géomembranes et produits apparentés »;
- ASTM D 5199, « méthode d'essai pour mesurer l'épaisseur nominale des géotextiles et des géomembranes »;
- ASTM D 5323, « pratique pour la détermination du module sécant de 2 % pour les géomembranes en polyéthylène »;
- ASTM D 5397, « méthode d'essai standard sur l'évaluation de la résistance à la fissuration sous contrainte des géomembranes en polyoléfine à l'aide d'un essai de charge de traction constante entaillée »;
- ASTM D 5596, « méthode d'essai sur l'évaluation microscopique de la dispersion du noir de carbone dans les géosynthétiques polyoléfiniques »;
- ASTM D 5617, « méthode d'essai pour l'essai de tension multiaxiale pour les géosynthétiques »;
- ASTM D 5721, « pratique standard pour le vieillissement au four à air des géomembranes polyoléfinés »;

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 20	Rev 0

- ASTM D 5885, « méthode d'essai standard sur le temps d'induction oxydative des géosynthétiques en polyoléfine par calorimétrie différentielle haute pression »;
 - ASTM D 6392, « méthode d'essai standard pour déterminer l'intégrité des joints géomembranaires non renforcés produits à l'aide de méthodes de thermofusion »;
 - ASTM D 6693, « méthode d'essai standard pour déterminer les propriétés de traction des géomembranes en polyéthylène non renforcé et en polypropylène flexible non renforcé »;
 - ASTM D 7238, « méthode d'essai sur l'effet de l'exposition de la géomembrane en polyoléfine non renforcée dans un appareil à lampe UV fluorescente plus condensation ».
- Normes de l'Institut de recherche sur les géosynthétiques (GRI) :
- Norme GRI-GM17 (révision 13), institut de recherche sur les géosynthétiques, 9/9/2019;
 - Norme GRI-GM19 (révision 9), institut de recherche sur les géosynthétiques, 28/7/2019;
 - Norme GRI-GM17 (révision 1), institut de recherche sur les géosynthétiques, 10 janvier 2013.

1.4 Qualifications du fabricant, du fournisseur et de l'entrepreneur en géomembrane

- L'entrepreneur, le fabricant et le fournisseur de géomembrane peuvent être des entreprises distinctes ou une seule entreprise, reconnue et bien établie ayant une compétence prouvée avec la géomembrane en polyéthylène.
- L'entrepreneur en géomembrane (entrepreneur) a le statut d'entrepreneur certifié de l'Association internationale des installateurs de géosynthétique (IAGI).
- Le personnel sur le terrain de l'entrepreneur en géomembrane pour ce projet comprend un maître jointeur qui a servi, à ce titre, à l'installation d'au moins 500 000 m² de géomembrane en polyéthylène avant ce projet. Les tâches comprennent la supervision et la coordination des autres membres de l'équipe sur le terrain et l'installation/la réparation/l'opération de l'équipement lié à la géomembrane.
- Les techniciens en soudage, y compris le maître jointeur, ont la certification de technicien en soudage certifié IAGI (CWT) en soudage par extrusion et par fusion. Une preuve de certification CWT doit être fournie avant le début de l'installation de la géomembrane.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 20	Rev 0

1.5 Certificats de contrôle de la qualité

- Au moins deux (2) semaines avant la livraison des matériaux à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géomembrane fournit au représentant du propriétaire des copies des certificats de contrôle de la qualité du fabricant, comme indiqué ci-dessous. Le non-respect de cette consigne peut entraîner le rejet des matériaux.
- Certificats du fabricant :
 - Origine de la résine, nom de la marque, numéro et date de production;
 - Certificat attestant que la résine utilisée dans la fabrication de la géomembrane pour ce projet est conforme aux exigences de la norme GRI-GM17;
 - Certificats de contrôle qualité émis par le fournisseur de la résine;
 - Certificat de contrôle de la qualité et certification que la géomembrane fournie est conforme aux exigences du projet de la norme GRI-GM17 pour la géomembrane en PEBDL de 1,5 mm (lisse ou texturée, selon le cas) (Tableau 1-1 et Tableau 1-2);
 - Certification que la géomembrane et la tige extrudée ont les mêmes propriétés.

1.6 Garantie du matériau

- La géomembrane sera exposée aux intempéries pendant la construction. Les données météorologiques historiques disponibles sur le site minier et la station météorologique de Katinniq (2000-2005) sont limitées et comprennent des températures enregistrées jusqu'à - 40 °C. Des températures inférieures à - 40 °C peuvent être ressenties pendant la période au cours de laquelle la géomembrane est exposée.
- Le fabricant de géomembranes fournit au propriétaire une garantie écrite contre les défauts de fabrication pendant une période de dix (10) ans à compter de la date de l'installation.

1.7 Garantie

- L'entrepreneur en géomembrane fournit au propriétaire une garantie écrite contre les défauts d'installation et de fabrication pendant une période de deux (2) ans à compter de la date d'acceptation finale de l'installation de la géomembrane, y compris la mise à disposition de techniciens qualifiés et de matériaux nécessaires aux réparations, sans frais pour le propriétaire.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 20	Rev 0

1.8 Livraison

- Avant l'expédition à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géomembrane fournit au propriétaire les consignes écrites du fabricant sur les bonnes méthodes de chargement et de déchargement.
- Les rouleaux de géomembrane sont livrés à Port Sainte-Catherine dans des conteneurs adaptés à l'expédition maritime, afin d'éviter d'endommager la géomembrane au moment du chargement/déchargement sur le navire pour expédition sur le site.
 - Les rouleaux de géomembrane sont déchargés des conteneurs sur le site par l'entrepreneur en géotextile, puis inspectés visuellement par l'entrepreneur en géomembrane et l'ingénieur pour déterminer si des rouleaux ont été endommagés pendant le transport et la manutention. Les réparations des rouleaux géomembrane endommagés sont effectuées conformément à la section 3.4.8 de la présente spécification technique. Les rouleaux fortement endommagés sont rejetés et remplacés par l'entrepreneur en géomembrane sans frais pour le propriétaire.

1.9 Stockage, protection et manutention temporaires

- L'entrepreneur en géomembrane entrepose les rouleaux de géomembrane reçus sur place conformément aux consignes écrites du fabricant, loin de la lumière directe du soleil, de la chaleur excessive, de la boue, des débris, de la poussière et de la neige jusqu'à ce que l'installation de la géomembrane soit terminée et que le revêtement soit accepté par le représentant du propriétaire.

1.10 Mesure du paiement

- Prix unitaire proposé pour une compensation complète de la fabrication, la fourniture pour l'expédition FAB Port Sainte-Catherine, Québec, le déchargement/entreposage temporaire sur le site et l'installation de la géomembrane, y compris la main-d'œuvre, le matériau, l'équipement et les installations de terrain associées nécessaires à l'installation appropriée de la géomembrane en polyéthylène selon les lignes, les catégories et les dimensions indiquées sur les plans de construction de la digue du bassin de collecte.
- Le paiement est basé sur les mètres carrés de la surface finie de la géomembrane. Les provisions pour chevauchement aux fins de soudage et la partie du revêtement enfouie dans la tranchée d'ancrage sont comprises dans le coût unitaire par mètre carré de surface exposée finie de la géomembrane installée. La surface exposée finie de la géomembrane installée est déterminée par l'entrepreneur en revêtement et vérifiée par le représentant du propriétaire. L'entrepreneur est responsable de l'excavation et du remblayage des tranchées

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 8 de 20	Rev 0

d'ancrage. Tous les essais de soudure ainsi que les essais non destructifs et destructifs des joints de terrain effectués par l'entrepreneur en géomembrane sont effectués sans frais supplémentaires pour le propriétaire.

- Les essais destructifs effectués par le représentant du propriétaire sur les joints de terrain sont faits aux frais du propriétaire.

2.0 PRODUITS

2.1 Matières premières

- Géomembrane à fabriquer à partir d'une résine de polyéthylène vierge de première qualité, conçue et fabriquée spécifiquement pour utilisation dans une géomembrane PEBDL et répondant aux exigences de la norme GRI-GM17.
- Le polymère recyclé ou la géomembrane retraitée n'est pas ajouté à la résine vierge, cependant, l'utilisation de garnitures pour bordure recyclées pendant le processus de fabrication du même lot de géomembrane est autorisée si le polymère recyclé ne dépasse pas 10 % en masse.
- Les spécifications techniques des résines (matières premières) sont :
 - densité minimum (ASTM D 1505) 0,915 g/cm³
 - densité maximum (ASTM D 1505) 0,939 g/cm³
 - indice de fusion maximum (ASTM D 1238, condition 190/2,16) 1,0 g/10 min
- Si exigé par le représentant du propriétaire, le fabricant fournit un certificat indiquant le nom du fournisseur de résine, avec la description du produit, les propriétés et la certification que le produit de résine n'a pas été fabriqué à partir d'un mélange de résines.

2.2 Géomembrane fabriquée

- Les spécifications techniques du matériau pour la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) d'épaisseur, lisse, à surface blanche (du côté supérieur uniquement) pour atteindre ou dépasser celles répertoriées au tableau 1-1 pour une géomembrane PEBDL de 1,5 mm d'épaisseur.
- Les spécifications techniques du matériau pour la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) d'épaisseur, texturée, à surface noire (du côté

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 9 de 20	Rev 0

supérieur uniquement) peuvent atteindre ou dépasser celles répertoriées au tableau 1-2 pour une géomembrane PEBDL de 1,5 mm d'épaisseur.

- La géomembrane est exempte de trou, de bosses, de matière première non dispersée, de strie ou de tout signe de contamination par un corps étranger.
- Les rouleaux ont une largeur minimum de 6,5 m, constitués d'un panneau sans joint de largeur continue. La longueur minimum de chaque rouleau est la longueur standard du fabricant pour l'épaisseur indiquée et de telle sorte que les exigences en matière de soudure soient minimisées.
- Chaque rouleau doit être clairement marqué à deux emplacements distincts du rouleau, avec l'information suivante :
 - Fabricant
 - Type de produit
 - Épaisseur
 - Numéro de lot de résine
 - Numéro de rouleau
 - Longueur et largeur

2.3 Tige et/ou cordon extrudé

- Tige et/ou cordon extrudé à produire à partir de la même résine utilisée dans la fabrication des rouleaux de géomembrane PEBDL.

3.0 EXÉCUTION

3.1 Géomembrane

- Au moins deux (2) semaines avant la livraison de la géomembrane à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géomembrane fournit au représentant du propriétaire une certification écrite et des documents justificatifs/résultats d'essais indiquant que les matières premières utilisées pour fabriquer la géomembrane et la tige et/ou le cordon extrudé satisfont ou dépassent les exigences données à la section 2.1 de la présente spécification technique.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 10 de 20	Rev 0

- Au moins deux (2) semaines avant la livraison de la géomembrane à Port Sainte-Catherine, Québec, l'entrepreneur en géomembrane fournit au représentant du propriétaire une certification écrite et des documents justificatifs/résultats d'essais indiquant que la géomembrane est en conformité avec la spécification technique indiquée au tableau 1-1 pour une géomembrane PEBDL de 1,5 mm.

3.2 Séquence de construction

- L'entrepreneur en géomembrane coordonne l'installation de la géomembrane avec l'entrepreneur en terrassement, afin d'assurer un transfert efficace des responsabilités.
- L'entrepreneur en géomembrane est responsable de l'état de la géomembrane jusqu'à ce que l'installation de la géomembrane ait été acceptée par le représentant du propriétaire.

3.3 Installation

- L'entrepreneur en géomembrane fournit le plan d'atelier de la disposition des panneaux de géomembrane au moins deux semaines avant le début des travaux pour l'autorisation du représentant du propriétaire.
- Chaque rouleau de géomembrane livré sur le site a les détails clairement identifiés sur deux emplacements distincts sur le rouleau (voir la section 2.2) pour vérification avant installation. Les rouleaux jugés trop endommagés sont rejetés et remplacés.
- Avant l'installation, l'entrepreneur en géomembrane inspecte la surface d'assise et du géotextile de protection et fournit une certification écrite à l'ingénieur indiquant que la surface préparée convient à l'installation de la géomembrane.
- Minimiser les dommages aux surfaces d'assise et géotextile de protection par les activités d'installation de géomembrane.
- Le placement de la géomembrane doit être effectué conformément à la séquence figurant sur les plans d'atelier de disposition des panneaux de préinstallation autorisés, et/ou tel que cette séquence peut être révisée sur le site (avec l'autorisation du représentant du propriétaire), pour s'adapter aux conditions de terrain.
- Les joints doivent être orientés vers le bas de la pente et non perpendiculaire à celle-ci. Installer ou couper les feuilles du bas de façon que les joints soient à au moins 2 m de l'extrémité de la pente dans la cellule.
- L'équipement utilisé pour manipuler et souder la géomembrane ne doit causer aucun dommage à la géomembrane ou à la couche d'assise/au géotextile de protection en raison

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 11 de 20	Rev 0

de la manipulation, de la circulation, d'une fuite d'hydrocarbure ou autre moyen. Protéger la géomembrane dans les zones à forte circulation en plaçant une couverture protectrice sur la géomembrane. Les dommages à la géomembrane doivent être corrigés à la satisfaction du représentant du propriétaire.

- Le personnel ne doit pas s'engager dans des activités ou porter des chaussures qui peuvent endommager la géomembrane.
- Hormis l'équipement de soudage autorisé, aucun équipement mécanique n'est autorisé sur la géomembrane.
- Un jeu suffisant de matériau doit être prévu pour permettre la dilatation thermique et la contraction du matériau.
- Placer les panneaux de manière à minimiser les rayures, les plis, les pincements et autre dommage à la géomembrane. Minimiser les plis et les « bâillements » le long des joints.
- Ne déployer aucun panneau de géomembrane si l'humidité, la neige ou le vent empêche un placement ou un joint adéquat.
- À la fin de chaque journée ou segment d'installation, les bords non joints sont ancrés par des sacs de sable ou autre dispositif autorisé. Les agrafes, les tiges en U ou autre ancrage pénétrant ne doivent pas être utilisés pour fixer la géomembrane. Les dommages au revêtement en raison des intempéries sont de la seule responsabilité de l'entrepreneur en géomembrane.
- Tout panneau ou une partie de celui-ci qui est gravement endommagé est remplacé par l'entrepreneur en géomembrane sans frais supplémentaires pour le propriétaire. Ledit panneau endommagé est retiré du site immédiatement. Tout dommage mineur tel que pincement, pli et autre devant être réparé comme décrit à la présente section.

3.4 Soudure

- La soudure est effectuée sous la supervision directe du « maître jointeur ».
- Les installations par temps froid doivent suivre les directives décrites à la GRI-GM9.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 12 de 20	Rev 0

- Joints :
 - L'entrepreneur en géomembrane fournit au représentant du propriétaire la méthode proposée pour effectuer les opérations de soudure, y compris l'équipement à utiliser;
 - Les joints ont une résistance au cisaillement et une résistance au pelage minimum comme indiqué à la norme GRI-GM19 (tableau 2-1) pour une géomembrane PEBDL de 1,5 mm d'épaisseur pour les essais de joints à une température ambiante de 20 ± 2 °C.

3.4.1 Matériau et équipement

- Les méthodes de soudure autorisées sont la double soudure par fusion à et le soudage par extrusion sur les réparations et les détails de pénétration de tuyau uniquement.
- Les joints de la géomembrane doivent être soudés.
- La soudure doit être une opération continue sur l'ensemble du joint, avec un minimum d'interruptions.
- Machine à souder (fusionneuse) munie de jauges indiquant les températures et les vitesses pendant le soudage.
- L'équipement de soudage par extrusion doit être muni de jauges indiquant les températures du corps et de la buse. L'extrudeuse doit être purgée de l'extrudat dégradé par la chaleur avant le début de chaque séquence de soudure.

3.4.2 Chevauchement et préparation

- Le chevauchement minimum est de 75 mm (3 po) pour le soudage par extrusion et de 125 mm (5 po) pour le soudage par fusion. Un chevauchement suffisant est prévu des deux côtés de la double soudure par fusion pour permettre des essais destructifs.
- Les méthodes utilisées pour lier temporairement les rouleaux adjacents ne doivent pas endommager la géomembrane. Les solvants et/ou les adhésifs ne doivent pas être utilisés.
- Si un appareil à air chaud est utilisé pour assurer une soudure temporaire, aucun dommage à la géomembrane n'est autorisé. Si des dommages sont constatés au moment de l'inspection visuelle et/ou des essais destructifs, ils doivent être réparés à la satisfaction du représentant du propriétaire.
- Aligner les joints pour minimiser les plis et les « bâillements ». La zone de joint doit être exempte de saleté, de poussière, d'humidité, de débris ou autre corps étranger.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 13 de 20	Rev 0

- Si un meulage s'avère nécessaire le long du joint, le faire conformément aux recommandations du fabricant.

3.4.3 Conditions climatiques

- Les procédures de soudure décrites dans cette section concernent les températures ambiantes comprises entre - 15 °C et 40 °C. N'effectuer aucune soudure lorsque la température ambiante est inférieure à - 15 °C.
- Garder les zones de soudure propres, sèches et à l'abri du vent et de la neige pendant l'opération de soudure.

3.4.4 Joints d'essai

- Chaque jointeur et son unité de soudage doivent produire au moins deux joints d'essai par jour et par appareil de soudage, au moment du soudage, à des températures ambiantes supérieures au point de congélation, un joint effectué au début de chaque quart de travail et un joint à mi-quart, selon les directives du représentant du propriétaire. Si un jointeur doit utiliser une unité de soudage différente, un nouveau joint d'essai s'avère nécessaire avant les opérations de soudure avec chaque nouvelle unité.
- L'entrepreneur en géomembrane produit un joint d'essai supplémentaire par jour, par appareil de soudage, pour chaque 7,5 °C de moins que le gel.
- Les joints d'essai sont réalisés sur un morceau de géomembrane identique à celui en cours d'installation. L'échantillon d'essai mesure au moins 1 m de longueur sur 0,3 m de largeur avec le joint centré dans le sens de la longueur et se chevauchant comme indiqué à la section 3.4.2. Le soudage du joint d'essai est effectué dans des conditions ambiantes qui reproduisent les conditions réelles sur le terrain.
- Quatre échantillons adjacents de 25 mm de largeur provenant de l'échantillon du joint d'essai font l'objet d'un essai par l'entrepreneur en géomembrane à 20 °C ± 2 °C, en cisaillement et en pelage à l'aide d'un tensiomètre de terrain. Chaque échantillon doit résister au niveau du joint. Si un échantillon échoue au niveau du joint, un second joint doit être produit et faire l'objet d'un essai. La résistance au cisaillement du joint et la résistance au pelage doivent répondre aux exigences suivantes :
 - Le tableau 2-1 pour géomembrane PEBDL de 1,5 mm pour une température ambiante de 20 ± 2 °C;

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 14 de 20	Rev 0

- Le second échec entraîne le rejet du jointeur et/ou de l'équipement jusqu'à ce que le défaut ait été corrigé; cela est vérifié par la production et les essais réussis de deux joints d'essai consécutifs.

3.4.5 Essais non destructifs

- L'entrepreneur en géomembrane soumet une liste de l'équipement et des méthodes d'essais autorisées par le fabricant de la géomembrane pour les essais non destructifs des soudures.
- Les joints doivent être soumis à des essais non destructifs sur toute la longueur. Effectuer des essais non destructifs simultanément en utilisant de l'équipement et des méthodes autorisées par le représentant du propriétaire.
- Fournir l'équipement et la main-d'œuvre nécessaires pour les essais non destructifs. Le représentant du propriétaire doit assister aux essais.
- Les défauts doivent être clairement signalés pour réparation.
- Réparer et faire un nouvel essai des joints ayant échoué.
- S'assurer que les réparations et les essais associés sont terminés avant de demander une vérification finale de la part du représentant du propriétaire.

3.4.6 Essais destructifs

- Les essais de joints destructifs doivent être effectués en même temps que la soudure.
- Des échantillons doivent être prélevés pour les essais à une fréquence moyenne minimum d'un échantillon par 150 m de joint. Les emplacements doivent être prédéterminés par le représentant du propriétaire. Cependant, l'entrepreneur en géomembrane ne doit pas connaître les emplacements présélectionnés.
- La fréquence des essais peut être augmentée par le représentant du propriétaire s'il y a des raisons de soupçonner la présence d'un excès de cristallinité, de contamination, de soudures décentrées ou autre défaut potentiel. De mauvais résultats d'essais peuvent également entraîner une augmentation de la fréquence des essais.
- Les échantillons doivent être coupés par l'entrepreneur en géomembrane sous la direction du représentant du propriétaire. Chaque échantillon est numéroté et son emplacement consigné par le représentant du propriétaire sur les plans d'atelier de disposition des panneaux avant installation.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 15 de 20	Rev 0

- Chaque échantillon doit mesurer 0,3 m de largeur sur 1,2 m de longueur avec le joint centré dans le sens de la longueur. Un échantillon de 25 mm de largeur doit être prélevé à chaque extrémité pour les essais de cisaillement et de pelage par l'entrepreneur en géomembrane.
- Le reste de l'échantillon doit être coupé par l'entrepreneur en géomembrane en trois parties égales : une pour l'entrepreneur en géomembrane, une pour le représentant du propriétaire et une pour le propriétaire. L'acceptabilité est déterminée par les résultats des essais de tensiomètre en laboratoire par le représentant du propriétaire. En cas de litige, les échantillons doivent être envoyés à un laboratoire prédéterminé d'assurance de la qualité de la construction des géosynthétiques (laboratoires référencés AQC) pour des essais de vérification de confirmation, et les résultats déterminent l'acceptabilité. Le coût des essais de laboratoire relatifs aux géosynthétiques doit être payé par le propriétaire à moins que les résultats ne répondent pas aux spécifications techniques, auquel cas le coût est déduit des sommes dues à l'entrepreneur en géomembrane.
- Le représentant du propriétaire doit couper et tester dix (10) sous-échantillons de 25 mm de largeur de son échantillon principal. De ces 10 sous-échantillons, faire l'essai de 5 échantillons pour la résistance au cisaillement du joint et de 5 échantillons pour la résistance au pelage. Pour être acceptable, la résistance de 4 des 5 échantillons représentatifs doit être satisfaisante pour chaque mode d'essai. Le cinquième doit atteindre ou dépasser 80 % des valeurs données au tableau 3-1 pour la géomembrane PEBDL de 1,5 mm.
- De plus, la séparation par pelage doit satisfaire aux valeurs données au tableau 2-1 pour une géomembrane PEBDL de 1,5 mm.
- La méthode d'essai et les procédures doivent être employées par le représentant du propriétaire pour utiliser un taux de séparation de prise de 50 mm/min pour le pelage et le cisaillement et celles-ci doivent être conformes à la norme ASTM d 6392.
- La zone de la bandelette d'essai doit être réparée comme décrit à la présente section. Les joints créés par réparation doivent faire l'objet d'essais non destructifs.

3.4.7 Acceptation des joints

- Un joint n'est considéré comme acceptable que s'il est délimité par deux emplacements d'essais destructifs qui répondent aux critères indiqués.
- Un joint de double soudure par fusion n'est considéré comme acceptable que lorsque les deux soudures font l'objet d'essais destructifs et satisfont aux critères de la spécification technique.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 16 de 20	Rev 0

- Si un joint échoue à l'essai destructif, l'entrepreneur en géomembrane peut reconstruire le joint entre le point de rupture et l'essai précédemment accepté.
- Dans le cas ci-dessus, l'entrepreneur en géomembrane peut tracer l'étendue d'un joint inacceptable. Prélever des échantillons de 25 mm à une distance minimum de 3 m de chaque côté de la section défectueuse. Effectuer des essais de résistance et de pelage. Si l'un des deux essais échoue, continuer le long du joint par incréments d'au moins 3 m. Continuer jusqu'à ce que les essais indiquent un résultat satisfaisant. Ensuite, prélever de grands échantillons pour les essais de tensiomètre sur le terrain. Si les essais sur le terrain réussissent, effectuer les réparations – en cas d'échec, continuer.
- La reconstruction ou la réparation des longueurs de joints ayant échoué doit être faite soit par recouvrement du joint ayant échoué (extrusion ou soudure par fusion), soit, dans le cas d'une double soudure par fusion, par extrusion en soudant en angle le chevauchement à la feuille inférieure. Couper le chevauchement et recouvrir la soudure par fusion ayant échoué avec un extrudat n'est pas autorisé.
- Si le chevauchement de la soudure extérieure (c.-à-d. visible) est inférieur à 30 mm, le soudage par extrusion du chevauchement à la feuille inférieure à la section défectueuse n'est pas autorisé.
- La continuité des joints reconstruits doit être soumise à des essais non destructifs. Si la longueur reconstruite dépasse 50 m, un échantillon est prélevé pour des essais destructifs.

3.4.8 Réparation

- Toute la surface de la géomembrane doit être examinée visuellement par l'entrepreneur en géomembrane pour confirmer qu'elle est exempte de zones endommagées, de défauts, de perforations, de bosses, de matières premières non dispersées ou de contamination par un corps étranger.
- Le cas échéant, l'entrepreneur en géomembrane nettoie la surface de la géomembrane pour permettre l'inspection finale de la part du représentant du propriétaire.
- Les entailles ou les rayures associées au meulage ou provenant d'autres sources, dont la profondeur est supérieure à 10 % de l'épaisseur de la géomembrane, doivent être classées comme défauts et nécessiter une réparation appropriée.
- Les petites déchirures, les plis ou les perforations doivent être réparés par soudure ou rapiéçage. Les autres zones endommagées doivent être rapiécées ou recouvertes.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 17 de 20	Rev 0

- Les pièces de réparation doivent être rondes ou ovales, du même matériau et de la même épaisseur, et s'étendre sur au moins 150 mm au-delà de la zone endommagée ou défectueuse dans toutes les directions.
- Couper et réparer les gros plis ou « bâillements » identifiés par le représentant du propriétaire.

3.5 Acceptation du revêtement

- La géomembrane est acceptée par le représentant du propriétaire lorsque :
 - la géomembrane est propre;
 - l'installation entière, ou une section convenue de l'installation, est terminée;
 - la documentation relative à l'installation a été soumise;
 - la vérification de l'adéquation des réparations de joints sur le terrain et des essais associés est terminée.

3.6 Élimination des matières résiduelles

- Retirer les matières résiduelles et les ordures du site et en disposer dans les zones désignées autorisées par le propriétaire. Aucune matière résiduelle n'est laissée sur la surface de la géomembrane.

3.7 Documentation

- Fournir l'assistance sur le terrain, les notes, le résultat des essais, etc., nécessaires pour que le représentant du propriétaire prépare un plan « tel que construit » qui documente l'emplacement des panneaux, joints, réparations et autres données pertinentes dans les deux semaines suivant la fin de l'installation de la géomembrane.

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF-RevA Mine Nunavik Nickel
Juillet 2023	Page 18 de 20	Rev A

Tableau 1-1 : Propriétés typiques de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) (lisse)

Properties	Test Method	Test Value										Testing Frequency (minimum)		
		0.50 mm nom. -10	0.75 mm nom. -10	1.00 mm nom. -10	1.25 mm nom. -10	1.50 mm nom. -10	2.00 mm nom. -10	2.50 mm nom. -10	3.00 mm nom. -10	3.00 mm nom. -10	per roll	per roll		
Thickness - (min. ave.) - mm • lowest individual of 10 values - %	D5199	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg	9,000 kg
Formulated Density (max.) - g/cc	D 1505/D 792	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg	9,000 kg
Tensile Properties (I) (min. ave.) • break strength - N/mm • break elongation - %	D 6093 Type IV	13 800	20 800	27 800	33 800	40 800	53 800	66 800	80 800	80 800	80 800	80 800	90,000 kg	9,000 kg
2% Modulus (max.) - N/mm	D 5323	210	315	420	520	630	840	1050	1260	1260	1260	1260	per formulation	per formulation
Tear Resistance (min. ave.) - N	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300	300	300	300	20,000 kg	20,000 kg
Puncture Resistance (min. ave.) - N	D 4833	120	190	250	310	370	500	620	750	750	750	750	20,000 kg	20,000 kg
Asi-Symmetric Break Resistance Strain - % (min.)	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	per formulation	per formulation
Carbon Black Content (range) - %	D 4218 (β)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	20,000 kg	20,000 kg
Carbon Black Dispersion	D 5396	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	note (β)	20,000 kg	90,000 kg
Oxidative Induction Time (OIT) (min. ave.) (4) (c) Standard OIT - min. — or —	D 3895	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	per formulation	per formulation
(d) High Pressure OIT - min. Oven Aging at 85°C (5)	D 5885	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	per formulation	per formulation
(a) Standard OIT (min. ave.) - % retained after 90 days — or —	D 5721 D 3895	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	per formulation	per formulation
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	D 5885	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	per formulation	per formulation
UV Resistance (6) (a) Standard OIT (min. ave.) — or —	D 7238 D 3895	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	per formulation	per formulation
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (8)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	per formulation	per formulation

- (1) Machine direction (MD) and cross machine direction (XMD) average values should be on the basis of 5 test specimens each direction.
- (2) Break elongation is calculated using a gage length of 50 mm at 50 mm/min.
- (3) Other methods such as D 1603 (tube furnace) or D 6370 (TGA) are acceptable if an appropriate correlation to D 4218 (muffle furnace) can be established.
- (4) Carbon black dispersion (only near spherical agglomerates) for 10 different views.
- (5) 9 in Categories 1 or 2 and 1 in Category 3
- (6) The manufacturer has the option to select either one of the OIT methods listed to evaluate the antioxidant content in the geomembrane.
- (7) It is also recommended to evaluate samples at 30 and 60 days to compare with the 90 day response.
- (8) The condition of the test should be 20 hr UV cycle at 75°C followed by 4 hr condensation at 60°C.
- (9) Not recommended since the high temperature of the Std-OIT test produces an unrealistic result for some of the antioxidants in the UV exposed samples.
- (10) UV resistance is based on percent retained value regardless of the original HP-OIT value.

Référence – GRI-GM17 (rév. 13 : 9/9/19) – Tableau 1 (b) – géomembrane linéaire en polyéthylène basse densité (PEBDL) (lisse)

Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF-RevA Mine Nunavik Nickel
Juillet 2023	Page 19 de 20	Rev A

Tableau 1-2 : Propriétés typiques de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) de 1,5 mm (60 mil) (texturée)

Properties	Test Method	Test Value										Testing Frequency (minimum) per roll
		0.50 mm nom. -5% -10 -15	0.75 mm nom. -5% -10 -15	1.00 mm nom. -5% -10 -15	1.25 mm nom. -5% -10 -15	1.50 mm nom. (5% -10 -15	2.00 mm nom. -5% -10 -15	2.50 mm nom. -5% -10 -15	3.00 mm nom. -5% -10 -15			
Thickness (min. ave.) - mm • lowest individual for 8 out of 10 values • lowest individual for any of the 10 values	D 5994	5	9	11	13	16	21	26	31	300	90,000 kg	
Asperity Height mm (min. ave.)	D 7466	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	Every 2 nd roll (1)	
Formulated Density (max.) - g/cc	D 1505/D 792	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg	
Tensile Properties (2) (min. ave.) • break strength - N/mm • break elongation - %	D 6693 Type IV	250	250	250	250	250	250	250	250	250	9,000 kg	
2% Modulus (max.) - N/mm	D 5323	210	315	420	520	630	840	1050	1260	1260	per formulation	
Tear Resistance (min. ave.) - N	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300	300	20,000 kg	
Puncture Resistance - (min. ave.) - N	D 4833	100	150	200	250	300	400	500	600	600	20,000 kg	
Axi-Symmetric Break Resistance Strain (min.) - %	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30	30	per formulation	
Carbon Black Content (range) - %	D 4218 (3)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	2.0-3.0 note (4)	20,000 kg	
Carbon Black Dispersion	D 5596	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90,000 kg	
Oxidative Induction Time (OIT) (min. ave.) (5)												
(g) Standard OIT - min. — or —	D 3895	400	400	400	400	400	400	400	400	400		
(h) High Pressure OIT - min. Oven Aging at 85°C (6)	D 5721	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
(a) Standard OIT (min. ave.) - % retained after 90 days — or —	D 3895	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	D 5885	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)		
UV Resistance (7)	D 7238	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
(a) Standard OIT (min. ave.) — or —	D 3895	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (9)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	35		

- (1) Alternate the measurement side for double sided textured sheet
- (2) Machine direction (MD) and cross machine direction (XMD) average values should be on the basis of 5 test specimens each direction.
- (3) Break elongation is calculated using a gage length of 50 mm at 50 mm/min
- (4) Other methods such as D 1603 (tube furnace) or D 6370 (TGA) are acceptable if an appropriate correlation to D 4218 (muffle furnace) can be established.
- (5) Carbon black dispersion (only near spherical agglomerates) for 10 different views:
• 9 in Categories 1 or 2 and 1 in Category 3
- (6) The manufacturer has the option to select either one of the OIT methods listed to evaluate the antioxidant content in the geomembrane. It is also recommended to evaluate samples at 30 and 60 days to compare with the 90 day response.
- (7) The condition of the test should be 20 hr. UV cycle at 75°C followed by 4 hr. condensation at 60°C.
- (8) Not recommended since the high temperature of the Std-OIT test produces an unrealistic result for some of the antioxidants in the UV exposed samples.
- (9) UV resistance is based on percent retained value regardless of the original HP-OIT value.

Référence – GRI-GM17 (rév. 13 : 9/9/19) – Tableau 2 (b) – géomembrane linéaire en polyéthylène basse densité (PEBDL) (texturée)



Spécification technique 0500 Géomembrane en PEBDL	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF-RevA Mine Nunavik Nickel
Juillet 2023	Page 20 de 20	Rev A

Tableau 2-1 : Résistance des joints et propriétés associées de la géomembrane en polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL) lisse thermocollée (unités S.I.)

Geomembrane Nominal Thickness	0.50 mm	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Hot Wedge Seams⁽¹⁾								
shear strength, N/25 mm	131	197	263	328	394	525	657	788
shear elongation ⁽²⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50	50
peel strength, N/25 mm	109	166	219	276	328	438	547	657
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams								
shear strength, N/25 mm	131	197	263	328	394	525	657	788
shear elongation ⁽²⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50	50
peel strength, N/25 mm	95	150	190	250	290	385	500	595
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25	25

Remarques :

1. Également pour les méthodes de soudure à air chaud et par ultrasons.
2. Les valeurs indiquées pour les résistances au cisaillement et au pelage concernent 4 échantillons d'essai sur 5; le 5^e échantillon peut être aussi bas que 80 % des valeurs listées.
3. Les mesures d'allongement doivent être omises pour les essais de terrain.

Référence – GR1-GMI19 (rév. 9 : 28/07/2017) – tableau 2 (b) – résistance des joints et propriétés associées des géomembranes en polyéthylène basse densité (PEBDL) linéaires lisses et texturées thermocollées (unités S.I.)

Spécification technique 0700 Gestion de l'eau	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 4	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 PORTÉE	2
2.0 EXIGENCES GÉNÉRALES.....	2
3.0 CONTRÔLE DES EAUX DE SURFACE.....	3
4.0 CONTRÔLES DE L'ÉROSION.....	3
5.0 DÉVERSEMENT D'HYDROCARBURE.....	4

Spécification technique 0700 Gestion de l'eau	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 4	Rev 0

1.0 PORTÉE

La présente spécification technique fournit les exigences pour la gestion de l'eau et les contrôles de l'environnement associés aux travaux, comme indiqué sur les plans de construction. La présente spécification technique s'applique à l'eau, quelle que soit la source, y compris les eaux souterraines, les eaux de surface et les précipitations.

2.0 EXIGENCES GÉNÉRALES

- Plans d'urgence : avant de commencer les travaux, l'entrepreneur soumet au représentant du propriétaire un plan d'urgence prévoyant des mesures d'intervention à prendre afin d'atténuer et de remédier aux effets causés par des événements imprévus tels que les inondations, les incendies et les déversements de contaminant; l'entrepreneur maintient en tout temps la main-d'œuvre, les matériaux et l'équipement adéquats pour mettre en œuvre les mesures du plan d'urgence.
- Exigences en matière d'altération, de dommage ou de destruction de l'habitat : l'entrepreneur respecte la réglementation environnementale concernant la protection de l'environnement; au cours de la construction des travaux, l'entrepreneur n'endommage pas, ne dégrade pas, ni modifie autrement en aucun cas les plans d'eau existants, sauf autorisation spécifique de le faire.
- Surveillance de la qualité de l'eau : avant de commencer les travaux, l'entrepreneur soumet une proposition de programme de surveillance de la qualité de l'eau pour autorisation par le représentant du propriétaire; au minimum, le programme doit comprendre la surveillance des eaux de surface pour les solides en suspension et la turbidité. Avant de commencer la construction, l'entrepreneur recueille et analyse des échantillons d'eau des cours d'eau susceptibles d'être impactés par la construction afin de déterminer les conditions de base (préconstruction); pendant la construction, l'entrepreneur recueille et analyse des échantillons d'eau de ces cours d'eau à intervalles réguliers et/ou lorsque le représentant du propriétaire le lui demande; l'échantillonnage et l'analyse de la qualité de l'eau sont effectués par l'entrepreneur.
- Rejet d'eau : l'entrepreneur ne rejette en aucun temps l'eau des zones de construction dans un plan d'eau de surface naturel, sauf autorisation spécifique de le faire; l'entrepreneur ne rejette en aucun temps l'eau des zones de construction dans un plan d'eau de surface naturel, sauf autorisation spécifique de le faire.
- Mesures de contrôle : l'entrepreneur prend toutes les mesures raisonnables pour répondre aux exigences de rejet d'eau, y compris, mais sans s'y limiter, la modification des méthodes de construction, l'installation de barrières de turbidité, l'utilisation de bassins de sédimentation et l'arrêt temporaire des activités de construction.

Spécification technique 0700 Gestion de l'eau	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 4	Rev 0

- Assèchement du site : l'entrepreneur est responsable de déterminer les exigences d'assèchement du site nécessaires pour gérer efficacement les entrées d'eau de surface et d'eau souterraine dans les zones de travail; l'entrepreneur est responsable de fournir l'équipement, les matériaux et la main-d'œuvre nécessaires pour maintenir et opérer l'équipement d'assèchement pour que les travaux puissent être exécutés à sec; l'entrepreneur fournit les détails de ses méthodes et l'équipement d'assèchement proposés pour autorisation par le représentant du propriétaire, avant le début de la construction.

3.0 CONTRÔLE DES EAUX DE SURFACE

- Cours d'eau existants : l'entrepreneur maintient le débit dans les cours d'eau existants pendant la construction, sauf indication contraire spécifique du représentant du propriétaire.
- Arrivée d'eau de surface : les arrivées d'eau de surface dans la zone de travail sont minimisées en prévoyant des batardeaux, des bermes, des fossés ou autres mesures de dérivation appropriée; les systèmes de dérivation mis en œuvre par l'entrepreneur sont autorisés par le représentant du propriétaire et ont une capacité suffisante pour acheminer en toute sécurité les débits potentiels causés par les précipitations.

4.0 CONTRÔLES DE L'ÉROSION

- Contrôle de l'érosion : l'entrepreneur planifie les activités de construction de manière à minimiser la taille des zones perturbées et la durée d'exposition du sol; les excavations ont des pentes latérales stables qui minimisent l'érosion; le cas échéant, les surfaces de sol exposées sujettes à l'érosion sont protégées par la mise en œuvre des mesures de protection temporaires appropriées; le cas échéant, une protection permanente contre l'érosion est fournie sur les surfaces de sol exposées dès que possible.
- Contrôle des sédiments : le ruissellement des eaux de surface de la zone de travail est canalisé et des mesures appropriées de contrôle des sédiments, y compris, mais sans s'y limiter, les barrières de turbidité, les ballots de paille et les bassins de sédimentation, sont mises en œuvre pour éliminer les solides en suspension, avant d'autoriser l'eau à se déverser dans le cours d'eau récepteur; la construction des mesures de contrôle de la turbidité doit généralement se dérouler depuis le point de rejet final en allant vers l'amont; les mesures de contrôle des sédiments ne sont retirées qu'après l'achèvement des travaux; l'entrepreneur est également responsable d'empêcher un envasement excessif dans les cours d'eau recevant le ruissellement des zones d'emprunt.

Spécification technique 0700 Gestion de l'eau	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 4	Rev 0

- Surveillance : l'entrepreneur surveille régulièrement l'efficacité de ses mesures de contrôle des sédiments et, le cas échéant, fournit des mesures supplémentaires appropriées de contrôle des sédiments; l'entrepreneur signale au représentant du propriétaire le rejet inattendu de turbidité, de sédiment ou autre matière nocive dans un cours d'eau de surface.

5.0 DÉVERSEMENT D'HYDROCARBURES

- Déversements dans les cours d'eau : l'entrepreneur prend les mesures appropriées pour s'assurer que le carburant, l'huile, la graisse ou tout autre hydrocarbure ne pénètre pas dans un cours d'eau de surface; le ravitaillement en carburant et le maintien de l'équipement de construction ne sont pas autorisés à moins de 100 m d'un plan d'eau naturel; l'entrepreneur dispose d'une trousse de déversement appropriée à proximité des zones de travail en cas de déversement accidentel.
- Sols contaminés : en cas de déversement d'hydrocarbure, le sol contaminé est enlevé et éliminé selon les directives du représentant du propriétaire.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 1 de 20	Rev 0

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GÉNÉRALITÉS	2
1.1 Définitions	2
1.2 Responsabilité	2
2.0 CONTRÔLE DE RELEVÉ	2
3.0 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	4
3.1 Inspection et essais du site	4
3.2 Activités de pré-construction	5
3.3 Activités de construction	8
3.4 Essais de terrain et compactage de remblai	12
3.4.1 Essai de contrôle de la qualité sur le terrain	12
3.4.2 Essais d'assurance de la qualité	14
4.0 RAPPORT DE RÉFÉRENCE	15
5.0 SPÉCIFICATIONS DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	15

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 Responsabilités d'AQ/de CQ pour les activités de préconstruction

Tableau 3-2 Responsabilités d'AQ/de CQ pour les activités de construction

Tableau 3-3 Essais de contrôle de la qualité de la construction par l'entrepreneur

Tableau 3-4 Essais de contrôle de la qualité de la construction par l'entrepreneur

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 2 de 20	Rev 0

1.0 GÉNÉRALITÉS

La présente spécification technique définit les exigences relatives au contrôle de relevé et à un plan d'assurance de la qualité/de contrôle de la qualité (AQ/CQ) pour la construction du déversoir de la Cellule 2 du PAR Expo.

1.1 Définitions

Agence d'inspection et d'essais	L'entreprise, la société de personnes ou la société mandatée pour effectuer les inspections et les essais nécessaires pour déterminer et vérifier la conformité des travaux aux exigences de la présente spécification technique.
Assurance de la qualité (AQ)	Activités planifiées et systématiques qui donnent au propriétaire et aux parties prenantes une assurance adéquate qu'un contrôle de la qualité est mis en œuvre efficacement.
Contrôle de la qualité (CQ)	Un système planifié d'essai d'inspection et d'essai effectué selon les spécifications techniques standards acceptées pour garantir la qualité des travaux de construction.

1.2 Responsabilité

- Le représentant du propriétaire est responsable de l'assurance de la qualité du terrassement et de l'installation des géosynthétiques. Le propriétaire assume l'entière responsabilité des aspects de la construction, y compris l'assurance de la qualité pendant la période où le représentant du propriétaire n'est pas sur le site.
- Le propriétaire et les sous-traitants sont responsables de l'assurance de la qualité du terrassement et de l'installation des géosynthétiques.

2.0 CONTRÔLE DES NIVEAUX

- Repères d'arpentage : le propriétaire fournit les emplacements, les coordonnées et les élévations des principaux repères d'arpentage nécessaires par l'entrepreneur pour le contrôle horizontal et vertical des travaux; l'entrepreneur protège et conserve en tout temps les repères d'arpentage, les points de référence et autres repères établis par le propriétaire; l'entrepreneur informe immédiatement le représentant du propriétaire si un repère ou un

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 3 de 20	Rev 0

point de référence établi par le propriétaire a été remanié ou endommagé et répare ou remplace ce point de contrôle des niveaux; s'il devient nécessaire de supprimer des points de contrôle d'arpentage établis, l'entrepreneur notifie le représentant du propriétaire au moins 3 jours à l'avance de ladite nécessité.

- Établissement des travaux : l'entrepreneur est responsable de l'établissement correct des travaux, comme indiqué sur les plans de construction et en concordance avec les spécifications techniques; l'entrepreneur établit, entretient et protège les points de référence secondaires et les repères nécessaires au bon déroulement des relevés des travaux.
- Personnel et équipement : l'entrepreneur fournit le personnel et l'équipement nécessaires pour garantir que le contrôle approprié et correct des travaux est maintenu pendant la construction, et reste disponible en tout temps pendant ses heures de travail.
- Vérification : l'entrepreneur a à portée de main et à disposition sur le site, les données pertinentes à l'établissement des travaux et de contrôle par relevé pendant la construction; les données sont mises à disposition du représentant du propriétaire pour vérification lorsque demandé; l'entrepreneur fournit toute l'assistance raisonnable requise par le représentant du propriétaire pour vérifier le contrôle des travaux par relevé de l'entrepreneur; la vérification par le représentant du propriétaire ne dégage en aucun cas l'entrepreneur de sa responsabilité de fournir un contrôle par relevé approprié et correct pendant la construction des travaux.
- Erreurs : les erreurs dans les travaux découlant d'un établissement incorrect des travaux ou du remaniement, du mouvement, du dommage ou de la destruction des points de référence ou des repères d'arpentage, sont corrigées et rectifiées par l'entrepreneur sans frais pour le propriétaire, avant de poursuivre les travaux.
- Documentation de référence (tel que construit) : dans les 30 jours, suivant l'achèvement des travaux, l'entrepreneur fournit au représentant du propriétaire un relevé détaillé et précis des surfaces des travaux terminés, en plans et en coupes transversales; le relevé de référence comprend les zones d'emprunt; l'information de référence est fournie au représentant du propriétaire à la fois sur papier (plans) et dans le format électronique indiqué par le représentant du propriétaire.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 4 de 20	Rev 0

3.0 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Un plan d'AQ/de CQ est élaboré et mis en œuvre avec les exigences minimums suivantes :

- Énoncé des responsabilités;
- Exigences en matière d'assurance de la qualité (AQ);
- Exigences en matière d'inspection du site et d'essai;
- Exigences en matière d'information de référence; et
- Spécifications de contrôle de la qualité (CQ) des activités de construction.

3.1 Inspection et essais du site

L'entrepreneur fournit le CQ pendant la construction. Un CQ approprié comprend :

- le personnel CQ expérimenté et qualifié;
- le matériel d'essai approprié, maintenu en bon état en tout temps; et
- une installation/un emplacement approprié(e) pour effectuer les essais nécessaires.

Le représentant du propriétaire observe et surveille toutes les activités de construction pour s'assurer que les travaux sont exécutés conformément aux spécifications techniques.

Le représentant du propriétaire examine les changements qui peuvent être considérés comme changements importants à la conception globale, pour confirmer que les changements sont conformes à l'intention de conception.

Le représentant du propriétaire examine également les ajustements à la conception en fonction des conditions réelles sur le terrain; dans les deux cas, aucun travail n'est effectué sur un changement majeur tant qu'une autorisation écrite n'a pas été fournie par le représentant du propriétaire.

Voici les domaines qui font l'objet d'une surveillance :

- Activités de préconstruction :

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 5 de 20	Rev 0

- Relevés des zones de construction (bassin de collecte principal, routes d'accès et fossés d'eau de contact et non contaminée);
 - Mise en place des digues, des bermes, des alignements et autre;
 - Préparation de la fondation de la zone de construction;
 - Préparation du matériau et de l'équipement de construction; et
 - Protection de l'instrumentation existante.
- Activités de construction :
- Excavation et préparation de la fondation;
 - Placement du remblai dans les digues;
 - Installation du géotextile et de la géomembrane;
 - Mise en place du ballast des géosynthétiques; et
 - Nettoyage final du site.

Les responsabilités de l'entrepreneur et du représentant du propriétaire pour le contrôle de la qualité sont présentées aux sections suivantes.

3.2 Activités de préconstruction

Les critères et les responsabilités de l'entrepreneur et du représentant du propriétaire pour les activités de préconstruction sont énumérés au tableau 3-1.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 6 de 20	Rev 0

Tableau 3-1 Responsabilités d'AQ/de CQ pour les activités de préconstruction

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Arpentage	Relevé conforme aux plans les plus récents.	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir un arpenteur qualifié et un matériel d'arpentage moderne en bon état. Relever selon les besoins pour la mise en œuvre des travaux et, à la demande du représentant du propriétaire, pour la vérification des travaux; • Arpenter la surface du sol d'origine sur toute l'empreinte de l'installation; • Fournir un repère temporaire autour de l'installation et une protection pour les piquets d'arpentage; et • implanter les infrastructures, en se conformant aux plans. 	<ul style="list-style-type: none"> • Examiner les alignements, le chaînage et la disposition; • Examiner les données d'arpentage fournies par l'arpenteur de CQ; • Déterminer, le cas échéant, les ajustements à effectuer sur le terrain; et • vérifier le programme de CQ de l'entrepreneur.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 7 de 20	Rev 0

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Matériau de construction	Construction avec un matériau répondant aux spécifications techniques.	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que le matériau répond aux spécifications techniques; • Effectuer les essais de CQ nécessaires; • Contrôler la ségrégation du matériau; • Vérifier que l'équipement est calibré. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que l'équipement de l'entrepreneur est calibré; • Vérifier que les essais de CQ de l'entrepreneur sont conformes aux normes; • Effectuer une inspection visuelle du matériau; • Effectuer un échantillonnage et des essais aléatoires; • Examiner les résultats des essais; et • fournir des documents photographiques.
Préparation de la fondation	<ul style="list-style-type: none"> • Enlever la neige ou l'eau; • Enlever les blocs dépassant de plus de 300 mm au-dessus de la fondation; • Décaper les tertres; et • retirer le matériau inapproprié. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les zones d'entreposage pour le matériau retiré. • Spécifier les méthodes d'élimination du matériau inapproprié. • Préparer les puisards, les pompes et les conduites pour l'assèchement, le cas échéant, et • signaler les conditions inhabituelles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les caractéristiques de surface pour déterminer l'état de la glace au sol; • Assister à l'excavation et à la préparation de la fondation; • Inspecter la fondation préparée; • Fournir des changements ou des ajustements aux conditions inhabituelles; et • fournir des documents photographiques.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 8 de 20	Rev 0

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> S'assurer que l'instrumentation existante est protégée. 	<ul style="list-style-type: none"> Faire preuve de précaution pour éviter d'endommager l'instrument existant. 	<ul style="list-style-type: none"> Surveiller la méthode de construction; et approuver le tubage de protection des câbles d'instrumentation.

3.3 Activités de construction

Les critères et les responsabilités de l'entrepreneur et du représentant du propriétaire pour les activités de préconstruction sont énumérés au tableau 3-2.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 9 de 20	Rev 0

Tableau 3-2 Responsabilités d'AQ/de CQ pour les activités de construction

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Arpentage	Arpentage détaillé pour documenter le programme de construction.	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer l'arpentage des zones de matériau, les alignements, l'instrumentation nécessaire à la documentation du programme de construction avec enregistrement des dates de construction et de relevé; L'alignement des infrastructures, les excavations, les zones de matériaux et les chaînages sont conformes aux plans; Fournir un repère temporaire autour de l'installation et une protection pour les piquets d'arpentage; Fournir un relevé détaillé avec coupes et vues en plan des ouvrages construits. 	<ul style="list-style-type: none"> Examiner les alignements, le chaînage et la disposition; Examiner les données d'arpentage fournies par l'arpenteur de CQ; Déterminer le cas échéant les ajustements à effectuer sur le terrain.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 10 de 20	Rev 0

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Déversoir de la Cellule 2	<ul style="list-style-type: none"> Excaver la digue existante, comme indiqué dans les plans de construction; Préparer et nettoyer le radier du déversoir; Placer et compacter l'assise comme indiqué sur les plans de construction; et le matériau de remblai doit répondre aux exigences en matière de granulométrie et de contrôle de l'humidité avant d'être placé. 	<ul style="list-style-type: none"> Lignes de relevés et disposition sont conformes aux plans; Planifier l'excavation et l'entreposage du matériau; Fournir des registres d'excavation; Retirer le matériau in situ fragmenté à cause du forage, du dynamitage et de l'excavation de la tranchée d'imperméabilisation et des fossés d'eau; Signaler les conditions inhabituelles, p. ex. sol riche en glace, sol dégelé; S'assurer que les matériaux d'assise et de remblai sont conformes aux spécifications; Effectuer des essais sur le matériel placé; Fournir les registres sur le terrain (date, emplacement, type de compactage, nombre de passes, humidification) pour l'assise et le remblai; Relever l'étendue des conditions inhabituelles; et effectuer les relevés de référence (tel que construits). 	<ul style="list-style-type: none"> Examiner les lignes et les emplacements arpentés; Examiner les méthodes d'excavation proposées; Inspecter les conditions de la fondation pendant l'excavation; Inspecter et autoriser l'excavation avant le remblai; Vérifier la conformité du matériau de construction aux spécifications techniques; Inspecter la qualité du remblai et les procédures d'installation; Examiner les résultats des essais; Signaler les problèmes et proposer des solutions; Examiner le rapport de relevés relatifs à l'ouvrage fini; et fournir des enregistrements photographiques des étapes de construction du déversoir.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 11 de 20	Rev 0

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Installation de la géomembrane	<ul style="list-style-type: none"> Le matériau de la géomembrane répond aux spécifications techniques du projet; Satisfaire aux exigences de contrôle de la qualité et d'essai d'assurance de la qualité détaillées sur la spécification technique du projet; et la géomembrane est installée comme indiqué sur les plans de construction. 	<ul style="list-style-type: none"> L'entrepreneur doit effectuer le contrôle de la qualité selon la spécification technique 0500. 	<ul style="list-style-type: none"> Le représentant du propriétaire pour effectuer l'AQ conformément à la spécification technique 0500.
Installation du géotextile	<ul style="list-style-type: none"> Le matériau du géotextile répond aux spécifications techniques du projet; Satisfaire aux exigences de contrôle de la qualité et d'essai d'assurance de la qualité détaillées sur la spécification technique du projet; et le géotextile est installé, comme indiqué sur les plans de construction. 	<ul style="list-style-type: none"> L'entrepreneur doit effectuer le contrôle qualité selon la spécification technique 0400. 	<ul style="list-style-type: none"> Le représentant du propriétaire doit effectuer l'AQ conformément à la spécification technique 0400.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 12 de 20	Rev 0

Activités	Critères	Responsabilité	
		Entrepreneur (CQ)	Représentant du propriétaire (AQ)
Placement du remblai	<ul style="list-style-type: none"> • La qualité du matériau de remblai, les granulométries et/ou les conditions d'humidité répondent aux spécifications techniques; • Le compactage du remblai est conforme aux exigences; et • contrôler la ségrégation du matériau. 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que l'emplacement et l'étendue sont conformes aux plans de conception; • Enregistrer l'épaisseur de la levée de remblai et les efforts de compactage; • Effectuer l'échantillonnage et les essais nécessaires sur le matériau de remblai; et • examiner les conditions finales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Assister aux activités de remblai et de compactage; • Surveiller la qualité et les quantités de matériau de remblai; • Inspection visuelle et confirmation du matériau placé; • Collecte d'échantillons indépendants pour les essais; • Examiner les résultats des essais et les rapports de l'entrepreneur; et • fournir un enregistrement photographique.

3.4 Essais de terrain et compactage de remblai

3.4.1 Essai de contrôle de la qualité sur le terrain

Les exigences et la fréquence des essais de contrôle de la qualité sont énumérées au tableau 3-3. L'entrepreneur effectue, au minimum, les essais nécessaires pour documenter la qualité de la construction.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 13 de 20	Rev 0

Tableau 3-3 Essais de contrôle de la qualité de la construction par l'entrepreneur

Article	Compactage		Essais	
	Épaisseur maximum de levée non compactée	Méthode de compactage	Type d'essai	Fréquence
Excavation du déversoir	S.O.	S.O.	Inspection visuelle de la glace et des blocs	Continue
Installation de la géomembrane	S.O.	S.O.	Selon la spécification technique 0500	Selon la spécification technique 0500
Installation du géotextile	S.O.	S.O.	Selon la spécification technique 0400	Selon la spécification technique 0400
Enrochement sélectionné (zone 2)	1,0 m	4 passes à l'aide d'un rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes	Granulométrie	1 tous les 1000 m ³
			Teneur en eau	1 tous les 5 000 m ³
			Densité	1 tous les 5 000 m ³
			Inspection visuelle	Continue
Matériau de transition (zone 3)	0,3 m	4 passes à l'aide d'un rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes	Granulométrie	1 tous les 1000 m ³
			Teneur en eau	1 tous les 1000 m ³
			Densité	Essai de roulage avec camion chargé sur chaque levée
			Inspection visuelle	Continue
Matériau d'assise (zone 4)	0,3 m	Rouleau vibrant à tambour lisse de 10 tonnes (nombre de passes à déterminer par planche d'essai)	Granulométrie	1 tous les 1000 m ³
			Teneur en eau	1 tous les 1000 m ³
			Densité	1 tous les 1000 m ³
			Proctor standard	1 tous les 1000 m ³
			Inspection visuelle	Continue
Perré	0,3 m	Compactage nominal	Inspection visuelle	Continue

Remarque : Taille maximum des particules à contrôler visuellement pendant le placement du remblai.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 14 de 20	Rev 0

3.4.2 Essais d'assurance de la qualité requis

Le représentant du propriétaire effectue des essais indépendants pour confirmer les résultats des essais de contrôle de la qualité. Les exigences et la fréquence des essais de contrôle de la qualité sont énumérées au tableau 3-4.

Tableau 3-4 Essais de contrôle de la qualité de la construction par l'entrepreneur

Article	Essais	
	Type d'essai	Fréquence
Excavation du déversoir	Inspection des parois de l'excavation	Continue
	Inspection visuelle des excavations pour détecter de la glace	Continue
	Dimensions — demande de vérification d'arpentage	Avant l'autorisation du remblai
Enrochement sélectionné (zone 2)	Granulométrie	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Teneur en eau	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Densité	Assister à 1 essai de CQ sur 5
Matériau de transition (zone 3)	Granulométrie	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Teneur en eau	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Densité	Assister à 1 essai de CQ sur 5
Matériau d'assise (zone 4)	Granulométrie	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Teneur en eau	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Densité	Assister à 1 essai de CQ sur 5
	Proctor standard	Assister à 1 essai de CQ sur 5
Perré	Granulométrie	Assister aux essais de CQ
Installation de la géomembrane	Selon la spécification technique 0500	Selon la spécification technique 0500
Installation du géotextile	Selon la spécification technique 0400	Selon la spécification technique 0400

De plus, le représentant du propriétaire examine l'adéquation de l'équipement d'essai en :

- examinant les certificats de calibration; et
- examinant l'équipement, les procédures et les méthodologies d'essai de laboratoire proposés.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 15 de 20	Rev 0

4.0 RAPPORT DE RÉFÉRENCE

À la fin des activités de construction, l'entrepreneur prépare un rapport de référence (tel que construit). Le rapport est soumis au représentant du propriétaire dans les 90 jours suivant la fin de la construction. Le rapport de référence fournit les pièces justificatives pertinentes recueillies pendant la mise en œuvre du plan de CQ.

Le rapport de référence de l'entrepreneur comprend, mais sans s'y limiter, l'information suivante :

- Les plans de référence en fonction de l'information sur les relevés de surface du matériau placé;
- Les quantités de construction de référence;
- Les plans de disposition des panneaux de référence concernant l'installation de la géomembrane, indiquant l'emplacement des panneaux de géomembrane, les dates d'installation, les emplacements des réparations, le type de matériau de la géomembrane et le numéro de rouleau;
- Les registres et les résumés d'essai et les emplacements des échantillons testés (géomembrane et remblai), les méthodes d'échantillonnage et les résultats des essais;
- Le sommaire des problèmes de construction et des résolutions; et
- les détails d'installation de l'instrumentation requise.

5.0 SPÉCIFICATIONS DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Les formulaires de spécification de contrôle d'AQ/de CQ à utiliser pour documenter les activités de construction sont joints et comprennent les documents suivants :

- Spécification de contrôle de la construction – préparation de la fondation;
- Spécification de contrôle de la construction – excavation du déversoir;
- Spécification de contrôle de la construction – installation des géosynthétiques;
- Spécification de contrôle de la construction – placement du remblai.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 16 de 20	Rev 0

L'entrepreneur peut proposer une autre méthode pour l'autorisation du représentant du propriétaire.

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 17 de 20	Rev 0

SPÉCIFICATION DE CONTRÔLE DE LA CONSTRUCTION – PRÉPARATION DE LA FONDATION			
ENTREPRENEUR :		DATE :	FEUILLE DE
DIGUE :	CHAÎNAGE :	DE :	À :
NO DE PLAN :			
NO	ARTICLES À ÊTRE INSPECTÉS	PAR L'ENTREPRENEUR	PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE
1.	Les relevés d'arpentage ont été vérifiés pour s'assurer que les emplacements sont conformes aux plans		
2.	Zones d'élimination prévues pour le matériau excavé		
3.	Présence de neige et méthode d'élimination en place		
4.	Présence de blocs et méthode d'élimination en place		
5.	Zones d'élimination du matériau excavé prévues et conformes aux exigences		
6.	Mesures d'assèchement prévues pour les eaux de surface et souterraines		
7.	Inspection visuelle de la tranchée ou de la base du fossé		
8.	L'état de pente latérale satisfait aux exigences		
9.	Sol gelé ou dégelé et mesures prises		
10.	Ajustement adapté à la conception de terrain		
11.	Inspection finale avant le reprofilage ou placement du remblai		
12.	Relevé de « tel qu'excavé » effectué		
COMMENTAIRES :			
ÉCARTS : (joindre la liste, le cas échéant)			
DATE DU CORRECTIF :			
ACCEPTÉ PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE :	ACCEPTÉ PAR L'ENTREPRENEUR :	ACCEPTÉ PAR CRI (si requis) :	
NOM :	NOM :	NOM :	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 18 de 20	Rev 0

SPÉCIFICATION DE CONTRÔLE DE LA CONSTRUCTION – INSTALLATION DE LA GÉOMEMBRANE ET DU GÉOTEXTILE			
ENTREPRENEUR :		DATE :	FEUILLE DE
DIGUE :	CHAÎNAGE :	DE :	À :
NO DE PLAN :			
NO	ARTICLES À ÊTRE INSPECTÉS	PAR L'ENTREPRENEUR	PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE
1.	Le matériau de la géomembrane et du géotextile est certifié par le fabricant et satisfait aux spécifications techniques		
2.	Inspection visuelle de la géomembrane et du géotextile effectuée pour déterminer les dommages physiques pendant la manutention		
3.	Défauts signalés avant l'installation		
4.	L'état final de la surface de l'assise répond aux spécifications techniques		
5.	Inspection visuelle au moment de l'installation de la géomembrane et du géotextile effectuée		
6.	Les conditions météorologiques répondent aux exigences pendant l'installation		
7.	Soudage effectué conformément aux spécifications techniques du fabricant		
8.	Essais et échantillonnage de la géomembrane (destructifs et non destructifs périodiques) effectués selon Les exigences		
9.	La géomembrane placée est lisse et sans plis		
10.	Dommages réparés pendant l'installation, conformément aux spécifications techniques		
11.	Site nettoyé		
12.	Relevé de référence effectué		
COMMENTAIRES :			
ÉCARTS : (joindre la liste, le cas échéant)			
DATE DU CORRECTIF :			
ACCEPTÉ PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE :	ACCEPTÉ PAR L'ENTREPRENEUR :	ACCEPTÉ PAR CRI (si requis) :	
NOM :	NOM :	NOM :	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 19 de 20	Rev 0

SPÉCIFICATION DE CONTRÔLE DE LA CONSTRUCTION — PLACEMENT DU REMBLAI			
ENTREPRENEUR :		DATE :	FEUILLE DE
DIGUE :	CHAÎNAGE :	DE :	À :
NO DE PLAN :			
NO	ARTICLES À ÊTRE INSPECTÉS	PAR L'ENTREPRENEUR	et PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE
1.	Les relevés d'arpentage ont été vérifiés pour s'assurer que les emplacements sont conformes aux plans		
2.	Inspection visuelle effectuée du matériau de la pile de stockage ou du banc d'emprunt		
3.	Essais sur les sols requis effectués		
4.	Le matériau de remblai répond aux exigences des spécifications techniques		
5.	Essais de terrain effectués pour confirmer que l'équipement et les méthodes de compactage sont acceptables		
6.	Épaisseur de levée et compactage selon les spécifications techniques		
7.	Mesures d'assèchement fournies, si requis		
8.	Inspection visuelle effectuée du matériau de la pile de stockage ou du banc d'emprunt		
9.	Contrôle de la ségrégation du matériau de remblai		
10.	Le matériau de remblai ne contient aucun bloc gelé		
11.	Chaque levée de remblai est inspectée et acceptable		
12.	Les conditions météorologiques répondent aux exigences pendant le placement et le compactage du remblai		
13.	Neige et matériau lâche ou saturé enlevés avant le placement de la prochaine levée		
14.	Relevé de référence effectué		
COMMENTAIRES :			
ÉCARTS : (joindre la liste, le cas échéant)			
DATE DU CORRECTIF :			
ACCEPTÉ PAR LE REPRÉSENTANT DU PROPRIÉTAIRE :	ACCEPTÉ PAR L'ENTREPRENEUR :	ACCEPTÉ PAR CRI (si requis) :	
NOM :	NOM :	NOM :	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

Spécification technique 0900 Contrôle des niveaux et plan d'AQ/de CQ	PAR Expo – Déversoir de la Cellule 2 Spécifications techniques	1097-2150193603-RF- Rev0 Mine Nunavik Nickel
Juillet 2024	Page 20 de 20	Rev 0

ANNEXE C

Limitations

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT GÉOTECHNIQUE

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques au projet tel que décrit dans ce rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ce rapport doit être lu dans son ensemble puisque des sections, prises individuellement ou hors contexte, pourraient être faussement interprétées. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par WSP Canada Inc. Si la conception, l'emplacement ou l'élévation du projet doivent être modifiés et/ou si le projet n'est pas commencé dans les 18 mois suivant la remise de ce rapport, WSP Canada Inc. devrait être consultée pour confirmer que ses recommandations sont encore valables.

Les commentaires, interprétations et recommandations présentés dans ce rapport sont basés sur une évaluation limitée des conditions souterraines comme décrit ailleurs dans ce texte et sont formulés dans le seul et unique but d'orienter la conception du projet. À moins d'avis contraire, les interprétations, commentaires et les recommandations présentés dans ce rapport ont été formulés à la lumière de nos connaissances concernant les conditions du site, l'utilisation courante et/ou prévue du site, les règlements, normes et critères en vigueur, les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude, et en tenant compte dans tous les cas de l'emplacement du site. Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, WSP Canada Inc. recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

Comme certains détails du projet envisagé peuvent ne pas être connus de WSP Canada Inc. au moment de la remise de ce rapport, il est recommandé que WSP Canada Inc. soit consultée lors de l'élaboration des plans et devis reliés aux considérations géotechniques afin de s'assurer qu'ils demeurent conformes à l'intention et aux recommandations de ce rapport.

Il est aussi recommandé que les services de WSP Canada Inc. soient retenus durant la phase de construction afin de confirmer que les conditions souterraines sur l'ensemble du site ne diffèrent pas de façon significative de celles évoquées dans ce rapport et que les activités de construction n'ont aucun impact négatif sur les considérations géotechniques liées à la conception. À cet égard, il importe de souligner que le contrôle des eaux superficielles et/ou souterraines est fréquemment requis comme mesure temporaire ou permanente lors de la construction. Une mauvaise conception du drainage et/ou de l'assèchement peut avoir des conséquences néfastes. De même, les conditions souterraines peuvent être substantiellement modifiées par les activités de construction (circulation de machinerie, excavation, enfoncement de pieux, dynamitage, etc.) ayant cours sur le site ou sur les terrains adjacents ainsi que par l'exposition des sols aux intempéries (gel, sécheresse, pluie, etc.).

WSP Canada Inc. ne pourra être tenue responsable de conditions souterraines imprévisibles ni de leurs impacts sur les coûts de construction et l'échéancier de réalisation des travaux. WSP Canada Inc. ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que WSP Canada Inc. et de changements ultérieurs aux conditions du site. WSP Canada Inc. n'acceptera aucune responsabilité pour les effets de mesures de drainage et/ou d'assèchement à moins d'avoir été spécifiquement consultée et impliquée dans la conception et le suivi du système de drainage et/ou d'assèchement. WSP Canada Inc. ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toute modification future aux règlements, normes ou critères applicables de même que de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Le Client de même que tout entrepreneur réalisant des travaux qui s'inspirent de ou qui pourraient avoir une incidence sur les considérations géotechniques évoquées dans ce rapport doivent informer WSP

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT GÉOTECHNIQUE

Canada Inc. ainsi que l'ingénieur concepteur de tout événement, activité, information, découverte passée, présente ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et leur offrir la possibilité de réviser leurs recommandations ainsi que les plans de construction. Cette obligation couvre aussi le cas où les conditions rencontrées sur le site différeraient de façon significative de celles anticipées dans ce rapport, soit en raison de la variabilité naturelle des conditions souterraines ou en raison d'activités de construction. Il est entendu que la reconnaissance d'un changement des conditions du sol et du roc nécessite qu'un examen soit effectué sur le site par un professionnel qualifié et expérimenté dans la pratique de la géotechnique.

ÉVALUATION DES CONDITIONS SOUTERRAINES

Les travaux d'investigation souterraine effectués par WSP Canada Inc. et décrits dans ce rapport ont été réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que WSP Canada Inc., cités et/ou utilisés dans ce rapport sont considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et comme étant valides.

Les horizons de sols et de roc étant souvent de composition et de géométrie très variables, les descriptions de sondage ne permettent donc que d'estimer approximativement leurs caractéristiques et profils réels. Les contacts entre les différents horizons de sols et/ou de roc sont souvent graduels et, conséquemment, leurs emplacements sur les descriptions de sondage relèvent d'une certaine interprétation. De même, la classification et l'identification des sols et du roc impliquent une certaine part de jugement. Les descriptions de sol et de roc apparaissant dans ce rapport s'appuient sur des méthodes de classification et d'identification communément acceptées et rejoignent les exigences normales de la pratique professionnelle habituelle de la géotechnique. Par ailleurs, il importe de souligner que la précision des données recueillies et leur interprétation sont tributaires de différents facteurs dont la méthode de sondage, l'espacement entre les sondages, la profondeur d'investigation, la méthode d'échantillonnage, la fréquence d'échantillonnage de même que l'uniformité des conditions souterraines. Certains de ces facteurs, comme la méthode de sondage, l'espacement entre les sondages, la profondeur d'investigation, la méthode d'échantillonnage et la fréquence d'échantillonnage peuvent eux-mêmes être tributaires de contraintes physiques, budgétaires ou d'échéancier convenues avec le Client.

Dans tous les cas, on doit considérer que les résultats obtenus et présentés dans ce rapport ne s'appliquent qu'aux endroits où ont été réalisés les sondages, qu'aux profondeurs d'échantillonnage indiquées et qu'au moment de l'étude. Les conditions souterraines interprétées, tant physiques que quantitatives ou qualitatives, peuvent varier sensiblement entre et au-delà des sondages réalisés et des profondeurs d'échantillonnage indiquées.

Les mesures et caractéristiques de l'eau souterraine présentées dans ce rapport ne sont valables que pour les endroits et les dates spécifiées. Ces conditions peuvent en effet varier selon les saisons, les années ou en raison d'activités ou d'événements sur le site à l'étude ou sur des terrains adjacents.

wsp
wsp.com

TECHNICAL MEMORANDUM

DATE October 5, 2020

Project No. 20138922 Rev 0

TO Steve Quessy, ing., Chief Engineer
Canadian Royalties Inc.

CC Peter Merry

FROM Kebreab Habte and Yves Boulianne

EMAIL KHabte@golder.com

EXPO CELL 1 SPILLWAY CONSTRUCTION DESIGN BRIEF – NUNAVIK NICKEL MINE, CANADIAN ROYALTIES INC.

1.0 INTRODUCTION

Canadian Royalties Inc. (CRI) has retained Golder Associates Ltd. (Golder) to produce an updated construction package for the Expo tailings Cell 1 Emergency Spillway.

The Expo site has two tailings cells, (Cells 1 and 2, separated by a divider dyke) and a waste rock cell. The closure concept of the tailings facility includes an emergency spillway in the northeast corner of Cell 1 designed to convey the probably maximum flood (PMF) event generated from waste rock cell and the two tailings cells (Cells 1 and 2) to the environment. As Cell 1 is near to its ultimate capacity, construction of an emergency spillway is required to prevent overtopping of the perimeter dykes during extreme storm events. The Cell 1 emergency spillway was originally designed in 2015 (Golder 2015) but it was not constructed.

The original design of the emergency spillway was provided in drawings 830-C-0306-06 (Golder 2015). The watershed area of the spillway has increased since the original design. In addition, the original design did not take into account climate change.

This memorandum documents the design update completed for the emergency spillway. The design has been updated to account for the as-built surfaces of the east dyke of Cell 1 and west dyke of Main Collection Pond (MCP), the updated watershed area contributing to the emergency spillway, and climate change adjustment to the design flood event.

2.0 EXISTING CONDITION

2.1 General

The tailings cells are designed for closure where the crest of the perimeter dykes are designed to have a 1% slope from the southwest corner to the northeast corner and tailings are deposited in a manner to push the tailings ponds to the northeast corner of each tailings cell. Therefore, the Cell 1 emergency spillway will be located at the north end of Cell 1 East Dyke and MCP West Dyke. The spillway will convey extreme events from the waste rock cell and the two tailings cells to the MCP and then to Lower Collection Pond (LCP) for discharge to the environment.

2.2 East Dyke Cell 1

The East Dyke of Cell 1 is constructed of random rockfill (Zone 1a), overlain by select rockfill (Zone 2a), transition (Zone 3a) and bedding (Zone 4a). Geomembrane liner underlain by a geotextile cushion is installed on the upstream (interior side slope of the dyke). The liner and geotextile cushion are installed over the bedding material. The geomembrane liner and geotextile cushion are anchored into the dyke crest in a trench backfilled with bedding material. The dyke crest surface consists of Zone 4a bedding material.

The dyke crest elevation varies around Cell 1, sloping down at approximately 1% grade to the northeast corner of (i.e. the location of the Cell 1 Emergency Spillway). Based on the 2018 survey provided by CRI, the lowest elevation of the dyke crest is approximately 539.5 m, which is at the northeast corner. In order to construct the spillway for closure, the northeast corner of the dyke will be raised to elevation 540.0 m.

2.3 West Dyke of Main Collection Pond

The West Dyke of the MCP is constructed of glacial till material (Zones 8 and 9). The dyke has a liner which is buried within the dyke. The upstream face of this dyke is protected by a layer of rip rap (Zone 7). The dyke crest elevation is approximately 523.5 m based on the 2013 survey.

3.0 DESIGN OF CELL 1 EMERGENCY SPILLWAY

3.1 Hydraulic Modelling

A hydrologic analysis was completed to support the design update of the Cell 1 emergency spillway. The hydraulic routing exercise was modelled using the U.S. Army Corps of Engineers HEC-HMS 3.5 modelling software. The following criteria were adopted for the Cell 1 spillway sizing:

- The 24-hr PMP event corresponding to 207 mm (Golder 2012). To account for climate change, an 18% loading factor was used as per MTMDET (ministère des Transports, de la Mobilité et de l'Électrification des transports) for watershed sizes less than 25 km². Therefore, the storm event selected for the spillway sizing corresponds to 244 mm. The critical storm event is a rainfall event given the small catchment size and limited ability to attenuate the discharge (i.e. a snowmelt + rainfall event is not considered critical).
- The Type II distribution developed by the SCS was used to represent the precipitation time sequence of the event.
- Losses were determined using the U.S. Soil of Conservation Service (SCS) curve number method and assigning a CN number of 90.
- The total surface area of the Tailings and Waste Rock Disposal Facility reporting to the Cell 1 spillway is approximately 84 ha.
- The lag time used in the model for the waste rock cell, Cell 2 and Cell 1 catchments was estimated to be 15 minutes, 13 minutes, and 14 minutes, respectively, using the SCS method, which is based on parameters such as path length and slope (assumed to be 1.3%).
- The initial water level was assumed to be at the invert elevation of the emergency spillway.

The HEC-HMS model was run to estimate the peak inflow resulting from the design event. The peak outflow from Cell 1 emergency spillway under the design event is 41.2 m³/s.

3.2 Design of Cell 1 Emergency Spillway

The Cell 1 spillway will be located at the northeast corner of the cell. The invert of the spillway will be 1.5 m below the crest elevation. The spillway will be a trapezoidal channel with 20 m wide bottom and 10H:1V side slopes. A drawing showing the Expo Cell 1 Emergency Spillway construction details is included in Appendix A. The technical specifications for construction are included in Appendix B. The technical specifications are the same version (Rev 0) as those developed for the original design of the spillway (Golder 2015).

The peak flow depth through the spillway under the design event, 24-hr PMP, is 1.0 m. The maximum flow velocity through the spillway is estimated to be 1.4 m/s.

The spillway will be lined with geomembrane to limit the potential for erosion and infiltration during spill events. The spillway will also be armoured with rip rap. The D_{50} of the rip rap will be 350 mm. The rip rap was sized using the US Army Corp of Engineers methodology (USACE 1991).

3.3 Design of Cell 1 Emergency Spillway Chute

The Cell 1 emergency spillway chute will be a trapezoidal channel with 20 m wide bottom, 3H:1V side slopes and overall gradient of 3H:1V. A drawing showing the Expo Cell 1 Spillway Chute construction details is included in Appendix A.

The peak flow depth through the spillway chute under the design event, 24-hr PMP, is 0.35 m. The maximum flow velocity along the chute is estimated to be 5.5 m/s.

The spillway chute will be lined with geomembrane to limit the potential for erosion underneath the transition erosion protection layers. The geomembrane liner is also provided as part of the final closure design, where the entire downstream slope of the facility will be lined for geochemical and water quality considerations. The spillway chute will be armoured with rip rap. The D_{50} of the rip rap will be 1,000 mm. The rip rap was sized using the US Army Corp of Engineers methodology (USACE 1991).

3.4 Cell 1 Emergency Spillway Stilling Basin

A stilling basin is provided at the downstream end of the Cell 1 emergency spillway chute to dissipate the energy of the flow prior to exiting the spillway structure into the MCP.

The US Department of the Interior Bureau of Reclamation (USBR 1984) method for design of stilling basins and energy dissipators was used. This equation estimates the length of the hydraulic jump required to dissipate the flow energy. The length is a function of the flow velocity and water depth at the stilling basin inlet and the Froude number, the values of which are as follows:

- Flow velocity: 5.5 m/s;
- Flow depth: 0.35 m; and
- Froude number: 2.97

Based on the values above, the stilling basin will be a 20 m wide structure 11 m long and 2.6 m deep. The basin will be lined with geomembrane to limit potential erosion and will be armoured with rip rap. The D_{50} of the rip rap will be 1000 mm.

4.0 SPILLWAY CONSTRUCTION PROCEDURES

4.1 Excavation and Removal of Existing Liner

The construction of the Cell 1 emergency spillway requires the removal of the existing geomembrane liner and geotextile cushion on the east dyke upstream slope to the spillway excavation invert elevation.

Prior to excavating any materials, the tote bag ballast, geomembrane liner and geotextile cushion must be removed from the crest and interior side slopes. Figure 1 shows recommended approach to cutting the geomembrane and geotextile cushion. The geomembrane should not be cut to the design excavation line in order to have some excess material left which can be folded away to allow excavation and then folded back onto the cut surface to be temporarily anchored with ballast. Temporary anchoring ballast must be used if fill is not placed immediately following the excavation. Ballast may be either filled sandbags or sealed geotextile socks (geotextile strip filled with bedding material and heat sealed at the edges).

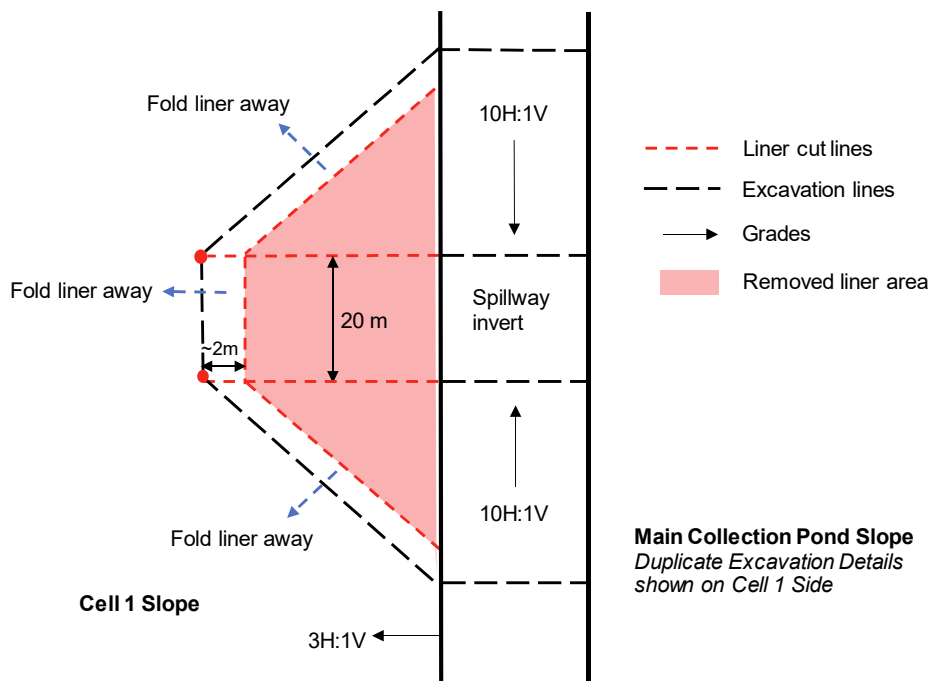


Figure 1: Geomembrane liner and cushioning removal diagram (not to scale)

The end of geomembrane cuts must be drilled to create rounded edges or cut into a keyhole (0.5" diameter round hole with no sharp edges) which will prevent propagation of cracks through the geomembrane.

Spillway excavation shall be completed with a smooth-bucket excavator. Care must be taken to avoid over-excavation and mixing of upstream transition and bedding zones on the dyke slopes. Care should be taken to separate the select rockfill and random rockfill zones, such that the select rockfill may be re-used for re-instatement of the spillway subgrade. Care should also be taken so that large rock particles do not fall into the exposed interior side slope liner of the tailings facility.

The emergency spillway will have invert elevation of 538.5 m. At the east dyke crest, the spillway will be 20m wide with 10H:1V side slopes. The allowable dimensional tolerances are specified in the Technical Specifications (Appendix B).

4.2 Earthworks

Fill materials are required to raise the northwest corner of the tailings Cell 1 to a minimum crest elevation of 540.0 m and a minimum dyke crest width of 5m. The raise will require Zone 4a over the existing crest of the dyke and Zone 3a over the downstream side slope of the dyke.

The spillway construction will require excavation at the east dyke crest, exterior side slope of the east dyke and at the upstream toe of the MCP. The required excavation at the east dyke cuts into the random rockfill (Zone 1a) zone. Once excavation is complete, the transition and filter compatible bedding zones must be reinstated. The earthworks should be constructed as per the Technical Specifications (Appendix B).

All materials used in the construction of the spillway above the geomembrane liner shall be Non-potentially acid generating and non-metal leaching as the spillway is designed for final closure. The material zones are differentiated with an "a" for those zones that be run-of-mine rockfill with the potential to generate acid and leach metals (i.e. Zone 3 vs Zone 3a).

A description of each zone is provided as follows:

- Zone 2/2a is select rock fill. It is 1.0 m thick above the Zone 1a random rockfill. The maximum particle size of the Zone 2a material is 0.5 m. Processing will be required to remove large particles. It is placed in 0.5 m lifts and compacted with a minimum of four passes of a 10-tonne, smooth drum vibratory roller.
- Zone 3/3a is a transition material placed between the select rock fill (Zone 2a) and liner bedding (Zone 4a). The zone is 0.3 m thick. It is well graded, non-cohesive esker material with a maximum particle size of 0.15 m. Oversize particles will have to be removed. The maximum lift thickness is 0.3 m. It will be compacted to 95% of the Standard Proctor Maximum Dry Density.
- Zone 4/4a is a 0.3 m thick layer of liner bedding material on top of the transition zone. It is a non-cohesive, screened esker material with a maximum particle size of 20 mm. The zone will be placed in 0.3 m lifts and compacted to 95% of the Standard Proctor Maximum Dry Density.
- Coarse Riprap is a rip rap for the spillway chute and stilling basin. The D_{50} of the rip rap will be 1000 mm.
- Medium Riprap is a rip rap for the spillway at the Cell east dyke crest. The D_{50} of the rip rap will be 350 mm.

The earthfill works should be completed with minimal delay following the excavation and liner removal on the side slopes. The temporary liner anchor is not as effective as the permanent anchor trenches at preventing wind uplift and surface runoff infiltrating below the liner surface could cause liner bedding erosion. Immediately before fill placement, the anchoring sandbags and/or geotextile socks must be removed, and the geomembrane folded away from the spillway surface.

The excavated material from the Cell 1 Spillway excavation will consist of bedding material, transition, select rockfill and random rockfill. Provided adequate separation is maintained, the select rockfill may be re-used when re-instating the spillway subgrade. The bedding and transition material will be considered contaminated and shall not be re-used for re-instating the upstream zones of transition and bedding within the spillway.

4.3 Liner Installation and Repair

Following the re-instatement of the spillway subgrade and upstream transition and bedding zones, the cushion geotextile and geomembrane liner shall be installed across the spillway crest and dyke slopes.

The cushion geotextile and geomembrane liner shall be installed as per the Technical Specifications (Appendix B).

The following text and figure highlights key considerations for liner installation but does not include all requirements, reference to the Technical Specifications (Appendix B) must be made.

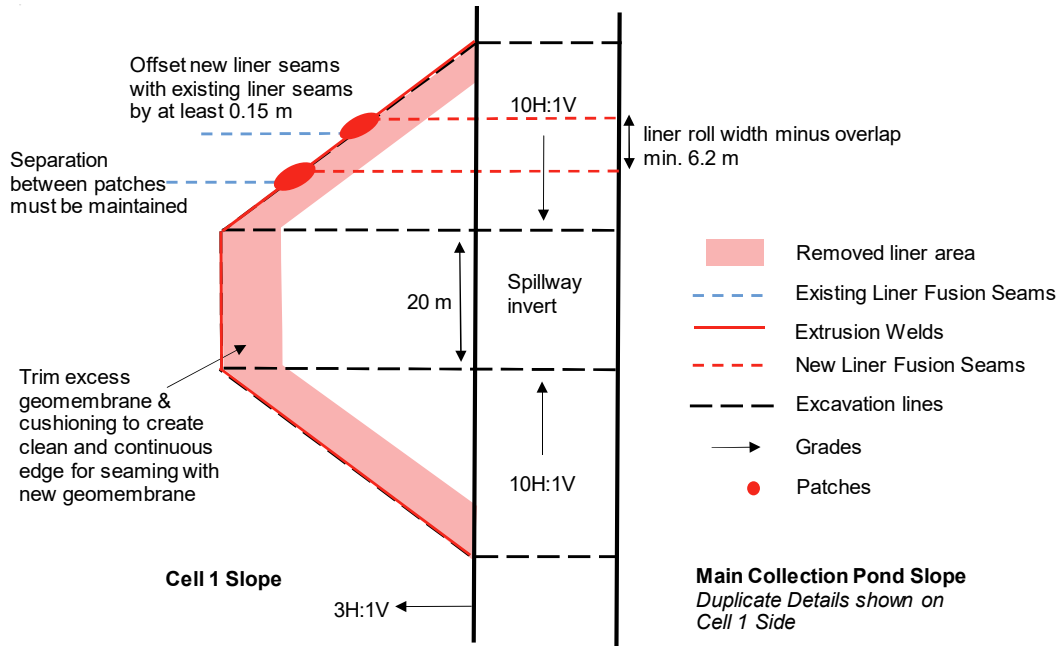


Figure 2: Liner installation diagram (not to scale)

The liner shall be installed in one continuous panel parallel to the dyke slope across the spillway crest and fusion welded together. The liner panels which are on the end of the spillway shall be anchored into the dyke crest as shown on the attached drawing (Appendix A). The installed liner seams shall not coincide with the existing liner seams. The intersections between the liner seams and another sheet of liner should be patched as a defect. Where there are two intersections within 0.2 m of each other, they shall be patched with one patch.

The installed liner should be welded to the existing liner using extrusion welds. The existing liner shall be trimmed to create a clean and continuous edge of extrusion welding with the newly installed geomembrane.

Additional general requirements include:

- Ensure liner and welding rods are dry to avoid moisture voids;
- Ensure extrusion bead covers all grinding gouges;
- At stop/start locations of extrusion beads, taper the end of the first bead and overlap taper in the start of the second bead (this only applies if an extrusion weld is placed in a full circle around a patch);
- Avoid large blobs that might overheat the adjacent geomembrane;
- No more than two welds in any one location;
- All patches shall have rounded corners;

- All patches shall extend 0.15 m past the defect (minimum patch diameter is 0.3 m); and,
- Do not overlap patches.

5.0 BILL OF QUANTITIES

Table 1 shows the bill of quantities for Cell 1 Emergency Spillway construction. The quantities do not include quantities for the temporary liner ballast.

Table 1: Bill of Quantities

Construction Materials – Cell 1 Spillway Construction	Unit	Estimated Quantity
Coarse Rip Rap ($D_{50} = 1000$ mm)	m ³	9,900
Medium Rip Rap ($D_{50} = 350$ mm)	m ³	1,200
Zone 2 - Select Rockfill	m ³	6,800
Zone 3a – Transition	m ³	24,100
Zone 4a – Bedding	m ³	8,400
1.5 mm LLDPE Geomembrane (White and both sides textured)	m ²	13,400

6.0 CLOSURE

We trust that the information contained in this design brief meets your requirements at this current time. If you have any questions or concerns with the information contained herein, please do not hesitate to contact the undersigned.

Sincerely,

Golder Associates Ltd.



Kebreab Habte, M.Sc.(Eng.), P.Eng.(ON)
Senior Geotechnical Engineer, Project Manager



Yves Boulianne, P.Eng.
Principal, Project Director



Adwoa Cobbina, M.A.Sc., P.Eng.(ON)
Water Resources Engineer



Peter Merry, P.Eng. (ON).
Principal, Senior Geotechnical Engineer

NC/KBH/WPM

Attachment:

Appendix A: Spillway Drawing
Appendix B: Technical Specifications

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/122733/project files/5 technical work/phase 5000 - cell 1 spillway/02_memo/rev 0/20138922_tm_cell 1 spillway construction_05oct2020.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/122733/project%20files/5%20technical%20work/phase%205000%20-%20cell%201%20spillway/02_memo/rev%200/20138922_tm_cell%201%20spillway%20construction_05oct2020.docx)

REFERENCES

- Golder Associates Ltd. (2012). Detailed Design of Expo Stage 1 Tailings and Waste Rock Disposal Facility and Water Collection Ponds – Nunavik Nickel Project, Québec. Report 10-1118-0066 (5501) Doc. 085 prepared for Canadian Royalties Inc. June 2012.
- Golder Associates Ltd. (2015). Expo Tailings Disposal Cell 2 and Waste Rock Disposal Cell 3 Detailed Design Report – Nunavik Nickel Mine, Québec. Report no. 1403949 (4000), prepared for Canadian Royalties Inc. September 25, 2015.
- USACE (1991). Hydraulic Design of Flood Control Channels. United States Army Corps of Engineers, EM 1119-2-1601
- USBR (1984). Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators. United States Department of the Interior Bureau of Reclamation. A Water Resources Technical Publication Engineering Monograph No. 25.

APPENDIX A

Spillway Drawing

APPENDIX B

Technical Specifications

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 8	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GENERAL	2
2.0 SPECIFICATIONS	2
3.0 CONSTRUCTION DRAWINGS	2
4.0 SCHEDULE	3
5.0 DEFINITIONS	3
6.0 ROLES AND RESPONSIBILITIES	5
7.0 SCOPE OF WORK AND RESPONSIBILITY	6
7.1 Construction Access	6
7.2 Dewatering	6
7.3 Clean-up	6
7.4 Survey	6
7.5 Water Supply	6
7.6 Health and Safety	6
7.7 Work Responsibilities	7
7.8 Codes and Standards	7

LIST OF TABLES

Table 2-1 Specifications List

Table 3-1 Construction Drawings List

Table 7-1: Construction Scope of Work and Responsibilities

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 8	Rev 0

1.0 GENERAL

These Technical Specification and accompanying Construction Drawings outline the materials, equipment, and services required to perform the Work in accordance with the Specifications and as shown on the Construction Drawings. This Specification describes the Scope of Work for construction of Cells 2 and 3 of the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility for Canadian Royalties Inc.'s (CRI) Nunavik Nickel Mine in northern Quebec, Canada.

Should a conflict between the Construction Drawings and Technical Specifications exist, the Construction Drawings shall govern.

2.0 SPECIFICATIONS

The Specifications listed in Table 2-1 are to be read in conjunction with the latest revision of the Construction Drawings.

Table 2-1 Specifications List

Specification No.	TITLE
0100	Scope of Work
0200	Excavation and Foundation Preparation
0300	Earthworks
0400	Geotextile
0500	LLDPE Geomembrane
0800	Instrumentation
0900	Survey Control and QA/QC Plan

3.0 CONSTRUCTION DRAWINGS

These Specifications shall be read and interpreted in combination with the latest revision of the Construction Drawings listed in Table 3-1.

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 8	Rev 0

Table 3-1 Construction Drawings List

Drawing No.	TITLE
830-C-0300	Title Sheet
830-C-0301	General Arrangement Plan
830-C-0302	Cells 2 and 3 - Sections and Details 1 of 3
830-C-0303	Cells 2 and 3 - Sections and Details 2 of 3
830-C-0304	Cells 2 and 3 - Sections and Details 3 of 3
830-C-0305	Permanent Ditches - Plan and Sections
830-C-0306	Spillway - Plan and Sections
830-C-0307	Instrumentation Details

4.0 SCHEDULE

Construction of Cell 2 started in 2014. Construction of Cell 3 will start once Cell 2 construction is complete.

5.0 DEFINITIONS

For the purpose of this project, the following definitions shall apply:

- Owner – Canadian Royalties Inc. (CRI)
- Contractor – CRI owned equipment and crew
- Sub-Contractors – Independent liner supplier and installation company or any other earthworks company directed by the Contractor.
- Engineer – Golder Associates Ltd. (Golder)
- Construction Manager – Represents the Owner on site and has the authority to direct all aspects of the work
- Owner's Representative – Represents the Engineer on site and has authority to approve aspects of the work following the design intent and specifications

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 8	Rev 0

- Approval – A written engineering or geotechnical opinion, concerning the progress and completion of the Work.
- Quality Assurance – Planned and systematic activities that provide adequate confidence to the Owner and various stakeholders that quality control is being implemented effectively.
- Quality Control – A planned system of inspection testing carried out according to accepted standard specifications to ensure the quality of construction work.
- Ice-rich Soil – Frozen soils that contain more than 10 percent visible ice and/or have moisture content greater than 30%. Normally ice lenses are present.
- Ice-poor Soil – Frozen soils that contain less than 10 percent visible ice and have moisture content less than 30%. No visible ice lensing.
- Construction Drawings – Issued for Construction Drawings prepared by the Engineer.
- Specifications – Technical Specifications prepared by the Engineer.
- Embankment - a generic term for an engineered, above-ground structure of fill constructed from compacted soils;
- Dyke – a zoned earthfill embankment that impounds water or tailings;
- Berm – a homogeneous earthfill embankment;
- Spillway - A water conveying structure constructed as an integral part of a containment facility directs flow to prevent overtopping of the containment structure’s crest.
- Cut-off Trench – a shallow excavation through the dam foundation overburden and backfilled with excavated overburden that may be amended with bentonite to reduce seepage through the dam foundation.
- Overburden – refers to natural or processed natural material produced by the physical or chemical disintegration of rock either transported or in-situ.
- Fill – uncemented natural or processed material that has been placed.
- Rock – solidified material in solid beds or masses which can only be excavated by blasting. Rock shall also included weathered seams within intact rock.

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 8	Rev 0

All elevations are referenced to the geodetic Datum. The Construction Drawings grids are metric Datum NAD 83, UTM Zone 18N.

6.0 ROLES AND RESPONSIBILITIES

- The Owner is responsible for obtaining all relevant permits and providing access to the work areas and borrow areas.
- The Construction Manager for all work is CRI, who shall be responsible for all contracts, payments and site access required for the Work. The Construction Manager shall have the authority to direct all aspects of the work. The Construction Manager is responsible for coordinating all project communications, arranging daily and weekly meetings as required and holding meetings and for resolution of QA/QC issues.
- Golder is the Engineer on the project and is responsible for providing the Construction Drawings, Scope of Work and Specifications, and quantity estimates, and for approving all design and specification changes, modifications, or clarifications required during construction.
- The Owner's Representative shall be responsible for monitoring the Contractor's activities and for construction quality assurance monitoring. Golder will be designated as the Owner's Representative during periods in which they are on site to monitor the Work. During all other periods, CRI shall be responsible for monitoring of the Work and maintaining construction records for inclusion in the as-built report.
- The Owner's Representative has the authority to fail any aspect of the work if it is not in compliance with the Specifications or the Construction Drawings. If the Owner's Representative identifies something that is not meeting the Specifications, he shall notify the Construction Manager, who will determine the course of action to resolve the issue.
- The Contractor is responsible for proper construction of the work including any work performed by its Sub-Contractors.
- The Contractor reports to the Construction Manager.
- Work that has been stopped because of non-compliance shall resume only after a plan for corrective action has been prepared by the Contractor and has been approved by the Construction Manager.

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 8	Rev 0

7.0 SCOPE OF WORK AND RESPONSIBILITY

In order to execute the project, the following major work items are required.

7.1 Construction Access

Prepare and maintain, during the period of construction, all of the existing roads to the Work area. Where necessary, temporary access roads around the Tailings and Waste Rock Facility may be constructed and are to be removed after construction, unless required for maintenance and surveillance during operations.

7.2 Dewatering

All work shall be carried out in the dry. Dewatering shall be continuous through all work stoppages in order to protect the work-in-progress.

7.3 Clean-up

Clean up and make safe all work areas following completion of the Works.

7.4 Survey

Carry out a sufficient survey to lay out structures, establish fill quantities and provide as-built details (see Specification 0900 for details).

7.5 Water Supply

The Owner is responsible for securing a source of water to meet his construction needs.

7.6 Health and Safety

The Contractor shall possess a Construction Health and Safety Plan. In addition, the Contractor shall be responsible for complying with and providing all necessary safety requirements in accordance with the Occupational Health and Safety Act, and Regulations for Construction

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 8	Rev 0

Projects, Regulations for Mines and Mining Plants, the Canadian Construction Safety Code (National Building Code).

7.7 Work Responsibilities

Construction of Cells 2 and 3 will involve foundation preparation, embankment construction, geosynthetic installation, construction of emergency spillways, construction of water conveyance ditches, construction of lower collection pond #2, and installation of geotechnical instrumentations. Most of the construction will be carried out by CRI with some work to be carried out by independent sub-contractors, especially liner installation, under the direction of CRI. Table 7-1 outlines the scope of work to be carried out and the various parties responsible. CRI may elect to increase or decrease the scope of work carried out by the sub-contractors.

Table 7-1: Construction Scope of Work and Responsibilities

Scope of Work	Responsibility
Sourcing and development of construction material borrow sources including processing to meet the Technical Specifications	CRI
Preparation and maintenance of construction access roads	CRI
Foundation preparation for embankment construction	CRI
Placement and compaction of embankment fill	CRI
Placement and compaction of transition and bedding materials	CRI
Drilling , blasting and excavation of Lower Collection Pond No.2	CRI
Construction of the permanent water collection ditches	CRI
Supply and installation of geotextile cushion	Sub-Contractor
Supply and installation of geomembrane liner	Sub-Contractor
Supply and installation of thermistors and settlement plates	Sub-Contractor
Survey control, Material testing QC and as-built surveying	CRI/Sub-Contractor
QA and as-built report	CRI / Owner's Representative

7.8 Codes and Standards

Work shall conform to, but not be limited to, the requirements of the latest editions of the following standards and codes which form part of these Specifications:

- Mine Health and Safety Act of Quebec.

Specification 0100 Scope of Work	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 8 of 8	Rev 0

- Mine Health and Safety Regulations of Quebec.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 7	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GENERAL	2
2.0 WATER MANAGEMENT	2
3.0 EXCAVATION	2
3.1 General.....	2
3.2 Overburden Excavation	3
3.3 Bedrock Excavation	3
3.4 Blasting Operation	4
4.0 DEWATERING	6
5.0 SUBGRADE PREPARATION.....	6

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 7	Rev 0

1.0 GENERAL

This Specification provides the requirements for excavation and foundation preparation prior to fill placement required for the Work as shown on the Construction Drawings.

2.0 WATER MANAGEMENT

The Contractor shall be responsible for the design, construction and maintenance of all temporary cofferdams, dewatering systems, pumping facilities, siphons, and the like, required for the satisfactory management of water on the site to permit construction in dry conditions and to minimize impact on the environment. The method of groundwater control shall meet the approval of the Owner's Representative.

3.0 EXCAVATION

3.1 General

- Lines and Grades: Excavation shall be carried out as required to achieve the lines, grades and dimensions shown on the Construction Drawings and/or as required to expose suitable subgrade materials, which shall be determined by the Owner's Representative.
- Ground Surface: Excavation lines and grades shown on the Construction Drawings have been determined from limited ground and aerial surveys and the actual ground surface may vary from that shown on the Construction Drawings. The Contractor shall survey the ground surface prior to and upon completion of any excavation.
- Frozen Ground or Rock: Before excavating frozen ground or rock, the Contractor shall develop a method of excavation that conforms to all applicable laws and regulations and to proven safe practices.
- Slopes: Safe and stable temporary slopes shall be maintained at all times in accordance with the requirements of applicable legislation. Trench wall stability is the responsibility of the Contractor. It may be found necessary or advantageous to vary final slopes, grades or dimensions of excavations from those specified or shown on the Construction Drawings. Any variations proposed by the Contractor shall be approved by the Owner's Representative prior to being put into effect.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 7	Rev 0

- Tolerances: All excavations shall be completed to within 300 mm horizontally and 100 mm vertically of specified lines and grades unless otherwise approved by the Owner's Representative.
- Reuse of Excavated Material: Where excavated material meets the grading requirements for a particular fill material type (in accordance with Specification 0300 Earthworks), the excavated material may be reused as fill, subject to approval by the Owner's Representative.
- Disposal: Excavated material which is not reused as fill shall be disposed of in a manner and location approved by the Construction Manager.

3.2 Overburden Excavation

The Contractor shall remove, from within the limits of construction, all boulders, organic, wet, soft, very loose and other unsuitable materials which, in the opinion of the Owner's Representative, may interfere with the proper bonding of the fill to the subgrade or with the compacted material in the Work. The exposed subgrade shall consist of competent overburden or rock that is free of segregation.

Excavation of frozen overburden may be conducted as a drill and blast operation or by mechanical means with an excavator equipped with a ripper. The excavation method shall meet the approval of the Owner's Representative and shall not influence the overburden beyond the limits of excavation. Detailed drilling and blasting requirements are discussed in the following bedrock excavation sub-section.

3.3 Bedrock Excavation

Bedrock excavation is required at the Lower Collection Pond No. 2 and it might also be required to extend the surface water collection ditches. Additional areas requiring bedrock excavation will be determined by the Owner's Representative during construction. The Owner's Representative shall determine the actual lines and grades of the excavation after the removal of overburden. The Contractor shall conduct field investigations, as required, and provide data on the drilling and blast holes for bedrock excavation.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 7	Rev 0

Where bedding placement is required over excavated bedrock the surface shall be smooth and planar. Blasting shall not cause excessive fragmentation of the bedrock beyond the limits of excavation.

3.4 Blasting Operation

The blasting operation shall consist of controlled blasting for the excavation of bedrock where required, including perimeter wall control blasting to minimize back break and final wall damage. Perimeter wall control blasting techniques would include, but are not limited to, line drilling, pre-shearing, and cushion blasting.

The Contractor shall propose his method of blasting for the approval by the Owner's Representative. Not less than two weeks prior to commencing drilling for rock excavation, the Contractor shall submit to the Owner's Representative in writing, detailed proposals of the methods, techniques and procedures of rock excavation. Such proposal shall include: the location, depth and area of blast; the diameter, spacing, depth, pattern and inclination of blast holes; the type, strength amount, column load and distribution of explosives to be used per hole, per delay and per blast; the sequence and pattern delays; and the description and purpose of any special methods to be adopted. Drilling and blasting shall not commence until approval by the Owner's Representative.

Acceptance of the blasting plan described above, by the Owner's Representative, shall in no way relieve the Contractor from responsibility for ensuring that the blasting operation is conducted in a safe and satisfactory manner, and in accordance with these Specifications, nor shall the Owner's Representative assume responsibility for the adequacy of the blasting operation to achieve adequate breakage or acceptable results, nor for any delays created by the process of ensuring the safety of structures, services, or persons.

Following acceptance of the blasting plan by the Owner's Representative, the Contractor shall conduct, in the presence of the Owner's Representative, a sufficient number of small scale trial blasts to ensure that each blast design is optimum for the particular site conditions and that each design will meet the requirements of this Specification. Should the blast results be unacceptable to the Owner's Representative, the Owner's Representative may choose to halt further blasting operations and require that the Contractor submit a new blasting plan for review.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 7	Rev 0

If the Owner's Representative advises that deficiencies are observed during any blasting operation, they shall be corrected immediately by the Contractor.

The Contractor shall keep an accurate and permanent record of the "as loaded" condition for each blast along with the time and date of each blast. These records shall be made available to the Owner's Representative for review at any time, and copies supplied to the Owner Representative upon request.

In the event that removal of all rock within the required design limits is not achieved due to fractures or inadequacies or all or part of the blasting, the Contractor shall complete the excavation to the required design limits, in those areas where the blasting has already been carried out, using mechanical excavation techniques.

If the extent of the overbreak is such that it endangers the stability of the excavation walls in any manner, the Contractor shall excavate more rock, as directed by the Owner's Representative, to achieve a stable wall to the satisfaction of the Owner's Representative.

The Contractor shall provide qualified personnel acceptable to the Owner for planning and execution of the blasting operation. The Contractor shall ensure that no person shall be allowed to conduct any task related to a blasting operation unless that person is under the direct supervision of the Blaster. Blasting shall be carried out in accordance with the laws and regulations of any Authorities having jurisdiction.

Where blasting is likely to affect persons or property the Contractor shall follow all procedures and take all necessary precautions in accordance with applicable laws and regulations. The Contractor shall use blasting mats and other suitable means to minimize the quantity of flyrock.

Immediately prior to a blast, the Contractor shall clear the blasting area for all persons and vehicles and post flagmen to prevent any traffic from entering the area until the blast has taken place. A warning siren shall be sounded prior to blasting and to indicate the "All Clear" after the blast has taken place.

The Contractor shall obtain the necessary explosive permits from Authorities having jurisdiction and at least one week before commencement of blasting operations submit two copies of any and all blasting permits to the Owner's Representative.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 7	Rev 0

The Contractor shall be responsible for handling, transport and storage of explosives at the site, including erecting storage buildings and displaying warning signs where required, and carrying out blasting operations in accordance with the laws and regulations of the authorities having jurisdiction and to the satisfaction of the Owner's Representative. The Contractor shall be responsible for all claims whatsoever, arising from the hauling, handling, use of or storing of explosives and all effects, direct or indirect, of the blasting operations.

4.0 DEWATERING

All work areas and excavation shall be kept dewatered, if required, to permit execution of the Works in-the-dry. Temporary ditching may be required to collect and convey surface runoff away from work areas.

Dewatering shall be continuous through all work stoppages including overnight and holidays to protect the work-in-progress. Unless otherwise approved, the water shall be discharged into an area approved by the Owner's Representative.

Cofferdams may be required to minimize water inflow. Cofferdams shall be of such dimensions and height to permit effective dewatering in the excavation and to the approval of the Owner's Representative. Unless otherwise indicated, all cofferdams shall be removed upon completion of the Works.

5.0 SUBGRADE PREPARATION

- General: Soil subgrade preparation shall include the excavation and removal of all unsuitable overburden from the foundation areas of the Work which, in the opinion of the Owner's Representative, could interfere with the proper bonding of the fill materials to the subgrade, or with the proper construction and/or intended performance of the structure. Foundation preparation includes removing snow and ice, stripping and scalping organic hummocks and removing boulders protruding more than 300 mm above the ground.
- Proof-rolling: Subgrade surfaces shall be proof-rolled and approved by the Owner's Representative prior to proceeding with construction. The method of proof-rolling and subgrade compaction shall be subject to the approval of the Owner's Representative, considering the moisture content, slope of the subgrade and the structure to be constructed on the subgrade.

Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 7	Rev 0

- Sub-excavation: If, in the opinion of the Owner's Representative, the proof-rolling indicates that a particular area(s) will not provide adequate support, then the Owner's Representative may direct the Contractor to sub-excavate the affected area(s). Sub-excavation shall involve excavation of unsuitable soil to a depth(s) and over an area(s) directed by the Owner's Representative. Excavated material shall be disposed of as directed by the Owner's Representative. Areas which have been sub-excavated shall be proof-rolled and brought back up to design grade as directed by the Owner's Representative with fill material that is placed and compacted according to Specification 0300.
- Subgrade Compaction: Unless directed otherwise by the Owner's Representative, subgrades shall be compacted to a density of at least 95% of the Standard Proctor Maximum Dry Density (SPMDD) of the subgrade material.
- Approval: The prepared subgrade or foundation surface shall be inspected and approved in writing by the Owner's Representative prior to fill placement.
- Protection from Weather: If the prepared subgrade becomes damaged or loosened by a change in the moisture condition or by frost it shall be repaired by removal or reworking of any materials affected over the full extent of the damage. The restored subgrade shall then be proof rolled to provide an acceptable subgrade. The restored subgrade shall be subject to inspection and approval by the Owner's Representative before any further work is done in this area.
- Bedrock Preparation: All ice, overburden soil, loose, soft, disintegrated and weathered blocks and fragments of rock or irregularities and excessively steep areas shall be removed as indicated on the Construction Drawings or directed by the Owner's Representative in the field. The bedrock surface shall be cleaned so that the embankment fill will bond to the rock. The full extent of cleaning required and approval of the cleaned bedrock surface shall be determined by the Owner's Representative in the field.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 17	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 SCOPE.....	3
2.0 GENERAL	3
3.0 TOLERANCES	4
4.0 MATERIALS.....	4
4.1 Random Rockfill (Zone 1a).....	6
4.2 Select Rockfill (Zones 2a).....	6
4.3 Transition (Zones 3a)	7
4.4 Bedding (Zones 4a)	8
5.0 FILL PLACEMENT	9
5.1 General.....	9
5.2 Random Rockfill (Zone 1a).....	10
5.3 Select Rockfill (Zone 2a)	11
5.4 Transition (Zone 3a)	11
5.5 Bedding and Processed Esker (Zone 4a).....	11
6.0 COMPACTION	12
6.1 General.....	12
6.2 Compaction	13
6.2.1 Random Rockfill and Select Rockfill (Zones 1a and 2a).....	13
6.2.2 Transition (Zone 3a)	13
6.2.3 Bedding and Processed Esker (Zone 4a).....	14
7.0 BORROW SOURCE DEVELOPMENT	15
8.0 PROTECTION AND INSTALLATION OF INSTRUMENTATION.....	16
9.0 QUALITY CONTROL (QC) AND QUALITY ASSURANCE (QA)	16
9.1 General.....	16
9.2 Inspection and Testing	16

LIST OF TABLES

Table 4-1 Gradation Limits for Random Rockfill (Zone 1a)

Table 4-2 Gradation Limits for Select Rockfill (Zone 2a)

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 17	Rev 0

Table 4-3 Gradation Limits for Transition Material (Zone 3a)

Table 4-4 Gradation Limits for Bedding (Zones 4a)

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 17	Rev 0

1.0 SCOPE

This Specification describes the requirements for materials, labour, equipment, and performance for earthworks and embankment fill placement to construct Cells 2 and 3 of the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility for the Nunavik Nickel Mine.

Work described in this Specification includes:

- Embankments fill materials properties including gradation requirements.
- Placement and compaction of zoned embankment fill.
- Placement of riprap.
- Backfilling of excavated trenches and drainage ditches.

2.0 GENERAL

- The Contractor shall construct the various fill zones according to the lines and grades and elevations shown on the Construction Drawings.
- No fill shall be placed on any subgrade or against or upon any structure until foundation preparation, as specified in Specification 0200 Excavation and Foundation Preparation has been completed and such portions have been approved in writing by the Owner's Representative.
- No brush, branches, roots, stumps, frozen fill material, sod or other unsuitable materials shall be placed in the embankment fill.
- Embankment fill materials shall not encroach upon adjacent zones any further than allowed by the tolerances for the Work.
- Fill materials generally shall be well graded within the specified gradation limits. Fill materials shall be free of segregation.
- Sources of fill materials require the approval of the Owner's Representative.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 17	Rev 0

- Access ramps shall be constructed by the Contractor as shown on the Construction Drawings.
- Dewatering of excavations and foundations shall be carried out as required to keep the foundation and fill surface dry during the progress of the Work. Dewatering shall be carried out as required to carry out the Works in-the-dry.
- The Contractor shall complete the Works in accordance with the Construction Drawings and Specifications. The Owner's Representative may modify the design during construction based on the conditions encountered.

3.0 TOLERANCES

Dimensions shall not be less than those specified and final slopes shall not be steeper than those indicated on the Construction Drawings. Unless otherwise shown on the Construction Drawings, dimensional tolerances for the earthworks shall be the following:

- Level tolerance +/- 0.1 m
- Horizontal tolerance +/- 0.3 m

The Contractor shall provide and have available at all times during his working hours, the necessary staff and equipment to ensure that proper and correct setting out of the Works is continually maintained during construction. Should any errors in setting out of the Works occur, such errors shall be corrected and any necessary adjustment to previously placed fill materials resulting from such errors shall be made good to the satisfaction of the Owner's Representative prior to further placement of the fill materials.

3.1 Codes and Standards

Work shall conform to, but not be limited to, the requirements of the latest editions of the following standards and codes which form part of these Specifications:

- ASTM D422: Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- ASTM D854: Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer;

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 17	Rev 0

- ASTM D698: Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)).
- ASTM D1140: Test Method for Amount of Material in Soils Finer than the No. 200 (75 µm) Sieve.
- ASTM C136: Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
- ASTM D2216: Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.
- ASTM D1556: Test Method for Density of Soil in Place by the Sand-Cone Method.
- ASTM D2922: Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods (shallow depths).
- ASTM C535: Standard Method of Test for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.
- ASTM D7012 : Standard Test Methods for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens under Varying States of Stress and Temperatures.

4.0 MATERIALS

Random Rockfill and other construction materials used to construct the tailings disposal cells will be covered with a geomembrane liner so acid generating rock with the potential to leach metals may be acceptable. The Expo Pit will be one of the main sources of the fill materials for Cell 2.

Embankment fill material shall be free from lenses, pockets or layers of material which are significantly different in gradation from the surrounding material within the same zone. Material placed which does not meet the specified gradation requirements shall be removed, blended or otherwise reworked to produce a material which does.

Where gradational requirements allow large variations within a given material zone, material shall be placed so as to prevent the migration of particles from the finer materials into the void spaces of coarser materials. Where the gradation of two adjacent materials are determined by the Owner's Representative to be incompatible and the danger of particle movement exists, a minimum 0.5 m thick layer of material, with an approved intermediate gradation, shall be placed between the fill materials in question.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 17	Rev 0

Oversized particles shall be removed, either at the source or during placement or both. Where reduced lift thicknesses are required, particles larger than 2/3 of the reduced lift thickness shall be removed prior to compaction.

4.1 Random Rockfill (Zone 1a)

Random Rockfill shall be well-graded, run-of-mine, sound, hard, durable, rockfill free from snow, ice, frozen chunks, organic matter, debris and other deleterious materials deemed unsuitable by the Owner's Representative. The Random Rockfill shall be within the gradation limits shown in Table 4-1. Maximum particle size shall not exceed 1000 mm. Rockfill material shall have a minimum uniaxial compressive strength of 40 MPa, and no more than 60% loss during the Los Angeles Abrasion test. Zone 1a Random Rockfill can be run-of-mine rockfill with a potential to generate acid and to leach metals.

Table 4-1 Gradation Limits for Random Rockfill (Zone 1a)

Sieve Size (mm)	Percent Passing by Mass (%)
1000	100
700	65-100
500	50-100
300	34-100
200	30-80
100	15-50
50	0-35
25	0-20
12.5	0-10
4.75	0-9
0.075	0-5

4.2 Select Rockfill (Zones 2/2a)

Select Rockfill material shall be well-graded, sound, hard, durable rockfill free from snow, ice, frozen chunks, organic matter, debris and other deleterious materials deemed unsuitable by the

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 17	Rev 0

Owner's Representative. Select Rockfill shall be within the gradation limits shown in Table 4-2. Maximum particle size shall not exceed 300 mm. Select Rockfill material shall have a minimum uniaxial compressive strength of 40 MPa, and no more than 60% loss during the Los Angeles Abrasion test.

Zone 2 Select Rockfill shall be inert rockfill with no potential for acid generation and metal leaching. Zone 2a Select Rockfill can be run-of-mine rockfill with a potential to generate acid and to leach metals.

Table 4-2 Gradation Limits for Select Rockfill (Zone 2a)

Sieve Size (mm)	Percent Passing by Mass (%)
300	100
200	84-100
100	58-100
75	48-100
50	35-89
25	15-68
20	10-62
12.5	0-47
4.75	0-15
0.075	0-5

4.3 Transition (Zones 3/3a)

Transition material shall be crushed and screened from sound, hard, durable rockfill or screened from Esker and shall be free from snow, ice, frozen chunks, organic matter, debris and other deleterious materials deemed unsuitable by the Owner's Representative. Transition material shall be within the gradation limits shown in Table 4-3. Maximum particle size shall not exceed 200 mm. Transition material shall have a minimum uniaxial compressive strength of 40 MPa, and no more than 60% loss during the Los Angeles Abrasion test.

Zone 3 Transition shall be inert rockfill or screened Esker with no potential for acid generation and metal leaching. Zone 3a Transition can be run-of-mine rockfill or screened Esker with a potential to generate acid and to leach metals.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 8 of 17	Rev 0

Table 4-3 Gradation Limits for Transition Material (Zone 3a)

Sieve Size (mm)	Percent Passing by Mass (%)
200	100
100	78-100
50	60-100
20	47-89
9.6	38-80
4.75	30-72
2	20-62
0.075	8-23

4.4 Bedding (Zones 4/4a)

Bedding material shall be screened esker or crushed and screened from sound, hard, durable rockfill conforming to the gradation limits in Table 4-4. Bedding Material shall be free from snow, ice, frozen chunks, organic matter, debris and other deleterious materials deemed unsuitable by the Owner's Representative.

Zone 4 Bedding shall be inert material with no potential for acid generation and metal leaching. Zone 4a Bedding can be run-of-mine rockfill with a potential to generate acid and to leach metals.

Table 4-4 Gradation Limits for Bedding (Zones 4a)

Sieve Size (mm)	Percent Passing by Mass (%)
20	100
12	80-100
9.6	75-100
4.75	65-90
2	51-78
0.425	26-52
0.075	0-23

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 9 of 17	Rev 0

4.5 Rip-Rap

Rip-rap is required for the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Spillways to be constructed at the northwest corners of Cells 1 and 2. The contractor shall produce this material from quarried bedrock or oversized screened esker consisting of sound, hard, durable, inert cobble and boulder sized particles. Testing of bedrock sources for this material shall be completed prior to construction to confirm that the rock is not potentially acid generating and will not leach metals.

Rip-rap shall be clean, well-graded cobble and boulder sized particles meeting the gradation requirements below:

- At least 50 percent of the material, by weight, shall consist of fragments larger than the D_{50} particle size specified on Drawing 830-C-0306.
- No fragments shall be larger than 1.5 times the D_{50} particle size specified on Drawing 830-C-0306.
- At least 85 percent of the material, by weight, shall consist of fragments larger than the 75 mm.
- Of the fraction passing the 75 mm (3 inch) sieve, not more than 5 percent, by weight, shall pass the 0.075 mm (U.S. Standard No. 200) sieve.

5.0 FILL PLACEMENT

5.1 General

- The placement of fill materials includes loading, transporting, unloading, storing, and additional handling when necessary.
- Fill materials shall not be placed on any part of the foundation until the foundation has been inspected and approved in writing by the Owner's Representative.
- Structures shall be constructed to the lines, grades, zoning and cross-sections shown on the Construction Drawings using only suitable materials as defined within the Specifications or approved by the Owner's Representative.
- Equipment suitability, methods of working, rate of progress and quality of work shall be demonstrated during the initial stages of the Work or at any time as requested by the

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 10 of 17	Rev 0

Owner's Representative. In the event that the work performance is unsatisfactory for either quality or schedule requirements, the Contractor shall immediately implement changes as required to ensure the required quality and scheduled completion of the Work.

- During dumping and spreading, waste materials such as, but not limited to, debris, organics, vegetation, or any other unsuitable material shall be removed.
- Materials shall be transported, dumped and spread to avoid segregation, so that each zone is homogeneous, free of horizontal stratification, lenses, pockets, ruts or layers of material of different texture or grading not conforming to the requirements specified for the material of each zone.
- Mixing materials from adjoining zones shall be avoided.
- Accumulations of oversized stones, particularly between different material zones and abutment contacts, shall be removed and replaced with suitable materials as specified herein.
- Compaction of fill materials will vary by zone. The Contractor is responsible for carrying out compaction in the fill zones as stated in the Specifications or subject to approval by the Owner's Representative. Initial placement of each zone shall involve field trials to determine the required placement and compaction method.
- Prior to fill placement, water, ice, snow or other deleterious materials shall be removed from the foundation surface, to the satisfaction of the Owner's Representative.
- The maximum difference in elevation between adjacent compacted surfaces within the fill shall be one lift thickness.
- Temporary slopes within the fill are undesirable and shall be avoided.

5.2 Random Rockfill (Zone 1a)

- The maximum uncompacted rockfill lift shall be 1000 mm.
- Free dumping of rockfill in piles shall only be allowed if the piles will be levelled by bulldozer, and loaded haul truck traffic routed across the levelled material.
- Rockfill shall be placed so that no significant voids exist in the fill.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 11 of 17	Rev 0

- Nesting of oversize boulders shall be avoided.

5.3 Select Rockfill (Zone 2a)

- The maximum uncompacted rockfill lift shall be 1000 mm.
- Free dumping of rockfill in piles shall only be allowed if the piles will be levelled by bulldozer, and loaded haul truck traffic routed across the levelled material.
- Rockfill shall be placed so that no significant voids exist in the fill.

5.4 Transition (Zone 3a)

- The maximum uncompacted lift shall be 300 mm.
- Free dumping of material in piles shall only be allowed if the piles will be levelled by bulldozer, and loaded haul truck traffic routed across the levelled material.
- Transition shall be placed so that no significant voids exist in the fill.

5.5 Bedding and Processed Esker (Zone 4a)

- The maximum uncompacted lift shall be 300 mm.
- Prior to placing successive lifts or layers, previously compacted and/or tested materials that are scoured, washed out, oversaturated or do not meet the Specifications shall be removed and replaced with suitable materials.
- When materials are replaced, the new materials shall be adequately compacted and tested according to the Specifications.
- For the cut-off trench and culvert backfill, place and compact materials in horizontal lifts beginning in the lowest area of the trench.
- Transport materials by means of hauling units that have adequate bearing surface to prevent rutting. Ensure hauling units do not follow tracks. If, however, rutting occurs, scarify and re-compact to produce an even surface.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 12 of 17	Rev 0

5.6 RIP-RAP

- Rip-Rap shall be placed and nominally compacted to form a tightly knit mass.
- Nesting of material shall be avoided.

6.0 COMPACTION

6.1 General

- All fill materials will be placed and adequately compacted as specified in the following sections.
- Prior to compaction, remove accumulations of oversized stones, particularly between different material zones and abutment contacts and replace with suitable materials as specified herein.
- Each lift shall be compacted before placement of the subsequent lift.
- If the compaction of a lift or a portion of a lift is insufficient due to the lack of overlapping of passes, excessive lift thickness, excess or deficient moisture content, insufficient density, or improper compaction equipment, as determined by the Owner's Representative, the Contractor shall improve the condition of the fill in accordance with the requirements specified herein or at the direction of the Owner's Representative, and re-compact the lift. If the additional work cannot provide satisfactory results, the Contractor shall remove and waste such lift, or its portion, and replace with new material.
- Minimize collection of water, snow, ice or other deleterious material(s) on the surface of the fill or foundations. If these materials collect on the surface remove them prior to placement of subsequent lifts of material. If collection of these materials has caused deterioration in the condition of the fill or foundation material, improve the condition to meet the Specifications or remove such material, as directed by the Owner's Representative, prior to placement of subsequent lifts.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 13 of 17	Rev 0

6.2 Compaction

- Compaction shall be carried out using a smooth drum vibratory compactor. Suitable equipment size to be determined during placement and compaction trials.
- Carry out rolling over large surfaces and execute turns carefully to obtain uniform compaction.
- One pass of the roller over the area being compacted constitutes a pass.
- Adjacent passes shall overlap by at least 600 mm.
- Each compacted lift shall be tested and/or sampled by qualified personnel according to Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan. Each lift shall also be checked, approved and signed off by the Owner's Representative prior to the placement of the next lift.
- In general, fill shall not be placed drier than the optimum water content. The Contractor shall adjust and maintain the fill at the specified water content for compaction in a manner that ensures uniform moisture distribution throughout each lift.
- The speed of compaction equipment shall not exceed 4 km/hr.

6.3 Random Rockfill and Select Rockfill (Zones 1a and 2a)

- Routing of the loaded haul truck traffic on the rockfill shall be carried out such that compaction is obtained across the entire width of the rockfill.
- Compaction shall be obtained by making four (4) passes with a 10-tonne smooth drum vibratory roller. The Owner's Representative will oversee a compaction field trial conducted as part of initial rockfill compaction. Observations from the field trial will be used to determine whether additional passes will be required to obtain sufficient compaction of the rockfill.

6.4 Transition (Zone 3a)

Unless otherwise specified by the Owner's Representative, each lift shall be compacted to 95% of the Standard Proctor Maximum Dry Density (SPMDD).

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 14 of 17	Rev 0

6.5 Bedding and Processed Esker (Zone 4a)

- Unless otherwise specified by the Owner's Representative, each lift shall be compacted to 95% of the Standard Proctor Maximum Dry Density (SPMDD).
- The final liner bedding surface (e.g., beneath the liner) shall be rolled smooth using a smooth drum compactor. The final surface shall be approved in writing by the Owner's Representative and Liner Installer prior to liner placement.
- Bedding material placed immediately over the liner shall not be compacted.

7.0 WASTE ROCK CELL 3 DEVELOPMENT

7.1 Waste Rock Placement

- Foundation of Cell 3 shall be prepared as per Specification 0200 prior to waste rock placement.
- Water, ice, snow or other deleterious materials shall be removed from the foundation surface, to the satisfaction of the Owner's Representative, prior to waste rock placement.
- Waste rock shall not be placed on any part of the foundation until the foundation has been inspected and approved in writing by the Owner's Representative.
- The waste rock shall be transported, dumped and spread to avoid segregation.
- Oversized stones rolled down slopes should be picked-up and placed within the waste rock mass of subsequent lifts.
- Waste rock shall be placed in 2m lifts.

7.2 Waste Rock Compaction

- Each lift shall be compacted by the mine fleet to reduce long-term deformation and settlement that could affect the performance of the final liner cover to be installed as part of closure of the cell.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 15 of 17	Rev 0

- Filed trial shall be carried out during the early stage of Cell 3 development to determine the minimal traffic required to ensure sufficient compaction.
- The Owner's Representative shall carryout intermittent inspection of the compaction process to ensure its adequacy.

8.0 OPEN CHANNELS AND DITCHES

- Requirements: The Contractor shall complete the Work associated with construction of the Spillways and Drainage Ditches, as shown on the Construction Drawings and in accordance with the following Specifications.
 - Specification No. 0200 Excavation and Foundation Preparation
 - Specification No. 0400 Geotextile
 - Specification No. 0500 LLDPE Geomembrane
- Tolerances: The finished grade tolerance along the length of Channel and Ditch inverts shall be $\pm 0.05\%$.
- Spillway Erosion Protection: Spillway invert and sideslopes exposed to the maximum design water levels shall be covered with a layer of Erosion Protection (Zone 7) as shown on the Construction Drawings.
- Erosion Control: The Contractor shall be responsible for controlling erosion and repairing erosion damage until an adequate cover of rip rap has been placed.

9.0 BORROW SOURCE DEVELOPMENT

- The Contractor shall obtain all construction materials from designated borrow sources within the limits of the mine property subject to Owner's approval.
- Borrow sources shall be developed and maintained in accordance with operating permits and approvals.
- The Contractor shall strip unsuitable materials and stockpile the same at approved locations within the borrow area for rehabilitation.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 16 of 17	Rev 0

- The borrow pit shall be developed in an orderly manner. Ponding of water as a result of excavation shall not be permitted. All final pit slopes shall not be steeper than 3(H):1(V).

10.0 PROTECTION AND INSTALLATION OF INSTRUMENTATION

- The Contractor shall exercise care to prevent damage to existing instrumentation and lead wires. Lead wires shall be extended as required to maintain access for monitoring and/or downloading data loggers.
- Instrumentation shall be installed within embankment fill as shown on the Construction Drawings.
- All instrumentation lead wires shall be protected by a minimum 200 mm thickness of Bedding (Zone 4a) to prevent damage to the lead wires from large particles, as directed by the Owner's Representative.

11.0 QUALITY CONTROL (QC) AND QUALITY ASSURANCE (QA)

11.1 General

- The Contractor shall provide Quality Control (QC), including survey, inspection and materials testing as required in Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan.
- QA inspection and testing shall be carried out by the Owner's Representative to confirm the Contractor's QC inspection, ensuring compliance with design specifications, which include foundation conditions, material gradation, compaction, and moisture content of fill materials. Survey QA to confirm construction grades and limits will be coordinated by the Owner's Representative. The Owner's Representative may request a QA survey at any time. During times when the Owner's Representative is not on site, the Owner shall be responsible for the Construction QA program.

11.2 Inspection and Testing

- The Contractor shall coordinate QC inspection, sampling and testing, as required by the Specifications, to determine suitability of the fill materials for construction in accordance with the Specifications.

Specification 0300 Earthworks	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 17 of 17	Rev 0

- The Contractor shall perform all necessary inspections, sampling and testing in borrow areas and processed material stockpiles, as applicable, to ensure that only materials of specified composition, gradation and moisture content are supplied for the Work.
- The Owner's Representative shall confirm suitability of material borrow areas including arranging for the required inspections, sampling and testing.
- The Contractor shall perform all necessary inspection sampling and testing to ensure that only materials of the required specified composition, gradation, and moisture content are supplied for the Work.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 9	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GENERAL	2
1.1 Description.....	2
1.2 Scheduling.....	2
1.3 Related Work.....	2
1.4 Reference Standards.....	2
1.5 Submittals.....	3
1.6 Labelling	4
1.7 Delivery.....	4
1.8 Temporary Storage, Protection and Handling	4
1.9 Measurement of Payment	5
2.0 PRODUCTS	5
2.1 Manufacturer	5
2.2 Materials	5
3.0 EXECUTION	7
3.1 Construction Sequence	7
3.2 Installation	7
3.3 Seaming	8
3.4 Repair	8
3.5 Product Protection	8

LIST OF TABLES

Table 2-1 Required Properties of the Geotextile Fabrics

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 9	Rev 0

1.0 GENERAL

1.1 Description

This specification describes the:

- Manufacture of non-woven geotextile meeting the requirements of this Specification, including quality control requirements that have to be met for both the raw materials and manufactured product;
- Supply of the geotextile for shipping FOB Port Ste-Catherine, Quebec;
- Unloading/temporary storage of the geotextile at the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility, Nunavik Nickel Mine;

The purpose of the geotextile for the Tailings Disposal Cell (Cell 2) and spillways is to protect the geomembrane liner from puncture by gravel sized particles in the bedding layer. The bedding layer consists of 20 mm minus processed material.

1.2 Scheduling

- The Geotextile Contractor shall commence work immediately upon award of the Contract and shall proceed without interruption until all liner installation works for the Cell 2 are complete.
- The work required under this Contract will start in summer of 2016.

1.3 Related Work

- LLDPE Geomembrane (Specification 0500).

1.4 Reference Standards

- American Society for Testing and Materials (ASTM):
 - ASTM D 4354, Practice for Sampling Geosynthetics for Testing.
 - ASTM D 4355, Test Method for Deterioration of Geotextiles from Exposure to Ultraviolet Light and Water (Xenon-Arc Type Apparatus).
 - ASTM D 4533, Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 9	Rev 0

- ASTM D 4632, Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method).
 - ASTM D 4833, Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products.
 - ASTM D 4873 Guide for Identification, Storage and Handling of Geotextiles.
 - ASTM D 5199, Test Method for Measuring Nominal Thickness of Geotextiles and Geomembranes.
 - ASTM D 5261, Standard Test Method for Measuring Mass Per Unit Area of Geotextiles.
- GRI Standard GT12(a)- ASTM version, Geosynthetics Research Institute, “Test Methods and Properties for Non-Woven Geotextiles Used as Protection (or Cushioning) Materials”, February 18, 2002.

1.5 Submittals

- The Geotextile Contractor shall provide the Owner’s Representative a certificate stating the name of the geotextile manufacturer, product name, style, chemical composition and other pertinent information to fully describe the geotextile.
- At least two (2) weeks prior to delivery of materials to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geotextile Contractor shall furnish the Owner’s Representative with copies of mill test data and a certificate stating that the geotextile meets the requirements of this Specification. The certificate shall be attested to by a person having legal authority to bind the Manufacturer.
- The Owner’s Representative may also take sample from the geotextile materials before shipment to site for an independent testing.
- Prior to manufacturing rolls with pre-fabricated seams, submit details of the seaming method including seaming equipment and materials for approval by the Owner’s Representative. The Owner’s Representative may require control testing to verify the integrity of the pre-fabricated seams by the Manufacturer.
- Obtain written approval of the Owner’s Representative for geotextile and geotextile seaming methods before installation of the geotextile.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 9	Rev 0

- Manufacturing Quality Control test results shall be provided upon request.

1.6 Labelling

- Geotextile labelling, shipment and storage shall follow ASTM D 4873.
- Product labels shall clearly show the manufacturer or supplier name, style name and roll number.

1.7 Delivery

- Prior to shipment to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geotextile Contractor shall provide to the Owner the Manufacturer's written instructions on the correct loading and unloading methods.
- Geotextile rolls shall be delivered to Port Ste-Catherine in containers suitable for maritime shipment, to prevent damage of the geotextile during loading/unloading onto vessels for shipment to the site.
- The geotextile rolls shall be unloaded from the containers at the site by the Geotextile Contractor and then visually inspected by the Geotextile Contractor and the Owner's Representative to determine if any rolls have been damaged during transport and handling. Repairs to damaged geotextile rolls shall be performed in accordance with Section 3.4 of this Specification. Extensively damaged rolls shall be rejected and replaced by the Geotextile Contractor at no cost to the Owner.
- Each geotextile roll shall be wrapped with a material that will protect the geotextile from damage due to handling, shipment, water, sunlight and contaminants.

1.8 Temporary Storage, Protection and Handling

- The Geotextile Contractor shall store the geotextile rolls received on site according to the Manufacturer's written instructions. During storage, geotextile rolls shall be elevated off the ground and adequately covered to protect them from site construction damage, extended exposure to ultra violet (UV) radiation, precipitation, chemicals, flames, sparks, temperatures in excess of 71°C and any other environmental condition that might damage the geotextile.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 9	Rev 0

1.9 Measurement of Payment

- Tendered unit price to be full compensation for the manufacture, supply for shipping FOB Port Ste-Catherine, Quebec, unloading/temporary storage and installation of geotextile cushion at the site, including all labour, materials, equipment and associated facilities required for the proper handling and installation of the geotextile cushion to the lines, grades and dimensions shown on the Construction Drawings for Cell 2 and spillways.
- Payment will be based upon finished exposed surface area of the completed geotextile (square metres). Allowances for fabric overlap at seams and repairs are to be included in the unit cost per square metre of finished exposed surface area. The finished surface area of the geotextile cushion shall be provided by the Geotextile Contractor and will be checked by the Owner's Representative. The Contractor shall be responsible for the excavation and backfilling of the anchor trenches.
- Testing of field samples ordered by the Owner's Representative and conducted by a Geosynthetics Construction Quality Assurance (CQA) Laboratory company to be at Owner's cost, except that costs of failed tests shall be deducted from monies owing to the Geotextile Contractor.

2.0 PRODUCTS

2.1 Manufacturer

- Geotextile Manufacturer(s) to be approved by the Owner's Representative.

2.2 Materials

- Geotextile cushion for the Tailings Cell geomembrane liner shall be 542 g/m² (16 oz/yd²) minimum mass per unit area non-woven, polypropylene or polyester geotextile, with Minimum Average Roll Values meeting or exceeding the criteria specified in Table 2-1.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 9	Rev 0

Table 2-1 Required Properties of the Geotextile Fabrics

Property	Qualifier	Units	Required Value for Tailings Cell Cushion Fabric	Test Method
Structure	-	-	Needle Punched Non-Woven	-
Polymer Composition	Minimum	%	95% by wt. Polypropylene or Polyester	-
Mass per Unit Area	MARV	g/m ²	542	ASTM D 5261 (Geotextile)
Grab Tensile Strength	MARV	N	1640	ASTM D 4632
Grab Tensile Elongation	MARV	%	50	D 4632
Tear Strength	MARV	N	640	ASTM D 4533
Puncture (pin) Strength	MARV	N	1000	ASTM D 4833
UV Resistance	Minimum	%	70	ASTM D 4355

- Manufacturing Quality Assurance testing for the geotextile be performed at a frequency in accordance with ASTM D 4354.
- Geotextile to be supplied in rolls of minimum 6.5 metre continuous width. Alternatively, narrower rolls may be used to fabricate the 6.5 metre width provided the fabricated panel has no more than two (2) fabrication seams.
- Minimum roll length to be equal to the Manufacturer's standard minimum length.
- Threads for sewn seams to be polymeric threads of the same materials and as chemically resistant and durable as the geotextile.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 9	Rev 0

3.0 EXECUTION

3.1 Construction Sequence

- The Geotextile Contractor shall co-ordinate the geotextile installation with the Earthworks Contractor, to ensure smooth transfer of responsibilities.

3.2 Installation

- Prior to installation, the Geotextile Contractor shall inspect the bedding surface and provide written certification to the Owner's Representative stating that the prepared surface is suitable for the geotextile cushion installation.
- Minimize disturbance of the bedding surface by the geotextile installation activities.
- Install the geotextile cushion in accordance with the Construction Drawings and/or as directed by the Owner's Representative. The surface of the bedding layer must be free of standing water, snow, ice, cobbles or other debris at the time of deployment of the geotextile cushion. The Contractor shall be responsible for the condition of the bedding layer, except for damage caused by the Geotextile Contractor.
- Place geotextile cushion by unrolling geotextile onto bedding surface according to the Manufacturer's instructions.
- Geotextile may be restrained in place with sand bags during placing and periods of wind. Pins or stakes will not be permitted.
- Place geotextile panels to minimize any folds or wrinkles especially along overlaps prior to seaming.
- Prevent entrapment of gravel and cobble sized particles beneath the geotextile cushion that could damage the geomembrane.
- Remove and replace damaged or deteriorated geotextile as directed by the Owner's Representative. Geotextile contaminated by mud, dust or dirt may require washing or removal and replacement as directed by the Owner's Representative. Remove deleterious materials from geotextile prior to covering, as directed by the Owner's Representative.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 8 of 9	Rev 0

- Do not permit passage of any vehicle directly on the geotextile cushion at any time.
- Do not allow geotextile cushion to “bridge over” voids or low areas in the subgrade. Subgrade shall be repaired by the Contractor where required such that the geotextile cushion rests uniformly on the subgrade surface.

3.3 Seaming

- All geotextile seams to be continuously sewn or heat bonded such that they do not separate during placement of the overlying geomembrane (spot seaming is not allowed). Geotextile panels to be overlapped a minimum of 150 mm prior to seaming. All seams along sideslopes are to be oriented downslope.
- All sewing of geotextile seams to be carried out using polymeric thread with chemical resistance properties equal to or exceeding those of the geotextile. Seams to be sewn to provide a flat (prayer) seam, “J” seam, or “butterfly-folded” seam, having 3 to 6 stitches per 25 mm. The stitch type to be a double-locking chain stitch or other if approved by the Owner’s Representative.
- When sewing a flat seam, stitching to be approximately 38 mm (+/- 6 mm) from the outside edge of the fabric (not in the selvage or at the selvage edge). The “J” fold and Butterfly fold seams require a fold 30 mm to 50 mm from the fabric edge with the stitching approximately 25 mm from the folded edge.
- Place geotextile such that factory sewn seams remain visible to facilitate inspection after deployment.

3.4 Repair

- Repair any holes or tears in the geotextile by sewing in place a patch made from the same geotextile, with a minimum of 600 mm overlap in all directions.
- Take care to remove any soil or other material which may have penetrated the torn geotextile.

3.5 Product Protection

- Use all means necessary to protect all prior work and materials.

Specification 0400 Geotextile	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 9 of 9	Rev 0

- In the event of damage to the geotextile cushion, immediately make all repairs and replacements necessary, to the approval of the Owner's Representative, at no additional cost to the Owner.
- Atmospheric exposure of the geotextile cushion to the elements following lay down shall be limited to 14 days to prevent damage.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 20	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GENERAL	3
1.1 Description.....	3
1.2 Scheduling.....	3
1.3 Related Work.....	3
1.4 Geomembrane Manufacturer, Supplier and Liner Contractor Qualifications	5
1.5 Quality Control Certificates	6
1.6 Material Warranty	6
1.7 Guarantee.....	6
1.8 Delivery.....	7
1.9 Temporary Storage, Protection and Handling	7
1.10 Measurement of Payment	7
2.0 PRODUCTS	8
2.1 Raw Materials.....	8
2.2 Manufactured Geomembrane.....	8
2.3 Extrudate Rod and/ or Bead	9
3.0 EXECUTION	9
3.1 Geomembrane.....	9
3.2 Construction Sequence	10
3.3 Installation	10
3.4 Seaming	11
3.4.1 Materials and Equipment:	12
3.4.2 Overlap and Preparation:.....	12
3.4.3 Climatic Conditions:	13
3.4.4 Test Seams:.....	13
3.4.5 Non-Destructive Testing:	14
3.4.6 Destructive Testing:	14
3.4.7 Acceptance of Seams:.....	15
3.4.8 Repair	16
3.5 Liner Acceptance.....	16
3.6 Disposal of Scrap Material.....	17
3.7 Documentation	17

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 20	Rev 0

LIST OF TABLES

- Table 1-1 Typical Properties of 1.5 mm (60 mil) Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Smooth)
- Table 1-2 Typical Properties of 1.5 mm (60 mil) Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Textured)
- Table 3-1 Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (S.I. Units)

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 20	Rev 0

1.0 GENERAL

1.1 Description

This specification describes the:

- Manufacture of 1.5 mm (60 mil) thick, smooth, white-surfaced (on top side only), Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) geomembrane, including quality control requirements that have to be met for both the raw materials and manufactured product (used on the Cell 2 slopes and alternative contact water collection ditches);
- Manufacture of 1.5 mm (60 mil) thick, textured, black, Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) geomembrane, including quality control requirements that have to be met for both the raw materials and manufactured product (used on the Cell 2 and Cell 1 spillway and channel);
- The geomembrane will be placed on the side slopes and base of Tailings Cell 2 (smooth LLDPE) as well as along the Cell 2 and Cell 3 spillway and channel (textured LLDPE), as shown on the Construction Drawings.
- Supply of the geomembrane for shipping FOB Port Ste-Catherine, Quebec; and
- Temporary storage of the geomembrane at the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility, Nunavik Nickel Project.

1.2 Scheduling

- The Geomembrane Liner Contractor shall commence work immediately upon award of the Contract and shall proceed without interruption until all liner installation for the Cell 2 of the Tailings and Waste Rock Disposal Facility is complete.
- The work required under this Contract shall be completed during July 2016 to August 2016.

1.3 Related Work

- Geotextile (Specifications 0400).
- Reference Standards:

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 20	Rev 0

- American Society for Testing and Materials (ASTM):
 - ASTM D 792, Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.
 - ASTM D 1004, Test Method for Initial Tear Resistance of Plastic Film and Sheeting.
 - ASTM D 1238, Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastomer.
 - ASTM D 1505, Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique.
 - ASTM D 1603, Test Method for Carbon Black in Olefin Plastics.
 - ASTM D 3895 Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefins by Thermal Analyses.
 - ASTM D 4218 Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique.
 - ASTM D 4833 Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes and Related Products.
 - ASTM D 5199, Test Method for Measuring Nominal Thickness of Geotextiles and Geomembranes.
 - ASTM D 5323 Practice for Determination of 2% Secant Modulus for Polyethylene Geomembranes.
 - ASTM D 5397 Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefin Geomembranes Using Notched Constant Tensile Load Test.
 - ASTM D 5596 Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics.
 - ASTM D 5617 Test Method for Multi-Axial Tension Test for Geosynthetics.
 - ASTM D 5721 Standard Practice for Air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes.
 - ASTM D 5885 Standard Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High-Pressure Differential Scanning Calorimetry.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 20	Rev 0

- ASTM D 6392 Standard Test Method for Determining the Integrity of Non-reinforced Geomembrane Seams Produced Using Thermo-Fusion Methods.
- ASTM D 6693 Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Non-reinforced Polyethylene and Non-reinforced Flexible Polypropylene Geomembranes.
- ASTM D 7238 Test Method for Effect of Exposure of Unreinforced Polyolefin Geomembrane Using Fluorescent Condensation Device.

■ Geosynthetics Research Institute (GRI) Standards:

- GRI Standard GM17 (Revision 10), Geosynthetics Research Institute, November 14, 2014.
- GRI Standard GM19 (Revision 7), Geosynthetics Research Institute, November 4, 2013.
- GRI Standard GM9 (Revision 1), Geosynthetics Research Institute, January 10, 2013.

1.4 Geomembrane Manufacturer, Supplier and Liner Contractor Qualifications

- The Geomembrane Liner Contractor, Manufacturer and Supplier may be separate companies or a single company, recognized and well established with proven ability with polyethylene geomembrane.
- The Geomembrane Liner Contractor (Contractor) shall have International Association of Geosynthetic Installers (IAGI) Certified Contractor Status.
- The Geomembrane Liner Contractor's field staff for this project shall include a Master Seamer who has served in this capacity on the installation of at least 500,000 m² of polyethylene geomembrane prior to this project. Duties shall have included supervision and co-ordination of other field crew members and setup / repair / operation of all geomembrane related equipment.
- All welding technicians including the Master Seamer shall have IAGI Certified Welding Technician (CWT) certification in both extrusion and fusion welding. Proof of CWT certification shall be provided prior to the commencement of geomembrane installation.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 20	Rev 0

1.5 Quality Control Certificates

- At least two (2) weeks prior to delivery of materials to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geomembrane Liner Contractor shall furnish the Owner's Representative with copies of Manufacturer's quality control certificates as detailed below. Failure to do so may result in rejection of materials.
- Manufacturer Certificates:
 - Origin of resin, brand name, number and production date;
 - Certificate that all resin used in the manufacture of the geomembrane for this project complies with the requirements of the GRI Standard GM17;
 - Quality Control certificates issued by the resin supplier;
 - Quality control certificates and certification that the geomembrane supplied complies with the project requirements of the GRI Standard GM17 for 1.5 mm (smooth or textured, as applicable) LLDPE geomembrane (Table 1-1 and Table 1-2);
 - Certification that the geomembrane and extrudate rod have the same properties.

1.6 Material Warranty

- The geomembrane liner will be exposed until the cell is filled with tailings and the final closure cover is installed over the cell (up to 5 years). The limited weather records available from the mine site and Katinni^q metrological station (2000-2005) include recorded temperatures down to -40°C. Temperatures lower than -40°C could be experienced during the time in which the liner is exposed.
- The Geomembrane Manufacturer to provide the Owner with a written warranty against manufacturing defects for a period of ten (10) years from the date of installation.

1.7 Guarantee

- The Geomembrane Liner Contractor to provide the Owner with a written guarantee against defects in installation and workmanship for a period of two (2) years from the date of final acceptance of the liner installation, including the provision of qualified technicians and materials necessary for repairs, at no cost to the Owner.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 20	Rev 0

1.8 Delivery

- Prior to shipment to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geomembrane Liner Contractor shall provide to the Owner the Manufacturer's written instructions on the correct loading and unloading methods.
- Geomembrane rolls shall be delivered to Port Ste-Catherine in containers suitable for maritime shipment, to prevent damage of the liner during loading/unloading onto vessels for shipment to the site.
- Geomembrane rolls shall be unloaded from the containers at the site by the Geomembrane Liner Contractor and then visually inspected by the Geomembrane Liner Contractor and the Owner's Representative to determine if any rolls have been damaged during transport and handling. Repairs to damaged geomembrane rolls shall be performed in accordance with Section 3.4.8 of this Specification. Extensively damaged rolls shall be rejected and replaced by the Geomembrane Liner Contractor at no cost to the Owner.

1.9 Temporary Storage, Protection and Handling

- The Geomembrane Liner Contractor shall store the geomembrane rolls received on site according to the Manufacturer's written instructions and away from direct sunlight, excessive heat, mud, debris, dust and snow until installation of the geomembrane liner is complete and the liner is accepted by the Owner's Representative.

1.10 Measurement of Payment

- Tendered unit price from the Geomembrane Liner Contractor to be full compensation for manufacture, supply for shipping FOB Port Ste-Catherine, Quebec, unloading/temporary storage at the site and installation of the geomembrane, including all labour, materials, equipment and associated field facilities required for proper installation of polyethylene geomembrane to the lines, grades and dimensions shown on the Construction Drawings for Cell 2 of the Tailings and Waste Rock Disposal Facility and spillways.
- Payment will be based upon square metres of finished surface area of the geomembrane. Allowances for overlaps for welding and for the portion of liner buried in the anchor trench are to be included in the unit cost per square metre of finished exposed surface area of the geomembrane installed. The finished exposed surface area of

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 8 of 20	Rev 0

geomembrane installed will be determined by the Liner Contractor and checked by the Owner's Representative. The Owner shall be responsible for the excavation and backfilling of the anchor trenches for the liner.

- All trial seam welding as well as non-destructive and destructive testing of field seams carried out by the Liner Contractor are to be at no additional cost to the Owner.
- Destructive testing conducted by the Owner's Representative on field seams is to be at Owner's cost.

2.0 PRODUCTS

2.1 Raw Materials

- Geomembrane to be manufactured from virgin, first-quality polyethylene resin, designed and manufactured specifically for use in LLDPE geomembrane and meeting the requirements of the GRI Standard GM17.
- Reclaimed polymer or reprocessed geomembrane shall not be added to the virgin resin, however, the use of edge trimmings recycled during the manufacturing process of the same batch of geomembrane is permitted if recycled polymer does not exceed 10% by weight.
- Resin raw material specifications are:
 - Minimum Density (ASTM D1505) 0.915 g/cm³
 - Maximum Density (ASTM D1505) 0.926 g/cm³
 - Maximum Melt Index (ASTM D1238, Condition 190/2.16) 1.0 g/10 min
- If required by the Owner's Representative, the Manufacturer shall provide a certificate stating the name of the resin supplier, complete with product description, properties and certification that the resin product has not been produced from a blend of resins.

2.2 Manufactured Geomembrane

- Material specifications for the 1.5 mm (60 mil) thick, smooth, white-surfaced (on top side only), Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) geomembrane to meet or exceed those listed in Table 1-1 for 1.5 mm thick smooth LLDPE Geomembrane.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 9 of 20	Rev 0

- Material specifications for the 1.5 mm (60 mil) thick, textured, black, Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) geomembrane to meet or exceed those listed in Table 1-2 for 1.5 mm thick textured LLDPE Geomembrane.
- Geomembrane to be free of pinholes, blisters, undispersed raw material, striations or any sign of contamination by foreign matter.
- Rolls to be a minimum of 6.5 m in width, consisting of a continuous width seamless panel. The minimum length of each roll shall be the Manufacturer's standard length for the specified thickness and such that seaming requirements are minimized.
- Each roll to be clearly marked at two separate locations on the roll, with the following information:
 - Manufacturer
 - Product Type
 - Thickness
 - Resin Lot Number
 - Roll Number
 - Length and Width

2.3 Extrudate Rod and/ or Bead

- Extrudate rod and/or bead to be produced from the same resin used in the manufacture of the LLDPE geomembrane rolls.

3.0 EXECUTION

3.1 Geomembrane

- At least two (2) weeks prior to delivery of the geomembrane to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geomembrane Liner Contractor is to provide written certification and supporting documentation/test results to the Owner's Representative that all raw materials used to manufacture geomembrane and extrudate rod and/or bead meet or exceed the requirements given in Section 2.1 of this specification.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 10 of 20	Rev 0

- At least two (2) weeks prior to delivery of the geomembrane to Port Ste-Catherine, Quebec, the Geomembrane Liner Contractor is to provide written certification and supporting documentation/test results to the Owner's Representative that the geomembrane sheet is in compliance with the specification given in Table 1-1 for 1.5 mm smooth LLDPE geomembrane.

3.2 Construction Sequence

- Geomembrane Liner Contractor shall co-ordinate the geomembrane installation with the Earthworks Contractor, to ensure smooth transfer of responsibilities.
- Geomembrane Liner Contractor shall be responsible for the condition of the geomembrane materials until the geomembrane installation has been accepted by the Owner's Representative.

3.3 Installation

- Geomembrane Liner Contractor shall provide pre-installation geomembrane panel layout shop drawing at least two weeks prior to commencing the work for the approval by the Owner's Representative.
- Each geomembrane roll delivered to the site shall have the details clearly identified on two separate locations on the roll (refer to Section 2.2) for verification prior to installation. Extensively damaged rolls shall be rejected and replaced.
- Prior to installation, the Geomembrane Liner Contractor to inspect the bedding and geotextile cushion surfaces and provide written certification to the Owner's Representative stating that the prepared surfaces are suitable for the geomembrane installation.
- Minimize damage of the bedding and geotextile cushion surfaces by the geomembrane installation activities.
- Placement of the geomembrane is to be done in accordance with the sequence on the approved pre-installation panel layout shop drawings, and/or as may be revised on site (with the approval of the Owner's Representative), to suit field conditions.
- All seams to be oriented down slope and not across slope. Lay or trim all bottom sheets so that all joints are at least 2 m from the end of the slope at the bottom of the cell.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 11 of 20	Rev 0

- Equipment used to handle and weld the geomembrane to not cause any damage to the geomembrane or the bedding layer/geotextile cushion due to handling, trafficking, leakage of hydrocarbons or any other means. Protect geomembrane in areas of heavy traffic by placing protective cover over geomembrane. All damage to the geomembrane to be corrected to the satisfaction of the Owner's Representative.
- Personnel to not engage in activities or wear footwear which could damage the geomembrane.
- Apart from approved welding equipment, no mechanical equipment will be allowed on the geomembrane.
- Sufficient material slack shall be provided to allow for thermal expansion and contraction of the material.
- Place panels in such a way as to minimize scratches, wrinkles, crimps and other damage to the geomembrane. Minimize wrinkles and "fishmouths" along seams.
- Do not deploy geomembrane panels if moisture, snow or wind prevents proper placement or seaming.
- At the end of each day or installation segment, all unseamed edges shall be anchored by sand bags or other approved device. Staples, U-shaped rods or other penetrating anchors are not to be used to secure the geomembrane. Any damage to the liner due to inclement weather to be the sole responsibility of the Geomembrane Liner Contractor.
- Any panel or part thereof which becomes seriously damaged, shall be replaced by the Geomembrane Liner Contractor at no additional cost to the Owner. Such damaged panels shall be removed from the site immediately. Minor damage such as crimps, wrinkles, etc., to be repaired as described in this Section.

3.4 Seaming

- All seaming to be performed under the direct supervision of the "Master-Seamer".
- Cold weather installations should follow guideline as outlined in GRI GM9.
- Seams:

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 12 of 20	Rev 0

- Geomembrane Liner Contractor shall provide to the Owner's Representative, the proposed method of performing seaming operations including the equipment to be used.
- Seams to have Minimum Seam Shear Strength and Peel Strength as given in the GRI Standard GM 19 (Table 3-1) for 1.5 mm thick LLDPE geomembrane for seam testing at ambient temperature of $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$;

3.4.1 Materials and Equipment:

- Approved seaming methods are double hot wedge fusion welding and extrusion welding on repairs and pipe penetration details only.
- All geomembrane seams are to be welded.
- Seaming to be a continuous operation along the entire seam, with a minimum number of interruptions.
- Fusion welder to be equipped with gauges which indicate the temperatures and speeds during welding.
- Extrusion welding equipment to be equipped with gauges indicating barrel and nozzle temperatures. Extruder to be purged of all heat degraded extrudate prior to commencement of each seaming sequence.

3.4.2 Overlap and Preparation:

- Minimum overlap shall be 75 mm (3 inches) for extrusion welding and 125 mm (5 inches) for fusion welding. Sufficient overlap must be provided on both sides of the double fusion weld to allow for destructive testing.
- Methods used to temporarily bond adjacent rolls are not to result in any damage to geomembrane. Solvents and/or adhesives are not to be used.
- If hot air leisters are used to provide temporary bonding, no damage to the geomembrane will be permitted. If damage is noted upon visual inspection and/or destructive testing, it must be repaired to the satisfaction of the Owner's Representative.
- Align seams to provide minimum wrinkles and "fishmouths". Seam area to be free of dirt, dust, moisture, debris or any other foreign matter.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 13 of 20	Rev 0

- If grinding is required along the seam, do so according to Manufacturer's recommendations.

3.4.3 Climatic Conditions:

- The seaming procedures described in this Section relate to ambient temperatures between -15°C and 40°C. Do not perform seaming when ambient temperatures are less than -15°C.
- Keep seam areas clean, dry and sheltered from wind and snow during seaming operation.

3.4.4 Test Seams:

- Each seamer and his welding unit to produce at least two test seams per day per welding apparatus when welding at ambient temperatures above freezing, one made at the beginning of each shift and one at mid-shift, as directed by the Owner's Representative. If a seamer is required to use a different welding unit, a new test seam will be required prior to seaming operations with each new unit.
- The Geomembrane Liner Contractor shall produce an additional test seam per day, per welding apparatus, for each 7.5°C less than freezing.
- Test seams shall be made on a piece of geomembrane identical to that being installed. The test sample shall measure a minimum of 1 m long by 0.3 m wide with the seam centred lengthwise and overlapped as specified in Section 3.4.2. Test seam welding shall be carried out under ambient conditions that replicate actual field conditions.
- Four adjoining 25 mm wide specimens from the test seam sample shall be tested by the Geomembrane Liner Contractor at 20°C ± 2°C, in shear and in peel using a field tensiometer. Each specimen must not fail in the seam. If a specimen fails in the seam, a second seam is to be produced and tested. The seam shear strength and peel strength are to meet the requirements of the following:
 - Table 3-1 for 1.5 mm LLDPE geomembrane for ambient temperature of 20 ± 2°C;
 - A second failure will result in rejection of either the seamer and/or equipment until the deficiency has been corrected. This will be verified by the production and successful testing of two consecutive test seams.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 14 of 20	Rev 0

3.4.5 Non-Destructive Testing:

- Geomembrane Liner Contractor shall submit a list of testing equipment and methods approved by the geomembrane Manufacturer for non-destructive testing of the welds.
- All seams to be subject to non-destructive testing for their full length. Perform non-destructive testing concurrently using equipment and methods approved by the Owner's Representative.
- Provide all equipment and manpower required for non-destructive testing. All testing to be witnessed by the Owner's Representative.
- All defects shall be clearly marked for repair.
- Repair and test again any seam failing a test.
- Ensure that all repairs and associated testing is complete prior to requesting final checking by the Owner's Representative.

3.4.6 Destructive Testing:

- Destructive seam testing to be performed concurrent with seaming.
- Samples to be taken for testing at a minimum average frequency of one sample per 150 m of seam. Locations to be predetermined by the Owner's Representative, however, the Geomembrane Liner Contractor shall not be informed of pre-selected locations.
- Testing frequency may be increased by the Owner's Representative if there is reason to suspect the presence of excess crystallinity, contamination, offset welds or any other potential defect. Poor test results may also result in an increased testing frequency.
- Samples to be cut by the Geomembrane Liner Contractor under the direction of the Owner's Representative. Each sample shall be numbered and its location recorded by the Owner's Representative on the pre-installation panel layout shop drawings.
- Each sample to be 0.3 m wide by 1.2 m long with the seam centred lengthwise. One 25 mm wide sample to be taken from each end for shear and peel testing by the Geomembrane Liner Contractor.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 15 of 20	Rev 0

- Remainder of sample to be cut by the Geomembrane Liner Contractor into three equal portions: one for the Geomembrane Liner Contractor, one for the Owner's Representative, and one for the Owner. Results of laboratory tensiometer testing by the Owner's Representative will determine acceptability. In case of disputes, samples are to be sent to a pre-determined Geosynthetics Construction Quality Assurance (CQA) Laboratory for confirmation verification testing and the results will determine acceptability. The cost for the Geosynthetics CQA Laboratory testing is to be paid by the Owner unless the results do not meet the specifications, in which case the cost will be deducted from monies owing to the Geomembrane Liner Contractor.
- The Owner's Representative to cut and test ten (10) 25 mm wide replicate specimens from his sample and shall test 5 specimens for seam shear strength and 5 for peel strength. To be acceptable, the strength of 4 out of the 5 replicate samples must pass for each mode of testing. The fifth must meet or exceed 80% of the values given in Table 3-1 for 1.5 mm LLDPE geomembrane;
- In addition, the peel separation must satisfy the values given in Table 3-1 for 1.5 mm LLDPE geomembrane;
- The test method and procedures to be used by the Owner's Representative to employ a grip separation rate of 50 mm/min for peel and shear and shall be in accordance with ASTM D 6392.
- Area of test strip to be repaired as described in this Section. All seams created by repair to be non-destructively tested.

3.4.7 Acceptance of Seams:

- A seam will be considered acceptable only when it is bounded by two destructive test locations which meet the specified criteria.
- A double hot wedge fusion seam will be considered acceptable only when both outside and inside track welds are destructively tested and meet the specification criteria.
- If a seam fails the destructive test, the Geomembrane Liner Contractor may reconstruct the seam between the point of failure and any previously accepted test.
- In lieu of the above point, the Liner Contractor may trace the extent of an unacceptable seam. Take 25 mm samples at minimum 3 m distance on each side of failed section.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 16 of 20	Rev 0

Test in both shear and peel. If one or both tests fail, continue along seam at minimum 3 m increments. Continue until tests indicate pass results. Then take large samples for field tensiometer testing. If field laboratory tests pass, make repairs - if fail, continue.

- Reconstruction or repair of failed seam lengths to be either by capping of the failed seam (extrusion or fusion weld) or, in the case of a double fusion weld, by extrusion fillet welding the overlap to the bottom sheet. Cutting off the overlap and topping the failed fusion weld with extrudate will not be permitted.
- If the overlap of the outside (i.e. visible) weld is less than 30 mm, extrusion welding of the overlap to the bottom sheet in the failed section will not be permitted.
- Continuity of all reconstructed seams to be subject to non-destructive testing. If reconstructed length exceeds 50 m, sample shall be taken for destructive testing.

3.4.8 Repair

- Entire geomembrane surface to be visually examined by the Geomembrane Contractor to confirm it is free of damaged areas, defects, punctures, blisters, undispersed raw material or contamination by foreign matter.
- If necessary, the Geomembrane Liner Contractor to clean the surface of the geomembrane to enable final inspection by the Owner's Representative.
- Gouges or scratches associated with grinding or from other sources whose depth are in excess of 10% of the geomembrane thickness, to be classified as defects and will require appropriate repairs.
- Small tears, wrinkles or punctures are to be repaired by seaming or patching. Other areas are to be patched or capped.
- Patches to be round or oval, of the same material and thickness, and shall extend a minimum of 150 mm beyond the damaged or faulty area in all directions.
- Cut and repair any large wrinkles or "fishmouths" identified by the Owner's Representative.

3.5 Liner Acceptance

- The geomembrane liner will be accepted by the Owner's Representative when:

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 17 of 20	Rev 0

- The geomembrane is clean.
- The entire installation, or an agreed section of the installation, is finished.
- All documentation pertaining to the installation has been submitted.
- Verification of the adequacy of all field seam repairs and associated testing is complete.

3.6 Disposal of Scrap Material

- Remove scrap material and trash from the site and dispose in the designated areas as approved by the Owner. No scrap material shall be left on the geomembrane surface.

3.7 Documentation

- Provide the necessary field assistance, notes, test results, etc. necessary for the Owner's Representative to prepare an "As-Built" Drawing which documents the location of all panels, seams, repair, and other pertinent data within two weeks following the end of the installation of the geomembrane.

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 18 of 20	Rev 0

Table 1-1: Typical Properties of 1.5mm (60 mil) Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Smooth)

Properties	Test Method	Test Value							Testing Frequency (minimum) per roll
		0.50 mm	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.5 mm	
Thickness - mm (min. ave.)	D5199	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
• lowest individual of 10 values		-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%
Density g/ml (max.)	D 1505/D 792	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg
Tensile Properties (1) (min. ave.)	D 6693								9,000 kg
• break strength - N/mm	Type IV	13	20	27	33	40	53	66	80
• break elongation - %		800	800	800	800	800	800	800	800
2% Modulus - N/mm (max.)	D 5323	210	370	420	520	630	840	1050	1260
Tear Resistance - N (min. ave.)	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300
Puncture Resistance - N (min. ave.)	D 4833	120	190	250	310	370	500	620	750
Axi-Symmetric Break Resistance Strain - % (min.)	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30
Carbon Black Content - %	D 4218 (3)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0
Carbon Black Dispersion	D 5596	note (3)	note (3)	note (3)	note (3)	note (3)	note (3)	note (3)	note (3)
Oxidative Induction Time (OIT) (4)									
(c) Standard OIT (min. ave.)	D 3895	100	100	100	100	100	100	100	100
— or —	D 5885	400	400	400	400	400	400	400	400
(d) High Pressure OIT (min. ave.)	D 5721	35	35	35	35	35	35	35	35
— or —	D 3895	60	60	60	60	60	60	60	60
UV Resistance (6)	D 5885	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)
(a) Standard OIT (min. ave.)	D 3895	35	35	35	35	35	35	35	35
— or —	D 5885	60	60	60	60	60	60	60	60
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (8)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35

(1) Machine direction (MD) and cross machine direction (XMD) average values should be on the basis of 5 test specimens each direction.

(2) Break elongation is calculated using a gage length of 50 mm at 50 mm/min.

(3) Other methods such as D 1603 (tube furnace) or D 6370 (TGA) are acceptable if an appropriate correlation to D 4218 (muffle furnace) can be established.

(4) Carbon black dispersion (only near spherical agglomerates) for 10 different views:

• 9 in Categories 1 or 2, and 1 in Category 3

(5) The manufacturer has the option to select either one of the OIT methods listed to evaluate the antioxidant content in the geomembrane.

(6) It is also recommended to evaluate samples at 30 and 60 days to compare with the 90 day response.

(7) The condition of the test should be 20 hr. UV cycle at 75°C followed by 4 hr. condensation at 60°C.

(8) Not recommended since the high temperature of the Std-OIT test produces an unrealistic result for some of the antioxidants in the UV exposed samples.

UV resistance is based on percent retained value regardless of the original HP-OIT value.

Reference – GRI GM17 (Rev.10/11/14/14) - Table 1(b) – Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Smooth)

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 19 of 20	Rev 0

Table 1-2: Typical Properties of 1.5mm (60 mil) Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Textured)

Properties	Test Method	Test Value										Testing Frequency (minimum)	
		0.50 mm	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.5 mm	3.0 mm				
Thickness mils (min. ave.)	D 5994	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	nom. (-5%)	per roll
		-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	
Asperity Height mm (min. ave.) (1)	D 7466	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	Every 2 nd roll (2)
		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
Density g/ml (max.)	D 1505/D 792	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg
Tensile Properties (3) (min. ave.)	D 6693 Type IV	5	9	11	13	16	21	26	31	250	250	250	per formulation
		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
2% Modulus - N/mm (max.)	D 5323	210	370	420	520	630	840	1050	1260	2000	2000	2000	per formulation
		210	370	420	520	630	840	1050	1260	2000	2000	2000	
Tear Resistance - N (min. ave.)	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300	400	500	600	per formulation
		50	70	100	120	150	200	250	300	400	500	600	
Puncture Resistance - N (min. ave.)	D 4833	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	per formulation
		100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
Asx-Symmetric Break Resistance Strain - % (min.)	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	per formulation
		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Carbon Black Content - %	D 4218 (4)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	20,000 kg
		note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	note (5)	
Carbon Black Dispersion	D 5596	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90,000 kg
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Oxidative Induction Time (OIT) (6)	D 3895	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	per formulation
		— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	— or —	
Oven Aging at 85°C (7)	D 5721	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	per formulation
		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
(a) Standard OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	D 3895	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	per formulation
		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	D 5885	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	per formulation
		N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	
UV Resistance (8)	D 7238	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	per formulation
		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
(a) Standard OIT (min. ave.)	D 3895	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	per formulation
		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
(b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (10)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	per formulation
		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	

(1) OF 10 readings; 8 out of 10 must be ≥ 0.35 mm, and lowest individual reading must be ≥ 0.30 mm; also see Note 9.

(2) Alternate the measurement side for double sided textured sheet

(3) Machine direction (MD) and cross machine direction (XMD) average values should be on the basis of 5 test specimens each direction.

(4) Break elongation is calculated using a gage length of 50 mm at 50 mm/min.

(5) Other methods such as D 1603 (tube furnace) or D 6570 (TGA) are acceptable if an appropriate correlation to D 4218 (muffle furnace) can be established.

(6) Carbon black dispersion (only near spherical agglomerates) for 10 different views:

• 9 in Categories 1 or 2 and 1 in Category 3

(7) The manufacturer has the option to select either one of the OIT methods listed to evaluate the antioxidant content in the geomembrane.

(8) It is also recommended to evaluate samples at 30 and 60 days to compare with the 90 day response.

(9) The condition of the test should be 20 hr. UV cycle at 75°C followed by 4 hr. condensation at 60°C.

(10) Not recommended since the high temperature of the Std-OIT test produces an unrealistic result for some of the antioxidants in the UV exposed samples.

UV resistance is based on percent retained value regardless of the original HP-OIT value.

Reference – GRI GM17 (Rev.10 11/14/14) - Table 2(b) – Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (Textured)

Specification 0500 LLDPE Geomembrane	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 20 of 20	Rev 0

Table 3-1: Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembrane (S.I. Units)

Geomembrane Nominal Thickness	0.50 mm	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Hot Wedge Seams⁽¹⁾								
shear strength ⁽²⁾ , N/25 mm	131	197	263	328	394	525	657	788
shear elongation ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , N/25 mm	109	166	219	276	328	438	547	657
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams								
shear strength ⁽²⁾ , N/25 mm	131	197	263	328	394	525	657	788
shear elongation ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , N/25 mm	95	150	190	250	290	385	500	595
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25	25

Notes:

1. Also for hot air and ultrasonic seaming methods.
2. Values listed for shear and peel strengths are for 4 out of 5 test specimens; the 5th specimen can be as low as 80% of the listed values.
3. Elongation measurements should be omitted for field testing.

Reference – GRI GM19 (Rev.7 11/04/13) – Table 2(b) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Geomembranes (S.I. Units)

Specification 0800 Instrumentation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 5	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 SCOPE.....	2
2.0 MATERIALS.....	2
2.1 Thermistors.....	2
2.1.1 Lead Wire Bedding	4
3.0 INSTALLATION.....	4
3.1 General.....	4
3.2 Excavation and Backfilling	5
4.0 TESTING AND SURVEYING.....	5

Specification 0800 Instrumentation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 5	Rev 0

1.0 SCOPE

This Specification applies to the technical requirements for the supply and installation of instrumentation associated with construction of Cells 2 and 3 of the Tailings and Waste Rock Disposal Facility for the Nunavik Nickel Mine.

Instrumentation shall consist of thermistors installed at the locations shown on the Construction Drawings or as directed by the Owner's Representative.

This Specification should be read in conjunction with the other Technical Specifications and Construction Drawings.

2.0 MATERIALS

2.1 Settlement Plates

2.1.1 General

- Settlement plates shall consist of a 30M deformed bar welded to a 500 mm by 500 mm square steel plate with supporting gusset plates as shown on the Construction Drawings. The steel plate shall be embedded at least 1000 mm within the embankment fill and the steel rod shall extend at least 500 mm above the top of fill as shown on the Construction Drawings. To provide some protection, the steel rod could be enclosed within a 100 mm diameter steel pipe casing as shown on the Construction Drawings. The exposed steel pipe shall be painted with a high-visibility, bright colour and protected.

2.1.2 Installation

- An excavation slightly larger than the base of the settlement plate shall be made to an elevation established by the Owner's Representative. The excavation shall form a pit having a minimum depth of 1.3 m with a level bottom.
- Place 300 mm of Zone 4 material in the base of the excavation. The Zone 4 bedding shall be moisture conditioned and compacted to a minimum of 95% of Standard Proctor Maximum Dry Density.

Specification 0800 Instrumentation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 5	Rev 0

- The pre-assembled settlement plate shall be placed in the pit on the surface of the compacted bedding (Zone 4). The 30M deformed bar shall be relatively centred within the casing and should be and maintained in a vertical position.
- Prior to backfilling the excavation, the elevation of the top of the plate shall be determined.
- The excavation shall be backfilled in layers using the bedding material indicated on the Construction Drawings wherein any one lift does not exceed 300 mm.
- Once the installation of the settlement plate is complete the elevation of the top of the 30M deformed bar shall be determined.
- The casing shall be capped, as shown in the drawings, immediately after the elevation is determined.

2.1.3 Protection

- The settlement plate, 30M deformed bar and casing, shall remain in a vertical position at all times during this Contract.
- The Contractor shall operate his equipment in a manner to insure that settlement plate assemblies are not damaged or displaced laterally.
- Each assembly shall be clearly marked and flagged as approved by the Owner's Representative and protective barricades shall be erected around each assembly.
- Should a settlement plate be disturbed or deemed no longer suitable it shall be repaired or replaced within 24 hours by the Contractor, as directed by the Owner's Representative.
- The Contractor will not be held responsible for repair or replacement of any settlement plate assembly which is made inoperable as a result of instability of the embankment caused by factors which in the opinion of the Owner's Representative are beyond the control of the Contractor.

Specification 0800 Instrumentation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 5	Rev 0

2.2 Thermistors

- Thermistors shall be a string of 10 temperature sensors spaced as shown on the Construction Drawings. Thermistor strings shall be custom manufactured by RST (or approved supplier) with minimum lead wire lengths as shown on the Construction Drawings. Thermistor strings shall be heavy-duty for direct burial and resistant to ingress of water.
- Thermistor leads shall terminate in a lockable 200 mm (minimum) diameter steel protective casing.
- A 10 channel datalogger (RST DT2055 or approved equivalent) shall be provided for each thermistor string supplied by the piezometer manufacturer.

2.2.1 Lead Wire Bedding

- Bedding around the thermistor lead wires shall consist of Bedding (Zone 4a) as defined in Specification 0300 Earthworks or equivalent as approved by the Owner's Representative.

3.0 INSTALLATION

3.1 General

- All apparatus and materials supplied for instrumentation, methods of installation and equipment that the Contractor proposes to use for instrumentation shall be approved by the Owner's Representative prior to installation. Alternative instrumentation will be permitted only if the Owner's Representative deems that their capabilities are equal or superior to those specified herein and shown on the Construction Drawings.
- The Contractor shall protect all instrumentation and associated apparatus from physical damage, rain, direct sunshine and extremes of humidity and temperature, as per the manufacturer's recommendations.
- Lockable protective steel casings shall be provided for all instrumentation installations. All instrumentation lead wires shall terminate with connected data loggers inside protective steel casings. The protective steel casings shall extend at least 600 mm below

Specification 0800 Instrumentation	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 5	Rev 0

ground surface and at least 600 mm above ground surface. The section below ground surface shall be set in concrete.

- The Contractor shall install the instrumentation under the supervision of the Owner's Representative in accordance with installation instructions provided by the equipment manufacturer.

3.2 Excavation and Backfilling

- The Contractor shall excavate for instrumentation installation at the locations shown on the Construction Drawings and as directed by the Owner's Representative.
- Once the instrumentation is installed the Contractor shall cover the trench backfill using the bedding material (Zone 4a) as hole as directed by the Owner's Representative.

4.0 TESTING AND SURVEYING

- The Contractor shall carry out pre-installation and post-installation readings of all instrumentation to verify that the instruments are functional. The results of these readings shall be provided to the Owner's Representative for review and acceptance.
- The Contractor shall provide the Owner's Representative with the surveyed position and elevation of each sensor and top of the thermistor string to an accuracy of ± 50 mm. The elevation surveys shall be referenced to a stable benchmark located at sufficient distance to be unaffected by the construction operations.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 1 of 17	Rev 0

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 GENERAL	2
1.1 Definitions.....	2
1.2 Responsibility	2
2.0 SURVEY CONTROL.....	2
3.0 QUALITY CONTROL	3
3.1 Site Inspection and Testing	4
3.2 Pre-Construction Activities	5
3.3 Construction Activities	6
3.4 Field Testing and Fill Compaction	10
3.4.1 Field Quality Control Testing	10
3.4.2 Required Quality Assurance Testing	12
4.0 AS-BUILT REPORT	13
5.0 QUALITY CONTROL CHECKLISTS	13

LIST OF TABLES

Table 3-1	QA/QC Responsibilities for Pre-Construction Activities
Table 3-2	QA/QC Responsibilities for Construction Activities
Table 3-3	Construction QC Testing by Contractor
Table 3-4	Construction QA Testing by Owner's Representative

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 2 of 17	Rev 0

1.0 GENERAL

This Specification defines the requirements for Survey Control and a Quality Assurance/Quality Control (QA/QC) Plan for the construction of the Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility.

1.1 Definitions

Inspection and Testing Agency	The company, partnership, or corporation retained to perform the inspections and tests required to determine and verify compliance of the Work with the requirements of this Specification.
Quality Assurance (QA)	Planned and systematic activities that provide adequate confidence to the Owner and various stakeholders that quality control is being implemented effectively.
Quality Control (QC)	A planned system of inspection and testing carried out according to accepted standard specifications to ensure the quality of construction work.

1.2 Responsibility

- Golder (Owner's Representative) will be responsible for the Quality Assurance of the earthworks and liner installation. The Owner will assume full responsibility for all aspects of construction including Quality Assurance during period of time when the Owner's Representative is not on site.
- The Owner and its sub-contractors will be responsible for the Quality Control of the earthworks and liner installation.

2.0 SURVEY CONTROL

- Survey Bench Marks: The Owner shall provide the locations, coordinates and elevations of all primary reference points and survey bench marks required by the Contractor for horizontal and vertical control of the Work. The Contractor shall at all times protect and preserve all survey bench marks, reference points and other survey marks established by the Owner. The Contractor shall immediately inform the Owner's Representative if any survey bench mark or reference point established by the Owner has been disturbed or damaged, and shall repair or replace that survey control point. If it becomes necessary to remove any survey control point(s) established, the Contractor shall notify the Owner's Representative at least 3 days in advance of such necessity.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 3 of 17	Rev 0

- **Setting Out of the Work:** The Contractor shall be responsible for correctly setting out the Work as shown on the Construction Drawings and required by the Specifications. The Contractor shall establish, maintain and protect all secondary reference points and bench marks required for the proper setting out and survey control of the Work.
- **Staff and Equipment:** The Contractor shall provide, and have available at all times during his working hours, the necessary staff and equipment to ensure that proper and correct survey control of the Work is continually maintained during construction.
- **Checking:** The Contractor shall have ready and available on site, all data relevant to his setting out of the Work and survey control during construction. The data shall be made available to the Owner's Representative for checking, as and when requested. The Contractor shall provide all reasonable assistance required by the Owner's Representative for checking the Contractor's survey control of the Work. Checking by the Owner's Representative shall not in any way relieve the Contractor of his responsibility to provide proper and correct survey control during construction of the Work.
- **Errors:** Any errors in the Work resulting from improper setting out of the Work or from the disturbance, movement, damage or destruction of reference points or survey bench marks shall be corrected and made good by the Contractor at no cost to the Owner, prior to proceeding with any further work.
- **As-Built Documentation:** Within 30 days of completing the Work, the Contractor shall provide the Owner's Representative with a detailed, accurate ground survey of the completed Work, in both plans and cross-sections. The As-Built survey shall include the borrow areas. The As-Built information shall be provided to the Owner's Representative in both hard copy (drawings) and in the electronic formats specified by the Owner's Representative.

3.0 QUALITY CONTROL

A QA/QC Plan shall be developed and implemented with the following minimum requirements:

- Outline of Responsibilities;
- Quality Assurance (QA) requirements;
- Site inspections and testing requirements;

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 4 of 17	Rev 0

- As-built information requirements; and
- Checklists for Quality Control (QC) of construction activities.

3.1 Site Inspection and Testing

The Contractor shall provide QC during construction. Appropriate QC shall include:

- Experienced and qualified QC personnel;
- Suitable testing equipment, maintained in good repair at all times; and
- A proper facility / location for performing the required testing.

The Owner's Representative shall observe and monitor all construction activities to ensure that work is carried out according to Specifications.

The Owner's Representative shall review all changes which could be considered significant changes to the overall design, to confirm that the changes are consistent with the design intent.

The Owner's Representative shall also review adjustments to the design to suit actual field conditions. In both cases, no work shall proceed on major changes until written approval has been provided by the Owner's Representative.

The areas that will be monitored closely are as follows:

- Pre-construction activities:
 - Surveying of the construction areas (Cells 2 and 3);
 - Setting –up of dykes, berms, alignments, etc.;
 - Preparation of foundations of construction area;
 - Preparation of construction materials and equipment; and
 - Protection of existing instrumentations.
- Construction activities:
 - Excavation for foundation preparation;
 - Fill placement in the dykes;
 - Installation of geotextiles and Geomembrane liner;
 - Placement of liner soil ballast; and

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 5 of 17	Rev 0

- Final site clean-up.

The responsibilities of the Contractor for QC and the Owner's Representative are presented in the following sections.

3.2 Pre-Construction Activities

The criteria and responsibilities of both the Contractor and the Owner's Representative for the pre-construction activities are listed in Table 3-1.

Table 3-1 QA/QC Responsibilities for Pre-Construction Activities

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Survey	Survey conforms to latest drawings.	<ul style="list-style-type: none"> • Provide qualified surveyor and modern survey equipment in good repair. Survey as required to lay out the work, and as requested by Owner's Representative to verify work; • Survey original ground surface over full footprint of the facility; • Provide temporary bench marks around the facility and protection of the survey stakes; and • Layout Dykes, berms, ditches and conform with drawings. 	<ul style="list-style-type: none"> • Review survey alignments, chainage and layout; • Review survey data provided by QC surveyor; • Determine need for adjustments in field; and • Verify contractor's QC program.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 6 of 17	Rev 0

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Construction Materials	Construction with materials meeting specifications.	<ul style="list-style-type: none"> • Ensure materials meet the Specifications; • Perform required QC testing; • Control material segregation; • Verify equipment is calibrated. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verify Contractor's equipment is calibrated; • Verify contractor's QC testing is to standards; • Perform visual inspection of the materials; • Perform random sampling and testing; • Review testing results; and • Provide photographic records.
Foundation Preparation	<ul style="list-style-type: none"> • Remove snow or water; • Remove any boulders protruding more than 300 mm above ground; • Scalp hummocks; and • Remove any unsuitable materials. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identify storage areas for removed materials; • Specify removal methods for unsuitable materials; • Prepare sumps, pumps and lines for dewatering, when needed; and • Report unusual conditions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Check surficial features to determine ground ice condition; • Witness foundation excavation and preparations; • Inspect the prepared foundation; • Provide changes or adjustments for unusual conditions; and • Provide photographic record.
Instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Ensure existing instrumentation is protected. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercise care to prevent damage to existing instrument. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor construction method; and, • Approve casing for instrumentation leads.

3.3 Construction Activities

The criteria and responsibilities of both the Contractor and Owner's Representative for the construction activities are listed in Table 3-2.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 7 of 17	Rev 0

Table 3-2 QA/QC Responsibilities for Construction Activities

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Survey	Detailed survey to record construction program.	<ul style="list-style-type: none"> • Survey all material zones, alignments, cut-off trenches, ditches, culverts, instrumentation require to document the construction program with record of dates when construction took place and survey was completed. • Layout Dykes, berms, ditches and cut-off trench lines, material zones and chainages conform with drawings; • Provide temporary bench marks around the facility and protection of the survey stakes. • Provide detailed survey with sections and plan views of the constructed works. 	<ul style="list-style-type: none"> • Review survey alignments, chainage and layout; • Review survey data provided by QC surveyor; and • Determine need for adjustments in field.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 8 of 17	Rev 0

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Lower Collection Pond No. 2 and Ditches Excavation and Backfilling	<ul style="list-style-type: none"> Excavate Lower Collection Pond No. 2 and drainage ditches as shown in the Construction Drawings Prepare and clean LCP No.2 and ditches base; Place and compact bedding and backfill ditches as shown in the Construction Drawings; and Backfill materials must meet gradation and moisture control requirements before being placed. 	<ul style="list-style-type: none"> Survey lines conform with drawings; Plan excavation and material storage; Perform soil sampling and testing during excavation as required; Provide excavation records; Remove all in-situ material loosened from drilling, blasting, and excavation from LCP No. 2 and ditches; Report any unusual conditions, e.g. ice-rich soil, thawed ground; Ensure bedding and backfill materials conform with specifications; Perform testing on placed material; Provide field records (date, location, type of compaction, number of passes, moisture conditioning) for bedding and backfill; Survey extent of any unusual conditions; and Perform as-built survey. 	<ul style="list-style-type: none"> Review survey lines and locations; Review proposed excavation methods; Perform independent soil sampling and testing; Inspect soil conditions during excavation; Inspect and approve LCP No 2 excavation; Inspect and approve excavation and base preparations for the ditches before backfill; Verify construction materials for compliance with Specifications; Inspect backfill quality and installation procedures; Review testing results; Report problems and provide resolutions; Review as-built survey report; and • Provide photographic records of the LCP No. 2 and ditches construction steps.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 9 of 17	Rev 0

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Geomembrane Liner Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Geomembrane liner material meets the project specifications; • Meet the quality control and quality assurance testing requirements detailed in the Project Specification; and • Geomembrane liner is installed as shown on the construction drawings. 	<ul style="list-style-type: none"> • The Contactor to carryout QC as per Specification 0500. 	<ul style="list-style-type: none"> • The Owner's representative to carryout QA as per Specification 0500.
Geotextile Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Geotextile materials meets the project specifications; • Meet the quality control and quality assurance testing requirements detailed in the Project Specification; and • Geotextiles are installed as shown on the construction drawings. 	<ul style="list-style-type: none"> • The Contactor to carryout QC as per Specification 0400. 	<ul style="list-style-type: none"> • The Owner's representative to carryout QA as per Specification 0400.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 10 of 17	Rev 0

Activities	Criteria	Responsibility	
		Contractor (QC)	Owner's Representative (QA)
Fill Placement	<ul style="list-style-type: none"> • Fill materials quality, gradations and/or moisture conditions meet the specifications; • Fill compaction conforms with the requirements; and • Control material segregation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensure placement and extent are as per design drawings; • Report on fill lift thickness and compaction efforts; • Perform required sampling and testing on fill materials; and • Survey as-built conditions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Witness fill and compaction activities; • Monitor fill material quality and quantities; • Visual inspection and confirmation of placed materials; • Collection of independent samples for testing; • Review contractor's testing results and reports; and • Provide photographic record.
Instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Install new instrumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercise care to avoid damaging instruments; • Prepare construction method document to the Owner's Representative for approval at least 3 days prior to installation; • Install instrumentation as per the specifications; and • Install protective casing for instrumentation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Approve construction method; • Inspect protection for instrumentation; • Provide photographic record; • Perform initial readings following installation; and, • Record conditions encountered during installation;

3.4 Field Testing and Fill Compaction

3.4.1 Field Quality Control Testing

The quality control testing requirements and frequency are listed in Table 3-3. The Contractor shall, at a minimum, perform all the required testing to document the construction quality.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 11 of 17	Rev 0

Table 3-3 Construction QC Testing by Contractor

Item	Compaction		Testing	
	Maximum Loose Lift Thickness	Compaction Method	Type of Testing	Frequency
Excavation of LCP No. 2 and Ditches	N/A	N/A	Visual inspection	Continuously
Liner Installation	N/A	N/A	As per Specification 0500	As per Specification 0500
Geotextile Installation	N/A	N/A	As per Specification 0400	As per Specification 0400
Backfilling Ditches	0.3 m	smooth drum, vibratory roller and compactor	Gradation	1 every 5,000 m ³
			Moisture Content	1 every 1,000 m ³
			Density	1 every 1,000 m ³
			Standard Proctor	1 every 5,000 m ³
			Visual inspection	Continuously
Bedding/ Transition Fill	0.3 m	smooth drum, vibratory roller and compactor	Gradation	1 every 5,000 m ³
			Moisture Content	1 every 1,000 m ³
			Density	1 every 1,000 m ³
			Standard Proctor	1 every 5,000 m ³
			Visual inspection	Continuously
Random Rockfill and Select Rockfill	1.0 m	smooth drum, vibratory roller and compactor	Gradation	Visual for random rockfill and 1 every 50,000 m ³ for select rockfill
			Density	Field Trial
			Visual inspection	Continuously

Note: Maximum particle size to be visually controlled during fill placement.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 12 of 17	Rev 0

3.4.2 Required Quality Assurance Testing

The Owner's Representative will conduct independent testing to confirm the QC testing results. The required testing and frequency are listed in Table 3-4.

Table 3-4 Construction QA Testing by Owner's Representative

Item	Testing	
	Type of Testing	Frequency
Excavation	Inspection base and walls	Continuously
	Visual inspection of excavations for ice	Continuously
	Dimensions – request survey check	Prior to approval for backfill
	Geotechnical Bedrock Mapping	As deemed necessary by Owner's Representative
Backfilling Ditches	Gradation	1 every 5 QC tests
	Moisture Content	Witness 1 every 5 QC tests
	Density	Witness 1 every 5 QC tests
	Standard Proctor	1 every 5 QC tests
Bedding/ Transition Fill	Gradation	Witness 1 every 5 QC tests
	Moisture Content	Witness 1 every 5 QC tests
	Density	Witness 1 every 5 QC tests
	Standard Proctor	Witness 1 every 5 QC tests
Random Rockfill and Select Rockfill	Gradation	Witness QC tests
	Density	Witness QC tests
	Visual inspection	Continuous
Liner Installation	As per Specification 0500	As per Specification 0500
Geotextile Installation	As per Specification 0400	As per Specification 0400

Additionally, the Owner's Representative will review the suitability of testing equipment by:

- reviewing calibration certificates; and
- reviewing proposed laboratory testing equipment, procedures and methodologies.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 13 of 17	Rev 0

4.0 AS-BUILT REPORT

Upon completion of construction activities, the Contractor shall prepare an As-Built Report. The report shall be submitted to the Owner's Representative within 4 weeks after construction is complete. The As-Built Report shall provide all relevant supporting documentation compiled during implementation of the QC Plan.

The Contractor's As-Built Report shall include, but not be limited to, the following information:

- As-Built drawings based on as-built survey information of surfaces of all materials placed;
- As-built construction quantities;
- Liner installation as-built panel layout drawings, showing liner panel locations, dates of installation, locations of patches, liner material type, and role number;
- All testing records and a summary of all test sample locations (liner and fill), collection methods, and test results;
- Summary of construction problems and resolutions; and
- Installation details of any required instrumentation.

5.0 QUALITY CONTROL CHECKLISTS

QA/QC checklist forms to be used for documenting the construction activities are attached and include:

- Construction Checklist – Foundation Preparation;
- Construction Checklist – LCP No. 2 and Ditches Excavation and Backfill;
- Construction Checklist – Liner Installation; and
- Construction Checklist – Fill Placement.

The Contractor may propose alternative forms for approval by the Owner's Representative.

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 14 of 17	Rev 0

CONSTRUCTION CHECKLIST - FOUNDATION PREPARATION			
CONTRACTOR :		DATE :	SHEET OF
DYKE :	STATIONING :	FROM:	TO:
DWG NO. REFERENCES:			
NO.	ITEMS TO BE INSPECTED	INSPECTED BY CONTRACTOR	INSPECTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE
1.	Survey lines and layout checked to ensure the locations conform with the drawings		
2.	Disposal areas planned for excavated materials		
3.	Occurrence of snow and removal method in place		
4.	Occurrence of boulders and removal method in place		
5.	Occurrence of hummocks and scalping method in place		
6.	Occurrence of surface and ground water and its impact mitigation in place		
7.	Presence of other unsuitable materials and removal method in place		
8.	Soil frozen or thawed and measures taken		
9.	Blasting requirement to remove unsuitable material and safety measure checked		
10.	Adjustment made to suit design in field		
11.	Final walkover inspection before re-sloping or fill placement		
12.	"As-excavated" survey conducted		
REMARKS :			
DEVIATIONS : (Attach list if necessary)			
DATE OF RECTIFICATION :			
ACCEPTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE:	ACCEPTED BY CONTRACTOR :	ACCEPTED BY CRI (If Required) :	
NAME:	NAME:	NAME:	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE:	DATE :	

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 15 of 17	Rev 0

CONSTRUCTION CHECKLIST- LCP No.2 AND DITCHES EXCAVATION AND BACKFILLING			
CONTRACTOR :		DATE :	SHEET OF
STRUCTURE :	STATIONING:	FROM:	TO:
DWG NO. REFERENCES:			
NO.	ITEMS TO BE INSPECTED	INSPECTED BY CONTRACTOR	INSPECTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE
1.	Survey lines and layout conform with the drawings		
2.	Surficial conditions and boring information reviewed, where available		
3.	Blasting requirement planned and reviewed		
4.	Snow, water and loose materials removed from the trenches		
5.	Disposal areas for excavated materials planned and conform to requirements		
6.	Dewatering measures provided for surface and groundwater		
7.	Visual inspection of the LCP No.2 or ditch base.		
8.	Side slope conditions meet the requirement		
9.	LCP No.2 and ditches base open fractures in bedrock have been cleaned and approved		
10.	Final LCP No.2 and ditches inspection and geometry mapping performed before backfill		
11.	Backfill materials meet the specification requirements		
12.	Field trials completed to confirm that compaction equipment and methods are acceptable		
13.	Required soil tests performed		
14.	As-built survey conducted		
REMARKS :			
DEVIATIONS : (Attach list if necessary)			
DATE OF RECTIFICATION :			
ACCEPTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE :	ACCEPTED BY CONTRACTOR :	ACCEPTED BY CRI (If Required) :	
NAME:	NAME:	NAME:	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 16 of 17	Rev 0

CONSTRUCTION CHECKLIST – LINER AND GEOTEXTILE INSTALLATION			
CONTRACTOR :		DATE :	SHEET OF
DYKE :	STATIONING :	FROM:	TO:
DWG NO. REFERENCE:			
NO.	ITEMS TO BE INSPECTED	INSPECTED BY CONTRACTOR	INSPECTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE
1.	Liner and geotextile material received has Manufacturer's certification and meets the specifications		
2.	Visual inspection of Liner and geotextile performed to determine physical damages during handling		
3.	Deficiencies reported before installation		
4.	Final bedding surface condition meets the specifications		
5.	Visual inspection during Liner and geotextile installation performed		
6.	Weather conditions meet the requirement during installation		
7.	Welding carried out in accordance with the manufacture's specification		
8.	Liner (routine destructive and non-destructive) testing and sampling performed as required		
9.	Placed liner is smooth and wrinkle free		
10.	Damages during installation repaired in accordance with specification		
11.	Site cleaned up		
12.	As-built survey conducted		
REMARKS :			
DEVIATIONS : (Attach list if necessary)			
DATE OF RECTIFICATION :			
ACCEPTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE:	ACCEPTED BY CONTRACTOR :	ACCEPTED BY CRI (If Required) :	
NAME:	NAME:	NAME:	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

Specification 0900 Survey Control and QA/QC Plan	Expo Tailings and Waste Rock Disposal Facility Cells 2 and 3 Construction Technical Specifications	1403949 Nunavik Nickel Mine
September 25, 2015	Page 17 of 17	Rev 0

CONSTRUCTION CHECKLIST- FILL PLACEMENT			
CONTRACTOR :		DATE :	SHEET OF
DYKE :	STATIONING :	FROM :	TO :
DWG NO. REFERENCE :			
NO.	ITEMS TO BE INSPECTED	INSPECTED BY CONTRACTOR	INSPECTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE
1.	Survey lines and layout conform to the drawings		
2.	Required visual inspection of stockpiled or borrow materials performed		
3.	Required soil tests performed		
4.	Fill materials meet the specification requirements		
5.	Field Trials conducted to confirm compaction equipment and method are acceptable		
6.	Lift thickness and compaction according to specifications		
7.	Dewatering measures provided if required		
8.	Required visual inspection of placed materials performed		
9.	Control segregation of fill materials		
10.	Fill materials contains no frozen chunks		
11.	Each fill lift inspected and acceptable		
12.	Weather condition meets the requirements during fill placement and compaction		
13.	Snow and loose or saturated materials removed prior to placement of the next lift		
14.	As-built survey conducted		
REMARKS :			
DEVIATIONS : (Attach list if necessary)			
DATE OF RECTIFICATION :			
ACCEPTED BY OWNER'S REPRESENTATIVE:	ACCEPTED BY CONTRACTOR :	ACCEPTED BY CRI (If Required) :	
NAME:	NAME:	NAME:	
SIGNATURE :	SIGNATURE :	SIGNATURE :	
DATE :	DATE :	DATE :	

At Golder Associates we strive to be the most respected global group of companies specializing in ground engineering and environmental services. Employee owned since our formation in 1960, we have created a unique culture with pride in ownership, resulting in long-term organizational stability. Golder professionals take the time to build an understanding of client needs and of the specific environments in which they operate. We continue to expand our technical capabilities and have experienced steady growth with employees now operating from offices located throughout Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Ltd.
6925 Century Avenue, Suite #100
Mississauga, Ontario, L5N 7K2
Canada
T: +1 (905) 567 4444

Appendix E

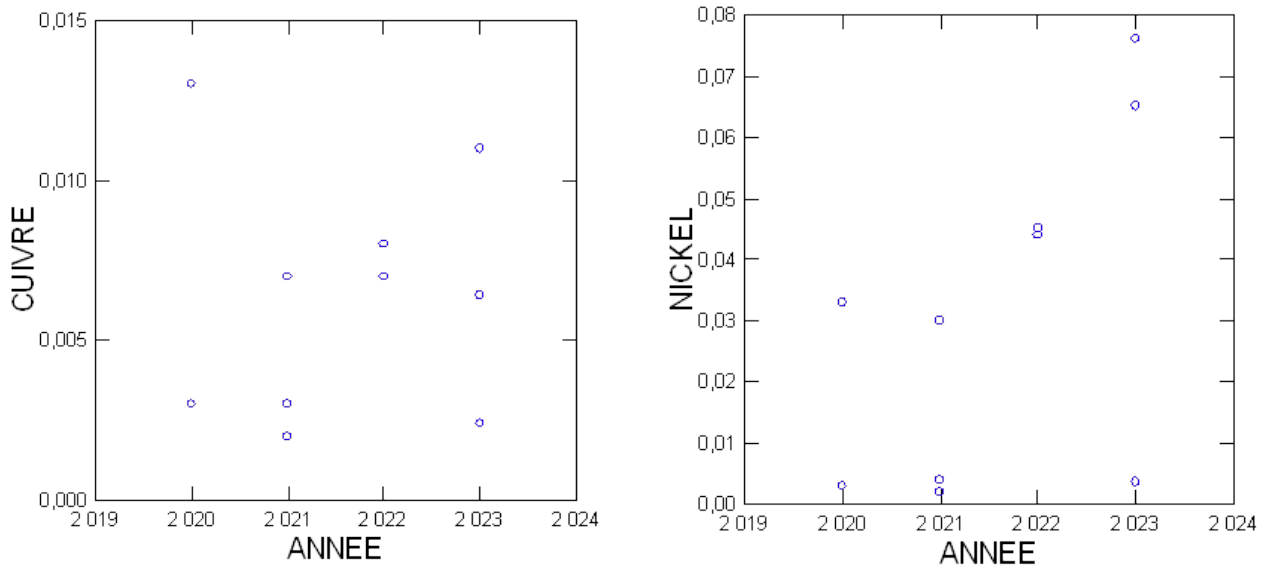
Statistical analysis of data measured at reference station ER1 as a function of time

Analyse statistique des données de qualité d'eau à la station ER1 en fonction du temps

La méthode statistique de régression linéaire a été utilisée pour déceler s'il y a un lien entre les concentrations de cuivre et de nickel et le temps (tendances temporelles) pour la station ER1. L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Systat par M. Guillaume Lapierre, biologiste à la firme Nuna Ressources.

Résultats

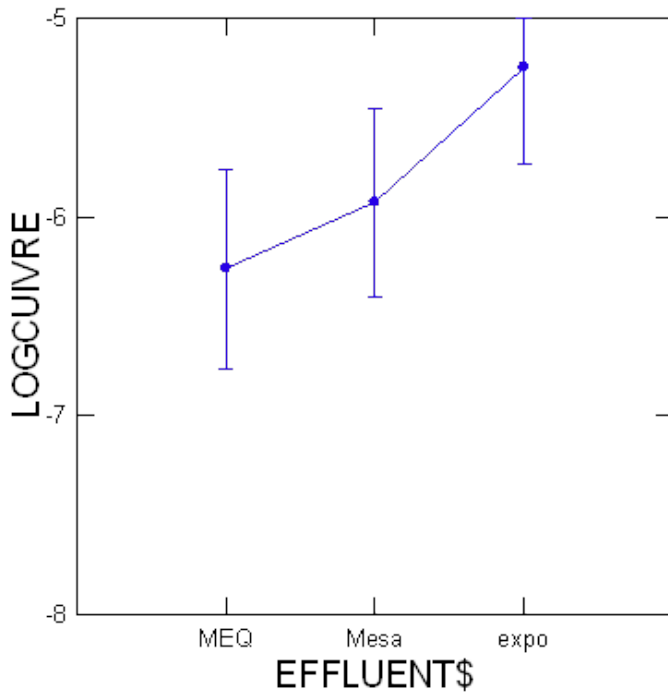
Les concentrations de cuivre et de nickel mesurées à la station ER1 ont été mises en relation en fonction de l'année. Aucune relation significative n'a été décelée dans les deux régressions linéaires effectuées ($P > 0,05$). Ainsi, l'analyse montre que les concentrations de cuivre et de nickel ne diminuent pas et n'augmentent pas avec le temps.



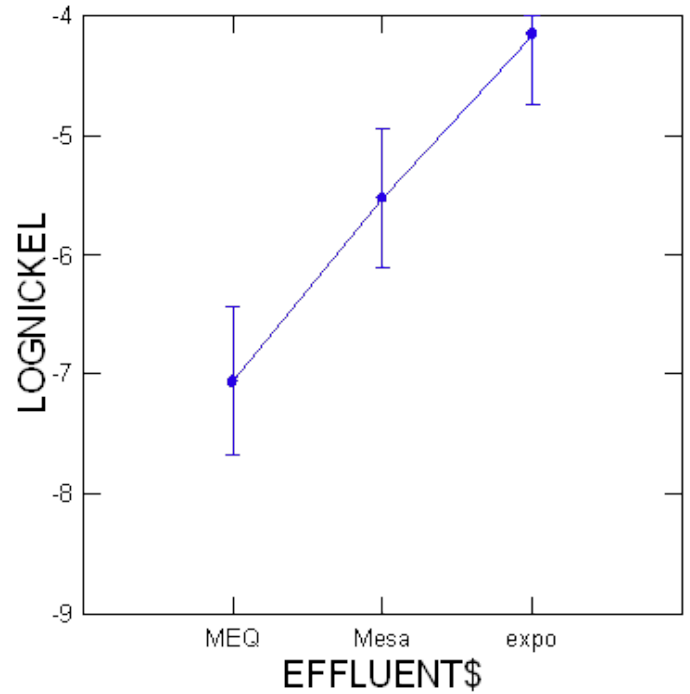
Les concentrations de cuivre et de nickel mesurées à la station ER1 ont été comparées avec les stations de référence des sites miniers Mesamax (ER7) et Méquillon (ER8). Ci-dessous les graphiques pour les années combinées de 2020 à 2023. Les données ont été transformées de façon logarithmique pour que les conditions des analyses de variance soient respectées (égalité des variances et normalité des distributions). Des tests de comparaisons multiples ont par la suite été réalisés afin de repérer entre quelles stations d'échantillonnage il y a des différences significatives dans les teneurs moyennes en nickel et en cuivre.

Pour le cuivre, les teneurs mesurées à la station ER1 Expo sont significativement supérieures à celles mesurées au site Méquillon ($P = 0,016$). Cependant, elles ne diffèrent pas significativement de celles mesurées au site Mesamax ($P = 0,119$). Les teneurs mesurées aux sites Mesamax et Méquillon ne diffèrent pas significativement entre-elles ($P = 0,589$). Pour le nickel, les teneurs mesurées au site Expo sont significativement plus élevées qu'au site Mesamax ($P = 0,037$) et les teneurs mesurées au site Mesamax sont significativement plus élevées qu'au site Méquillon ($P < 0,001$). De ce fait, teneurs mesurées au site Expo sont significativement plus élevées qu'au site Méquillon ($P < 0,001$).

Least Squares Means



Least Squares Means



Voici enfin les valeurs moyennes, minimales et maximales des teneurs en cuivre et nickel utilisées pour les analyses statistiques ainsi que deux graphiques qui montrent la distribution des données. On voit une valeur élevée de cuivre à Méquillon à une occasion.

Results for EFFLUENT\$ = expo

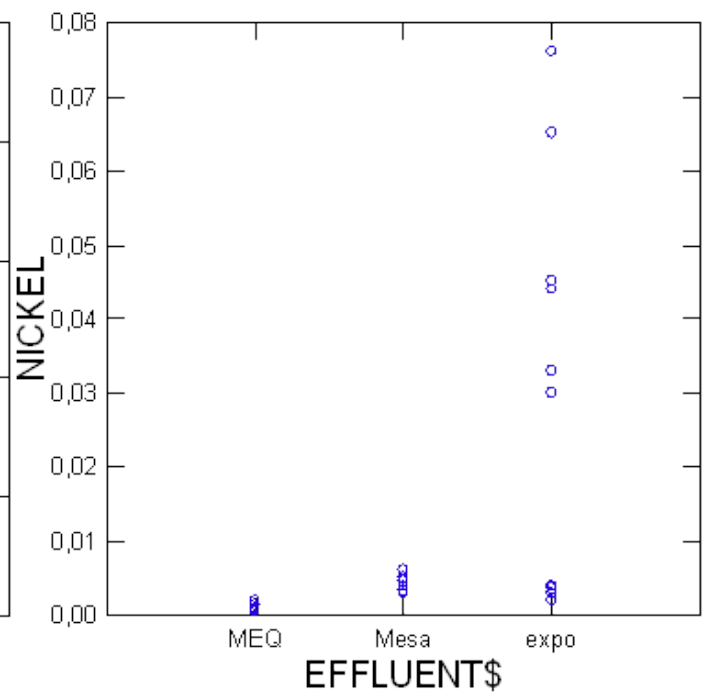
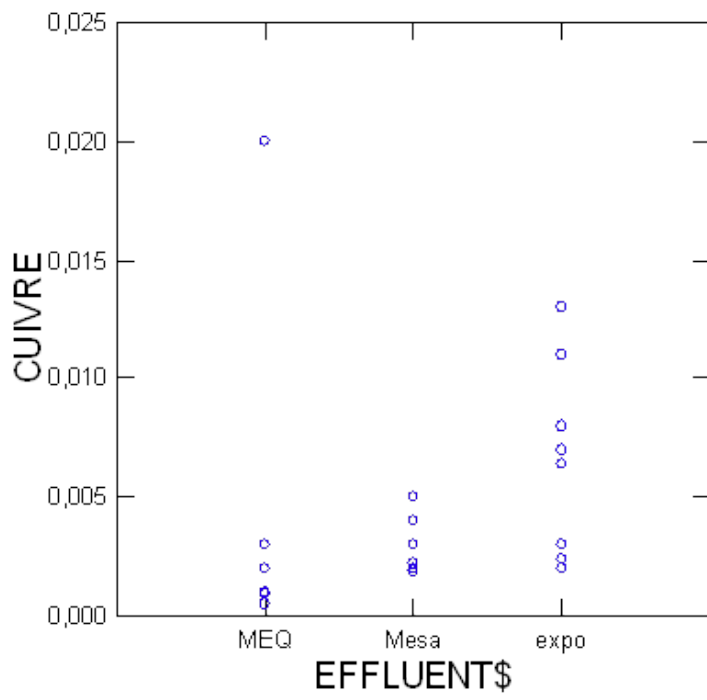
	NICKEL	CUIVRE
N of Cases	10	10
Minimum	0,002	0,002
Maximum	0,076	0,013
Arithmetic Mean	0,031	0,006
Standard Deviation	0,027	0,004
Coefficient of Variation	0,890	0,597

Results for EFFLUENT\$ = Mesamax (MESA)

	NICKEL	CUIVRE
N of Cases	10	10
Minimum	0,003	0,002
Maximum	0,006	0,005
Arithmetic Mean	0,004	0,003
Standard Deviation	0,001	0,001
Coefficient of Variation	0,255	0,365

Results for EFFLUENT\$ = Méquillon (MEQ)

	NICKEL	CUIVRE
N of Cases	9	9
Minimum	0,001	0,001
Maximum	0,002	0,020
Arithmetic Mean	0,001	0,004
Standard Deviation	0,000	0,006
Coefficient of Variation	0,507	1,662



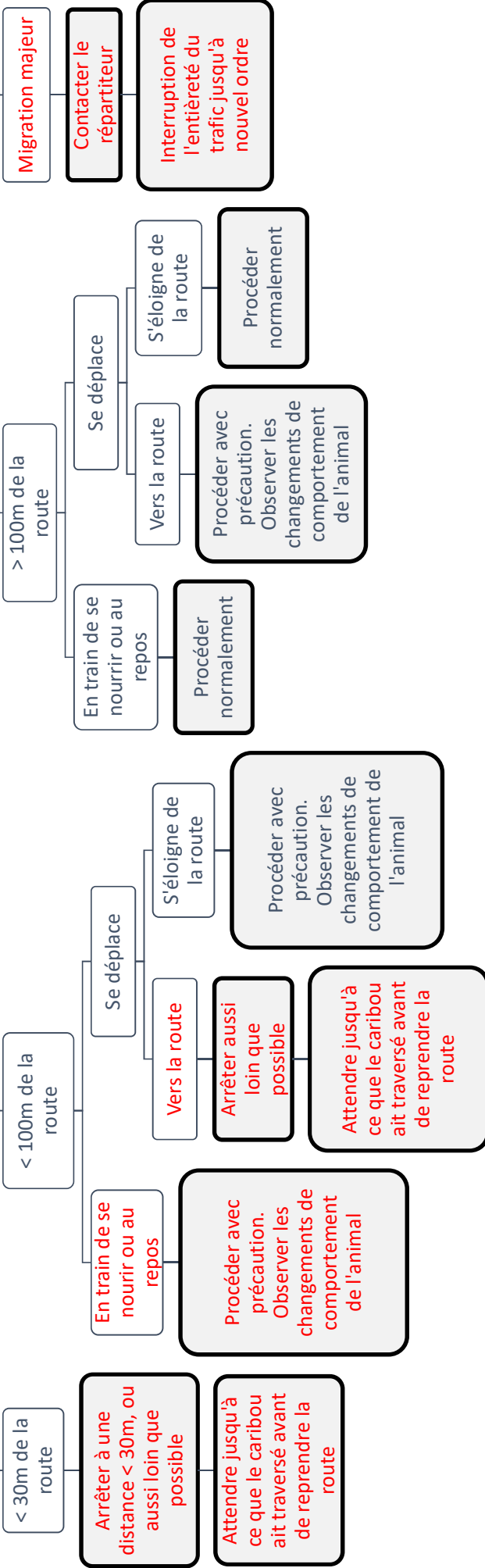
Appendix F

Mitigation measures for caribou

- Decision tree - enhanced version
- Caribou migration - road mitigation measures

Caribou observé

Alerter les autres conducteurs Indiquer le nombre de caribou et l'endroit sur le registre Environnement



LÉGENDE

Écriture rouge : Risque accru d'incident

Boîte à double contour : Action du travailleur

Boîte à simple contour : Comportement du caribou

Canadian Royalties Inc

Julien Cameron – Director of Technical Services & Projects

Caribou migration – road mitigation measures

Summary

Starting in the summer of 2025, CRI will undertake measures to limit traffic on the main haulage roads, with the objective to reduce caribou presence in the zone of influence (ZOI) and accelerate their migration through CRI active areas.

Definitions

Zone of Influence – the area surrounding the haulage road and mining activities, which are impacted by noise, vibrations and dust from traffic. The zone where caribou are influenced by the mining operation of the Nunavik Nickel Project

Haulage road – The all-season road used for all traffic between the main camp and the remote mining sites

Expo to Ivakkak road – the haulage road heading West from Expo camp to the furthest mined deposit of Ivakkak. The road is 40km in length and runs east/west.

Caribou migration – The act of caribou moving from one area to another, the caribou migration crosses the CRI zone of influence going north and going south.

Peak migration – The period where migration through the zone of influence is at the highest, estimated to be no shorter than 5 days but no longer than 10 days every year.

Light vehicles – vehicles such as pick-up trucks or employee transport vehicles

Service Vehicles – vehicles such as fuel trucks, water trucks, or equipment bringing supplies to areas on the haulage road such as water treatment material for the water treatment plants

Emergency vehicles – vehicles that are required for emergency situations, such as an ambulance, mine rescue vehicle or fire truck

Mega-load – A planetary ‘B train’ that hauls ore from the remote mine sites to the main expo site. Mega-loads are 120t low-speed haulage vehicles that are the heaviest and largest on the main haulage road.

Procedure

CRI engages that:

- CRI will not have any mega-load traffic during peak migration on the Expo-Ivakkak haulage road. The mega-load fleet will be parked and the contractor idled during this time

-
- CRI will also limit traffic of all other vehicles (except emergency vehicles) on the Expo-Ivakkak haulage road during peak migration, following this schedule:
 - o 4:00-9:00 - Road open for light, service and emergency vehicles
 - o 9:00-11:00 - Road closed for all vehicles except emergency vehicles
 - o 11:00-13:00 - Road open for light, service and emergency vehicles
 - o 13:00-16:00 - Road closed for all vehicles except emergency vehicles
 - o 16:00-21:00 - Road open for light, service and emergency vehicles
 - o 21:00-4:00 - Road closed for all vehicles except emergency vehicles

CRI believes that this procedure will limit the impact on caribou migrating by reducing noise, dust and vibrations in the zone of influence. The objective is to encourage the caribou to cross the zone of influence as quickly as possible. Once the Ungava Caribou study is finalized, this procedure can be reviewed to ensure it aligns with the most recent and relevant data.

As peak migration shifts every year depending on caribou or weather, the operation will require at minimum a 2-week notice from the environmental department that is tracking caribou for the operation to ensure that the mega-load contractor is advised of an upcoming stop of activities, and for CRI safety department to prepare for daily road-closures to other.

Julien Cameron

Director of Technical Services & Projects – 2025-05-15