

MINE RAGLAN

UNE SOCIÉTÉ GLENCORE

PNM1 Demande de modification

Gestion des eaux d'exhaure - Mine Qakimajurq et Mine 8

Demande de modification au
certificat d'autorisation
3215-14-019

Document préparé par Mine Raglan

Novembre 2024

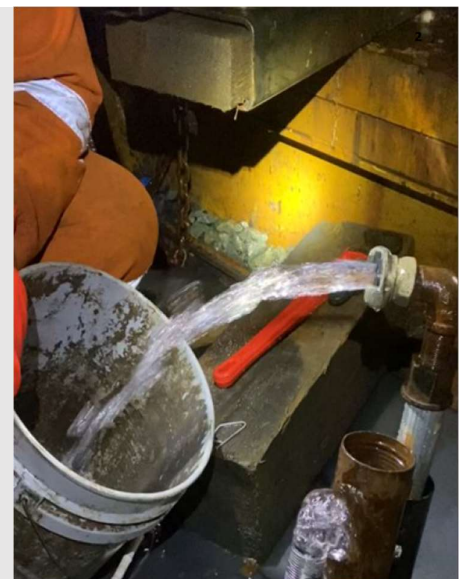


Table des matières

1.	Mise en contexte	3
2.	Renseignements généraux	3
2.1	Identification du demandeur	3
2.2	Localisation du projet	4
3.	Description du projet	4
3.1	Nature du projet	4
3.2	Contexte hydrogéologique	5
3.3	Gestion des eaux minières	8
3.4	Lieu d'entreposage et d'élimination	12
3.5	Calendrier de réalisation	12
4.	Description du site et du milieu environnant	12
4.1	Description des milieux naturels	12
4.2	Espèces floristiques et fauniques	13
4.3	Description historique et culturelle	13
5.	Identification des impacts potentiels	14
5.1	Bruit	14
5.2	Eaux de surface, eaux souterraines et sols	14
5.3	Milieux naturels, humides et hydriques	14
5.4	Aires protégées	15
5.5	Espèces à statut précaire	15
6.	Programme de surveillance et de suivi	15
7.	Références	17

Liste des tableaux

Tableau 2 : Situation à risque de déversement accidentels.....	14
Tableau 3 : Situation susceptible d'altérer les eaux souterraines	14

Liste des figures

Figure 1 : Schéma montrant des taliks et l'effet de forage ou minage sur la nappe phréatique sous le pergélisol. 5	
Figure 2 : Cartographie des lacs et cours d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts (en rouge) ou fermés (en vert).....	6
Figure 3 : Profil de température du massif rocheux en fonction de la profondeur et relation entre le cryopeg basal et les venues d'eau observées en forage	7

Liste des annexes

Annexe 1 : Documents administratifs

Annexe 2 : Étude hydrogéologique

Annexe 3 : Schéma de gestion des eaux

Annexe 4 : Cartes

Annexe 5 : Fiches signalétiques

Annexe 6 : Espèces à statut précaire

1. Mise en contexte

Le 21 février 2024, une demande d'avis a été soumise par courriel à la Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels et miniers afin de déterminer si une modification du certificat d'autorisation 3215-14-019 était nécessaire pour le transfert d'eau d'exhaure saumurée entre les mines Qakimajurq/8 et la mine Anuri. Les informations fournies indiquaient que la capacité d'entreposage de cette eau dans les réserves souterraines serait atteinte en juin 2024. La demande précisait également que ces transferts seraient réalisés par lots et répétés au besoin entre les mois de juin et d'octobre.

Dans un courriel daté du 27 mars 2024, Mine Raglan a été informé qu'une modification du certificat d'autorisation n'était pas requise pour procéder au transfert d'eau entre les mines Qakimajurq/8 et la mine Anuri en 2024. Toutefois, une modification serait nécessaire pour autoriser cette activité à compter de 2025.

Ainsi, ce document constitue une demande de modification du certificat d'autorisation 3215-14-019 et a pour objectif de présenter, en sus des activités de transfert d'eau saumurée, les autres stratégies de gestion des eaux d'exhaure envisagées.

2. Renseignements généraux

2.1 Identification du demandeur

Glencore Canada Corporation - Mine Raglan	
Siège social	155, Avenue University, bur. 1440 Toronto (Ontario) M5H 3B7
Adresse de correspondance	1950 rue Maurice-Gauvin, bur. 300 Laval (Québec) H7S 1Z5
Représentant autorisé	Christine Blais Soucy Surintendante Environnement christine.blaisoucy@glencore.ca Téléphone : +1 705-365-8477
Responsable de la demande	Sylvie Baillargeon Coordonnatrice conformité environnement sylvie.baillargeon@glencore.ca Téléphone : +1 819-762-7800 poste 4880
Responsable du projet	Véronique Boivin Ingénieur de projets Sr – Contrôle de terrain veronique.boivin@glencore.ca Téléphone : +1 418 965 4593
N° d'entreprise du Québec (NEQ)	1165314676
Code d'activité économique	0619 – Autres mines de métaux

L'annexe 1 présente les documents administratifs suivants :

- Résolution du conseil d'administration autorisant le signataire de la demande, Mme Blais Soucy, à la présenter au Ministre.

Les frais exigibles seront transmis par virement bancaire.

Une copie électronique de la demande sera transmise par le demandeur à l'Administration régionale Kativik (ARK).

2.2 Localisation du projet

Les opérations de Mine Raglan se situent au nord du 61^{ème} parallèle dans la région du Nunavik. Les installations minières se trouvent en territoire régi par la Convention de la Baie-James et du Nord Québécois (CBJNQ), sur des terres de catégorie III, à environ 70 km à l'ouest du village nordique de Kangiqsujuaq et à 110 km au sud-est du village nordique de Salluit. Les installations de Mine Raglan sont localisées dans la région gérée par l'ARK, sur le territoire non organisé de Rivière-Koksoak.

Le projet est localisé sur les terres du domaine de l'État. Mine Raglan détient des baux pour l'utilisation du territoire public ainsi que des baux miniers. Les activités et les installations faisant l'objet de la présente demande sont situés à l'intérieur des baux suivants :

- Bail minier BM859 (en cours de renouvellement)
- 5 606 455 (bail minier BM1049)
- 6 611 832 (bail de surface 78 17 910)

Étant donné que certains de ces documents contiennent des renseignements personnels, une copie de ceux-ci pourra être fournie sur demande.

3. Description du projet

3.1 Nature du projet

La majorité des opérations minières de Mine Raglan se déroulaient jusqu'à récemment dans le pergélisol sec ou contenant très peu d'eau sous forme solide dans les structures géologiques du massif rocheux. L'état gelé de cette couche de massif rocheux d'environ 600 m d'épaisseur a un effet positif sur la stabilité des ouvrages miniers situés dans cet horizon et agit comme une barrière imperméable entre le terrain en surface et le massif rocheux dégelé sous le pergélisol.

Lors de l'approbation du projet Sivumut (Phases II et III), les connaissances hydrogéologiques reposaient sur l'expérience acquise au niveau des opérations minières, notamment à la mine 2, ainsi que sur une étude menée dans le secteur de la mine Anuri et de Donaldson (AMEC Foster Wheeler, 2015). Cette étude concluait qu'aucune zone de production d'eau n'avait été identifiée pour le secteur de la mine Anuri et qu'en raison de la faible perméabilité, les infiltrations d'eau devraient être minimales. L'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social indiquait ainsi, dans un document de réponse aux questions (SNC-Lavalin, 2016), que les conditions hydrogéologiques des secteurs 8, West Boundary et Boundary devraient être comparables à celles du secteur de la mine Anuri et qu'aucune gestion des eaux souterraines impliquant du pompage ne serait nécessaire.

Des lentilles minéralisées actuellement en production à la mine Qakimajurq (Secteur 7C-D) et à la mine 8 (Secteur 8H), ainsi que celles destinées à une exploitation future à la mine 8 (Secteur 8I), se situent à la limite inférieure ou sous la base du pergélisol. Les forages en profondeur effectués sous le pergélisol par le département de Géologie ont permis de répertorier des venues d'eau, sous pression dans de nombreux cas (conditions artésiennes au niveau des collets des trous), susceptibles de poser divers problèmes logistiques dans le cadre des opérations souterraines. Parmi ces problèmes, on peut citer la dilution de l'eau de production (qui doit rester salée pour éviter le gel) par de l'eau douce, ainsi que l'accumulation importante de glace dans les excavations souterraines. De plus, l'accumulation de glace peut entraîner des situations potentielles de « ice-jacking » dans les structures géologiques, provoquant la libération plus facile de blocs de roche instables. Des infiltrations d'eau mineures ont également été observées dans les excavations, devenant plus fréquentes à mesure que l'on s'approche des niveaux situés sous le pergélisol.

Présentement, ces venues d'eau s'écoulent vers des puisards sous terre et se retrouvent mélangées à l'eau saumurée de la mine dans le réseau d'eau des opérations minières souterraines. Cependant, ces infiltrations génèrent un surplus d'eau par rapport aux besoins requis. Jusqu'à l'été 2024, ce surplus d'eau a été géré sous terre dans différentes réserves d'eau. Toutefois, la capacité d'entreposage a été atteinte au mois de juin 2024 et une partie de ce surplus d'eau saumurée a été transférée, par pompage, dans les réserves d'eau saumurée de la Mine Anuri.

Afin de gérer ces venues d'eau à plus long terme, divers projets sont en cours d'élaboration pour réduire la quantité d'infiltration (colmatage), pour utiliser et transférer l'eau entrant en contact avec les eaux minières (eau saumurée) et enfin, pour capter et utiliser l'eau douce avant qu'elle n'entre en contact avec les eaux minières.

Les sections qui suivent présentent l'état actuel de la connaissance hydrogéologique à la mine Qakimajurq et à la mine 8, ainsi que les modes de gestion des eaux souterraines proposées.

3.2 Contexte hydrogéologique

Les études d'avant-projet, telles que celles menées par Golder Associates (2010) et AMEC Foster Wheeler (2015), ainsi que les relevés annuels de données de thermistances ont contribué à une meilleure compréhension des conditions hydrogéologiques dans le pergélisol et des températures du massif rocheux avec la profondeur. Plus récemment, une étude hydrogéologique spécifique aux secteurs 7C et 7D situés à la mine Qakimajurq, réalisée par SRK Consulting en 2022, a apporté des éclaircissements sur les conditions hydrogéologiques sous le pergélisol. Les sections suivantes présentent un résumé des principales conclusions de l'étude réalisée par SRK Consulting.

3.2.1 Taliks

Une des théories pour expliquer la présence d'eau dans ou sous le pergélisol serait l'existence d'un système de taliks, ou zones dégelées sous des lacs, cours d'eau ou bassins (Figure 1). Une carte des plans d'eau pouvant répondre aux critères de formation de taliks dans le secteur de Mine Raglan a été produite en 2022 (Figure 2). Pour permettre la présence de taliks ouverts (i.e. dégelés jusque sous la base du pergélisol environnant), les cours d'eau doivent répondre à certains critères de dimension. Pour Raglan, ces dimensions minimales seraient (SRK Consulting, 2022) :

- plus de 2 m de profondeur;
- un rayon minimal d'au moins 377 m pour un lac circulaire;
- une demi-longueur minimale d'au moins 210 m pour un lac allongé.

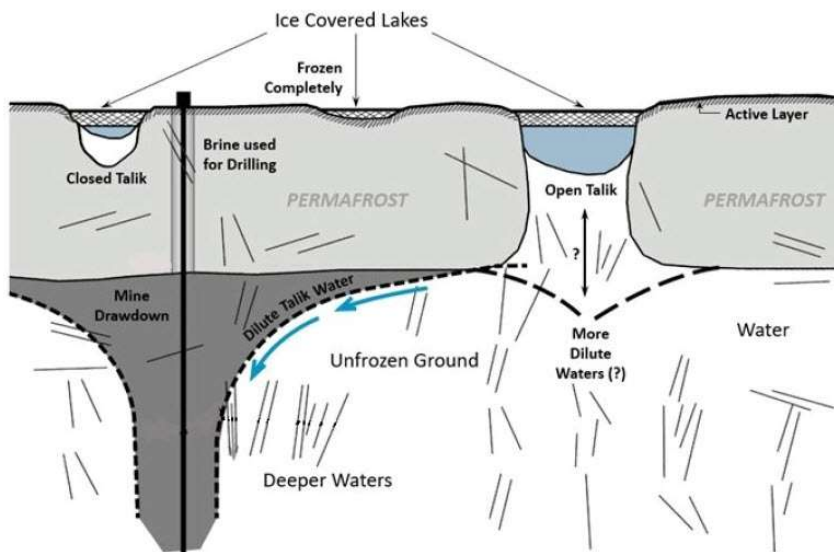


Figure 1 : Schéma montrant des taliks et l'effet de forage ou minage sur la nappe phréatique sous le pergélisol

Source : Modifiée de SRK Consulting, 2022

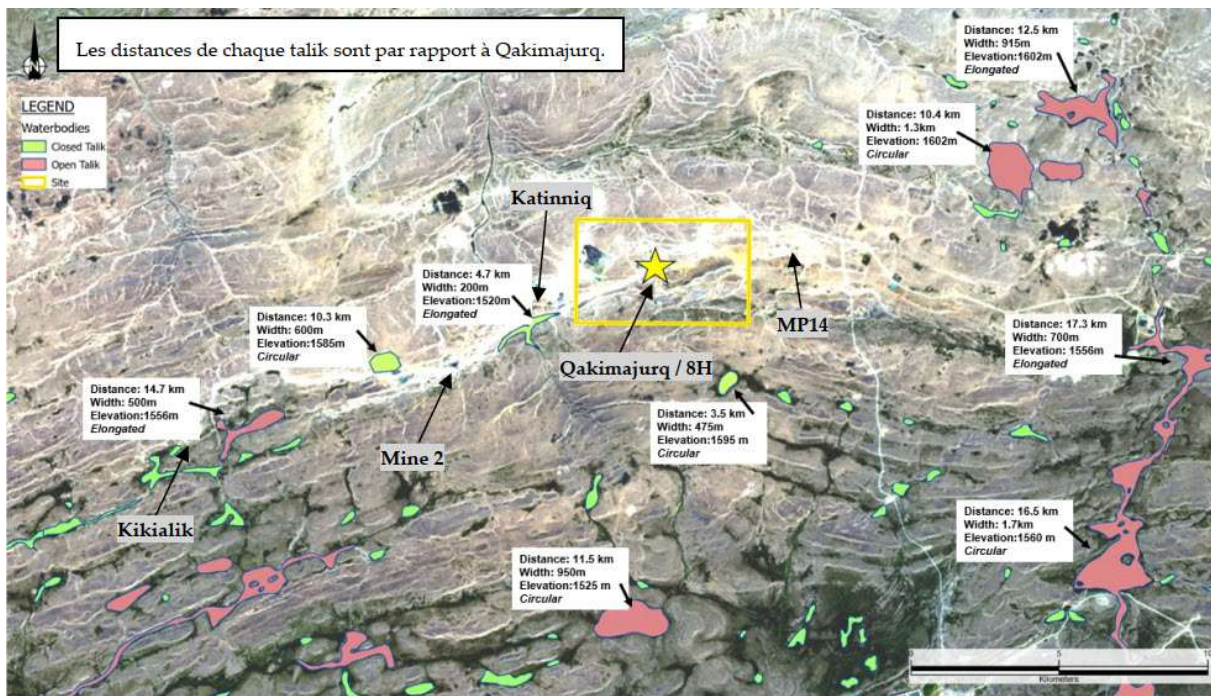


Figure 2 : Cartographie des plans d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts (en rouge) ou fermés (en vert)

Source : Modifiée de SRK Consulting, 2022

Des tests de perméabilité effectués lors des diverses études indiquent que la perméabilité de la matrice rocheuse est très faible (1×10^{-10} m/s). Pour qu'une recharge d'eau souterraine en provenance de taliks ouverts se produise, il serait nécessaire que des structures géologiques ouvertes interceptent ces horizons dégelés et les ouvertures souterraines. Cependant, cette situation ne semble pas se produire à la mine Qakimajurq et aucun talik ouvert potentiel ne se trouve à proximité.

3.2.2 Température et venues d'eau dans le pergélisol

La Figure 3 montre le profil de température du massif rocheux en fonction de la profondeur, obtenu grâce aux thermistances installées en forage, dans le but d'identifier l'étendue du pergélisol. La limite inférieure du pergélisol a été établie aux niveaux 956 m à 999 m, correspondant à des élévations directement sous le niveau de la mer (réf. mine, élévation +1000 m).

Des venues d'eau ont été observées en forage non seulement sous la base du pergélisol, mais également à des élévations légèrement supérieures. Cette observation s'explique par la présence d'une zone de cryopeg basal directement au-dessus de la base du pergélisol. Dans cette zone du massif rocheux, où la température demeure inférieure à 0°C , l'eau souterraine se maintient à l'état liquide en raison de la teneur en matières solides dissoutes ou de fortes pressions hydrauliques. Pour Mine Raglan, cela signifie que de l'eau souterraine, sous forme liquide et provenant de plus grande profondeur, peut remonter dans les excavations souterraines situées à ces élévations à travers des structures géologiques du massif rocheux, même s'il est gelé. Ainsi, on peut retrouver de l'eau souterraine liquide sous la limite supérieure de la zone de cryopeg basal. Cette zone ou couche horizontale, d'une épaisseur d'environ 100 m, commence approximativement à l'élévation 1080 m dans le secteur de la série 7 à la mine Qakimajurq. Cette élévation est désormais utilisée pour évaluer les risques d'infiltrations d'eau dans les futures excavations souterraines.

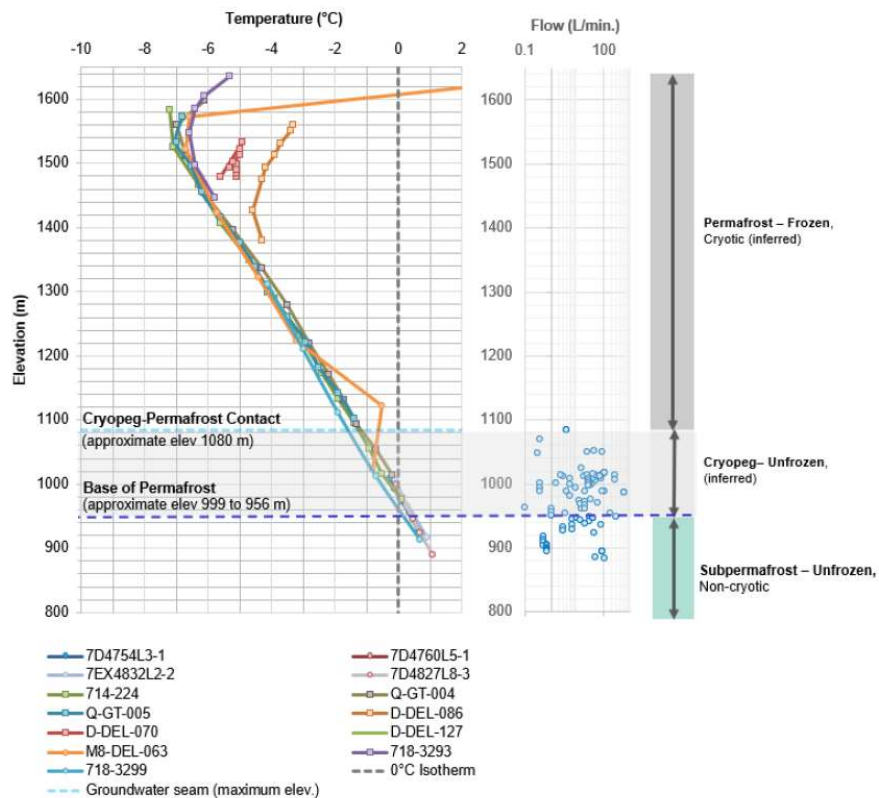


Figure 3 : Profil de température du massif rocheux en fonction de la profondeur et relation entre le cryopeg basal et les venues d'eau observées en forage

Source : SRK Consulting, 2022

3.2.3 Régime d'écoulement

Dans le cadre de l'étude, des essais de perméabilité (également appelé tests « packer ») ont été réalisés dans cinq forages situés dans les secteurs 7C et 7D. De plus, quatre forages ont été équipés d'instruments pour surveiller les pressions d'eau en profondeur. Le secteur étudié s'étendait entre les élévations 1050 m et 890 m environ. Des analyses chimiques de l'eau souterraine ont aussi été effectuées. Il a été observé :

1. des venues d'eau au-dessus de la limite inférieure du pergélisol;
2. un régime d'écoulement contrôlé par les fractures discrètes du massif rocheux (et non pas la matrice rocheuse);
3. des conductivités hydrauliques modérées à faibles (9×10^{-7} à 1×10^{-9} m/s) en correspondance des zones fracturées;
4. une dépressurisation marquée induite par du forage à proximité des instruments et une stabilisation par la suite des pressions, ce qui indique que la recharge actuelle en nouvelle eau serait insuffisante ou négligeable pour rebâtir les pressions d'eau initiales dans le secteur monitoré;
5. une connexion marquée entre les trous instrumentés lors de tests de décharge d'eau, mais pas observée dans tous les instruments, ce qui corrobore le fait que le régime d'écoulement est contrôlé par des fractures discrètes et non la matrice rocheuse;
6. l'absence de tritium dans les analyses d'eau, un isotope radioactif normalement présent dans l'eau souterraine ayant reçu une recharge récente en eau provenant de la surface (dans les 50 à 60 dernières années).

Il est déduit que le régime d'écoulement d'eau souterraine est étroitement lié aux structures géologiques du massif rocheux. Par conséquent, il est essentiel d'identifier avec précision les structures qui produisent de l'eau lors des forages et de les intégrer dans le modèle structural afin de prédire les zones à risque d'infiltration d'eau. L'étude menée par SRK Consulting a d'ailleurs mis en évidence un risque accru d'interception d'eau souterraine dans les failles orientées NO-SE, présentant un fort pendage et une plus grande fracturation.

Pour qu'une recharge d'eau souterraine en provenance de taliks ouverts se produise, il serait nécessaire que des structures géologiques persistantes interceptent ces horizons dégelés et les excavations souterraines. Cependant, cette situation ne semble pas se produire à la mine Qakimajurq, bien que cela reste une possibilité ailleurs sur la propriété Raglan (voir Figure 2).

Certaines pressions d'eau élevées, rencontrées lors des forages en profondeur, peuvent être difficiles à colmater si elles sont interceptées dans les galeries souterraines ou les chantiers. Néanmoins, l'observation d'une dépressurisation lors des activités de forage au diamant, ainsi que la faible, voire l'absence de recharge en nouvelle eau souterraine, suggèrent qu'il est possible de drainer ces structures géologiques afin d'exploiter les secteurs présentant un risque accru d'infiltration d'eau.

3.2.4 Qualité des eaux souterraines

Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés de manière opportuniste dans les zones où la conductivité hydraulique était suffisante pendant le forage, ou là où un écoulement vers la surface a été observé dans la mine, que ce soit sous forme de suintement ou d'écoulement artésien à partir de forages ouverts. Au total, neuf échantillons d'eau souterraine, deux échantillons de fluide de forage et un échantillon QA/QC ont été prélevés. Les échantillons de fluide de forage ont été prélevés avant que celui-ci ne circule dans les forages afin de vérifier s'il y avait une contamination des échantillons d'eau souterraine par le fluide de forage et de prendre des mesures correctives si nécessaire. Le fluide de forage est composé d'eau de surface mélangée à du chlorure de calcium pour augmenter la salinité et prévenir le gel, ce qui lui confère une signature chimique distincte. Les détails sur la méthodologie, les analyses en laboratoire, les résultats et la discussion sont présentées dans l'annexe C du rapport d'étude réalisée par SRK, disponible en annexe 2 du présent document.

3.3 Gestion des eaux minières

La figure à l'annexe 3 présente le schéma de gestion des eaux des mines Qakimajurq/8.

Actuellement, aucune eau d'exhaure n'est pompée vers les bassins collecteurs à la surface. L'eau est conservée dans des réserves souterraines et recirculée pour répondre aux besoins opérationnels des mines et pour compenser les pertes d'eau d'environ 3,5 % par tonnes liée au transport du minerai.

Les épisodes d'infiltration ont entraîné un changement progressif dans le bilan d'eau, qui est désormais positif. Pour éviter que les venues d'eau ne gèlent, elles sont mélangées à l'eau saumurée de la mine et intégrées au réseau d'eau des opérations souterraines. Avant d'être injectée dans le réseau d'eau, celle-ci doit être préalablement salée. Le surplus d'eau ainsi généré est emmagasiné dans les trois réserves d'eau de la mine Qakimajurq, à savoir TD 1520, 7F et 7E. La capacité de ces réserves est limitée et a été atteinte au mois de juin 2024. Cette situation risque de se répéter annuellement.

Malgré la mise en place de mesures visant à réduire le volume d'infiltration d'eau, telles que la cimentation des trous de forage et l'injection de coulis dans le front de taille du développement souterrain, le défi de contenir les infiltrations persiste. En effet, la pression élevée de l'eau rend difficile une cimentation immédiate, nécessitant ainsi une période de dépressurisation. Puisque certaines venues d'eau ne semblent pas se renouveler, la dépressurisation et le drainage de ces secteurs pourrait partiellement résoudre le problème des infiltrations.

Les connaissances actuelles concernant les infiltrations sont limitées notamment les débits et les volumes d'eau à gérer, le nombre d'années où il sera nécessaire de gérer ces infiltrations, ainsi que l'efficacité des méthodes de colmatage par cimentation.

Les études hydrogéologiques prévues en 2025 permettront de mieux comprendre le contexte et le comportement des eaux souterraines, et d'ajuster la stratégie de gestion des eaux d'exhaure. D'ici là, il faut assurer une gestion efficace des réserves d'eau sous terre.

Ainsi la stratégie de gestion des eaux d'exhaure est la suivante :

1. Utilisation de l'eau saumurée pour les opérations minières et transferts du surplus vers la mine Anuri;
2. Récupération de l'eau douce pour alimenter l'usine de remblai rocheux cimenté (usine RRC);
3. Récupération de l'eau douce pour soutenir les activités d'exploration minière à la surface;

4. Évacuation d'une partie du surplus d'eau douce vers les bassins collecteurs.

Les sections suivantes fournissent les renseignements des options de gestion proposées.

3.3.1 Utilisation et transfert d'eau saumurée

Tel que précisé à la section précédente, les venues d'eau souterraine ont, jusqu'à l'été 2024, été gérées sous terre dans différentes réserves d'eau et intégrées au réseau d'eau des opérations souterraines. La stratégie de gestion de cette eau saumurée, élaborée par l'équipe d'opérations minières souterraines de Mine Raglan, se résume ainsi :

1. Emmagasiné l'eau pendant la période hivernale dans les réserves de la mine Qakimajurq (situation actuelle).
2. Réduire le niveau de l'eau dans les réserves de la mine Anuri avant le printemps, en ne compensant pas la perte d'eau liée au transport du minerai.
3. Transférer l'eau saumurée pour remplir les réserves de la mine Anuri, créant ainsi un espace d'emmagasinage dans les réserves de la mine Qakimajurq.
4. Effectuer des transferts au besoin avant la saison hivernale.
5. Maximiser le remplissage des réserves d'eau à la mine Anuri, afin d'obtenir la plus grande capacité d'emmagasinage possible dans les réserves de la mine Qakimajurq.

Ces transferts par lots seront répétés au besoin, en fonction du volume des venues d'eau rencontrées aux mines Qakimajurq et 8, ainsi qu'en fonction des niveaux d'eau dans les réserves de la mine Anuri. Les niveaux d'eau dans les réserves seront mesurés régulièrement, ce qui guidera le moment où les transferts seront effectués.

En 2024, environ 9 980 m³ d'eau saumurée a été transféré, de manière non continue, vers la Mine Anuri dans l'une des baies de décantation ou vers le puisard principal. La période de pompage s'est étalée de juin à la mi-août.

Le transfert s'est effectué au moyen d'une pompe électrique 40 HP de type Technoprocess, située sous terre, avec une capacité maximale de 200 gallons par minutes (GPM), ce qui équivaut à environ 45,4 m³/h ou 1 089 600 L/j. Cependant, il est peu probable que le débit dépasse 150 GPM, soit environ 34,1 m³/h (818 400 L/j). Il est important de noter que le débit pourra être modulé à la baisse selon les besoins. De plus, des pompes additionnelles ont été installées pour assurer une redondance. À noter également qu'aucune installation de pompage n'est située en surface. La station de pompage est située sous terre à la Remuck #1 localisé dans le secteur de la baie à sel à la mine Qakimajurq. Un débitmètre a été installé pour mesurer les volumes d'eau transférés. L'installation de prélèvement d'eau se limite à une pompe et la conduite de transfert vers la mine Anuri.

Une nouvelle conduite en polyéthylène haute densité (HDPE) de 14 po a été mise en place à l'été 2024 pour acheminer l'eau saumurée vers la mine Anuri. Les points de départ et d'arrivée de cette conduite se situent au niveau de trous de forage débouchant à la surface (voir cartes à l'annexe 4).

La conduite HDPE de 14 po, d'une longueur approximative de 4 700 m, a été posée au sol et suit des corridors existants, tels que le câble électrique 25 kV. De nouveaux corridors ont également été aménagés. Le sol a été dégagé des grosses roches et la surface nivelée à l'aide d'un buteur pour faciliter le passage des équipements nécessaires à l'installation de la conduite (voir cartes à l'annexe 4). Des tests de résistance et d'étanchéité seront faits avec de l'air comprimé, chaque année avant de débiter le pompage. Aucune station de pompage intermédiaire n'est requise le long du tracé de la conduite.

Le transfert d'eau saumurée permet de réduire la quantité de chlorure de calcium utilisée dans les opérations souterraines, de réduire la consommation d'eau fraîche provenant des bassins collecteurs, et à éviter la gestion d'eau chargée en chlorure de calcium dans le système actuel de gestion et de traitement des eaux usées minières. En 2024, la réduction estimée de la quantité de chlorures de calcium est d'environ 319 tonnes.

3.3.2 Récupération de l'eau douce

Des essais ont été faits en 2024 afin vérifier la faisabilité de récupérer l'eau douce de certains forages dans le secteur 7C et 7D de la mine Qakimajurq pour éviter de devoir les envoyer dans le réseau d'eau saumurée de la mine. Des trous de dépressurisation ciblant les structures géologiques soupçonnées de conduire l'eau souterraine ont été forés et équipés de valve afin de pouvoir contrôler l'écoulement des eaux à la demande. Des trous instrumentés de piézomètres à corde vibrante à proximité ont permis de valider l'effet de ces drains sur les pressions d'eau dans le massif rocheux. Puisque les résultats se sont avérés positifs, il est maintenant planifié d'utiliser cette eau, non saumurée, afin de combler des besoins en eau sous terre et à la surface.

La stratégie proposée prévoit de capter l'eau douce des zones 7C et 7D, ainsi que celle provenant de la partie supérieure du secteur 8I, puis de l'acheminer aux réservoirs d'eau de l'usine à remblai rocheux cimenté (RRC), aussi appelé plan de ciment, situé dans le secteur 8H. Ce transfert serait assuré par un réseau de pompage distinct de celui utilisé pour l'eau saumurée. La dépressurisation de l'eau souterraines se faisant d'abord par gravité, des pompes submersibles seraient ensuite insérées dans les trous de drainage plus en profondeur afin de récupérer cette eau lorsque les conditions artésiennes ne seront plus présentes.

L'eau douce récupérée sera principalement utilisée pour la fabrication de coulis de ciment lors de la production de remblais rocheux cimentés. L'usine RRC nécessite environ 80 à 100 L/min d'eau en opération, actuellement fournie par des camions-citernes. Ces camions déversent l'eau dans le circuit d'alimentation via une ouverture en surface, située dans le secteur des monteries de ventilation de la mine 8 (voir figure 4).



Figure 4 : Localisation du secteur d'alimentation en eau de l'usine RRC

Imagerie : Google Earth, 2024

Une autre portion de cette eau sera pompée depuis les réserves d'eau de l'usine RRC vers la surface et entreposée dans deux réservoirs de 12 m³, soit un total de 24 m³. Cette eau servira à approvisionner les forages d'exploration. Actuellement, l'eau utilisée pour les forages de surface provient du réservoir Katinniapiik et est transportée de manière journalière par camion-citerne vers les sites de forage, où elle est transférée dans un réservoir. Les foreuses s'approvisionnent en eau à partir de ce réservoir. Lors du forage, un système de récupération de l'eau usée (retour d'eau) est installé sur le tubage, permettant de recycler cette eau dans le conteneur à saumure (CaCl₂) et à la réutiliser dans le forage. Le besoin en eau pour les forages d'exploration est d'environ 20 000 à 30 000 L/j. Ces deux réservoirs seront installés dans un conteneur fermé et légèrement

chauffé pour éviter que l'eau ne gèle. Ce conteneur sera situé à proximité de celui où se trouve l'entrée du circuit d'alimentation d'eau fraîche de l'usine RRC (voir figure 4).

La figure 5 illustre le schéma simplifié du circuit d'alimentation de l'usine RRC et des deux réservoirs en surface. Ce système sera muni de débitmètres afin de connaître les volumes consommés à l'usine RRC et les volumes pompés à la surface. Il sera également muni d'une sonde à chlorures de calcium.

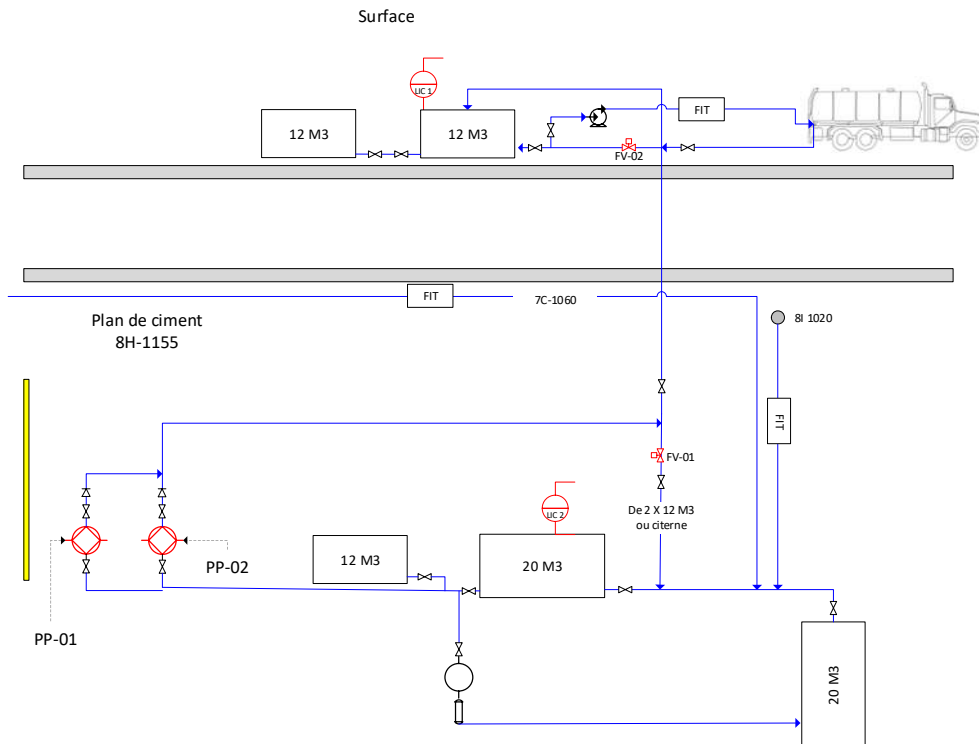


Figure 5 : Schéma simplifié de l'utilisation de l'eau douce pour l'usine RRC et les forages d'exploration

Lorsque les réserves d'eau de l'usine RRC et des réservoirs en surface seront pleines, le surplus se déversera par débordement (« overflow ») vers la réserve de la station de lavage du garage souterrain qui sera ensuite transféré, toujours par débordement, dans le réseau d'eau saumurée.

Ainsi, deux conditions principales régiront le fonctionnement de la boucle d'eau douce :

1. Lorsque l'usine RRC est en opération, la priorité sera donnée à l'approvisionnement en eau de l'usine. L'eau entreposée dans les réservoirs à la surface pourra être réacheminée vers la réserve d'eau de l'usine.
2. Lorsque l'usine RRC est en arrêt, l'eau sera transférée vers la surface.

La récupération de l'eau douce permettra d'utiliser le maximum d'eau récupérée par le système de drainage des zones en développement et contribuera à réduire le nombre de livraison d'eau douce par camions-citernes lors de la production de remblai rocheux cimenté et la quantité d'eau prélevée dans le réservoir Katinniapiq pour l'approvisionnement des foreuses d'exploration.

3.3.3 Évacuation de l'eau douce vers les bassins collecteurs

Bien que les stratégies de gestion précédemment décrites limitent la quantité d'eau à gérer et optimisent son utilisation, un surplus d'eau douce est envisageable, notamment lorsque l'usine RRC ne sera pas en opération. Conséquemment, le dernier élément de la stratégie de gestion consiste évacuer l'excédent d'eau douce dans les bassins collecteurs, soit par des conduites, ou par camions-citernes. Le circuit de transfert d'eau douce vers la surface, décrit à la section précédente, sera utilisé, et un système de pompage et/ou de valve sera mis en place pour acheminer l'eau à l'endroit souhaité. Le capteur de chlorures de calcium mis en place permettra également de surveiller ce paramètre dans l'eau envoyée à la surface afin d'éviter d'acheminer de l'eau

présentant des teneurs trop élevées dans les bassins collecteurs. En effet, ce paramètre peut, en réagissant avec les thiosulfates, poser des problèmes au pour le traitement des eaux usées minières. Un seuil d'alerte sera établi et, en cas de dépassement, l'eau ne pourra pas être envoyée dans les bassins et devra être gérée via une des autres stratégies de gestion des eaux proposées.

3.4 Lieu d'entreposage et d'élimination

3.4.1 Produits chimiques, pétroliers et explosifs

Le projet aidera à réduire la quantité de chlorures de calcium consommée sous terre.

Les trous de forage destinés à être colmatés le seront avec du ciment Portland ou un coulis cimentaire ultrafin (*Ultrafine Cementitious Grout*), ainsi que des accélérateurs et des adjuvants pour améliorer la fluidité et la maniabilité des mélanges. La composition des mélanges peut varier en fonction de la température et des pressions d'eau, et tous ces produits ne sont pas nécessairement utilisés simultanément. La fiche signalétique de produits actuellement employés est disponible à l'annexe 5. En tenant compte de l'efficacité et des coûts associés, Mine Raglan pourrait envisager de remplacer ces produits par d'autres équivalents.

Les activités associées au projet n'auront pas de répercussion significative sur l'utilisation et l'entreposage de produits pétroliers et d'explosifs liés aux opérations minières courantes.

3.4.2 Matières résiduelles et matières résiduelles dangereuses

Les activités liées au projet n'auront pas de répercussion significative sur la quantité de matières résiduelles et de matières résiduelles dangereuses générées, ni sur leur mode de gestion et de disposition.

3.5 Calendrier de réalisation

Le réseau de transfert d'eau saumurée vers la mine Anuri est déjà en place et une première saison de transfert a été effectué en 2024. Une portion du réseau de récupération d'eau douce a été mise en place afin de vérifier la faisabilité et efficacité de cette stratégie de gestion. Le réseau de gestion de l'eau douce continuera à être développé afin d'être opérationnel en 2025.

4. Description du site et du milieu environnant

4.1 Description des milieux naturels

Le site des mines Qakimajurq/8 et Anuri ont fait l'objet d'une caractérisation du milieu naturel lors de l'étude d'impact du projet Sivumut et des demandes d'autorisation ministérielle pour la mine 8 (V. Réf. : 7610-10-01-70001-99) et la mine Anuri (V. Réf. : 7610-10-01-7001-42). À moins d'indication contraire, les informations proviennent de ces documents.

4.1.1 Milieux naturels, humides et hydriques

La zone d'étude fait partie de la région écologique 10f - Lac Raglan. La région écologique 10f fait partie du domaine bioclimatique de la toundra à arbustes prostrés. Cette zone de végétation arctique présente une végétation dominée par des arbustes, des herbacées, des mousses et des lichens. Les arbustes de plus de 30 cm de hauteur sont normalement restreints aux habitats de basse altitude (MFFP, 2021).

Dans le secteur de Mine Raglan, le milieu terrestre est principalement associé à des habitats rocheux tels que des champs de blocs, lesquels peuvent parfois être accompagnés d'ostioles. La toundra à ostioles est un type de milieu terrestre fréquemment observé.

Le secteur des mines Qakimajurq/8 et de la mine Anuri se trouve dans un milieu composé de roche et cailloux (till indifférencié) et où la végétation est très éparse. On n’y trouve que quelques plantes, mousses et lichens qui réussissent à s’installer entre les blocs et les autres types de roches, là où se trouve un peu de dépôts fins. Quelques milieux humides et hydriques sont présents.

4.1.2 Aires protégées

Selon la carte interactive des aires protégées¹, le projet n’inclut pas d’interventions, des travaux ou des activités dans des aires protégées, des territoires mis en réserve en vertu de l’article 12.4 de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (C-61.01) ou des réserves de territoire aux fins d’aire protégée.

4.2 Espèces floristiques et fauniques

4.2.1 Espèces à statut précaire

Le résultat des consultations du Centre de données du patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) est présenté à l’annexe 6 du présent document. Aucune espèce menacée, vulnérable ou susceptible d’être ainsi désignée n’est répertoriée dans un rayon de 1 km autour des mines Qakimajurq/8 et Anuri.

Ce secteur renferme des habitats susceptibles d’abriter des espèces floristiques en situation précaire. La liste des espèces confirmées ou potentiellement présentes, basées sur les études d’impact effectuées dans le secteur de Mine Raglan et mise à jour en fonction des ajouts et retraits, ainsi qu’à partir de occurrences disponibles sur la carte interactive du CDPNQ, se trouve à l’annexe 6. La description des habitats préférentiels provient, entre autres, de l’outil « Potentiel » du Ministère de l’Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Les inventaires effectués dans le cadre de l’étude d’impact du projet Sivumut n’ont pas révélé la présence d’espèce floristique à statut dans le secteur de la Mine 8 et de la Mine Anuri.

Les données du MELCCFP mentionnent la présence de deux espèces aviaires vulnérables, soit l’aigle royal (*Aquila chrysaetos*) et le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). Celles-ci pourraient fréquenter occasionnellement le secteur des installations de Mine Raglan.

4.2.2 Espèces fauniques d’intérêt

Les inventaires effectués dans le cadre des études d’impact et autre développement de Mine Raglan ont permis d’observer des caribous migrateurs (*Rangifer tarandus*) du troupeau de la rivière aux Feuilles. Cette présence est également documentée par le MELCCFP grâce au suivi télémétrique. L’écotype migrateur ne possède pas de statut au Québec, mais il est en cours d’examen au niveau fédéral aux fins d’un ajout selon la *Loi sur les espèces en péril* (LC 2002, ch. 29) et est en voie de disparition selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

4.3 Description historique et culturelle

Le secteur visé par la présente demande fait l’objet d’activité d’extraction minière. Il ne fait pas l’objet d’une utilisation particulières par les Nunavimmiut.

Selon les études archéologiques menées dans le cadre des études d’impacts antérieures, aucun site culturel ou archéologique n’a été répertorié dans ce secteur.

¹ MELCCFP – Aires protégées au Québec (version du 31 mars 2024) (arcgis.com)

5. Identification des impacts potentiels

5.1 Bruit

Les activités décrites dans cette demande portent sur la gestion des eaux souterraines. Les pompes seront localisées sous terre. Il est peu probable que les niveaux sonores générés dépassent ceux associés aux opérations minières courantes.

5.2 Eaux de surface, eaux souterraines et sols

Le tableau 1 présente les situations à risque de déversement accidentel et les milieux affectés. Il propose également des mesures d'atténuation, de suivi, d'entretien, de surveillance et de contrôle.

Tableau 1 : Situation à risque de déversement accidentels

Description des situations à risque	Localisation	Description des impacts	Mesures d'atténuation, de suivi, d'entretien, de surveillance et de contrôle proposées
Défaillance de la conduite de transfert d'eau saumurée	Tracé de la conduite HDPE	Altération de la qualité des sols et de l'eau de ruissellement qui pourrait atteindre des milieux humides ou hydriques.	<ul style="list-style-type: none">• Application de la procédure ISO-GEN-002 – Gestion des déversements.• Essai hydrostatique avec de l'air comprimé sur chaque tuyau de transfert d'eau en surface avant le début de la saison de pompage.• Effectuer une surveillance journalière pour déceler des signes de fuite.

Le tableau 2 présente les perturbations et les altérations de la qualité des eaux souterraines, les impacts et les milieux affectés. Il propose également des mesures d'atténuation, de suivi, d'entretien, de surveillance et de contrôle. Il est à noter que puisque l'eau souterraine se draine par pression artésienne vers les développements miniers, les risque de migration de contaminant vers l'aquifère sont peu probables.

Tableau 2 : Situation susceptible d'altérer les eaux souterraines

Élément ou situation perturbant ou altérant les eaux souterraines	Description des contaminants (le cas échéant)	Description des impacts	Mesure d'atténuation, de suivi d'entretien, de surveillance et de contrôle proposées
Ajout de produits chimiques pour éviter le gel	Chlorure de calcium	Altération de la qualité des venues d'eau. Aucun milieu affecté car en recirculation fermée.	<ul style="list-style-type: none">• Maximiser le captage de l'eau souterraine avant qu'elles n'entrent en contact avec les opérations minières.

5.3 Milieux naturels, humides et hydriques

5.3.1 Milieux naturels

À l'exception du corridor d'environ 4,7 km, aménagé dans la toundra pour l'installation de la conduite de transfert d'eau vers la mine Anuri, peu ou pas d'activité ne sera réalisée en milieu naturel pour la mise en place du conteneur des réservoirs d'eau de surface. Si des conduites sont installées pour acheminée l'eau douce vers les bassins collecteurs, leur tracé suivra autant que possible des corridors existants.

5.3.2 Milieux humides et hydriques

En raison de la faible perméabilité de la matrice rocheuse et de l'absence de taliks ouverts à proximité (voir section 3.2.1), il est peu probable que les activités entraînent un rabattement des milieux humides et hydriques en surface. Par conséquent, aucun impact sur la ressource en eau n'est anticipé.

Aucun milieu humide n'est présent le long du tracé de la conduite de transfert d'eau. En revanche, un cours d'eau intermittent est présent. La conduite a été installée dans le même corridor que le câble 25 kV, déjà autorisé pour l'exploitation de la mine 8.

5.4 Aires protégées

Aucun impact n'est anticipé sur les aires protégées au sens de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (C-61.01).

5.5 Espèces à statut précaire

Étant donné que les activités liées à la présente demande se dérouleront principalement sous terre et qu'aucune espèce floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être désignée n'a été répertoriée lors des inventaires précédents dans ce secteur, aucun impact n'est anticipé sur les espèces floristiques et fauniques en situation précaire.

6. Programme de surveillance et de suivi

Bien que l'activité minière soit une activité visée à l'une des catégories énumérées à l'Annexe IV du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (Q-2, r. 37), il n'y a pas d'installation de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ou à la transformation alimentaires présente à moins de 1 km en aval hydraulique du terrain où sont situées les activités du projet faisant l'objet de la présente demande. Par conséquent, il ne serait pas requis d'élaborer un programme de contrôle des eaux souterraines tel que mentionné l'article 22 du *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement* (Q-2, r. 17.1).

7. Références

- Amec Foster Wheeler. 2015. Phase II – Prefeasibility Study, Geotechnical and Hydrological Investigation. Juin 2015.
- Golder Associates. 2010. Qakimajurq Project, Permafrost Study – Mine 7 Borehole Instrumentation. Octobre 2010.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2021. Classification écologique du territoire québécois. Direction des inventaires forestiers, gouvernement du Québec, 16 pages. [En ligne] https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/inventaire/classification_ecologique_territoire_quebecois.pdf.
- SNC-Lavalin inc. 2015. Propriété de Mine Raglan au-delà de 2020 (Phases II et III) poursuite des opérations minières à l’est de Katinniq, Étude d’impact sur l’environnement et le milieu social. Décembre 2015.
- SNC-Lavalin inc. 2016. Propriété de Mine Raglan au-delà de 2020 (Phases II et III) poursuite des opérations minières à l’est de Katinniq, Renseignements complémentaires. Novembre 2016.
- SNC-Lavalin inc. 2017. Propriété de Mine Raglan au-delà de 2020 (Phases II et III) poursuite des opérations minières à l’est de Katinniq, Rapport complémentaire sur le changement de séquence des opérations minières. Février 2017.
- SRK Consulting. 2022. Raglan Mine, Qakimajurq Underground Water Risk Assessment. January 2022.

ANNEXE 1

Documents administratifs

**RESOLUTION OF THE DIRECTORS
OF
GLENCORE CANADA CORPORATION**

The undersigned, being all the Directors of Glencore Canada Corporation, hereby sign the following resolution of the Board of Directors.

Supplemental Signing Authorizations

RESOLVED THAT:

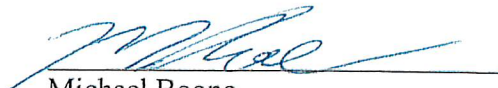
- (i) Any one officer or director of the Corporation, including those duly appointed officers or directors set out in Schedule "A" attached hereto, be appointed on behalf of the Corporation to sign and deliver all contracts, documents and instruments in writing requiring execution by the Corporation, and all contracts, documents or instruments in writing so signed shall be binding upon the Corporation without any further authorization or formality.

- (ii) Any one of the individuals identified in Schedule "B" attached hereto, be appointed on behalf of the Corporation to sign and deliver all contracts, documents or instruments in writing required by their respective business or functional units in the carrying out of normal course business activities, and all contracts, documents or instruments in writing so signed shall be binding upon the Corporation without any further authorization or formality.

DATED this 3rd day of October, 2024.



Peter Wright



Michael Boone

SCHEDULE "A"

GLENCORE CANADA CORPORATION

LIST OF DIRECTORS AND OFFICERS

NAME	POSITION
Michael Boone	Director and Chief Financial Officer
Peter Wright	Director and Vice President, Legal
George Kyraleos	Vice President, Taxation
Michael Hajdu	Treasurer
Peter Wright	Corporate Secretary

SCHEDULE "B"

ADDITIONAL AUTHORIZED SIGNATORIES FOR GLENCORE CANADA CORPORATION

1. NICKEL

LOCATION/SITE

AUTHORIZED SIGNATORIES

Nickel – Senior Management

Jason Kluk, Head of Ferroalloys/Nickel Marketing
Wayne Ashworth, Head of Assets Global Nickel
Peter Jochelson, Head of Finance Global Nickel
Bradley Adamson, Business Development
Jean-Francois Verret, Vice President, Raglan Mine
Peter Xavier, Vice President, Sudbury Operations
Doug Conroy, Vice President, Human Resources
Nils Gjelsten, Managing Director, Nikkelverk
Øivind Stenstad, Vice President, HSEC
Ronodev Sinha, Controller and Head of IT

Procurement

Daniel Sauve, Vice-President, Procurement
Gaetan Ratelle, Category Lead (authorized signatory for the purpose of signing carbon credit purchases only)

Sudbury Integrated Nickel Operations

Peter Xavier, Vice-President, Sudbury Operations
Philip Potgieter, Director, Finance
Carmel Johnston, General Manager, Projects

Raglan Mine

Jean-Francois Verret, Vice President, Raglan Mine
Christian Simard, Manager, Administrative Services
Amélie Trépanier, Manager, Human Resources, Hotel Complex and Tamatumani
†Christine Soucy, Superintendent, Environment
†Isabelle Lapierre, Manager, Risk Environment and Continuous Improvement
†in the name of the Corporation to sign and execute all permits or certificates of authorization required for the operation of Raglan Mine or for rehabilitation or restoration work, together with all related amendments, permits and other attestations as may be required by Québec environmental legislation, by federal environmental legislation or by municipal legislation
*Tristan Plaisance, Manager, Mining Operations (authorized signatory for the purpose of signing explosives' authorizations only)
*Richard Sévigny, Manager, Health and Safety & Emergency Response (authorized signatory for the purpose of health, safety, and emergency response)
Jean-Simon Beaudry, Superintendent, Finances (authorized signatory for purposes of tax relief matters)

Toronto Office

Fil Kerr, HR (Toronto Office Ni & Corporate)

ANNEXE 2

Étude hydrogéologique

GLENCORE

Évaluation des risques d'infiltration d'eau souterraine dans le secteur Qakimajurq

Traduction du rapport original Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment (1CG037.000)

Préparé pour
Glencore Canada Corporation



Préparé par

 **srk** consulting

SRK Consulting (Canada) Inc.
CAPR003137
21 mars 2024

Évaluation des risques d'infiltration d'eau souterraine dans le secteur Qakimajurq

Traduction du rapport original Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment (1CG037.000)

21 mars 2024

Préparé pour

Raglan Mine
1950 Maurice Gauvin, Suite 300
Laval, QC H7S 1Z5
Canada

Tel: +1 (450) 668-2112
Web: www.glencore.ca/en/raglan

Préparé par

SRK Consulting (Canada) Inc.
320 Granville Street, Suite 2600
Vancouver, BC V6C 1S9
Canada

Tel: +1 604 681 4196
Web: www.srk.com

Numéro de projet : CAPR003137

Nom du fichier : Raglan_CAPR003137_Éval_risques_infiltr_eau_souterraine_Qakimajurq_20240321.docx

Copyright © SRK Consulting (Canada) Inc., 2024



Table des matières

1	Objectifs	1
2	Mandat et plan du rapport	2
2.1	Mandat	2
2.2	Plan du rapport	2
3	Localisation et conditions	3
3.1	Localisation	3
3.2	Élévation	4
3.3	Pergélisol	4
3.4	Observations récentes des venues d'eau souterraine	6
4	Pergélisol et conditions hydrogéologiques sous terre	7
4.1	Profil thermique du sol	7
4.2	Condition hydrogéologique sous le pergélisol	7
4.3	Taliks de lacs	9
4.4	Pressions artésiennes jaillissantes dues au pergélisol	13
4.5	Profil de température du sol et base du pergélisol	14
5	Revue de Géologie régionale	16
5.1	Contexte tectonique régionale	16
5.2	Mises à jour du modèle (Résumé)	17
5.3	Interaction structurelle avec les taliks et Qakimajurq	17
6	Travaux de terrain	19
6.1	Aperçu des travaux de terrain	19
6.2	Essais hydrogéologiques	20
6.2.1	Essais avec obturateur (Packer test)	21
6.2.2	Niveau piézométrique lors des essais avec obturateur	23
6.3	Piézomètres à Corde vibrante et niveaux piézométriques	24
6.3.1	Impacts des forages à proximité	24
6.3.2	Remonter des niveaux piézométriques	25
6.3.3	Effet sur les niveaux piézométriques statiques durant les travaux de terrain	27
6.3.4	Niveaux piézométriques finaux vs Lacs	29
6.4	Cartographie des Écoulement d'eau	30
6.4.1	Cartographie des écoulements d'eau	30
6.4.2	Cartographie des écoulements d'eau	30
6.4.3	Variation des débits des écoulements d'eau au cours du temps	35
6.5	Essais d'aquifère	36

6.5.1	Méthodologies des essais.....	36
6.5.2	Données.....	36
6.6	Qualité des eaux souterraines.....	39
6.6.1	Échantillonnage des eaux souterraines.....	39
6.6.2	Programme analytique.....	41
6.6.3	Solides dissous totaux.....	42
7	Cartographie des risques.....	44
7.1	Modèle structural où des écoulements d'eau ont été observé.....	44
7.2	Débit d'écoulement d'eau par rapport à la structure – dénoyage projeté.....	45
8	Méthodes d'atténuation.....	46
8.1	Injection de coulis de ciment.....	46
8.1.1	Conception du système d'injection de coulis.....	46
8.1.2	Coulis Cimentaire.....	47
8.1.3	Coulis polymères et chimiques — faible viscosité/zone d'effet étendue.....	48
8.1.4	Coulis chimiques pour arrêter l'écoulement.....	49
8.2	Congélation des sols.....	50
8.3	Dépressurisation/Dénoyage de l'emmagasinement.....	50
8.3.1	Dépressurisation.....	50
8.3.2	Plan des forages recommandés.....	51
9	Système de pompage souterrain et gestion de l'eau.....	53
9.1	Objectifs.....	53
9.2	Système actuel de gestion d'eau de la mine.....	53
9.3	Opportunités de modification du système de gestion d'eau de la mine.....	54
10	Recommandations.....	55
10.1	Zones à haut risque.....	55
10.2	Forage de dénoyage/dépressurisation.....	55
10.3	Injection de coulis.....	55
10.4	Gestion de l'eau souterraine.....	56
11	Conclusions.....	57
	Références.....	60

Annexe A Manuel de cartographie des structures et des écoulements

Annexe B Examen de la géologie structurale

Annexe C 2021 Hydrogeological Field Investigation Report

Figures

Figure 1 : Localisation et propriété de la mine Raglan	3
Figure 2 : Localisation des opérations minières actuelles et projetées à Raglan	4
Figure 3 : Conditions de pergélisol dans le nord du Québec.....	5
Figure 4 : Condition actuelle et future relative à la base du pergélisol	6
Figure 5 : Qakimajurq and Mining Project 8 – Venues d'eau observées dans des forages sous le niveau 1010	6
Figure 6 : Profil thermique du pergélisol	9
Figure 7 : Coupes de la mine Lupin et régime d'écoulement relatif au talik ouvert.....	10
Figure 8 : Cartographie des lacs et cours d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts	12
Figure 9 : Condition hydrogéologique entraînant la création de puits jaillissant.....	13
Figure 10 : Pergélisol et niveau piézométrique contrôlant les conditions artésiennes sous le pergélisol ..	14
Figure 11 : Profil de température du massif rocheux en fonction de la profondeur à la Mine Raglan et la relation entre le cryopeg basal et les venues d'eau observées en forage à Qakimajurq	15
Figure 12 : Section à travers la ceinture Cape Smith qui présente le système de failles à pendage vers le sud	16
Figure 13 : Cartographie de la revue structurale et des lacs et cours d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts	18
Figure 14 : Localisation des forages (avec localisation des VWPs).....	20
Figure 15 : Niveaux piézométriques relatifs à l'élévation (m)	23
Figure 16 : Exemple de réponse aux données de pression d'un forage proche	24
Figure 17 : Remonté des niveaux piézométriques	27
Figure 18 : Niveau piézométrique avant et durant la campagne de forage.....	28
Figure 19 : Niveau piézométrique après la campagne de forage.....	29
Figure 20 : Carte des écoulements d'eaux aux niveaux 1050 et 1060.....	31
Figure 21 : Carte des écoulements d'eaux de la zone de ventilation 7D au niveau 1050.....	32
Figure 22 : Débit des écoulements d'eau mesuré durant les travaux de terrain (vue en plan)	33
Figure 23 : Débit des écoulements d'eau mesuré durant les travaux de terrain (section en plan)	34
Figure 24 : Variation des débits des écoulements d'eau au fil du temps	35
Figure 25 : Exemple de variation de pression au VWP 7D4827L8-3 (essais 2.4)	39
Figure 26 : Emplacement des échantillons d'eaux souterraines	40
Figure 27 : Tritium en fonction des solides dessous totaux.....	42

Figure 28 : Relation entre le SDT et la profondeur pour plusieurs sites dans le nord du Canadien	43
Figure 29 : Intersections à risque élevé d'écoulement d'eau souterraine (structure à fort pendage) dans le développement planifié 7D (vue en plan).....	44
Figure 30 : Intersections à risque élevé d'écoulement d'eau (structures à fort pendage) dans le développement planifié 7D (vue oblique).....	45
Figure 31 : Filtration du coulis cimentaire	48
Figure 32 : Forages de dépressurisation/dénoyage recommandés pour la Zone 7D	52
Figure 33 : Schéma du système de pompage souterrain.....	54

Tableaux

Tableau 1 : Résumé des forages	19
Tableau 2 : Résumé des résultats des essais avec obturateur	22
Tableau 3 : Résumé des essais d'aquifère	36
Tableau 4 : Variation de pression lors des essais d'aquifère 1 et 2.....	38
Tableau 5 : Détails de la disposition des forages de dénoyage	52

Définitions utiles

Cette liste contient des définitions de symboles, d'unités, d'abréviations et de termes qui peuvent être inconnus par le lecteur.

Pression artésienne	Pression d'eau dans un aquifère captive suffisante pour faire monter le niveau des eaux souterraines dans un forage ou un tunnel souterrain au-dessus du niveau auquel elles ont été rencontrées dans la formation ou la zone.
Cryopeg basal	Formant la base du pergélisol.
Talik fermé	Talik non cryotique occupant une dépression d'aprérenens le plafond du pergélisol situé sous un lac ou un cours d'eau (appelé « talik de lac » et « talik de cours d'eau »); le maintien de sa température au-dessus de 0 °C résulte de l'accumulation de chaleur par les eaux de surface.
Cryosol	Sol formé dans des matériaux minéraux ou organiques recouvrant un pergélisol situé à moins de 1 m de la surface et dont la température annuelle moyenne est au-dessus de 0 °C en raison de son état gelé, a une perméabilité suffisamment faible pour agir comme une couche captive pour un aquifère.
Cryotique	Ayant des températures égales ou inférieures à 0 °C.
Cryopeg	Une couche de sol non gelé (roche ou sol) et cryotique en permanence ($t < 0$ °C), dont l'abaissement du point de congélation est dû à la teneur en matières solides dissoutes de l'eau interstitielle
Pression artésienne jaillissante	La pression artésienne jaillissante est là où la pression de l'eau dans la zone confinée dépasse le niveau de la surface du forage et l'eau s'écoule hors du forage.
Eau d'intrapergélisol	Eau contenue dans les zones non gelées (taliks et cryopegs) à l'intérieur du pergélisol
Talik ouvert	Talik qui traverse le pergélisol de haut en bas, reliant l'eau de suprapergélisol et l'eau de subpergélisol, par exemple sous les cours d'eau et les lacs de grande dimension.
Noncryotique	Sol ou Roche dont la température est supérieure à 0 °C.
Pérenne	Qui dure longtemps, qui est perpétuel.
Pergélisol	Sol ou roche qui se maintient à une température égale ou au-dessus de 0 °C pendant au moins deux ans. Le pergélisol étant synonyme de sol cryotique pérenne, il est défini en fonction de la température. Il n'est donc pas nécessairement gelé étant donné que le point de congélation de l'eau qu'il contient peut se situer à plusieurs degrés au-dessus de 0 °C.
Base du pergélisol	La surface limite inférieure du pergélisol, au-dessus de laquelle les températures sont perpétuellement inférieures à 0 °C (cryotique) et en dessous de laquelle les températures sont perpétuellement supérieures à 0 °C (noncryotique).
Eau subpergélisol	Eau contenue dans le sol non cryotique située sous le pergélisol.
Eau suprapergélisol	Eau contenue dans les zones non gelées (taliks) situées au-dessus du pergélisol.
Talik	Une couche ou masse de sols non gelés apparaissant dans une zone de pergélisol en raison d'une anomalie locale des conditions thermiques, hydrologiques, hydrogéologiques ou hydrochimiques.
Profil thermique	Un terme général englobant la distribution de la température et les flux de chaleur dans le sol et leur dépendance temporelle.
VWP	Piézomètres à corde vibrante
Sol non gelé	Sol ou roche qui ne contient pas de glace.

Résumé

SRK Consulting (Canada) Ltd. (SRK) a été retenu par Glencore Canada Corp. (Glencore) pour fournir une évaluation des conditions hydrogéologiques sous le pergélisol à la mine Qakimajurq, faisant partie de la propriété de Mine Raglan, afin d'aider à la prédiction des écoulements d'eau souterraine vers les opérations souterraines à mesure que le développement passe d'un état entièrement encapsulé dans le pergélisol à une rencontre avec le sol et l'eau non gelés.

Les composants évalués pendant le programme étaient :

- Identifier les zones critiques pour le danger d'inondation qui pourrait menacer des vies ou des équipements.
- Évaluer la probabilité et l'échelle des coûts imprévus pour la gestion d'un volume élevé d'eau souterraine pendant l'exploitation minière.
- Déterminer le risque d'avoir à abandonner des chantiers et des secteurs minéralisés situés en profondeur qui sont cruciaux pour maintenir le taux de production et/ou les réserves en raison des débits d'écoulement d'eau extrêmes.
- Prédire comment les écoulements d'eau souterraine pourraient impacter la permission environnementale pour la gestion de l'eau et le rejet, ainsi que la possible dilution de l'approvisionnement en saumure souterraine pour le forage dans le pergélisol.
- Recommander des changements de conception au système de pompage souterrain et de la gestion de l'eau.
- Recommander des options de gestion de l'eau pour atténuer les écoulements d'eaux souterraines et les risques liés à la gestion environnementale.

Conclusions du programme d'évaluation :

1. L'écoulement d'eau souterraine est contrôlé structurellement.
2. Les structures à fort pendage présentent un risque plus élevé d'interceptions d'eau souterraine, car ces structures sont liées aux structures d'écoulement d'eau cartographiées. Cela s'explique par le fait les structures sont tardives avec des caractéristiques cassantes et qui présentent plus de fracturation pour être plus conductrices.
3. Les failles parallèles à la stratification sont considérées comme présentant un risque plus faible, car à ce jour elles ne correspondent pas aux structures d'écoulement d'eau cartographiées. Cela est probablement dû à une déformation plus ductile et donc à des caractéristiques plus cohérentes et plus serrées. Elles pourraient former des barrières d'écoulement latéral, mais les données à ce jour sont encore non concluantes.
4. La modélisation numérique des eaux souterraines n'est pas appropriée pour le soutien opérationnel et la planification.
5. Les pressions et les débits des écoulements d'eau souterraine diminuent à mesure que la zone est dénoyée par les forages et les développements dans le sol non gelé.

6. L'aquifère sous le pergélisol ne semble pas directement connecté aux taliks ouverts ou à la surface via un conduit/faille à haut débit (bien que ce risque doit être gardé à l'esprit à mesure que l'exploitation minière avance dans de nouveaux terrains).
7. Les forages de dénoyage et de dépressurisation devraient faire partie de la conception et de la planification de la mine.
8. L'injection de coulis devrait être utilisée là où c'est approprié, en conjonction avec l'atténuation des écoulements d'écoulement d'eau à haut risque et de la capacité du système de gestion de l'eau souterraine.
9. Basé sur la dépressurisation observée et la réduction des écoulements d'eau pendant les travaux de terrain, le risque d'avoir à abandonner des galeries et des secteurs minéralisés situés en profondeur qui sont cruciaux pour maintenir les taux de production et/ou les réserves en raison de débits d'écoulement d'eau extrême est considéré comme faible si une dépressurisation active et des forages de dénoyage sont réalisés.
10. La probabilité et l'ampleur des coûts imprévus pour la gestion d'un volume élevé d'eau souterraine pendant l'exploitation minière sont considérées comme faibles si des forages de dépressurisation et de dénoyage sont réalisés.
11. La qualité de l'eau souterraine devrait permettre de les utiliser pour les besoins en eau de la mine, y compris pour la saumure de forage (avec des ajouts de CaCl) et la production de RRF.
12. Si les écoulements d'eaux souterraines sont gérés et que leur utilisation est maximisée pour les besoins des opérations souterraines et le mélange de RRF, les écoulements d'eaux souterraines ne devraient pas avoir un impact important sur la réglementation environnementale pour la gestion de l'eau et le rejet. De plus, la dilution de l'eau des opérations saumurée par l'eau souterraine ne présente pas de risque, mais doit être activement gérée.

Les recommandations pour réduire les impacts sur le développement et l'exploitation du gisement, et les difficultés de gestion de l'eau de la mine (dilution de la saumure, formation de glace sur les rampes et les galeries, etc.) incluent :

1. Le développement et l'exploitation minière dans les zones à haut risque d'écoulement d'eau soient évalués avec une modélisation structurelle mise à jour et une cartographie des écoulements d'eau maintenue pour guider la conception.
2. Un plan de forage de dénoyage/dépressurisation devrait être intégré dans la conception du développement de la mine, le calendrier des activités et les coûts. Ce plan de forage devra être mis à jour à mesure que la nouvelle compréhension du système d'eau souterraine subpergélisol augmente et que le développement de la mine s'étend davantage dans le sol non gelé.
3. Une étude comparative devrait être réalisée pour évaluer différentes options d'injection de coulis :

- (a) Pour maximiser le rayon d'effet et la capacité à injecter le coulis dans des fractures à petite ouverture, l'utilisation de coulis de ciment microfin plutôt que de ciment standard devrait être évaluée.
 - (b) Pour les zones où la pénétration de ciment microfin n'est pas efficace, l'utilisation de coulis de gel polymère devrait être comparée aux coûts liés à la nécessité de forer des forages supplémentaires.
4. Les modifications recommandées au système actuel de gestion de l'eau souterraine qui devraient être examinées dans le cadre d'une étude de comparative incluent :
- (a) La collecte et le transfert des écoulements d'eau vers les bassins collecteurs aux niveaux 1340 ou 1520 avant que la concentration de CaCl de l'eau de la mine soit ajustée.
 - (b) Ajuster la concentration de saumure dans le système pour limiter la dilution en dessous d'une concentration seuil, comme cela serait fait lors de l'ajout d'eau de surface fraîche.
 - (c) Décharge directe ou indirecte à l'usine de mélange de RRF.

1 Objectifs

SRK Consulting (Canada) Ltd (SRK) a été mandaté par Glencore Canada Corp. (Glencore) pour fournir une évaluation des conditions hydrogéologiques sous le pergélisol à la mine Qakimajurq, faisant partie de la propriété de la Mine Raglan, afin d'aider à la prédiction et au contrôle des écoulements d'eau souterraine vers les opérations souterraines à mesure que le développement traverse le pergélisol et atteint le sol et l'eau non gelés.

Le but des travaux de terrain était de collecter des données et de déterminer les risques posés par l'exploitation minière sous le pergélisol à la mine Raglan. Cette compréhension est essentielle pour identifier les risques et définir des stratégies d'atténuation afin d'assurer des conditions d'exploitation sûres et efficaces, et pour l'intégration avec la gestion globale de l'eau du site.

Les composants cruciaux à évaluer dans le cadre de la conception de l'expansion souterraine sont :

- Identifier les zones critiques pour le danger d'inondation qui pourrait menacer des vies ou des équipements.
- Évaluer la probabilité et l'ampleur des coûts imprévus pour la gestion d'un volume élevé d'eau souterraine pendant l'exploitation minière.
- Déterminer le risque de devoir abandonner des chantiers et des secteurs riches situés en profondeur qui sont cruciaux pour maintenir le taux de production et/ou les réserves en raison de débits d'écoulement d'eau extrêmes.
- Prédire comment les écoulements souterrains pourraient impacter les autorisations environnementales pour la gestion de l'eau et le déversement, ainsi que la possible dilution de l'approvisionnement en saumure souterraine pour le forage dans le pergélisol.
- Recommander des modifications de conception au système de pompage souterrain et de gestion de l'eau.

Recommander des options de gestion de l'eau pour atténuer les écoulements d'eau et les risques de gestion environnementale liés.

2 Mandat et plan du rapport

2.1 Mandat

Le mandat demandé par Glencore comprenait les tâches suivantes :

1. Étude théorique /évaluation des lacunes et conception du programme de terrain.
2. Travaux de terrain (essais hydrogéologiques et installation d'instruments dans les forages souterrains) et caractérisation hydrogéologique.
3. Modèle d'écoulement des eaux souterraines, avec estimation des écoulements d'eau souterraine potentiels dans les chantiers et galeries planifiées.
4. Recommandations sur la mise à jour de notre système de pompage d'eau souterraine et les paramètres à utiliser pour un programme d'injection de coulis du massif rocheux si nécessaire.
5. Mise à jour du modèle d'écoulement des eaux souterraines pendant l'exploitation minière et formation de l'équipe de Raglan pour le suivi des observations.

Suite à l'évaluation des lacunes et aux discussions subséquentes avec Glencore, il a été décidé qu'un modèle numérique des eaux souterraines (Tâche 3) ne serait pas approprié pour un système d'écoulement des eaux souterraines contrôlé structurellement. Par conséquent, il a été convenu que SRK fournirait à la place une approche de carte/modèle 3D de risque d'écoulement d'eau basée sur des domaines qui peut être utilisée pour guider le développement et la planification futurs.

Sur cette base, les Tâches 3 et 5 ont été modifiées pour la nouvelle approche, avec le nouveau livrable de la Tâche 5 devant être un système intégré pour la cartographie structurelle continue et la journalisation pour permettre l'intégration avec la collecte de données d'écoulement d'eau souterraine. Ce système est conçu pour aider aux prédictions d'écoulement d'eau et à l'atténuation. Le système de cartographie et de suivi structurel et d'écoulement d'eau est fourni en Annexe A.

2.2 Plan du rapport

Ce rapport fournit un résumé des travaux réalisés par SRK en 2021, et comprend :

- Manuel et système de suivi pour la collecte continue de données sur les eaux souterraines (Annexe A).
- Discussion sur le pergélisol et ses impacts sur les eaux souterraines.
- Résumé de la revue de la géologie structurelle (Annexe B).
- Résumé des données de terrain dans un rapport factuel (Annexe C).
- Évaluation des données récentes et passées.
- Prédications des zones d'écoulement d'eau à haut risque et des débits d'écoulement d'eau probables.
- Recommandations pour la gestion des écoulements d'eau et les mesures d'atténuation.

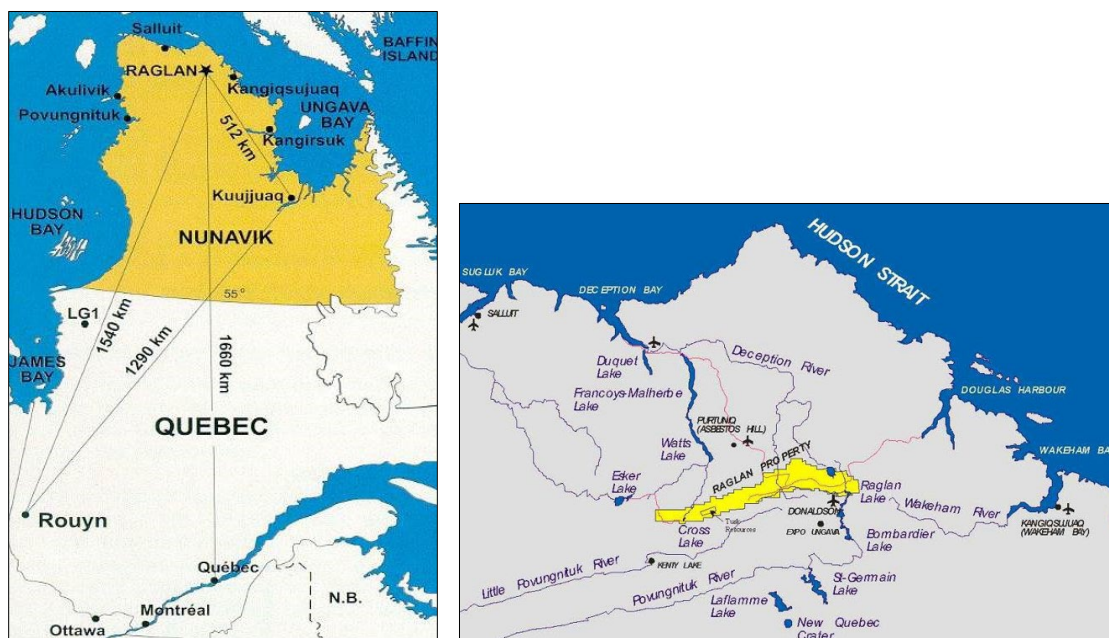
3 Localisation et conditions

3.1 Localisation

La mine Raglan est située au Nunavik, dans le nord du Québec (Figure 1), à environ 65 km de l'océan au nord-est (détroit d'Hudson) et à 70 km au nord-nord-est de la Baie Déception. Ces grands fjords et les plus grands lacs semblent s'être formés le long de structures géologiques régionales, comme cela est discuté plus loin en ce qui concerne les systèmes d'écoulement sous le pergélisol et les contrôles structurels.

Le site est situé dans une région subarctique où les températures annuelles moyennes avoisinent les -10 °C et une température ambiante moyenne dans la mine souterraine (opération dans le pergélisol) de -15°C. Les températures en hiver se maintiennent régulièrement en dessous de -30 °C pendant de longues périodes et souvent tombant en dessous de -40°C. Les hivers sont relativement secs avec des moyennes mensuelles de chute de neige ne dépassant pas 20 mm (en eau équivalente). L'air non chauffé est utilisé pour la ventilation de la mine souterraine toute l'année.

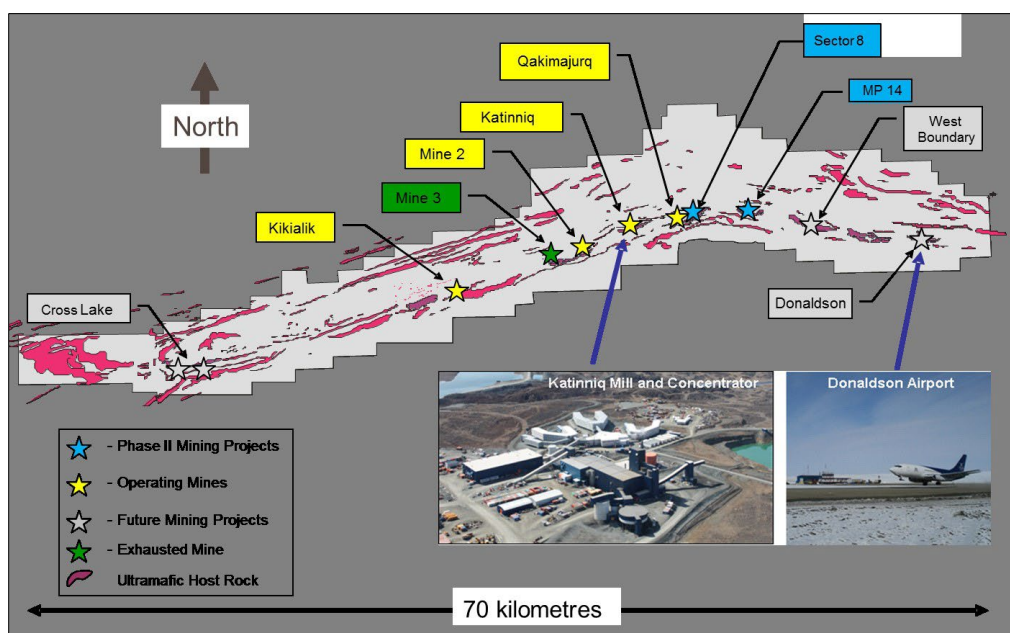
Figure 1 : Localisation et propriété de la mine Raglan



Source : Document d'appel d'offres Glencore

Le complexe minier Raglan se compose de plusieurs lentilles minéralisées inclinées qui sont exploitées depuis (1997) sur une longueur d'environ 70 km. Les gisements sont contrôlés structurellement, avec des structures se formant le long des zones de cisaillement des plans de stratification, comme discuté dans la section 5. La Figure 2 montre la localisation des opérations minières passées, actuelles et projetées. Le secteur à l'étude a été limité aux forages souterrains et aux essais à la base de la mine Qakimajurq (Mine 7).

Figure 2 : Localisation des opérations minières actuelles et projetées à Raglan



3.2 Élévation

L'élévation de la propriété au-dessus de la mine souterraine Qakimajurq est d'environ 650 m au-dessus du niveau moyen de la mer (amsl).

NOTE : Pour permettre la comparaison des niveaux d'eau souterraine par rapport aux lacs locaux, à la structure géologique et à la mine souterraine, toutes les mesures seront rapportées selon le système géodésique de la mine, qui a été définie par Glencore à 1 000 amsl. Par conséquent, les travaux décrits dans ce rapport sur le niveau 1050 (système de la mine) sont en réalité situés à 50 amsl.

3.3 Pergélisol

Les opérations minières de Mine Raglan se déroulaient dans un pergélisol sec et continu d'environ 600 m d'épaisseur (Fortier 2020), ce qui a permis une exploitation minière dans un massif rocheux relativement sec et gelé jusqu'à récemment. Le développement antérieur à la mine Katinniq s'est étendu sous la base du pergélisol, mais très peu de venues d'eau naturelle ont été signalées. Cependant, de l'eau liquide a été rencontrée lors d'un forage souterrain de la zone « lower trap » sous le niveau 1000, dans des conditions très similaires à celles actuellement observées dans la zone 7D.

Des forages de surface situés dans la zone de la mine Katinniq ont rencontré de l'eau et des conditions artésiennes jaillissantes ont été observées dans au moins quatre forages, un de ces forages a été rapporté comme ayant coulé pendant une courte période. (Hydro Ressources 2017)

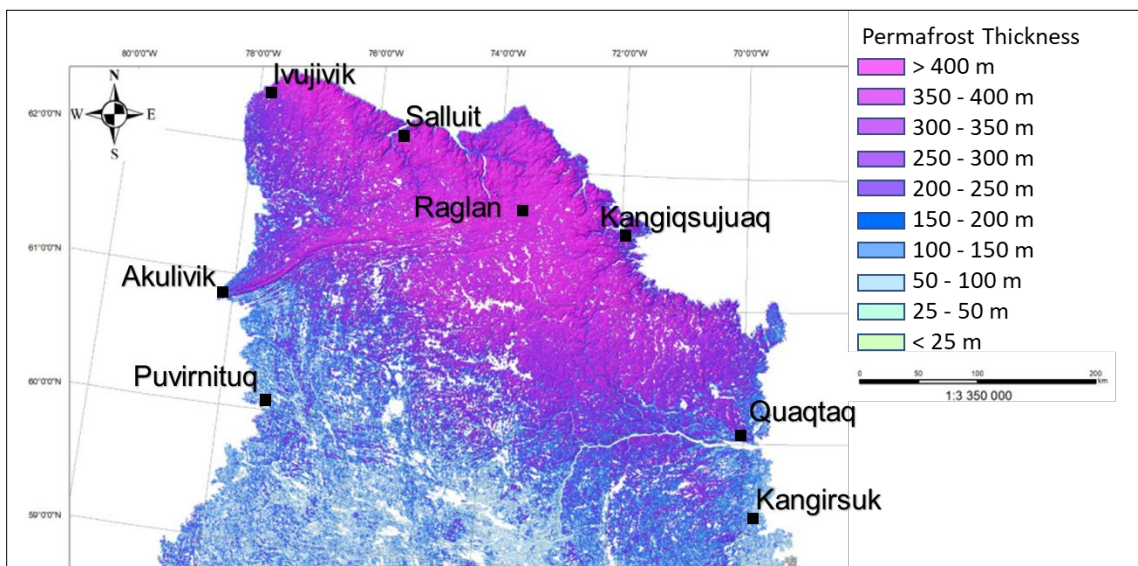
Le développement à la mine Qakimajurq approche actuellement de la limite inférieure de la base du pergélisol (défini comme là où l'eau souterraine est à l'état solide) et des venues d'eau ont été observées à la fois dans des galeries et dans des forages. Au début des années 2000, des forages en surface ont intercepté des veines d'eau ou des structures géologiques contenant de l'eau. À partir de 2017, des forages souterrains ont commencé à intercepter des structures géologiques productrices d'eau sous le pergélisol.

Le développement futur de la mine se poursuivra en dessous du pergélisol, surtout que les lentilles minéralisées sont « ouvertes » en profondeur et que les plans de la mine cibleront ces zones riches, car elles sont clés pour le plan à long terme de la mine Raglan.

Les conditions de pergélisol dans le nord du Québec sont illustrées à la Figure 3 montrant la distribution et la profondeur estimée. Cette estimation régionale des conditions de pergélisol correspond généralement aux mesures de température du sol collectées sur le site de la mine.

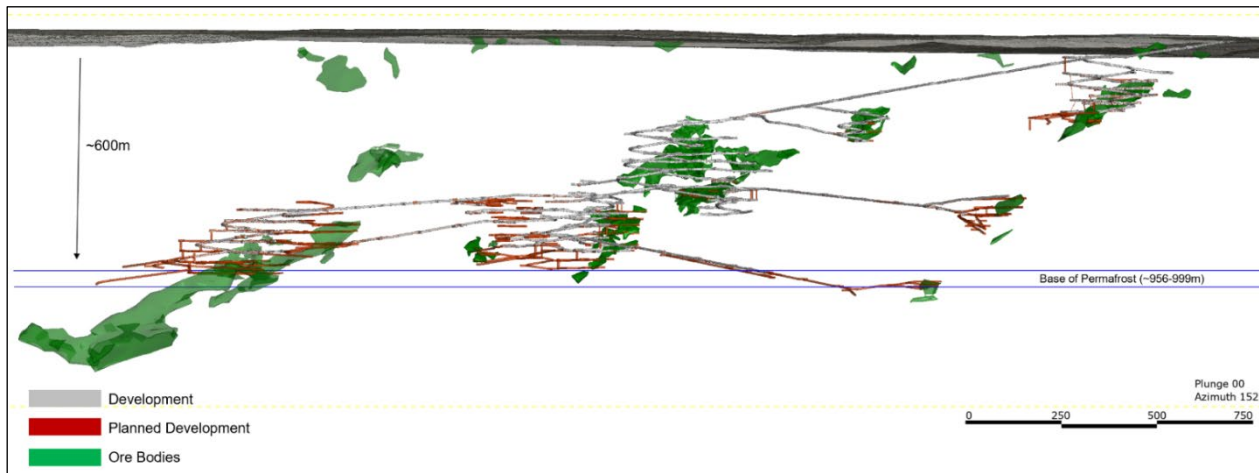
Une coupe transversale de la mine actuelle et future montrant la base du pergélisol est présentée à la Figure 4. La profondeur du pergélisol est basée sur des données récemment collectées et comprend la zone de cryopeg basal, défini comme une couche de sol non gelé et cryotique en permanence ($<0\text{ }^{\circ}\text{C}$), formant la base du pergélisol. Ce sol est non gelé en raison de l'abaissement du point de congélation causé par la salinité de l'eau souterraine de la formation (discuté plus loin ci-dessous).

Figure 3 : Conditions de pergélisol dans le nord du Québec



Source : L'Hérault, E. et al. 2018

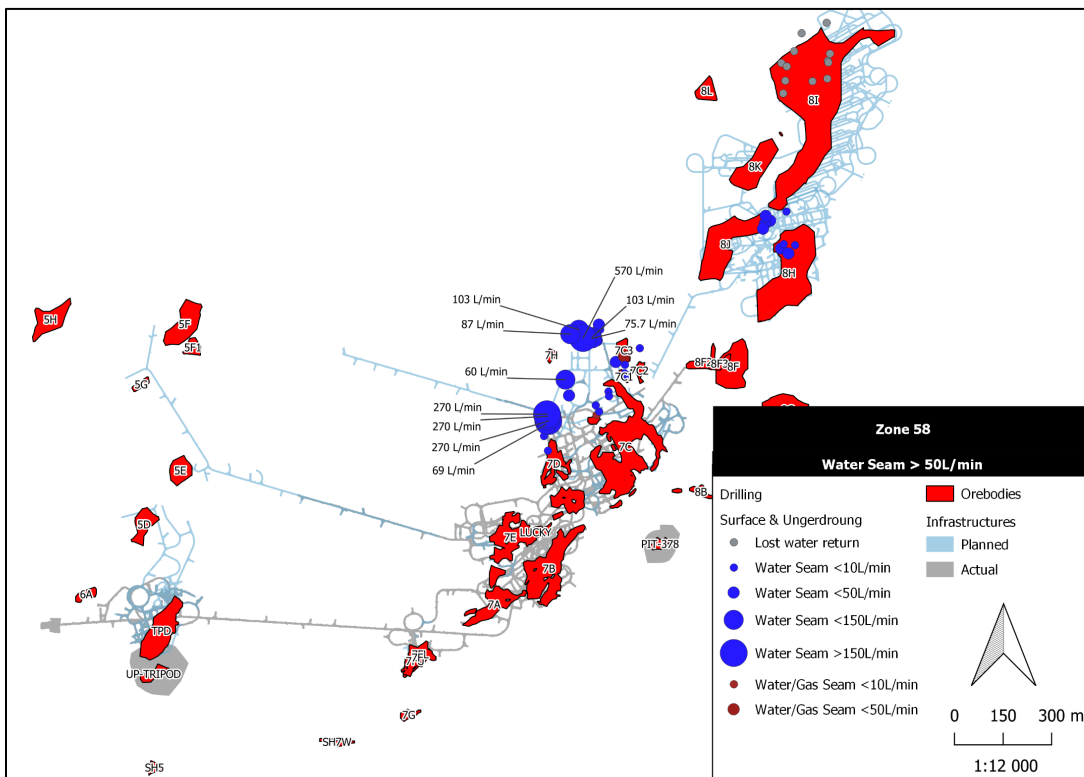
Figure 4 : Condition actuelle et future relative à la base du pergélisol



3.4 Observations récentes des venues d'eau souterraine

Avant le début du programme de SRK, des venues d'eau souterraine ont été observées dans des forages et dans certaines zones fracturées dans les galeries de développement. Celles-ci sont illustrées à la Figure 5 (prise du document de proposition) et ont été utilisées pour guider le programme actuel de forage et de tests.

Figure 5 : Qakimajurq and Mining Project 8 – Venues d'eau observées dans des forages sous le niveau 1010



Source : Glencore 2021

4 Pergélisol et conditions hydrogéologiques sous terre

4.1 Profil thermique du sol

Le profil thermique du sol dans un environnement de pergélisol est représenté à la Figure 6. Les principaux composants comprennent :

- La couche active (mollisol) qui se trouve immédiatement sous la surface du sol soumise au gel et au dégel annuel dans les régions pergélisols
- Le pergélisol défini par un sol (ou roche) qui se maintient à une température égale ou au-dessous de 0 °C pendant au moins deux ans.
- La base du pergélisol définie par la surface limite inférieure du pergélisol au-dessus de laquelle les températures se maintiennent en bas de 0 °C (cryotiques) et au-dessous de laquelle les températures demeurent supérieures à 0 °C.

Le pergélisol est synonyme de sol cryotique, c'est-à-dire qu'il est toujours maintenu à une température inférieure ou égale à 0 °C. Il ne dépend pas de la présence d'eau ou de glace dans le sol ni du fait que l'eau qu'il contient soit gelée ou non, car son point de congélation peut être bien en dessous de 0 °C. L'abaissement du point de congélation de l'eau est attribuable en grande partie à la capillarité et à l'adsorption superficielle. Il est fonction de certaines caractéristiques du sol (courbure et nature de la surface des particules), de la pression et des effets des matières solides dissoutes dans l'eau interstitielle.

4.2 Condition hydrogéologique sous le pergélisol

Les eaux souterraines dans le Nord canadien sont affectées par la présence de pergélisol qui peut être subdivisé en trois différentes couches soit : l'eau supra-, intra- et sub- pergélisol. Ces sources potentielles d'eau et régime d'écoulement des eaux souterraines dans les environnements de pergélisol peuvent être maintenues de manière saisonnière ou perpétuelle.

- L'eau supra-pergélisol est contenue dans les zones non gelées (taliks) situées au-dessus du pergélisol. Cette eau est contenue dans le mollisol, entre le mollisol et le plafond du pergélisol, et dans les taliks sous-jacents aux cours d'eau et aux lacs. Elle provient des infiltrations d'eau de pluie, d'eau, de fonte nivale ou d'eau de ruissellement ou par l'eau d'intra- ou de subpergélisol traversant les taliks ouverts. Une grande partie de l'eau de suprapergélisol contenue dans le mollisol peut geler en hiver ; le reste peut se trouver temporairement captif et être soumis à une pression croissante au cours du gel progressif du mollisol.
- L'eau intrapergélisol est contenu dans les taliks et les cryopegs. Cette eau comprend l'eau des taliks ouverts, latéraux et transitoires et des cryopegs basaux, isolés et marins.
- L'eau subpergélisol est située sous le pergélisol.

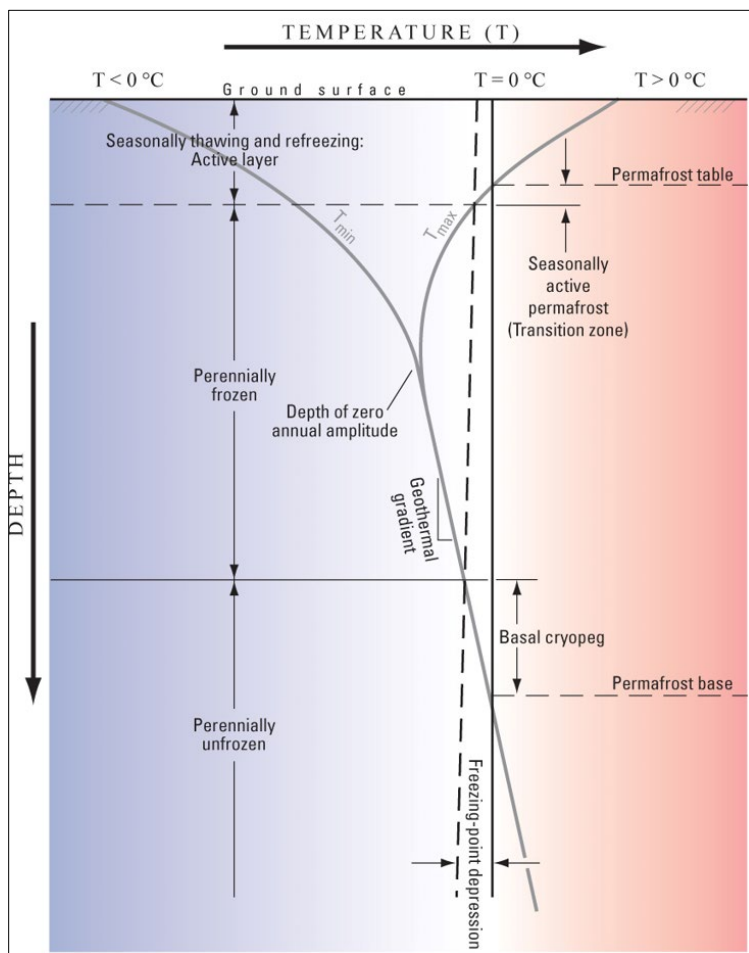
L'eau subpergélisol se trouve en sous la base des couches gelées ($T < 0$ °C). Cet écoulement existe près de la base du pergélisol et a un effet significatif sur les structures cryotiques et sur l'épaisseur du pergélisol.

Un composant important du pergélisol et du système d'eaux souterraines associé est la présence d'une couche non gelée (cryopeg basal) entre le sol cryotique pérenne (gelé ($T < 0$ °C)) et non cryotique en permanence (non gelé ($T > 0$ °C)) (Figure 6). Le cryopeg basal est une couche de roche qui contient de l'eau saumâtre liquide perpétuellement surrefroidie (< 0 °C) à l'intérieur de la roche cryotique pérenne (gelée ($T < 0$ °C)), qui se retrouve à la base du pergélisol. Cette distinction est basée sur la définition contrôlée par la présence d'eau non gelée (liquide), plutôt que par la roche/le sol qui est $T < 0$ °C. L'eau ne gèle pas à 0 °C, car son point de congélation est abaissé par le contenu en solides dissouts de l'eau.

Le cryopeg basal est important pour l'activité minière souterraine dans les zones de pergélisol régions de pergélisol, car même si le développement se fait dans une roche qui est sous 0 °C, l'eau dans les fractures reste à l'état liquide. Dans une situation comme celle de la mine Raglan, cela implique que l'eau souterraine sous pression artésienne provenant de plus profond peut remonter dans la mine à travers ce qui serait normalement considéré comme des conduits gelés.

Par conséquent, l'eau liquide non gelée est définie comme étant située sous le sommet de la couche de cryopeg basal. Ce sera l'élévation utilisée dans cette étude pour déterminer où des venues d'eau peuvent se produire lors de l'évaluation des zones à risque pour les développements futurs.

Figure 6 : Profil thermique du pergélisol

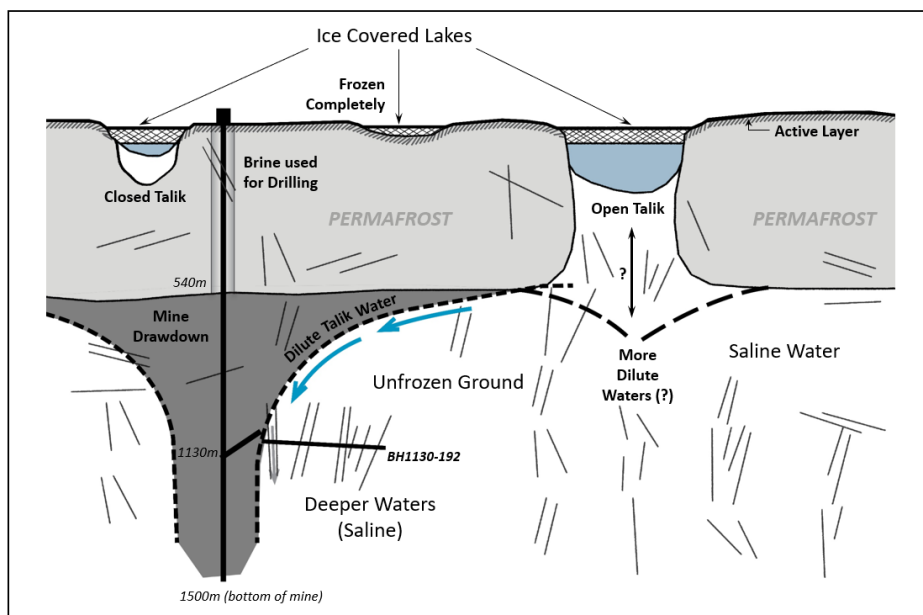


Source : Heginbottom 2009

4.3 Taliks de lacs

Une considération majeure dans la recharge des mines souterraines subpergélisol est la relation avec les taliks, spécifiquement les « taliks ouverts » qui pénètrent à travers toute l'épaisseur du pergélisol, comme illustré à la Figure 7 dépeignant la Mine Lupin. Le talik ouvert traverse le pergélisol de haut en bas, reliant l'eau de suprapergélisol et l'eau de subpergélisol, par exemple sous les cours d'eau et les lacs de grande dimension. Les études de la mine Lupin des eaux souterraines profondes sous le pergélisol, collectées à partir de forages horizontaux forés depuis les travaux miniers, ont indiqué un mélange d'eau de surface et d'eau souterraine profonde dû à la dépressurisation de la mine et à la recharge via le talik ouvert. Bien que représenté seulement de manière schématique, ce chemin d'écoulement dans la masse rocheuse du Bouclier canadien à très faible perméabilité est raisonnable étant donné que plusieurs des grands lacs dans le Nord canadien seront associés à des systèmes structuraux régionaux, et donc à des zones de fractures verticales à fort pendage. Par conséquent, la présence de ces zones de fractures permet non seulement la formation du lac par érosion glaciaire/fluviaire de la roche plus faible, mais aussi un chemin d'écoulement et un gradient permettant une recharge à travers le pergélisol vers le système d'écoulement subpergélisol.

Figure 7 : Coupes de la mine Lupin et régime d'écoulement relatif au talik ouvert



Source : modifié à partir de Stotler 2009

Les principaux facteurs influençant la configuration du talik sont la température du fond de l'eau, la taille du lac (demi-largeur ou rayon), le régime thermique actuel et passé du sol et les changements à long terme du paysage. La profondeur de l'eau actuelle dans les lacs peut également influencer sur la configuration du talik lorsque l'eau peu profonde permet à la glace de geler au fond de façon saisonnière (glace de fond) et de conduire la chaleur du sol (Burn 2002 ; 2005 ; Stevens 2010a ; 2010 b).

La dimension critique requise pour les taliks de lacs ouverts a été évaluée en utilisant un modèle analytique unidimensionnel (1D) en régime permanent pour les lacs. Le modèle régional a été développé pour fournir un contexte régional pour les taliks dans la zone d'étude.

Le profil de température sous le centre d'un lac circulaire sans terrasses a été modélisé par Mackay (1962) comme suit :

$$T_z = T_g + \frac{z}{l} + (LbT - T_g) \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right) \quad \text{Éq. 1}$$

Ou :

T_z = température en profondeur z (°C)

LbT = température moyenne annuelle de l'eau au fond du lac (°C)

T_g = température moyenne annuelle du sol (°C)

l = inverse du gradient géothermique ($m \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$)

z = profondeur sous le fond du lac (m)

R = rayon du lac (m)

Le profil de température sous les lacs symétriques allongés sans terrasses a été modélisé par Smith (1976) comme suit :

$$T_z = T_g + \frac{z}{l} + \frac{LbT - T_g}{\pi} \left(2 \tan^{-1} \frac{w}{z} \right) \quad \text{Éq. 2}$$

Ou :

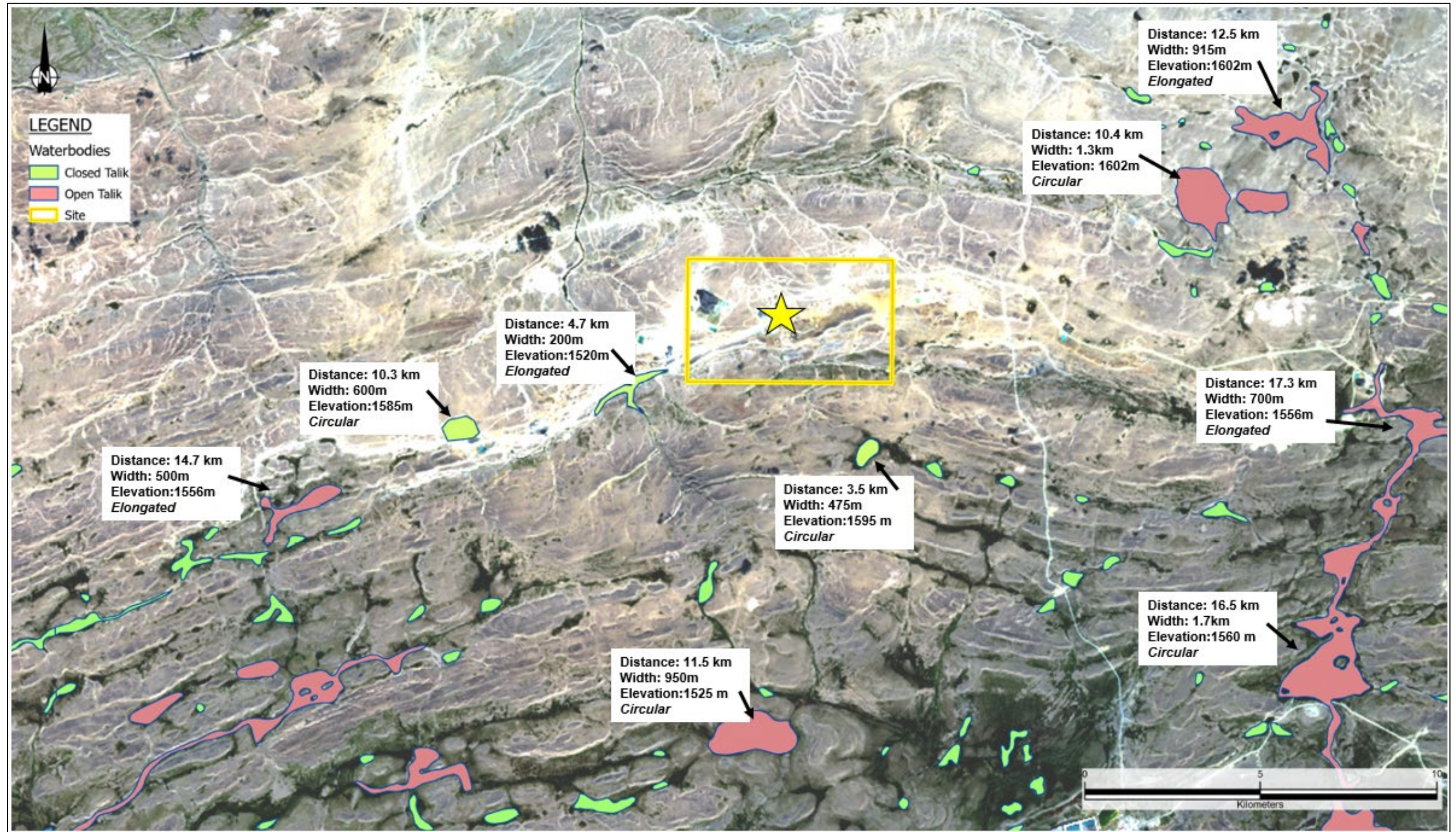
w = demi-largeur d'un lac allongé (m)

Les équations 1 et 2 ont été utilisées pour estimer la dimension minimale du lac requise pour soutenir un talik ouvert qui pénètre complètement à travers le pergélisol pour les lacs circulaires et allongés, respectivement. La température moyenne annuelle au fond du lac a été estimée à +2 °C avec une température moyenne annuelle de la surface du sol de -7,5 °C pour les zones environnantes du sol. Un gradient géothermique de 76 m°C⁻¹ a été appliqué aux modèles, ce qui représente un gradient moyen basé sur les données de température du sol actuellement disponibles. L'isotherme de 0 °C a été utilisée pour définir le sol non gelé, ce qui suppose un abaissement du point de congélation négligeable à de faibles profondeurs sous les lacs.

L'imagerie satellite a été examinée pour évaluer la profondeur relative de l'eau des lacs dans la région et le potentiel d'eau peu profonde où la glace de fond peut modifier le régime thermique du sol. Dans la plupart des cas, les lacs ont été observés clairs avec des profondeurs d'eau déduites comme étant plus profondes que l'épaisseur de la glace saisonnière (environ 2 m) et en dehors de l'influence de la glace de fond.

Selon les critères et les hypothèses énoncés plus haut, le modèle a permis d'estimer que le rayon minimum d'un lac circulaire pour avoir un talik ouvert est de 377 m. La demi-largeur minimale des lacs allongés est de 210 m. La figure 8 illustre les lacs qui répondent aux critères de taliks ouverts selon les estimations du modèle.

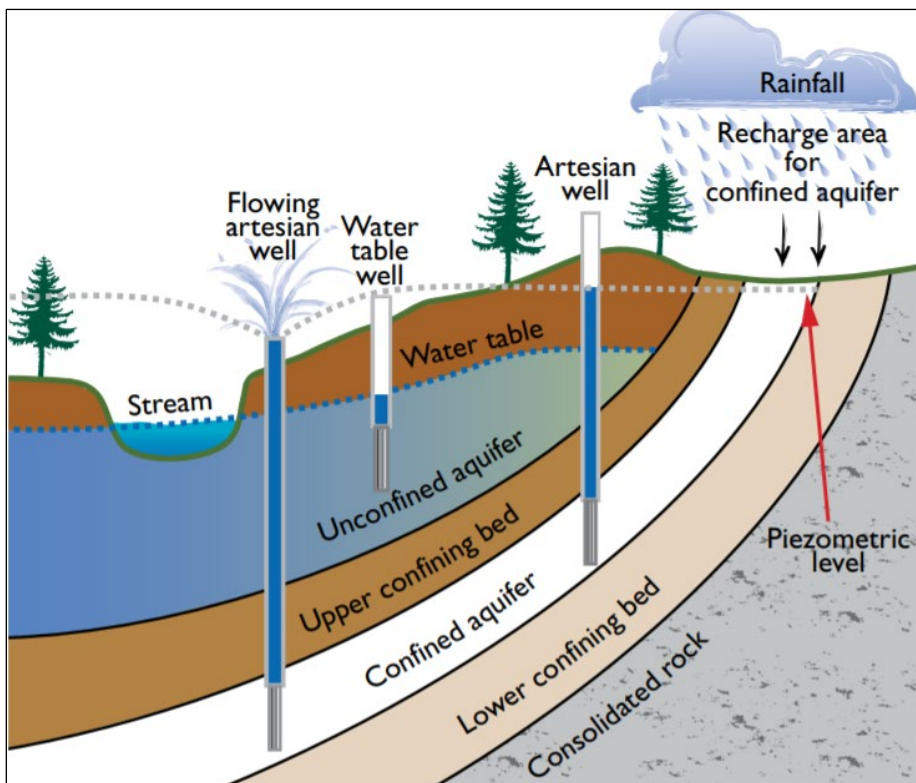
Figure 8 : Cartographie des lacs et cours d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts



4.4 Pressions artésiennes jaillissantes dues au pergélisol

Des pressions artésiennes jaillissantes se forment lorsqu'un forage ou un puits d'eau est foré à travers une couche géologique confinante ou de pergélisol où la pression est suffisante pour que l'eau remonte dans le forage ou puits dans un aquifère où la pression est telle que l'eau remonte dans le tubage jusqu'à excéder la surface du sol, comme illustré à la Figure 9.

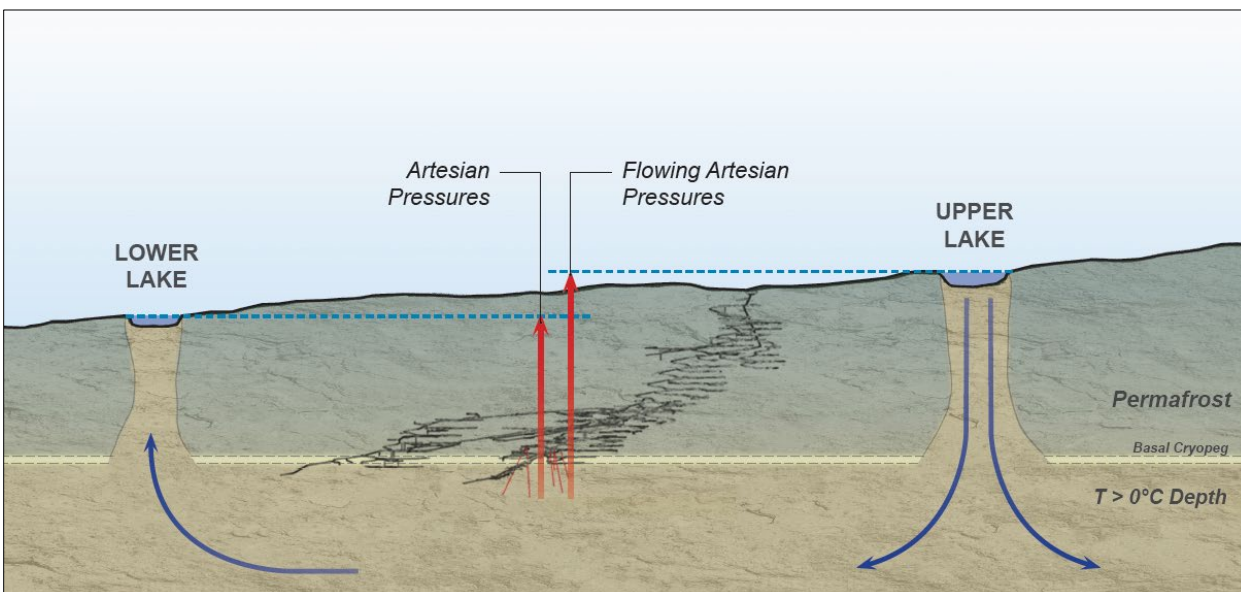
Figure 9 : Condition hydrogéologique entraînant la création de puits jaillissant



Source : https://www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/flowing_artesian_wells.pdf

Dans le cas des eaux souterraines subpergélisol, les lacs ayant des taliks ouverts fourniront une charge constante, avec un écoulement régional se déplaçant des lacs en haute élévation vers ceux en basse élévation (Figure 10). Les forages qui traversent le pergélisol rencontreront un niveau piézométrique qui est lié aux lacs à proximité, et sera soit artésien jaillissant (écoulement au-dessus du sol) lorsque le niveau piézométrique du lac dépasse le niveau de la surface du forage, soit au minimum des niveaux d'eau très proches de la surface pour les lacs en basse élévation. Dans un forage en surface, cela ne sera pas nécessairement un problème, mais sous terre, les pressions d'eau pourront atteindre des centaines de mètres de pression, comme cela a été observé à Raglan dans des forages récents qui pénètrent dans le sol non gelé.

Figure 10 : Pergélisol et niveau piézométrique contrôlant les conditions artésiennes sous le pergélisol



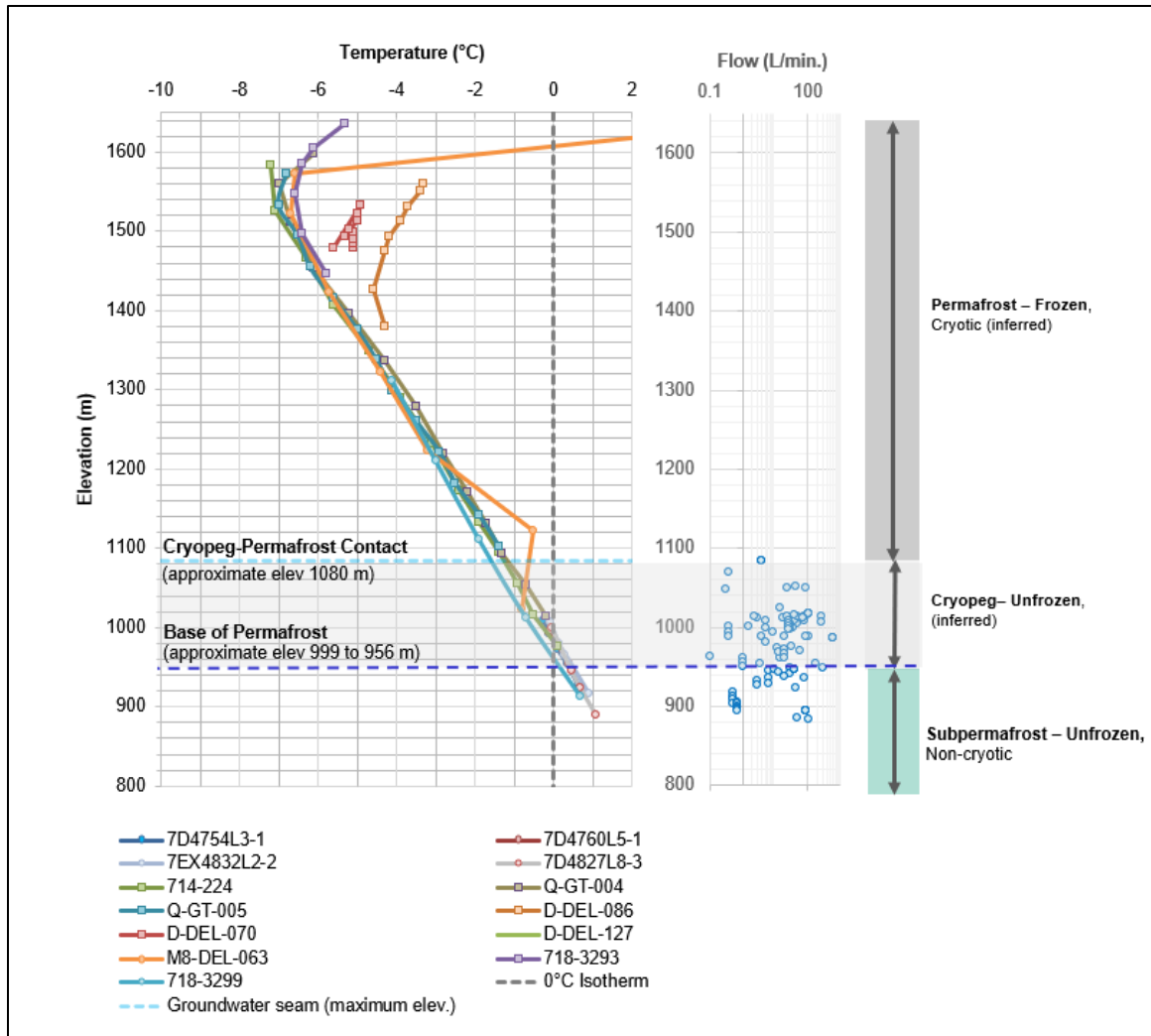
4.5 Profil de température du sol et base du pergélisol

Le profil de température du massif rocheux avec la profondeur mesurée sur le site minier est présenté à la Figure 11. La température du pergélisol a été mesurée à environ $-7,5\text{ °C}$ près de la surface du sol. L'élévation de la base du pergélisol (qui comprend la zone de cryopeg basal) a été estimée entre 956 m et 999 m à partir de l'isotherme de 0 °C (Figure 11).

La température du sol mesurée permet de calculer un gradient thermique moyen de $0,013\text{ C/m}$, qui varie entre $0,011$ et $0,015\text{ °C/m}$.

La température du sol n'est pas un indicateur suffisant pour déterminer l'étendue du sol gelé, il faut aussi considérer les effets de l'abaissement du point de congélation des eaux souterraines sur la transition de phase du liquide à l'intérieur du massif rocheux. La Figure 11 montre des venues d'eau au-dessus de la limite du pergélisol. Le débit des venues d'eau au-dessus de la limite du pergélisol varie de $0,1$ à $>100\text{ L/min}$. Ces observations indiquent un abaissement du point de congélation des eaux souterraines qui permet la présence d'eau non gelée à des températures inférieures à 0 °C . On peut en déduire qu'un cryopeg non gelé (cryopeg basal) existe à la base du pergélisol.

Figure 11 : Profil de température du massif rocheux en fonction de la profondeur à la Mine Raglan et la relation entre le cryopeg basal et les venues d'eau observées en forage à Qakimajurq

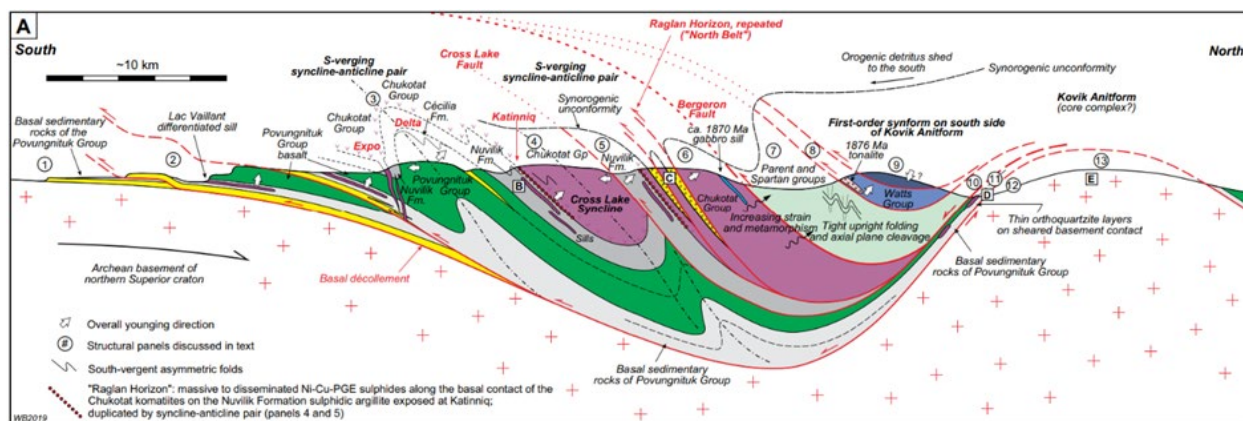


5 Revue de Géologie régionale

5.1 Contexte tectonique régionale

La Mine Raglan est située dans la Ceinture volcano-sédimentaire de Cape Smith au nord du Québec, qui abrite l'un des districts miniers les plus significatifs au monde de Ni-Cu— (EGP) associés à des komatiites du Protérozoïque. La minéralisation est associée à une séquence de roches volcaniques et sédimentaires à pendage nord, recouvrant le socle du craton supérieur nord. Les lentilles sulfureuses sont associées à des canaux d'érosion thermique au niveau ou près du contact basal des laves du Groupe Chukotat (Bleeker et Kamo, 2020). La séquence de déformation dans le secteur de Raglan est marquée par une déformation structurellement complexe, faisant partie d'une ceinture de plis-chevauchements, imbriquée par de multiples chevauchements (St-Onge 1992, Lucas et St-Onge et Lucas 1993). Le nombre de lambeaux de chevauchement majeur a été récemment réduit (Bleeker et Kamo, 2020). La séquence de chevauchement montre le développement d'une compression du bassin d'avant-pays avec le développement de failles avec des pendage vers le sud qui se détachent d'un décollement basal situé à la limite entre la couverture et le socle. Le système principal de chevauchement, qui est principalement parallèle à la stratification, est probablement un facteur important sur les eaux souterraines, formant des compartiments et définissant également le modèle de dénoyage régional et les lacs qui sont des sources d'eau potentielles. (Figure 12).

Figure 12 : Section à travers la ceinture Cape Smith qui présente le système de failles à pendage vers le sud



Source ; Bleeker and Kamo, 2020

5.2 Mises à jour du modèle (Résumé)

SRK a développé trois modèles structurels (Annexe B).

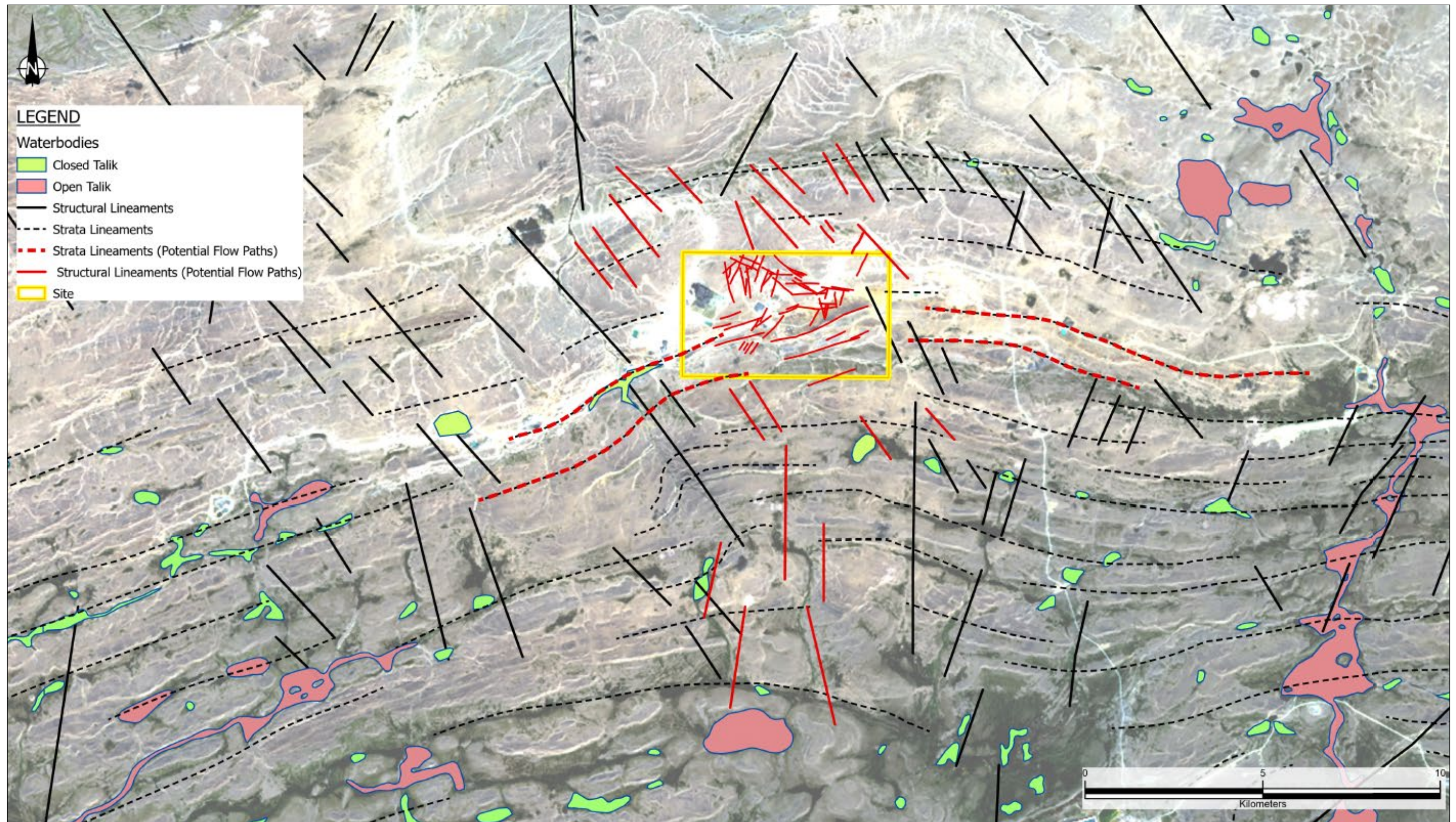
1. Un modèle de faille à l'échelle de la propriété a été développé à partir de l'analyse de la linéation et des interceptions de failles répertoriées. Ces failles représentent les structures primaires de haute continuité et traversantes utilisées pour développer des cibles de forage pour l'évaluation des risques d'eau souterraine.
2. Une mise à jour plus détaillée du modèle de faille, dans la zone d'intérêt, a été développée en incorporant les données structurelles détaillées du programme de forage.
3. Un modèle détaillé des structures a été développé pour les endroits où les écoulements d'eau ont été observés. Ce modèle a été guidé par la géométrie structurelle et a fourni des écoulements d'eau modélisés qui ont été étendus aux futurs développements souterrains proposés et pour développer des cibles de forage pour la gestion des risques d'eau.

5.3 Interaction structurelle avec les taliks et Qakimajurq

La Figure 13 montre la structure à fort pendage et sub verticale qui pourrait intersecter la mine et être reliée à un talik ouvert, en comparant le modèle structurel avec les taliks ouverts et la partie du développement de Qakimajurq prévue sous la base du pergélisol.

Les failles mises en évidence en rouge sont celles qui ont une intersection directe avec le développement non gelé en profondeur, et n'incluent pas de multiples connexions en « chaîne » qui pourrait également se lier à partir des taliks ouverts. L'objectif de cette revue et corrélation est simplement de montrer qu'un certain nombre de failles « pourraient » fournir une liaison hydraulique à la zone de développement non gelée, donc cela doit être pris en compte pour la planification et l'évaluation des risques. Cependant, la présence d'une faille de connexion ne confirme pas une connexion hydraulique ouverte qui transférera l'eau du talik ouvert vers la mine.

Figure 13 : Cartographie de la revue structurale et des lacs et cours d'eau sur le site Raglan qui répondent aux critères de taliks ouverts



6 Travaux de terrain

6.1 Aperçu des travaux de terrain

Des travaux de caractérisation des conditions hydrogéologique ont été réalisés entre le 24 juillet et le 11 octobre 2021, avec la présence du personnel de SRK sur le terrain du 24 juillet au 10 septembre 2021 et un soutien à distance pour le reste du programme. Ces travaux visaient à recueillir des données hydrogéologiques et structurales détaillées à partir de six forages, dont quatre se situaient au niveau de la mine 1050 et deux au niveau de la mine 1060. Le programme comprenait des forages géotechniques avec des carottes orientées, description des carottes, des essais hydrogéologiques de courtes et longues durées afin d'identifier l'interaction entre les structures, le massif rocheux et le pergélisol (test avec obturateur hydraulique, essais d'écoulement), l'échantillonnage des eaux souterraines et l'installation de piézomètres à corde vibrante (VWP). Les emplacements des forages sont indiqués à la Figure 14 et un résumé des détails des forages est présenté au Tableau 1.

Tableau 1 : Résumé des forages

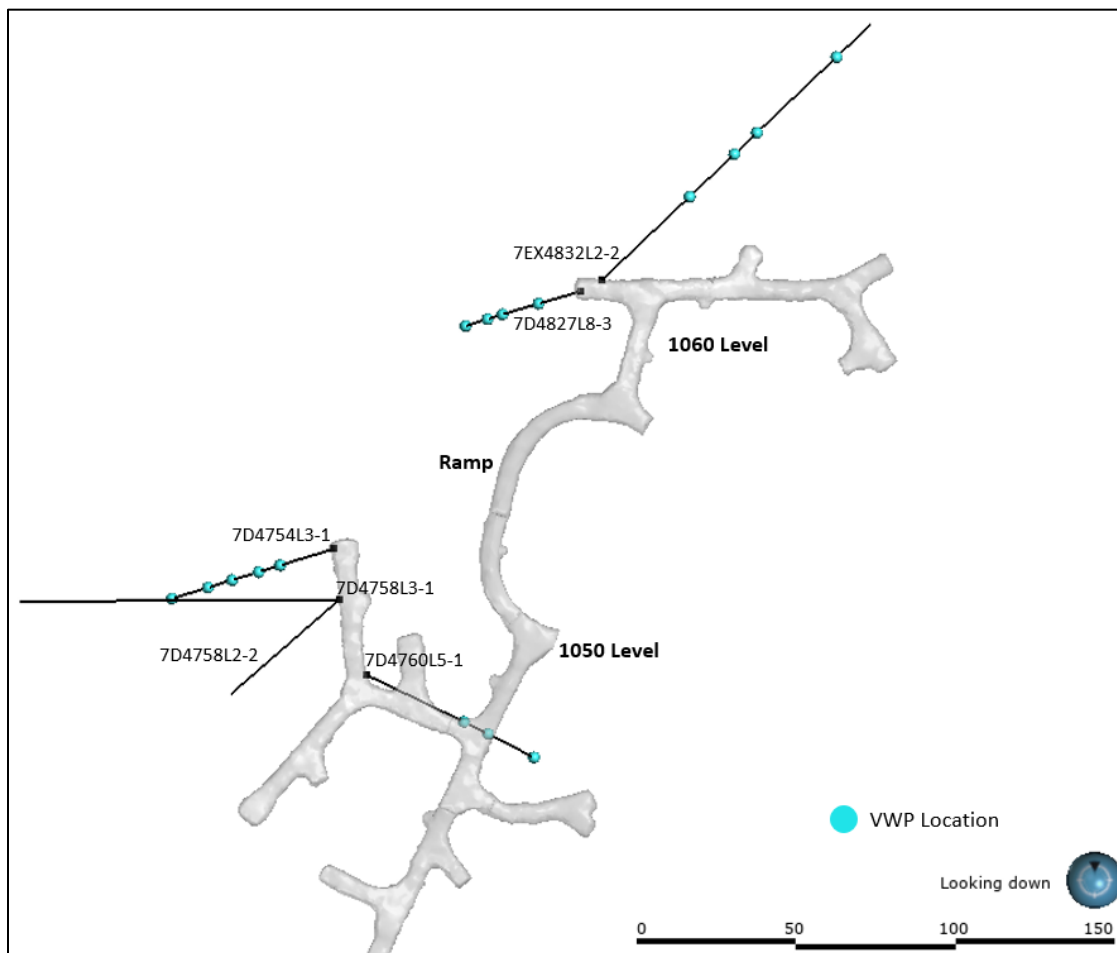
ID du forage	Est (m)	Nord (m)	Élévation (m)	Profondeur (madh)	Pendage (deg)	Azimut (deg)	Test Packer	Installation de VWP	Début (jj/mm/aaaa)	Fin (jj/mm/aaaa)
7D4754L3-1	574750.442	6841218.785	1050.853	138	66	254	Y	Y	28/07/2021	08/08/2021
7D4758L3-1	574751.956	6841204.091	1050.997	123	35	271	Y	N	09/08/2021	13/08/2021
7D4760L5-1	574759.406	6841180.957	1049.968	114	58	115	Y	Y	14/08/2021	21/08/2021
7D4758L2-2	574753.080	6841204.882	1050.124	156	73	229	Y	N	21/08/2021	30/08/2021
7EX4832L2-2	574835.294	6841302.439	1061.042	203.5	55	45	Y	Y	29/08/2021	08/09/2021
7D4827L8-3	574827.657	6841298.764	1060.139	180	78	256	N	Y	29/09/2021	03/10/2021

Notes:

1. Les coordonnées du collier sont référencées par rapport à UTM83-18, corrigées de l'élévation (+1000).
2. Données d'enquête sur les colliers ont été fournies par Glencore
3. Le pendage est l'angle sous l'horizontale, c'est-à-dire 90 degrés = un forage vertical.

m = mètres ; deg = degré ; madh = mètres le long du forage

Figure 14 : Localisation des forages (avec localisation des VWPs)



L'Annexe C présente les informations sur les méthodes, les installations, les localisations des différents essais, l'échantillonnage et les résultats des essais hydrogéologiques de 2021. La discussion qui suit est un résumé qui vise à fournir une conceptualisation et une compréhension du système d'eau souterraine et des effets des essais et du programme de dénoyage en cours.

6.2 Essais hydrogéologiques

Le personnel de SRK a supervisé des essais avec un obturateur hydraulique utilisant le système SWiPS de IPI sur cinq des six forages pour obtenir des données sur la conductivité hydraulique et le niveau piézométrique des fractures à l'origine des venues d'eau et du massif rocheux sous le pergélisol. Aucun essai hydraulique n'a été effectué dans le sixième forage (7D4827L8-3), car le personnel de SRK avait quitté le site en raison d'un arrêt de maintenance.

Les détails du programme d'essais hydrogéologiques sont disponibles dans l'Annexe C.

6.2.1 Essais avec obturateur (Packer test)

Un total de 26 essais a été menés dans cinq forages. Les essais ont été complétés en utilisant deux méthodologies basées soit sur l'observation de l'écoulement de l'eau ou du débit des forages (en raison des pressions artésiennes jaillissantes, par rapport à l'élévation du niveau de la surface du forage) ou l'injection d'eau dans la zone d'essai. Les deux types d'essais sont désormais désignés comme des essais de « débit » ou d'injection ».

Dans cinq forages, 26 essais ont été réalisés. Les méthodes utilisées pour les essais étaient basées soit sur la mesure de l'écoulement ou du débit de l'eau des forages (en raison des pressions artésiennes jaillissantes, par rapport à l'élévation du niveau de la surface du t du forage) ou l'injection d'eau dans la zone d'essai. Les deux types d'essais sont désormais désignés comme des essais de « débit » ou d'injection ».

Les résultats ont été analysés en utilisant une dérivation de la méthode de Thiem (Kruseman et de Ridder, 2000). Cependant, en raison des contrôles exercés sur les infiltrations d'eau par les limites du pergélisol, les limitations de la recharge, les taliks et la connectivité avec d'autres structures, la conductivité hydraulique estimée des fractures contrôlant la conductivité hydraulique du massif rocheux n'est pas considérée comme le facteur critique dans la prédiction des infiltrations d'eau. Le stockage, la recharge et la connectivité joueront un rôle plus important et sont discutés ci-dessous.

Un résumé des valeurs de conductivité hydraulique calculé pour les intervalles de chaque essai est présenté au Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Résumé des résultats des essais avec obturateur

ID du forage	Numéro de l'essai	Date de l'essai (aaaa/mm/jj)	Intervalle d'essai (m le long du forage)			Pression d'arrêt		Type d'essai	Conductivité hydraulique (m/s)
			De :	À :	Longueur :	PSI	Confiance		Meilleure estimation
7D4754L3-1	1	2021-07-31	43.3	48	4.70	330	Faible	Décharge	6 x 10 ⁻⁸
7D4754L3-1	2	2021-08-01	43.3	51	7.70	263	Haut	Décharge	4 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	3	2021-08-01	53.25	57	3.75	330	Haut	Décharge	9 x 10 ⁻⁸
7D4754L3-1	4	2021-08-02	64.3	72	7.70	212	Faible	Décharge	4 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	5	2021-08-02	64.3	72	7.70	352	Haut	Décharge	6 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	6	2021-08-03	73.3	78	4.70	334	Haut	Décharge	7 x 10 ⁻⁸
7D4754L3-1	7	2021-08-04	76.3	84	7.7	334	Haut	Décharge	4 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	8	2021-08-05	90.3	105	14.7	354	Haut	Décharge	1 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	9	2021-08-06	106.3	123	16.7	362	Haut	Décharge	2 x 10 ⁻⁷
7D4754L3-1	10	2021-08-08	127.3	138	10.7	262	Faible	Décharge	7 x 10 ⁻⁹
7D4758L3-1	1	2021-08-13	16.3	123	106.7	17	Faible	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰
7D4760L5-1	1	2021-08-18	52.3	63	10.7	178	Modérée	Décharge	1 x 10 ⁻⁸
7D4760L5-1	2	2021-08-18	76.3	84	7.7	129	Modérée	Décharge	1 x 10 ⁻¹⁰
7D4760L5-1	3	2021-08-20	85.3	114	28.7	225	Modérée	Décharge	1 x 10 ⁻⁹
7D4758L2-2	1	2021-08-25	37.3	42	4.7	282	Haut	Décharge	4 x 10 ⁻⁷
7D4758L2-2	2	2021-08-25	43.3	48	4.7	278	Haut	Décharge	9 x 10 ⁻⁷
7D4758L2-2	3	2021-08-26	46.3	60	13.7	278	Haut	Décharge	3 x 10 ⁻⁷
7D4758L2-2	4	2021-08-27	73.3	87	13.7	294	Haut	Décharge	5 x 10 ⁻⁷
7D4758L2-2	5	2021-08-28	97.3	105	7.7	317	Haut	Décharge	5 x 10 ⁻⁸
7D4758L2-2	6	2021-08-28	121.3	132	10.7	223	Modérée	Injection	1 x 10 ⁻⁹
7D4758L2-2	7	2021-08-29	100.3	132	31.7	311	Haut	Décharge	2 x 10 ⁻⁸
7D4758L2-2	8	2021-08-29	136.3	156	19.7	226	Modérée	Injection	2 x 10 ⁻¹⁰
7EX4832L2-2	1	2021-09-04	58.3	64	5.7	210	Haut	Décharge	3 x 10 ⁻⁸
7EX4832L2-2	2	2021-09-05	70.3	93	22.7	170	Haut	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰
7EX4832L2-2	3	2021-09-06	118.3	138	19.7	241	Haut	Injection	1 x 10 ⁻⁰⁹
7EX4832L2-2	4	2021-09-08	187,3	203,3	16	254	Haut	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰

6.2.2 Niveau piézométrique lors des essais avec obturateur

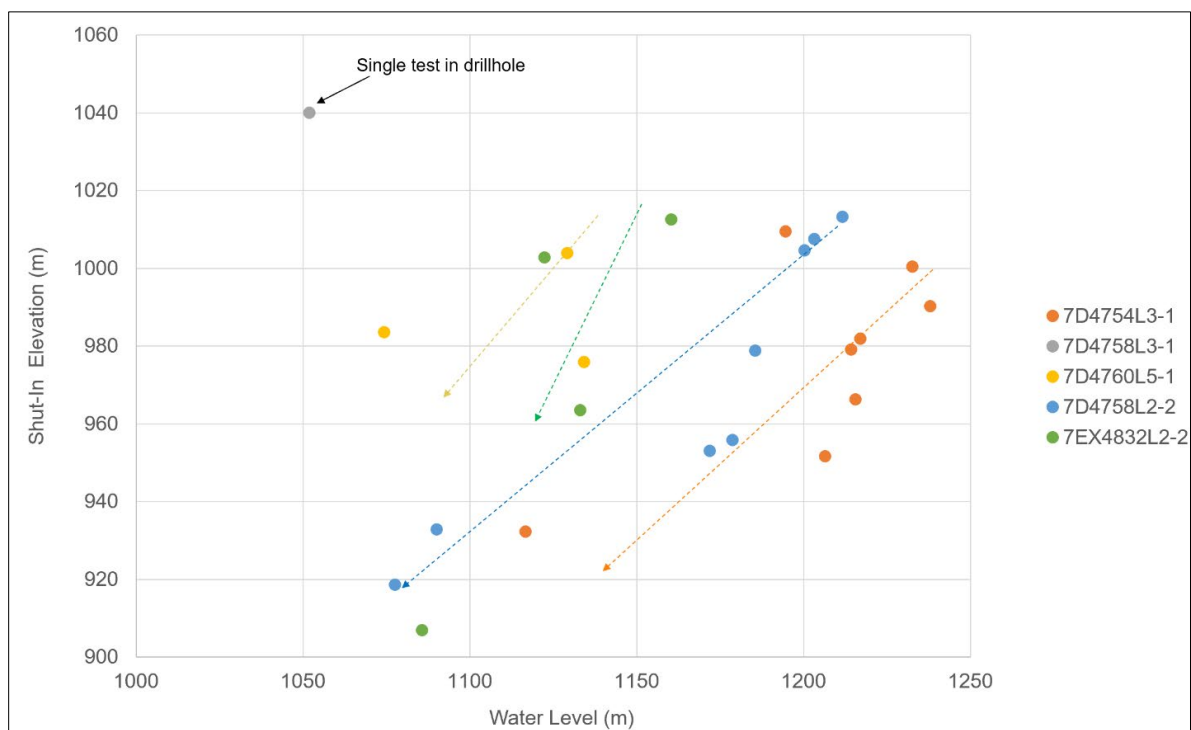
Le système SWiPS permet d'obtenir une approximation des pressions représentatives des niveaux piézométriques statiques à travers l'intervalle testé selon les méthodes d'essai standard de SRK. La pression est mesurée pendant une phase de « fermeture » où la zone est isolée et fermée des tiges de forage (utilisées plus tard pour les essais de débit ou d'injection). Les données de pression enregistrées sur la sonde de fond de trou fournissent une mesure de la pression équilibrée et ainsi du niveau piézométrique de l'intervalle testé.

Les niveaux piézométriques estimés pendant les périodes de fermeture lors des essais avec obturateur sont présentés au Tableau 2 et la Figure 15. Remarque : un seul essai a été réalisé dans 7D4758L3-1, car le reste du forage semblait être dans un sol gelé.

Les données suggèrent une forte corrélation entre l'avancement du forage et la dépressurisation de l'intervalle. À mesure que le forage progresse (c'est-à-dire : diminution de l'élévation de la zone d'essai/augmentation de la profondeur), le niveau piézométrique (niveau d'eau) diminue également, comme le montre la ligne de tendance des données pour chaque forage.

Cela indique une dépressurisation du massif rocheux et des fractures autour des forages à mesure qu'ils progressent, ce qui implique que la recharge ne se produit pas à un rythme suffisant pour compenser cette dépressurisation et pourrait être à un rythme si faible qu'elle est négligeable.

Figure 15 : Niveaux piézométriques relatifs à l'élévation (m)



6.3 Piézomètres à Corde vibrante et niveaux piézométriques

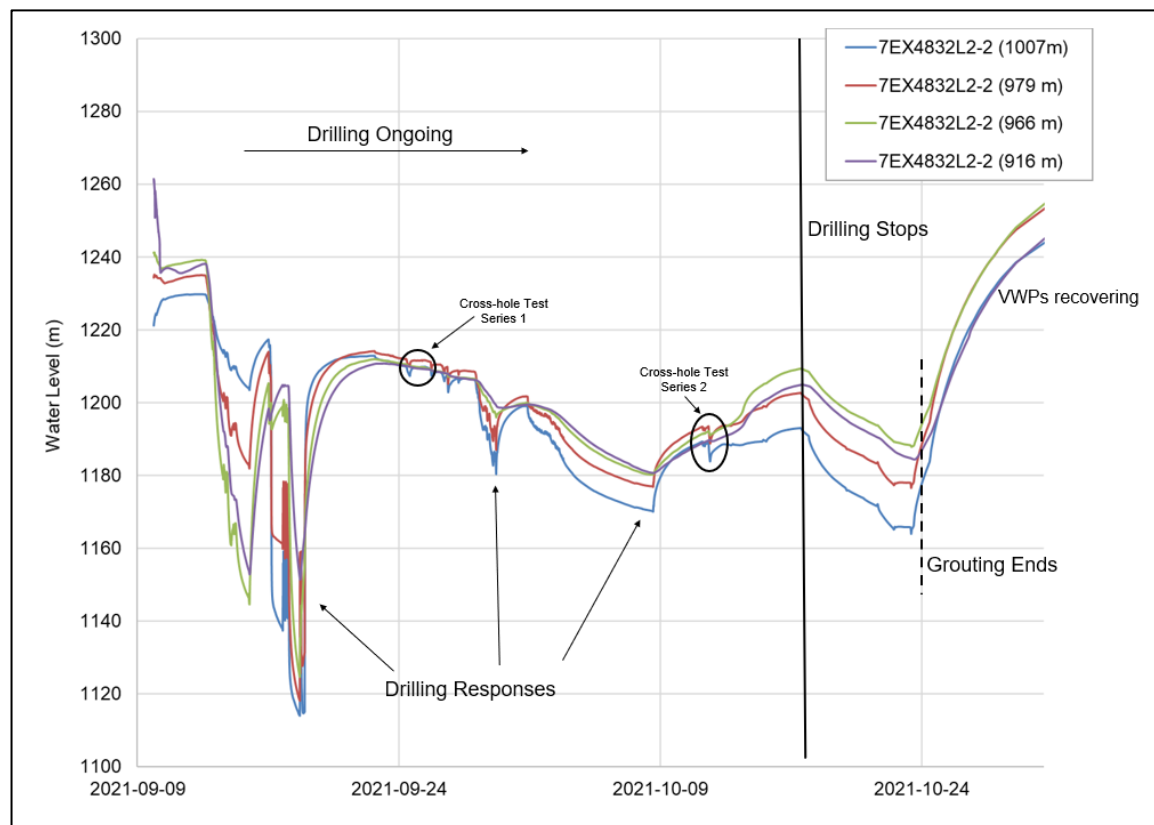
À la suite des essais avec obturateur, quatre forages ont été complétés avec des piézomètres à corde vibrante entièrement scellés pour fournir des informations sur la pression des eaux souterraines (niveaux piézométriques) présentée à l'Annexe C.

6.3.1 Impacts des forages à proximité

Les réseaux de piézomètre à corde vibrante ont été utilisés pour mesurer les variations des données de pression pour évaluer le degré de connectivité au sein du massif rocheux en observant les effets des forages à proximité (Figure 16). L'intérêt d'identifier ces interactions est de voir comment certains ensembles de fractures spécifiques ou des structures peuvent relier les deux forages et fournir une meilleure compréhension de l'écoulement de l'eau à grande échelle. Ces effets de pression sont aussi observés dans les essais de débit de forage complet, mais les effets du forage à proximité permettent d'évaluer ce qui se passe lorsque le forage s'approche et dépasse certains ensembles de fractures et des structures spécifiques, définissant ainsi mieux les caractéristiques de contrôle dans le système d'écoulement. Cela se distingue des essais de forage complet (entre forages) où il n'est pas possible d'isoler l'influence de caractéristiques de connexion spécifiques.

Les réponses de pression indiquent qu'une connexion croisée existe entre tous les forages, mais n'est pas observée sur tous les VWP, une autre corroboration que le système d'écoulement est dominé par des fractures isolées plutôt que par un écoulement matriciel global.

Figure 16 : Exemple de réponse aux données de pression d'un forage proche



6.3.2 Remonter des niveaux piézométriques

Les niveaux piézométriques ont été mesurés à partir des VWP installés lors du programme d'investigation. Les données piézométriques sont présentées dans les Figure 17 à 19, et toutes les données chronologiques sont fournies à l'Annexe C.

Après la fin des essais hydrogéologique, les enregistreurs de données attachés aux VWP ont été reprogrammés pour collecter des données à un rythme plus faible (toutes les 12 heures) afin d'économiser la mémoire et la durée de vie de la batterie de l'enregistreur de données.

REMARQUE : La chaîne de VWP placée à 7D4760L5-1 a été rendue inutilisable quand le tubage en surface a subi des dommages provoqués par une machine souterraine le 13 octobre 2021, juste après la fin des essais d'aquifère. Les tentatives pour réparer le système ont échoué, donc cette installation est considérée comme définitivement perdue et il n'y a pas de données disponibles après cette date.

Les données présentées à la Figure 19 ont été normalisées à la pression initiale mesurée à chaque VWP individuel pour permettre la comparaison des variations absolues à chaque VWP plutôt que de les présenter comme des élévations où l'échelle importante rend l'évaluation plus difficile. Un examen des données indique ce qui suit :

- Faible mesure de pression

Quatre VWP ont commencé à lire une faible pression après l'installation (<10 m de pression) à un moment donné pendant l'investigation et n'ont pas encore récupéré, ces VWP sont :

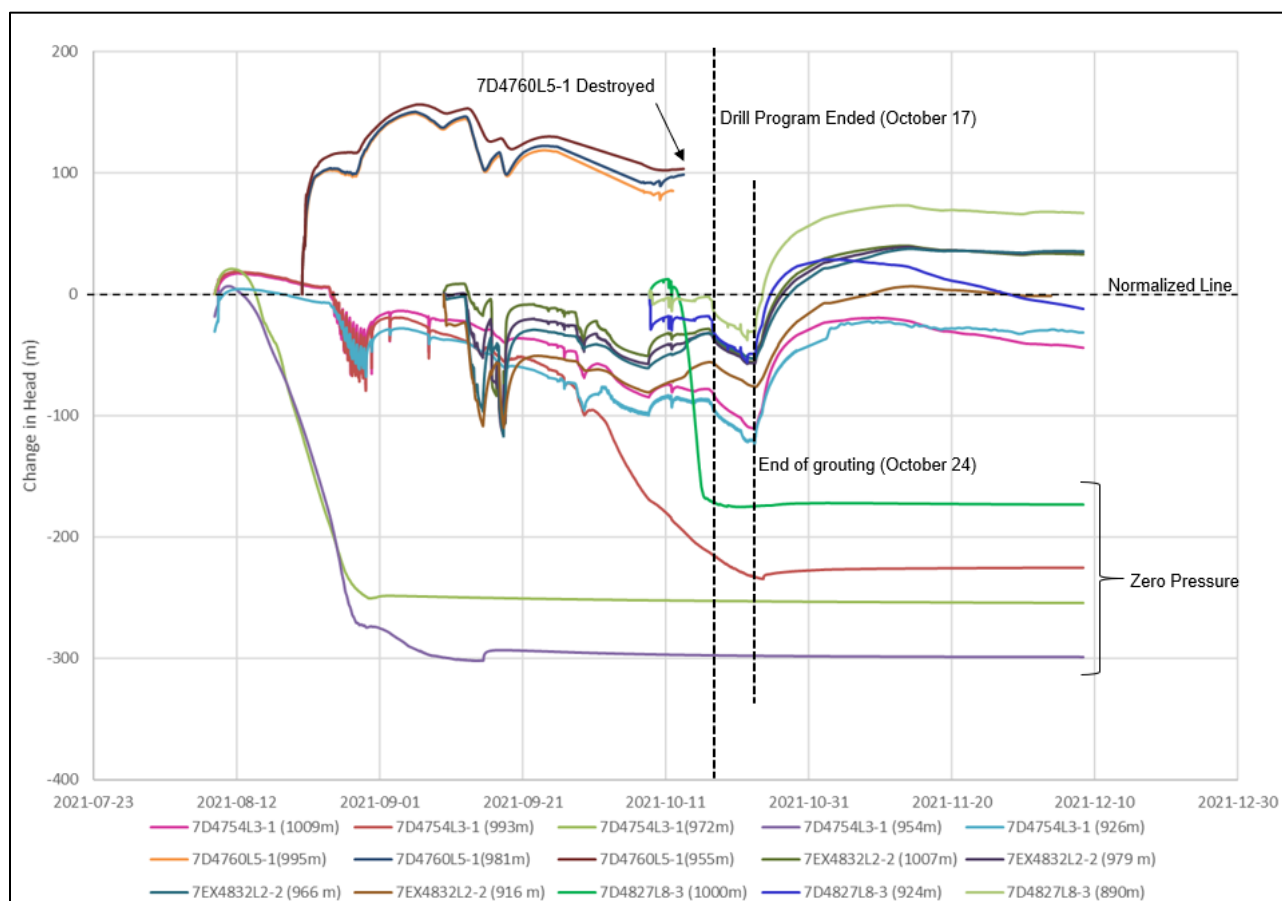
- 7D4754L3-1 (972 m) à partir du 2 septembre 2021,
- 7D4754L3-1 (954 m) à partir du 7 septembre 2021,
- 7D4827L8-3 (1000 m) à partir du 17 octobre 2021,
- 7D454L3-1 (993 m) à partir du 21 octobre 2021, et
- 7D454L3-1 (993 m) et 7D4827L8-3 (1000 m) se sont dépressurisés plus tard dans le programme ; cependant, des réponses (parfois significatives) ont été observées sur ces capteurs pendant les essais d'aquifère (notez que 7D4827L8-3 (1000 m) a été installé après la Série d'Essais No.1).
- Quelques variations de pression ont été notées dans les données, mais le niveau piézométrique stabilisé final indique que la zone autour du VWP a été dépressurisée et ne se recharge pas/ne se dépressurise pas.
- On estime que ces VWP ont été installés dans le massif rocheux de très faible hydraulique de conductivité.

- Pressions durant les forages

- Les pressions enregistrées durant les forages variaient fortement pendant le programme de forage. Des variations entre 1150,5 m à 1251,1 m d'élévation ont été observées.

- Des variations de pressions ont été mesurées durant les forages par tous les VWP à l'exception des VWP suivant :
 - 7D4827L8-3 (1000 m),
 - 7D4754L3-1 (972 m), et
 - faible variation du VWP 7D4754L3-1 (954 m).
- Les VWP qui ont faiblement varié en pression étaient installés à des endroits où le massif rocheux était fracturé, mais avec un faible débit des venues d'eau. Dans le forage 7D4754L3-1, les VWP délimitent des zones de débits élevés (jusqu'à 46 L/min). Dans le forage 7D4827L8-3 (1000 m) (installé par Glencore), aucune zone de venue d'eau ou caractéristique structurelle n'a été notée près du VWP, donc on suppose qu'il est situé dans le massif rocheux non fracturé.
- Le forage dans la zone d'étude s'est poursuivi jusqu'au 17 octobre, avec le scellement des forages ayant lieu jusqu'à environ le 24 octobre. Les variations de pression mesurée par les VWP ont ralenti après ce travail alors que le système a pu commencer à s'équilibrer à une pression statique. Au 8 décembre, la plupart des VWP ont atteint un niveau piézométrique relativement stable, variant de 1182,6 à 1276,7 m (sans inclure ceux lisant une pression zéro). Bien qu'il y ait eu une augmentation générale des niveaux piézométriques après la fin du forage, les niveaux restent incohérents avec les élévations des lacs à proximité.
- Niveau piézométrique mesuré dans le forage 7D4760L5-1
 - La première montée de pression s'expliquerait par la conductivité hydraulique très faible du massif rocheux et par la pression de « compression » causée par le gonflement du coulis de ciment.
 - La variation de pression pendant le forage est similaire aux autres forages, ce qui suggère un niveau de connectivité avec les autres forages.
 - Les réponses limitées aux essais d'aquifère montrent une faible conductivité hydraulique
 - Les VWP installées dans ce forage ont été détruites et aucune donnée ne sera disponible à cet endroit.
- Niveaux piézométriques décroissants
 - Les VWP restants montrent un niveau piézométrique stabilisé ou décroissant, indiquant que les venues d'eau continuent au niveau 1050 provenant de fracture semi-v verticale non scellée continue de dépressuriser la zone.
 - L'emplacement de la fracture de la venue d'eau est montré à la Figure 21 avec un symbole en forme de triangle bleu.

Figure 17 : Remonté des niveaux piézométriques



6.3.3 Effet sur les niveaux piézométriques statiques durant les travaux de terrain

Les données de pression mesurée par l'entrepreneur de forage à partir des forages amorcés entre les niveaux 1050 et 1140 avant le début du programme de SRK sont présentées à la Figure 18. Les données présentées par rapport au niveau du sol (environ 1650 m) et aux niveaux maximum et minimum des lacs à proximité qui pourraient avoir des taliks ouverts. Les pressions initiales de l'eau mesurées par l'entrepreneur de forage (cercles orange) montrent une diminution apparente du niveau piézométrique ou de la pression de l'eau au fil du temps et à mesure que de nouveaux forages sont commencés dans la zone d'étude. Cela continue avec les pressions des forages tubés et bouchés (triangles bruns), indiquant qu'à mesure que plus de forage et de libération d'eau sous-pergélisol se produisaient, la zone se dépressurisait.

La Figure 18 montre les données de pression obtenues (niveau piézométrique) par l'entrepreneur de forage à partir des forages réalisés entre les niveaux 1050 et 1140 avant le début du programme de SRK. Les données sont présentées par rapport au niveau du sol (environ 1650 m) et aux niveaux maximums et minimums des lacs proches qui pourraient avoir des taliks ouverts. Les niveaux piézométriques initiaux mesurés par l'entrepreneur de forage (cercles orange) montrent une baisse apparente du niveau piézométrique ou de la pression de l'eau au cours du temps et avec l'ajout de nouveaux forages dans la zone d'étude. Cela continue avec les pressions des forages tubés et

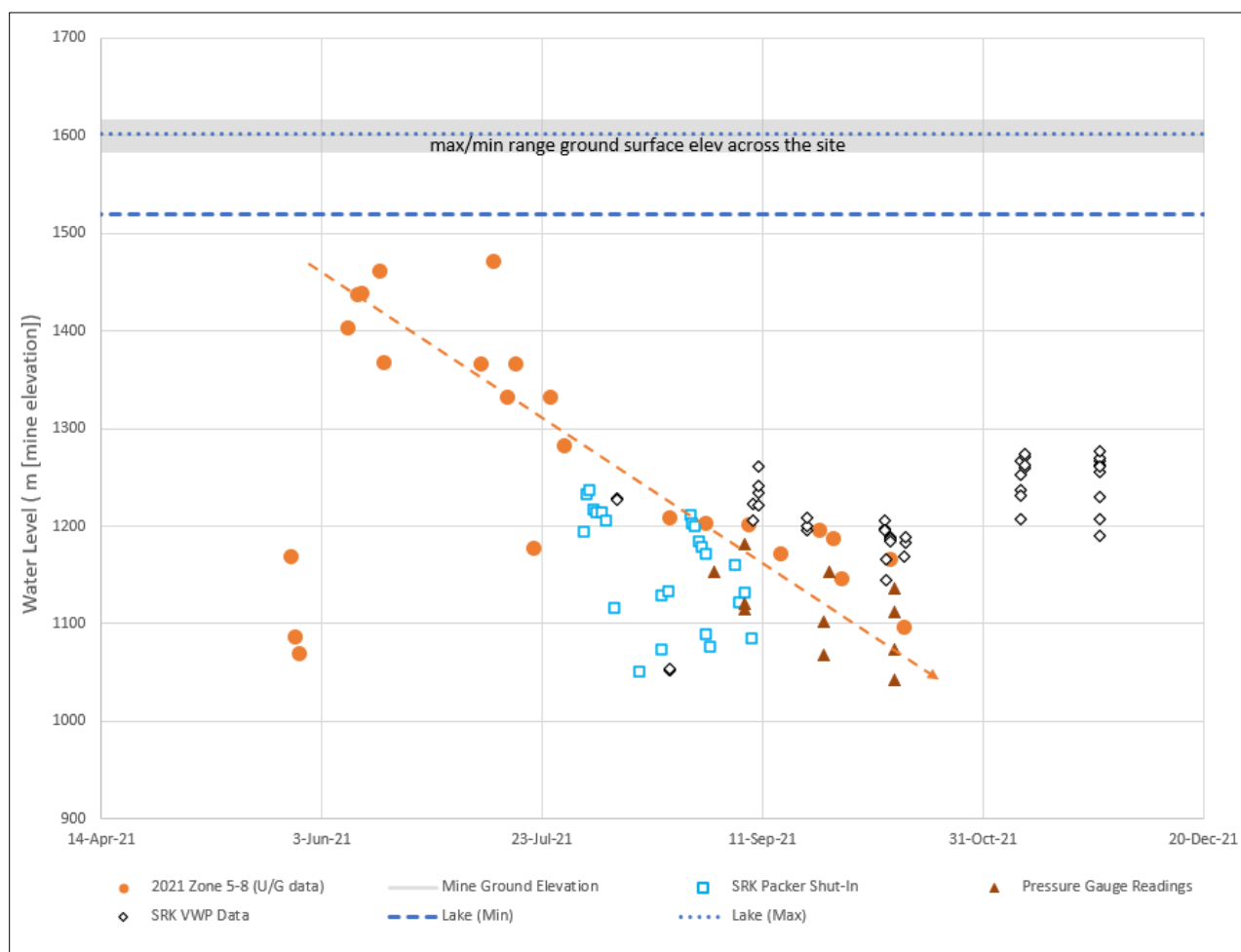
bouchés (triangles bruns), indiquant qu'à mesure que plus de forage et de libération d'eau sous-pergélisol se produisaient, la zone se dépressurisait.

Les niveaux piézométriques mesurés durant le programme de SRK durant les essais avec obturateur à partir de la phase de « fermeture » (carrés bleus) montrent également une diminution de pression dans le temps.

Les données de VWP (diamants noirs) montrent initialement la même diminution, mais ensuite, elles se rétablissent et se stabilisent à des niveaux piézométriques égaux ou un peu plus élevés qu'au départ.

Les données montrent globalement que les niveaux piézométriques du système d'eaux souterraines sous le pergélisol baissent au fur et à mesure que les forages et les tests de débit avancent.

Figure 18 : Niveau piézométrique avant et durant la campagne de forage



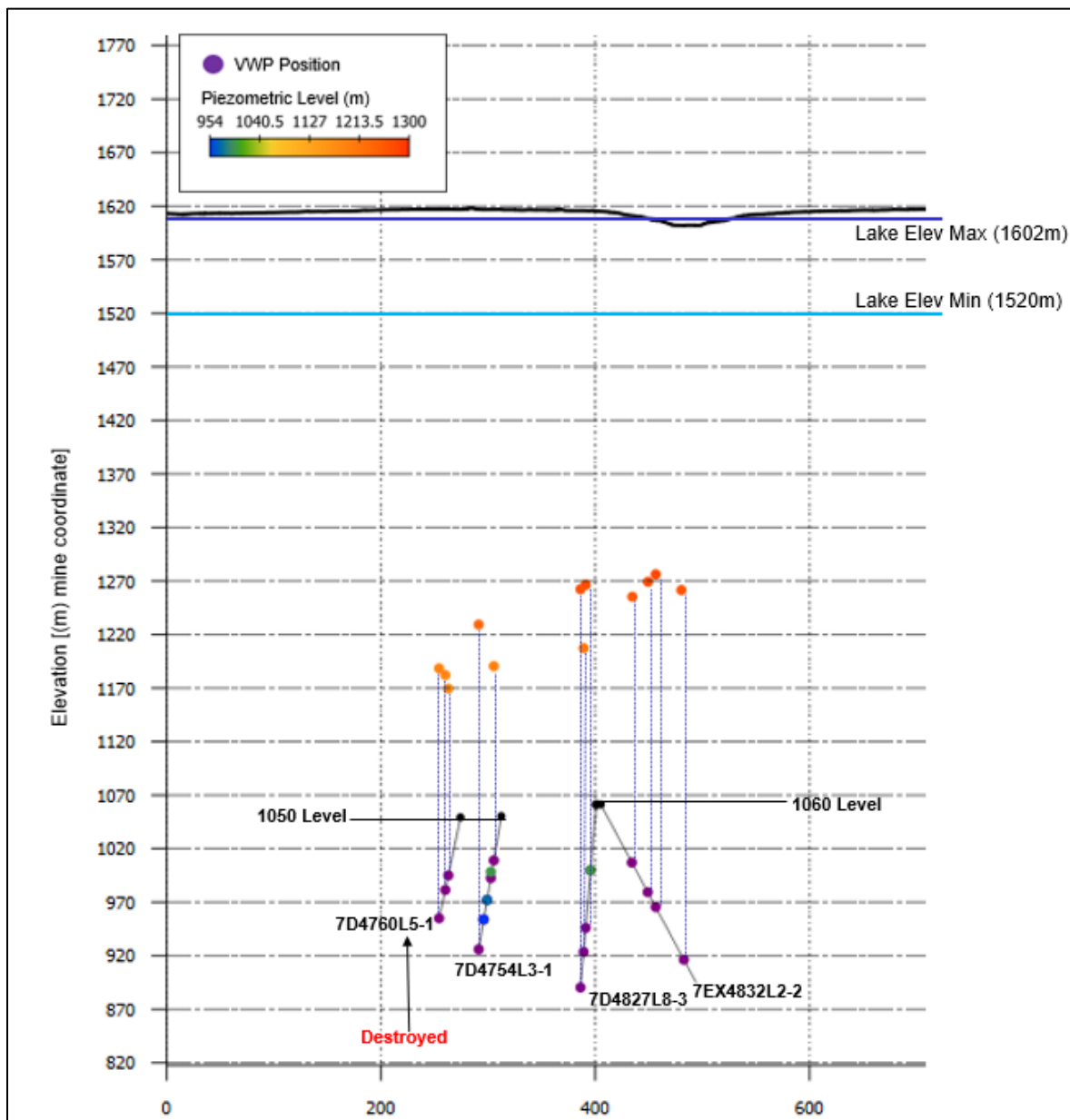
*Notes :

1. Les capteurs VWP indiquant une pression nulle ne sont pas affichés sur le graphique
2. Les élévations des lacs ont été dérivées de données topographiques disponibles publiquement
3. Les élévations des lacs à moins de 20 km de la mine Raglan sont représentées sur le graphique
4. 2021 Zone 5-8 (Données Souterraines) a été enregistrée pendant le forage et fournie à SRK par Glencore

6.3.4 Niveaux piézométriques finaux vs Lacs

Les données mesurées récemment (26 novembre 2021) sont présentées à la Figure 19 en comparaison au niveau piézométrique des lacs à proximité. Comme les données de niveaux piézométriques semblent se stabiliser (Figure 17), on suppose que cela soutient la prémisse et qu'une recharge active ne se produit pas à un rythme suffisamment élevé pour reconstruire les niveaux piézométriques au sein du système de failles et de fractures dans la zone actuellement surveillée.

Figure 19 : Niveau piézométrique après la campagne de forage



Notes :

1. Les données piézométriques datent du 26 novembre 2021, à l'exception de 7D4760L5-1 (détruit le 13 octobre 2021)
2. Les élévations des lacs à moins de 20 km du site sont représentées sur la coupe

6.4 Cartographie des Écoulement d'eau

6.4.1 Cartographie des écoulements d'eau

Le personnel de SRK a réalisé la cartographie des écoulements d'eau aux niveaux 1050 et 1060 pendant les travaux de terrain de 2021. Pendant cette période, très peu d'écoulements ont été observés depuis les murs, le sol ou le toit. Une carte des niveaux 1050 et 1060 avec les emplacements des écoulements d'eau est présentée à la Figure 20. Comme illustré, il y avait de nombreuses zones présentant de la roche humide ou des suintements, mais seulement une zone (près de 7D4758L2-2) présentant un écoulement mesurable. L'écoulement de cette zone, principalement depuis le sol (Ventilation 1050 de 7D), a augmenté pendant les travaux de terrain, mesurant 100 L/min (août 2021) pendant les travaux de terrain, et augmentant à 200 L/min à la fin septembre. L'écoulement a diminué à 60 L/min (décembre 2021) après que le scellement a été complété en utilisant du coulis de ciment standard dans tous les forages ouverts. En raison de l'augmentation du débit de cette zone, le scellement des écoulements n'a pas été réalisé comme prévu et elle reste actuellement en écoulement. Glencore envisage de sceller les fractures en écoulement en janvier en utilisant un coulis de polyuréthane expansif.

Une carte agrandie de cette zone est présentée à la Figure 21, avec les débits enregistrés au fil du temps.

Bien qu'il n'y ait pas eu d'écoulement d'eau mesurable aux niveaux 1050 et 1060, l'écoulement d'eau de ces niveaux était encore estimé à 200 L/min à la fin septembre. On suppose que cela vient de l'eau qui s'écoule autour du tubage de certains forages pendant le programme de forage. Il a été rapporté que l'infiltration d'eau depuis le sol autour des forages augmentait lorsque les valves des forages qui contrôlent les écoulements étaient fermées.

6.4.2 Cartographie des écoulements d'eau

Lors du programme de forage de 2021, les foreurs ont mesuré les débits et les pressions d'écoulement d'eau lorsque le forage a traversé une zone avec un écoulement d'eau (ou « veine »). Ces données ont été compilées par Glencore et transmises à SRK. Les données des écoulements d'eau collectées lors du programme de forage de 2021 sont présentées en vue en plan à la Figure 22. Les données des écoulements d'eau mesurées, incluant les données de 2021 et de 2019-2020, sont présentées en coupe à la Figure 23.

Figure 20 : Carte des écoulements d'eaux aux niveaux 1050 et 1060

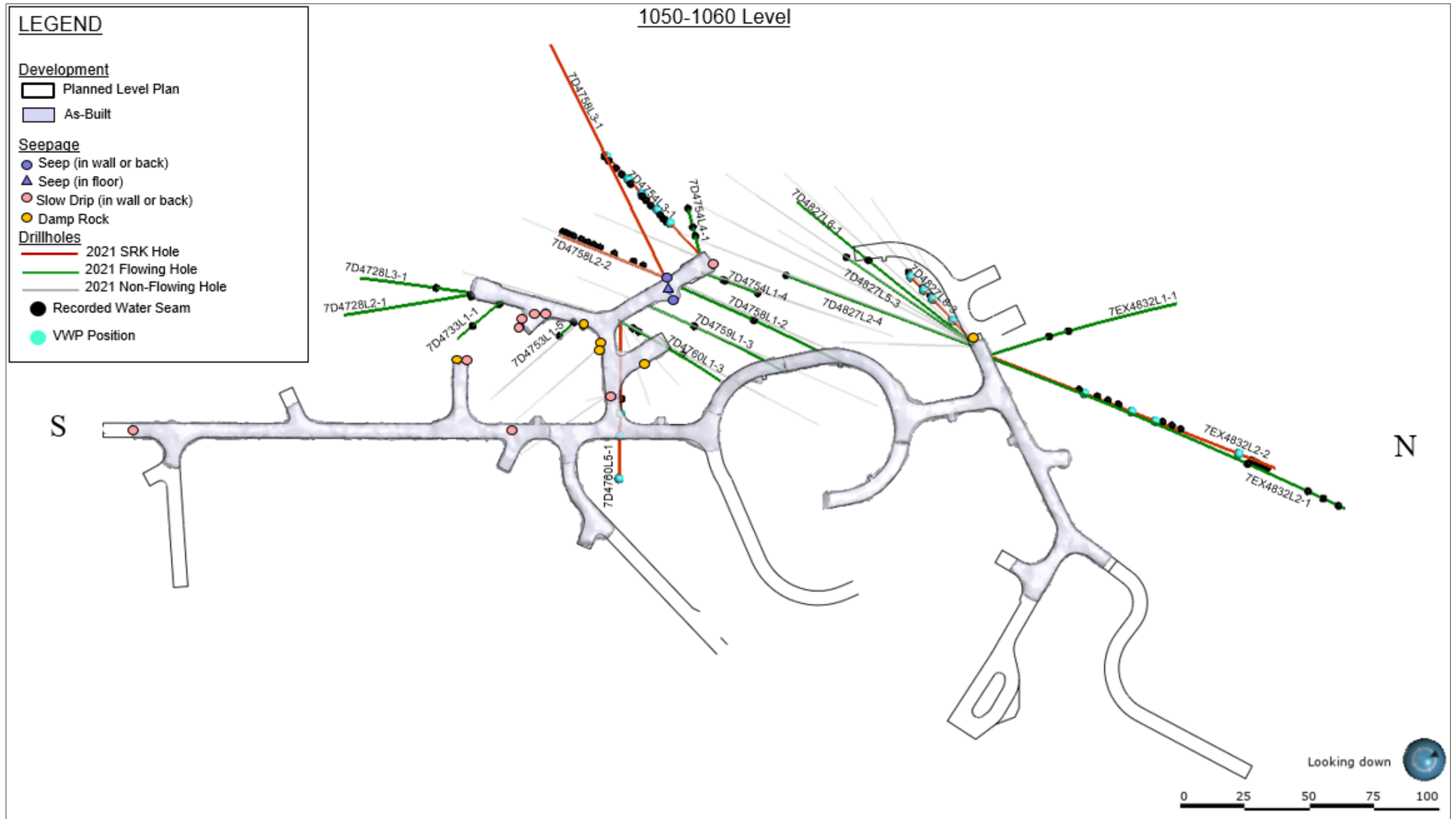


Figure 21 : Carte des écoulements d'eaux de la zone de ventilation 7D au niveau 1050

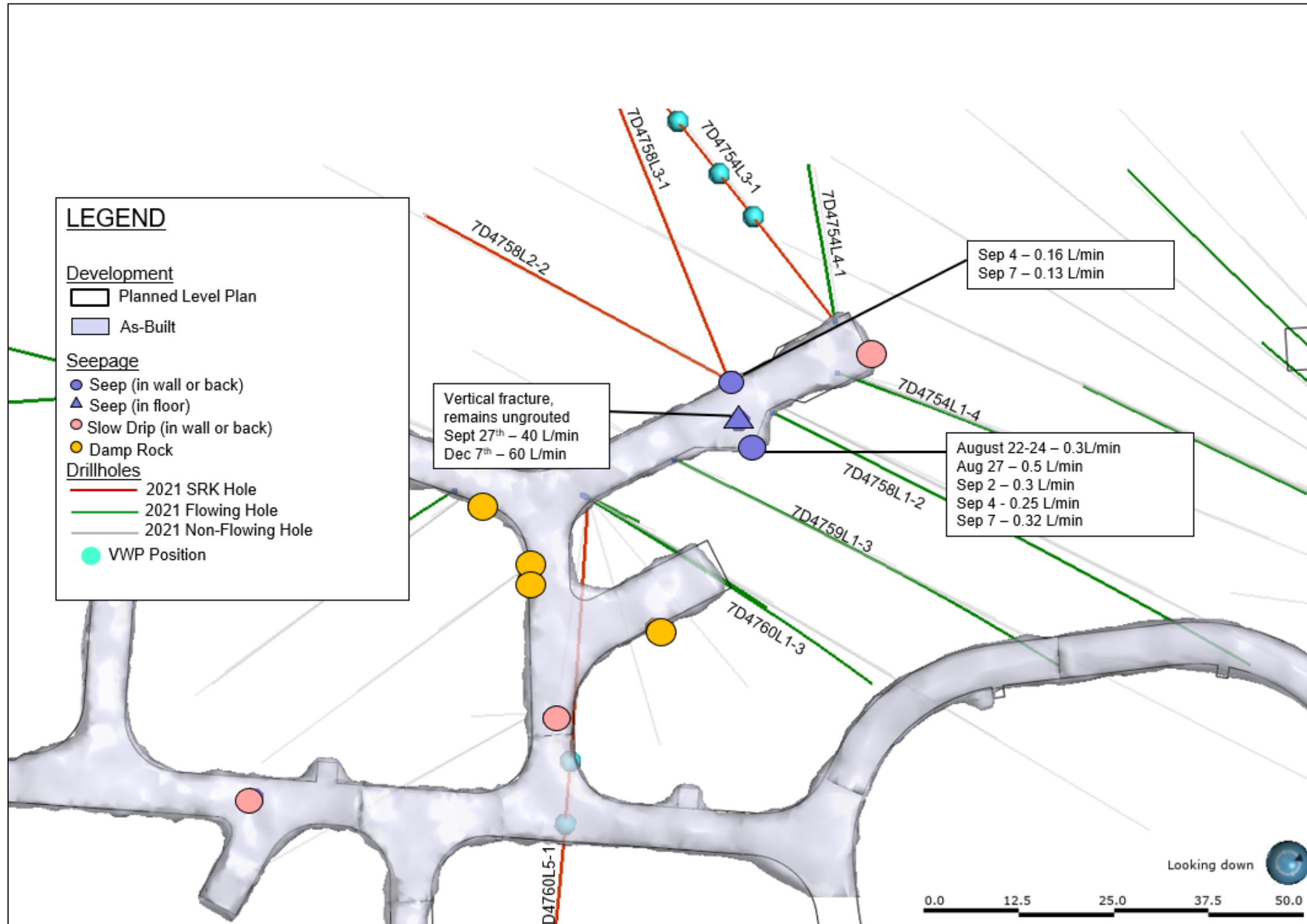


Figure 22 : Débit des écoulements d'eau mesuré durant les travaux de terrain (vue en plan)

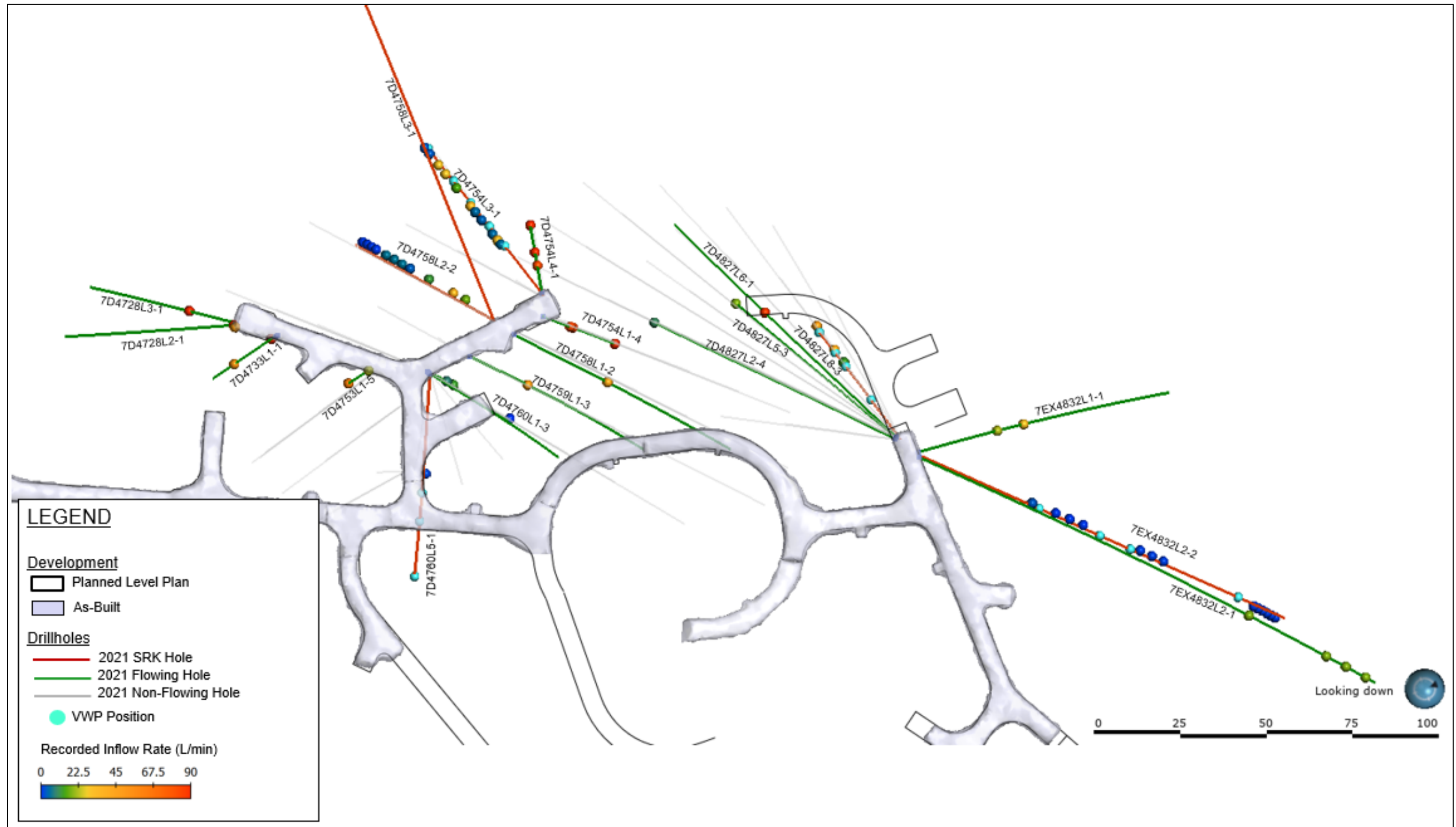
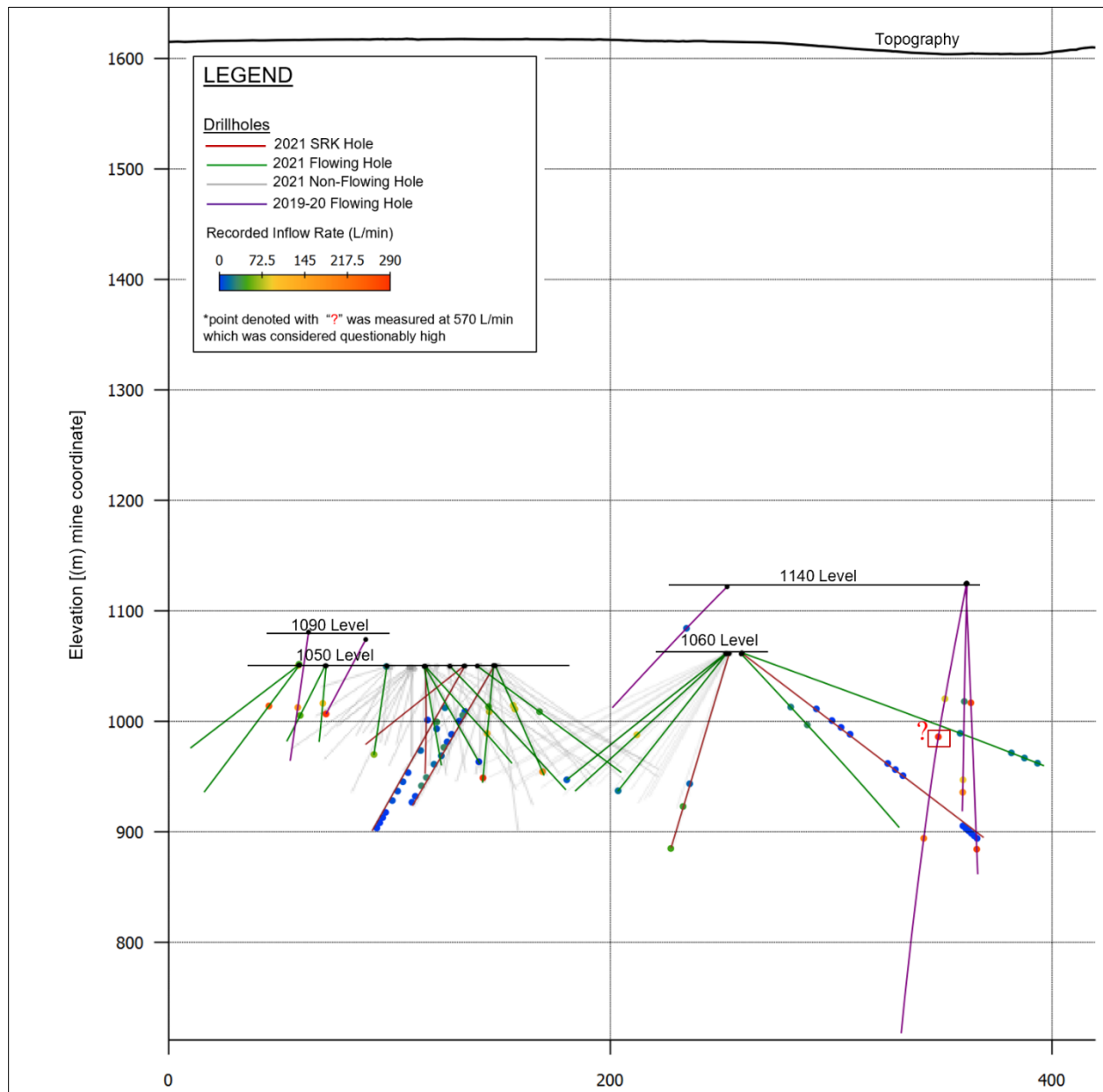


Figure 23 : Débit des écoulements d'eau mesuré durant les travaux de terrain (section en plan)

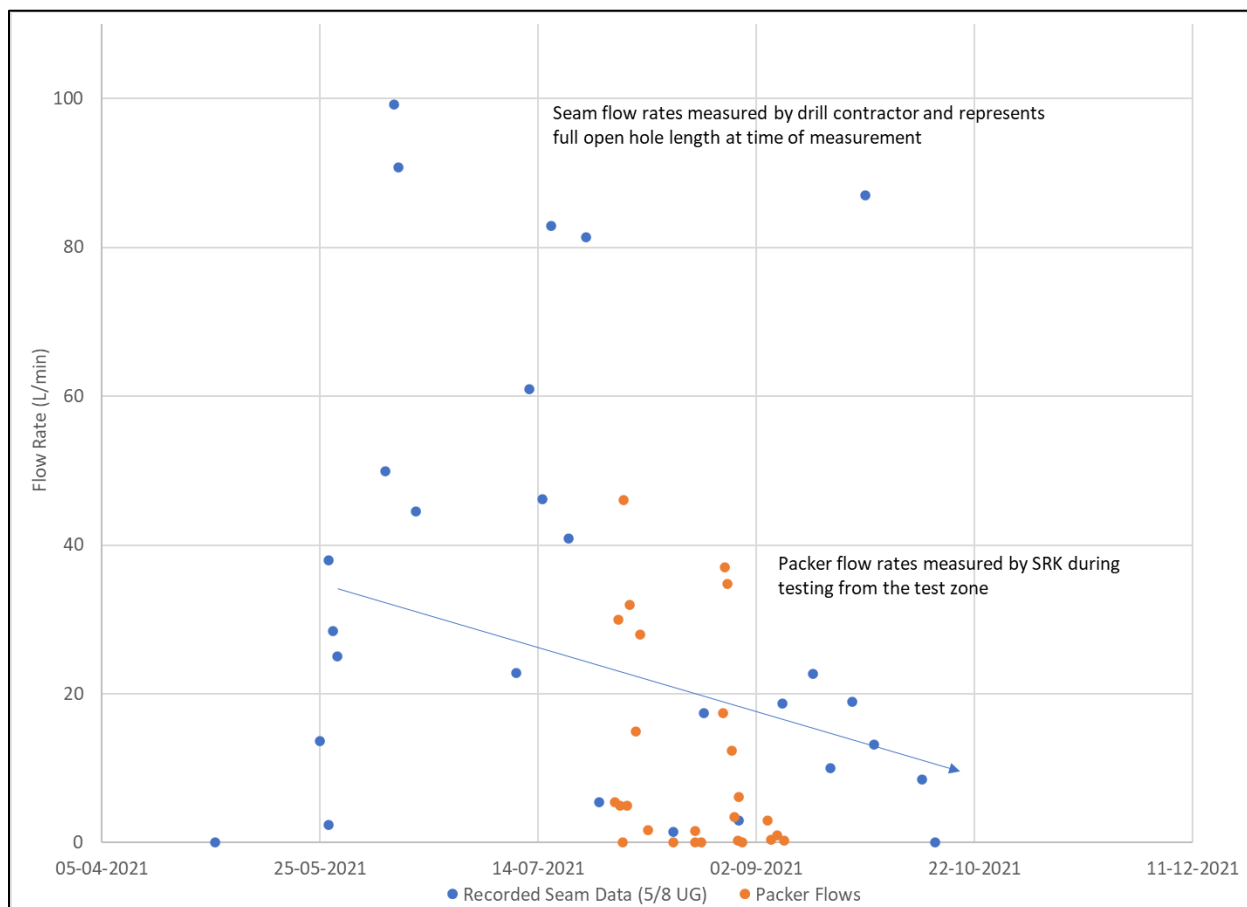


6.4.3 Variation des débits des écoulements d'eau au cours du temps

Les mesures initiales des écoulements d'eau à Qakimajurq ont montré des pressions fortes et, parfois, des écoulements très importants provenant des forages qui traversaient le sol non gelé. Cependant, en examinant les données recueillies par l'entrepreneur en forage avant l'arrivée de SRK sur le site, certaines données ont été considérées comme suspectes et de faible confiance, car la méthode de mesure rapportée utilisait un sceau de 20 L pour mesurer le débit. Sur cette base, il semble peu probable que des débits allant jusqu'à 570 L/min (comme rapporté dans les notes du foreur), ou potentiellement tout ce qui dépasse 200 L/min puissent être mesurés manuellement. Par conséquent, bien que toutes les données rapportées soient présentées dans le rapport de données de terrain (Annexe C), seuls les débits de 100 L/min ou moins ont été utilisés dans cette évaluation et tracés à la Figure 24 ci-dessous.

En mettant de côté les données suspectes, on a remarqué que les débits diminuaient au fil du temps. Cela concorde avec la diminution des pressions d'écoulement d'eau mentionnées plus haut et appuie l'hypothèse que le système s'épuise ou se dépressurise graduellement.

Figure 24 : Variation des débits des écoulements d'eau au fil du temps



6.5 Essais d'aquifère

6.5.1 Méthodologies des essais

Des essais d'aquifère entre forages ont été effectués pour évaluer la connectivité structurale au sein du système d'eaux souterraines sous-pergélisol afin de déterminer le potentiel de dénoyage global et de dépressurisation.

Les essais ont été complétés en ouvrant une valve sur un forage artésien non scellé et en le laissant s'écouler, tout en mesurant les débits et les variations de pression dans d'autres emplacements. Sept essais d'aquifère entre forages ont été complétés par le personnel de Glencore à deux dates différentes, les 25 et 26 septembre 2021 puis le 11 octobre 2021 (Série d'Essais 1 et 2 respectivement).

Un résumé des essais d'aquifère est présenté au Tableau 3.

Tableau 3 : Résumé des essais d'aquifère

Série de tests	Nom du test	ID du forage d'essai	Durée de l'écoulement (heures)	Débit (L/min)	Pression (psi) ¹	Données VWP disponibles	Données du manomètre
1	1.1	7D4754L1-4	1:00:53	101	0	7EX4832L2-2 7D4754L3-1	7D4758L2-2 7D4754L1-4 7D4758L1-2
	1.2	7D4758L2-2	1:00:00	151	30		
	1.3	7D4758L1-2	1:00:00	35	0		
2	2.1	7D4827L6-1	1:00:00	25	0	7EX4832L2-2 7D4754L3-1 7D4760L5-1 7D4827L8-3	7D47827L6-1 7D4754L1-4 7D4758L1-2 7D4758L2-2
	2.2	7D4754L1-4	1:00:00	32	0		
	2.3	7D4758L1-2	1:00:00	77	22		
	2.4	7D4758L2-2	2:05:00	120	20		

Notes : 1 Pression maintenue au forage d'écoulement pendant les tests

6.5.2 Données

Une méthode qualitative a été utilisée pour analyser les variations de pression des VWP lors des essais d'aquifère en réponse au forage en écoulement. Les réponses de rabattement des VWP (Δh) aux essais d'aquifère ont été classées en sept catégories et présentées au Tableau 4.

- Aucune ($\Delta h \geq 0$ m).
- Faible (Δh 0 to -0,5 m).
- Modérée ($\Delta h = -0,5$ à -3,0 m).
- Élevée ($\Delta h = -3,0$ à -6,0 m).
- Très élevée ($\Delta h > -6,0$ m).
- Incertaine (Tendance de Fond) : Un rabattement s'est produit, mais il est plus probable qu'il soit dû à des variations de fond plutôt qu'aux essais d'aquifère.

- Interférence de réponse : Une réponse s'est produite aux essais d'aquifères, mais son ampleur a probablement été masquée par une tendance de fond (une augmentation ou une diminution de la pression).

Ces catégories de réponse ont été utilisées pour évaluer la connectivité entre les forages répondants.

L'Annexe C présente des détails supplémentaires sur les variations de pression des VWP mesurées pendant les essais d'aquifère. Un exemple typique de réponse à un essai entre forages est illustré à la Figure 25.

Lors des essais d'écoulement, les débits des forages qui s'écoulaient pendant les essais d'aquifère variaient de 25 à 151 L/min. Les essais d'aquifère qui avaient des débits plus élevés produisaient généralement des réponses plus importantes des VWP. Toutefois, les VWP qui répondaient généralement aux essais répondaient à la fois aux débits plus élevés et plus faibles.

Les débits de la Série d'Essais 1 montrent un déclin lorsque le même forage est testé dans la Série d'Essais 2, indiquant une dépressurisation et un dénoyage du système au cours du programme d'essai.

Ce que les essais montrent, c'est que les VWP situés dans des zones où la conductivité hydraulique est faible (c'est-à-dire : les VWP dans 7D4827L8-3 (Figure 25)) ont une variation de pression nette et une remontée rapide, mais pas au même niveau qu'avant l'essai donc il y a eu un « dénoyage permanent » d'une partie de l'eau. Cela laisse penser qu'il existe une bonne connexion au sein du massif rocheux, mais via des fractures très fines avec peu de stockage. Cela renforcerait l'hypothèse que les forages de dénoyage seraient efficaces pour drainer une grande zone, avec peu d'eau à extraire pour drainer, ou au moins dépressuriser le système.

Des variations de pression réponses ont été observées principalement dans les VWP 7D4754L3-1 (926 m), 7EX4832L2-2 (1007 m), 7EX4832L2-2 (979 m), 7EX4832L2-2 (966 m), 7D4827L8-3 (1000 m), 7D4827L8-3 (924 m) et 7D4827L8-3 (890 m).

Les essais n'ont révélé aucune variation de pression significative des trois VWP dans 7D4760L5-1, ce qui signifie qu'il n'y a pas eu de connexion mesurable à travers les structures à l'endroit précis où se trouvaient les VWP.

La variation de pression la plus élevée a été observée au VWP 7D4827L8-3 (1000 m) pendant l'essai d'aquifère 2.4 (7D4758L2-2 à 123 L/min), où un rabattement de 14,6 m a été observé.

À court terme (pendant les heures suivant les essais d'aquifère), de nombreux VWP avec des variations de pression n'ont pas retrouvé leur état initial après les essais, indiquant un potentiel de dénoyage ou de dépressurisation du système. Dans les cas où la pression s'est rétablie aux niveaux d'avant les essais, il semblait y avoir une tendance de fond ascendante qui influençait les résultats. Bien que le forage ait été arrêté pendant que les essais d'aquifère étaient complétés, le programme de forage était en cours et les pressions des VWP n'étaient pas stabilisées avant le début des essais d'aquifère. Par conséquent, sans une ligne de base stabilisée originale, il est difficile d'évaluer les résultats de récupération.

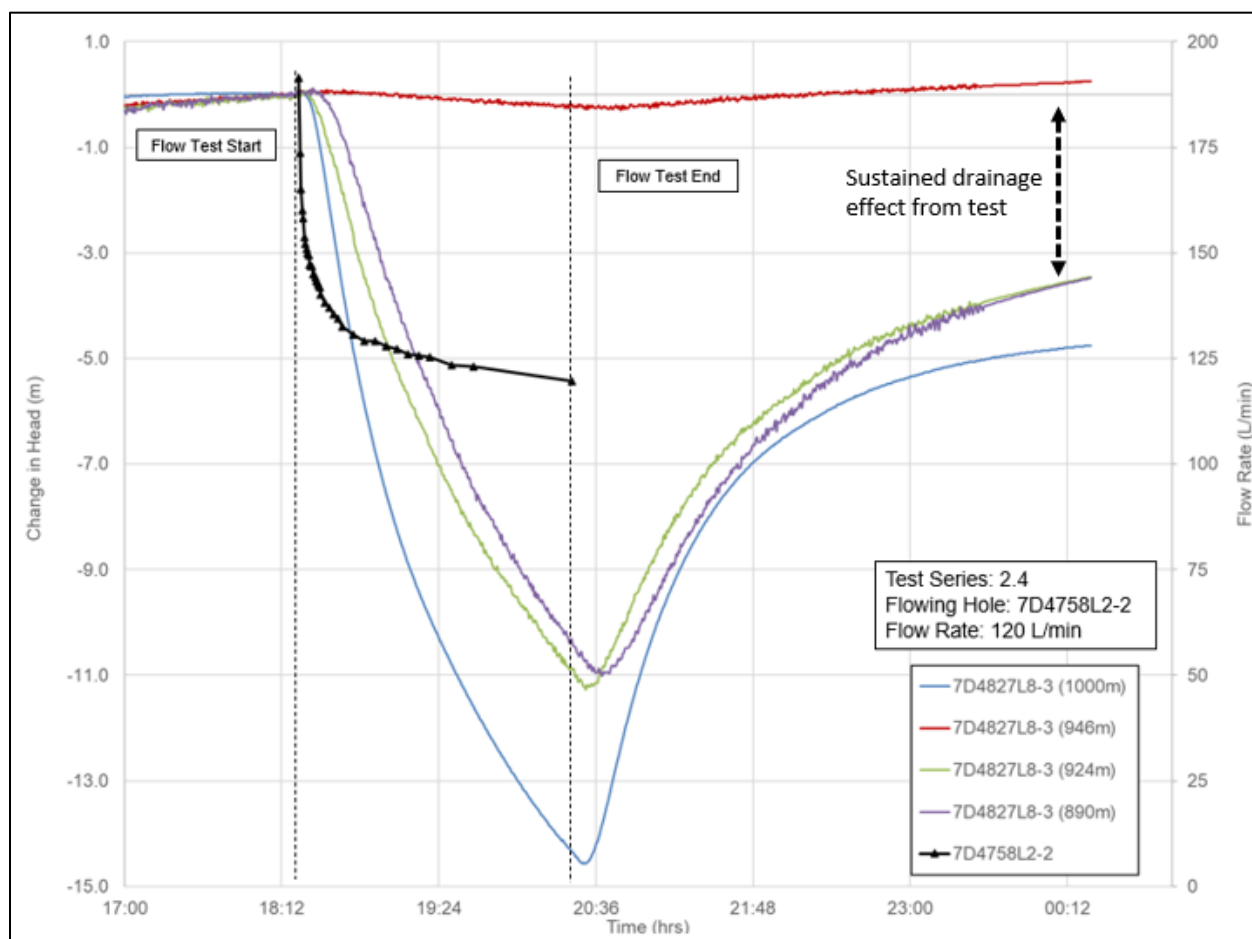
Tableau 4 : Variation de pression lors des essais d'aquifère 1 et 2

Identifiant du forage/Capteur VWP	Essai de forage transversal 1.1		Essai de forage transversal 1.2		Essai de forage transversal 1.3		Essai de forage transversal 2.1		Essai de forage transversal 2.2		Essai de forage transversal 2.3		Essai de forage transversal 2.4	
	7D4754L1-4 (101 L/min) ¹		7D4758L2-2 (151 L/min) ¹		7D4758L1-2 (35 L/min) ¹		7D4827L6-1 (25 L/min) ¹		7D4754L1-4 (77 L/min) ¹		7D4758L1-2 (32 L/min) ¹		7D4758L2-2 (123 L/min) ¹	
	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse ³	Δh^2	Réponse
7D4754L3-1 (1009 m)	-2.11	Modérée	-9.07	Très élevé	0.54	Interférence de réponse	-0.13	Faible	-0.58	Modérée	0.05	Aucune	-6.17	Très élevé
7D4754L3-1 (993 m)	-1.95	Modérée	-5.94	Élevé	-0.27	Pas clair (Tendance de fond)	-0.56	Pas clair (Tendance de fond)	-0.4	Pas clair (Tendance de fond)	-0.25	Aucune	-1.84	Pas clair (Tendance de fond)
7D4754L3-1 (972 m)	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune
7D4754L3-1 (954 m)	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune	0	Aucune
7D4754L3-1 (926 m)	-1.4	Modérée	-6.2	Très élevé	0.26	Pas clair (Tendance de fond)	-1.32	Pas clair (Tendance de fond)	-0.88	Pas clair (Tendance de fond)	-0.46	Modérée	-9.66	Très élevé
7D4760L5-1 (995 m)	-	-	-	-	-	-	0.15	Aucune	0.13	Aucune	0.09	Aucune	0.09	Pas clair (Tendance de fond)
7D4760L5-1 (981 m)	-	-	-	-	-	-	0.17	Aucune	0.15	Aucune	0.09	Aucune	-0.23	Pas clair (Tendance de fond)
7D4760L5-1 (955 m)	-	-	-	-	-	-	0.05	Aucune	0.06	Aucune	0.05	Aucune	-0.38	Pas clair (Tendance de fond)
7EX4832L2-2 (1007 m)	-1.92	Modérée	-4.66	Élevé	0.13	Interférence de réponse	-1.18	Modérée	-0.9	Modérée	-0.05	Faible	-5.27	Élevé
7EX4832L2-2 (979 m)	-1.9	Modérée	-4.68	Élevé	-0.03	Interférence de réponse	-0.96	Modérée	-0.67	Modérée	0.04	Interférence de réponse	-4.77	Élevé
7EX4832L2-2 (966 m)	-0.41	Faible	-0.97	Modérée	-0.09	Aucune	-0.09	Faible	-0.05	Faible	0.11	Aucune	-1.14	Modérée
7EX4832L2-2 (916 m)	-0.11	Pas clair (Tendance de fond)	-0.21	Pas clair (Tendance de fond)	-0.11	Aucune	0.09	Aucune	0.1	Aucune	0.11	Aucune	0	Aucune
7D4827L8-3 (1000 m)	-	-	-	-	-	-	-7.22	Très élevé	-4.03	Élevé	-0.72	Modérée	-14.57	Très élevé
7D4827L8-3 (946 m)	-	-	-	-	-	-	-0.26	Faible	0	Aucune	0.13	Aucune	-0.3	Faible
7D4827L8-3 (924 m)	-	-	-	-	-	-	-10.61	Très élevé	-2.48	Modérée	-0.27	Faible	-11.22	Très élevé
7D4827L8-3 (890 m)	-	-	-	-	-	-	-7.84	Très élevé	-1.9	Modérée	-0.2	Faible	-11.04	Très élevé

Notes:

1. Forage d'écoulement (Débit)
2. Changement de charge pendant le test transversal, les valeurs négatives indiquent une baisse de charge pendant les tests
3. Les catégories de réponse sont définies dans le texte
4. Les valeurs en *italique* indiquent que le capteur indiquait une pression nulle pendant la période de test
5. « - » indique que les données VWP n'ont pas pu être collectées pendant le test

Figure 25 : Exemple de variation de pression au VWP 7D4827L8-3 (essais 2.4)



6.6 Qualité des eaux souterraines

6.6.1 Échantillonnage des eaux souterraines

Des échantillons d'eau souterraine opportunistes ont été prélevés là où des zones de conductivité hydraulique suffisante ont été rencontrées pendant le forage, ou là où un écoulement vers la surface a été observé dans la mine, que ce soit sous forme de suintement ou d'écoulement artésien à partir de forages ouverts. Au cours du programme, neuf échantillons d'eau souterraine, deux échantillons de fluide de forage et un échantillon QA/QC ont été prélevés. Les emplacements des échantillons sont indiqués sur la Figure 26 et incluent les échantillons suivants :

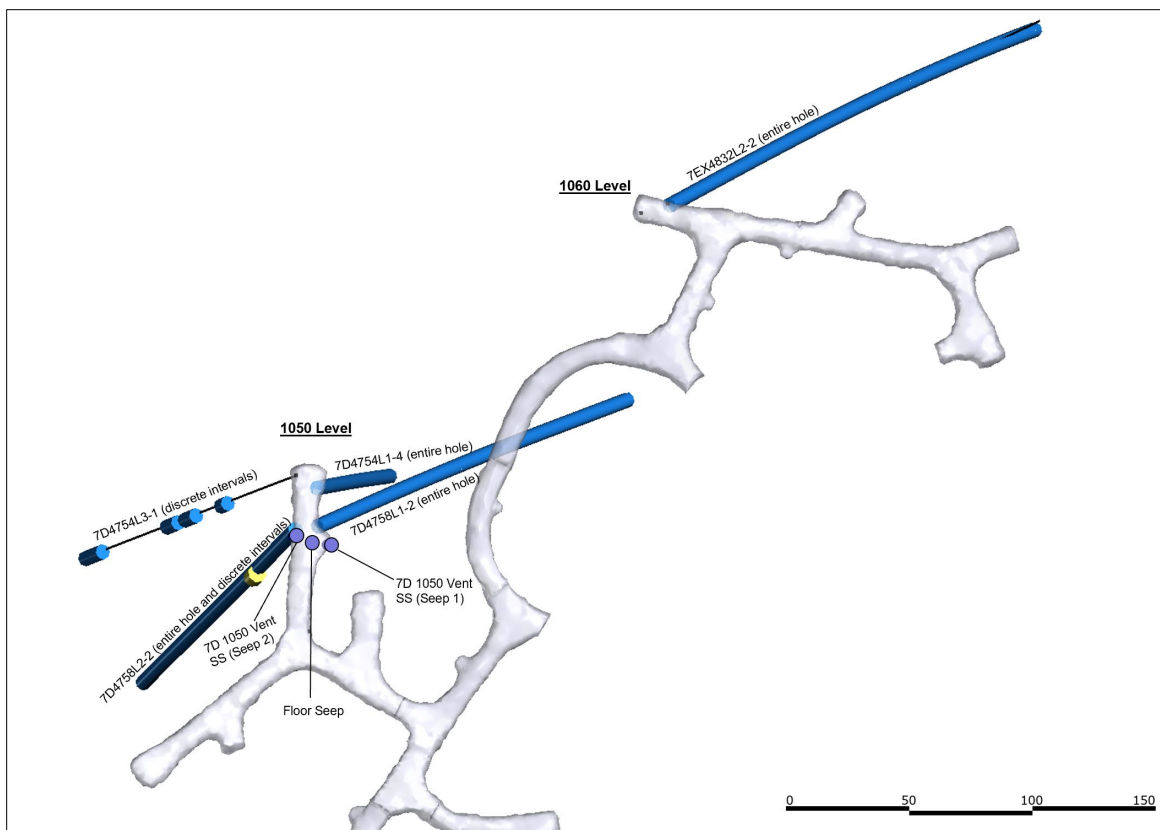
- Trois échantillons d'intervalle spécifique du forage 7D4754L3-1 (de 64,3 à 72, de 76,3 à 84, et de 126,3 à 138 mah).
- Un échantillon d'un intervalle spécifique du forage 7D4758L2-2 (de 27,3 à 42 mah).
- Un échantillon de chacun des forages 7D4758L1-2, 7D4758L2-2, 7D4754L1-4, et 7EX4832L2-2 qui représentent la longueur entière de chaque forage.

- Un échantillon d'un suintement identifié au niveau 1050 de 7 D.
- Deux échantillons de fluide de forage pendant que le forage 7EX4832L2-2 était en cours.
- Un blanc de terrain pendant l'échantillonnage de 7EX4832L2-2 à des fins de QA/QC.

Des échantillons de fluide de forage ont été prélevés, avant que le fluide circule à travers le forage, pour vérifier s'il y avait une contamination du fluide de forage dans les échantillons d'eau souterraine et apporter des corrections si nécessaire. Le fluide de forage est composé d'eau de surface mélangée à du sel de chlorure de calcium pour augmenter la salinité et prévenir le gel et devrait avoir une signature chimique distincte.

L'Annexe C contient des informations détaillées sur les procédures d'échantillonnage, la méthodologie, les analyses de laboratoire, les résultats et la discussion.

Figure 26 : Emplacement des échantillons d'eaux souterraines



6.6.2 Programme analytique

Pour évaluer la variabilité de la chimie de base des eaux souterraines à différentes profondeurs et pour soutenir le modèle conceptuel de l'écoulement des eaux souterraines, des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés quand c'était possible. Les paramètres chimiques de tous les échantillons d'eau souterraine étaient relativement uniformes et ne présentaient pas assez de variabilité pour faire des suppositions concernant des sources spécifiques. Cependant, certains paramètres peuvent être comparés au fluide de forage pour évaluer le degré auquel ils sont représentatifs des conditions d'eau souterraine in situ, y compris les paramètres de terrain et le tritium.

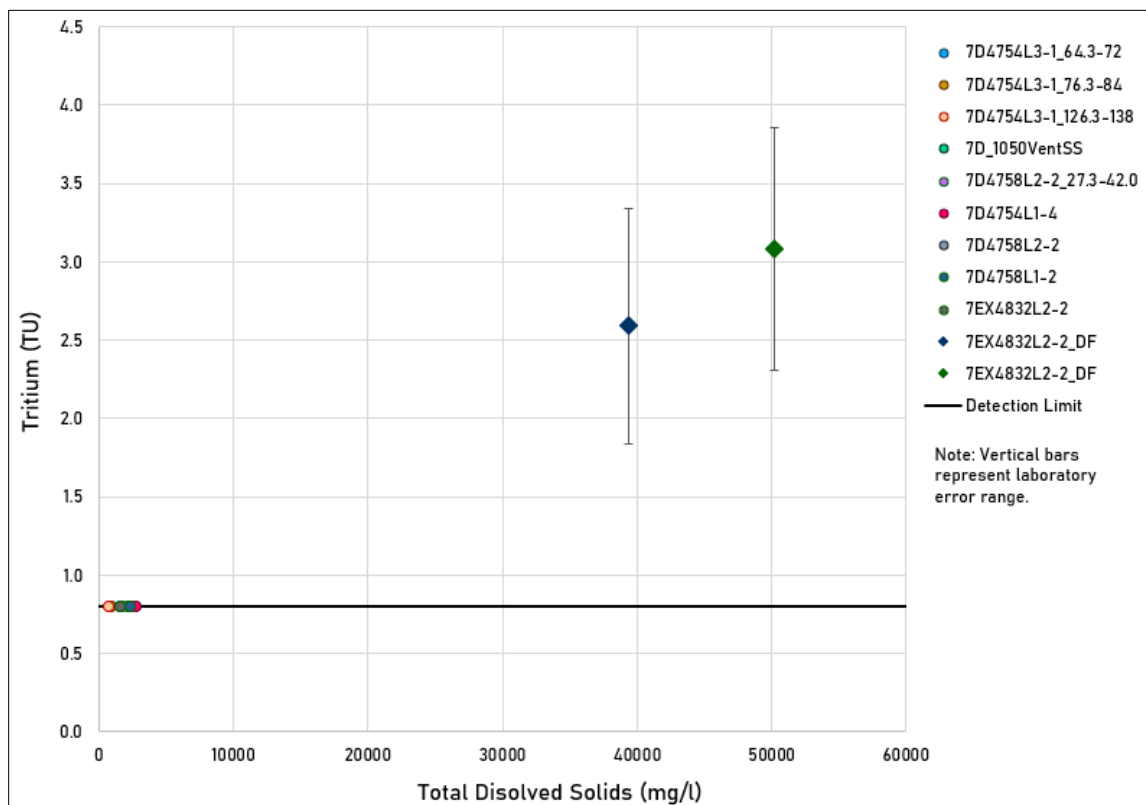
Les valeurs de conductivité électrique (CE) mesurées dans les fluides de forage mesurés étaient plus élevées que l'eau souterraine, avec une moyenne de 58 268 $\mu\text{S}/\text{cm}$ contre 3 314 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La température était également plus élevée dans le fluide de forage, avec une moyenne de 13,8 °C contre 1,5 °C dans l'eau souterraine. De plus, les valeurs moyennes de pH de l'eau souterraine (9,7) étaient supérieures à celui du fluide de forage (7,6). Ces différences, notamment en CE, sont significatives et indiquent qu'il y a peu de contamination des échantillons d'eau souterraine par le fluide de forage.

Le tritium est un isotope radioactif naturel de l'hydrogène avec une demi-vie de 12,3 ans. Il est produit dans la haute atmosphère par le rayonnement cosmique en petites quantités et est introduit dans le cycle hydrologique par les précipitations ; par conséquent, les eaux souterraines qui ont reçu une recharge d'eau de surface ou de précipitations au cours des 50 à 60 dernières années contiendront de faibles niveaux de tritium, là où les eaux souterraines plus anciennes n'en auront pas. Les eaux souterraines sous-pergélisol échantillonnées à Raglan, si elles sont connectées à un talik ouvert, pourraient donc contenir du tritium. Sur la base de cette hypothèse, les pourcentages de mélange des eaux souterraines peuvent être calculés en divisant la valeur de tritium mesurée dans les eaux souterraines par la valeur dans le fluide de forage correspondant (provenant d'eau de surface récente).

Cependant, les résultats de laboratoire ont montré que le tritium n'était présent qu'à des niveaux très faibles dans le fluide de forage, et même alors, étaient proches des limites de détection du laboratoire (Figure 27). Par conséquent, comme les valeurs de tritium dans le fluide de forage ne différaient pas suffisamment des échantillons de formation pour avoir une confiance suffisante dans les calculs de mélange résultants, les calculs n'ont pas été effectués.

Bien que les effets potentiels de mélange ne puissent être quantifiés, les résultats soutiennent l'hypothèse que les eaux souterraines profondes à Raglan n'ont pas reçu de recharge moderne et que les échantillons collectés sont probablement représentatifs des conditions in situ.

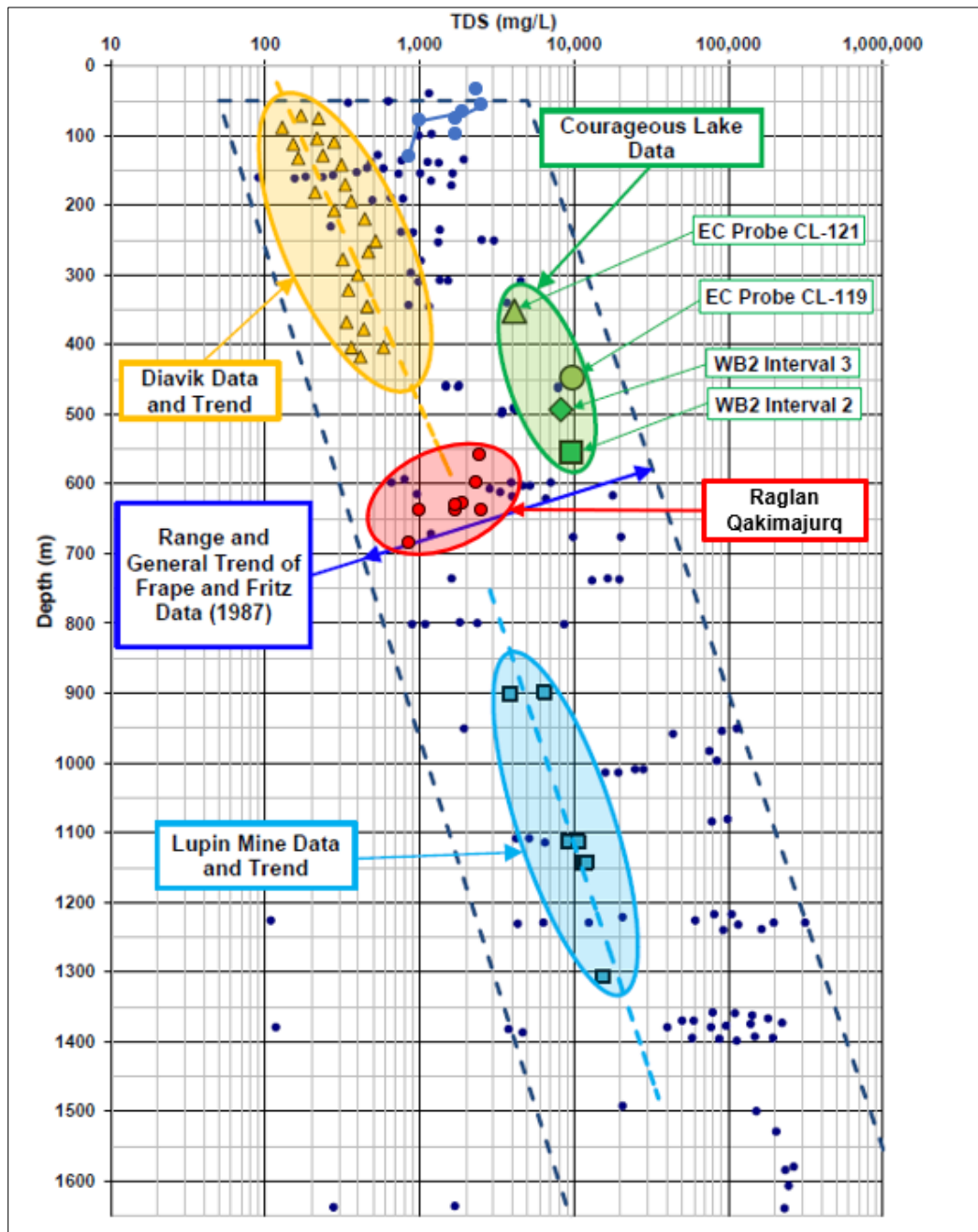
Figure 27 : Tritium en fonction des solides dessous totaux



6.6.3 Solides dissous totaux

Les valeurs de solides dissous totaux (SDT) sont censées augmenter avec la profondeur et sont souvent trouvées à des valeurs élevées dans le Bouclier canadien. Les valeurs de SDT de Raglan ont été comparées à d'autres sites miniers subpergélisol dans l'Arctique canadien et sont présentées à la Figure 28. Les valeurs de Raglan sont cohérentes avec la tendance générale de SDT versus la profondeur présentée par Frappe et Fritz (1987). Les valeurs de SDT rapportées par le laboratoire varient de 809 à 2 800 mg/L dans les échantillons d'eau souterraine et de 39 400 à 50 200 mg/L dans le fluide de forage. Ce contraste, combiné à la cohérence avec les données publiées, suggère que, bien qu'il puisse y avoir une légère contamination du fluide de forage dans les échantillons d'eau souterraine, ils sont probablement pour la plupart représentatifs des conditions d'eau souterraine in situ.

Figure 28 : Relation entre le SDT et la profondeur pour plusieurs sites dans le nord du Canadien



Source; Modifié à partir de Martin et al, 2013

7 Cartographie des risques

7.1 Modèle structural où des écoulements d'eau ont été observé

Une comparaison a été faite entre le modèle structural où des écoulements d'eau ont été observé et le développement souterrain planifié qui s'étend sous le pergélisol, situé à environ 1 080 m d'élévation sur la grille de la mine dans la zone 7D, où de l'eau non gelée (en raison de la dépression du point de congélation) est rencontrée.

L'endroit où des structures modélisées à fort pendage rencontrent les futurs développements souterrains présente un risque plus élevé d'interception d'eau souterraine en se basant sur le modèle structural où des écoulements d'eau ont été observés (en priorisant les écoulements d'eau à fort débit). Les figures Figure 29 et Figure 30 présente les emplacements approximatifs des zones à risque élevé d'écoulement d'eau dans cette zone.

Les observations à ce jour indiquent que les structures à faible pendage liées à la stratification du massif rocheux ne semblent pas poser un risque significatif pour des écoulements d'eau souterraine.

Figure 29 : Intersections à risque élevé d'écoulement d'eau souterraine (structure à fort pendage) dans le développement planifié 7D (vue en plan)

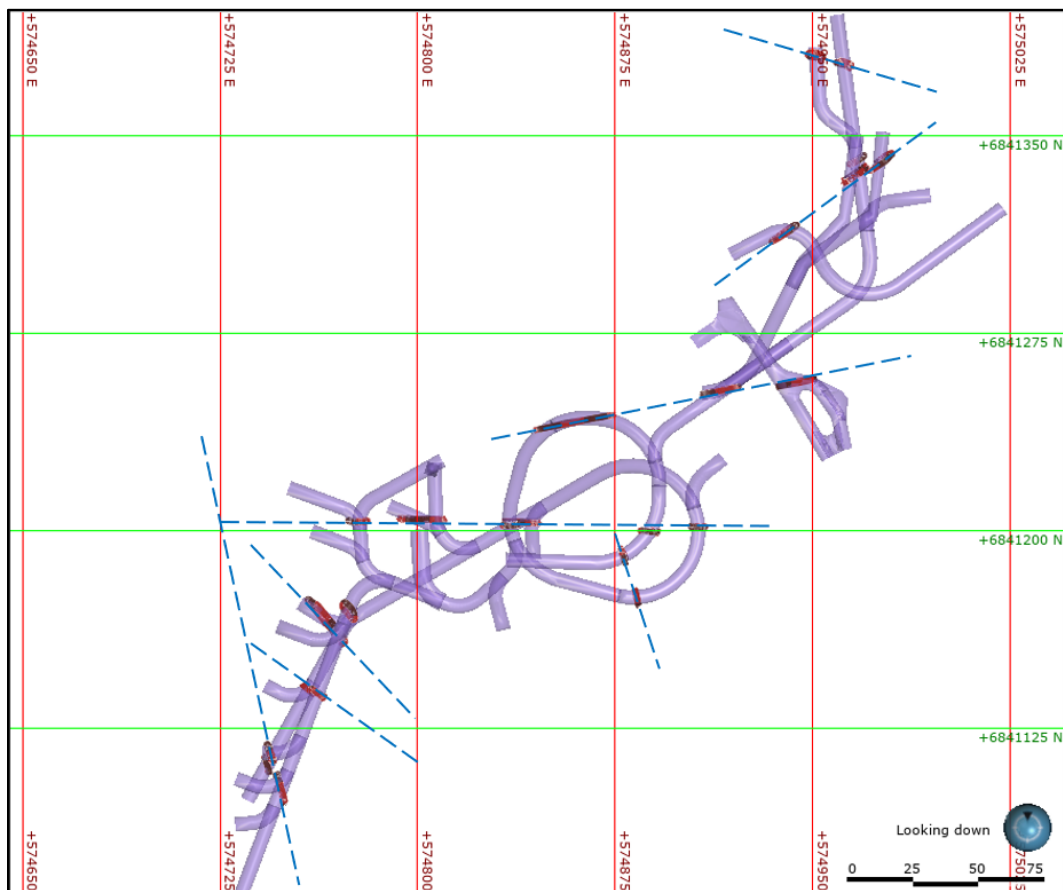
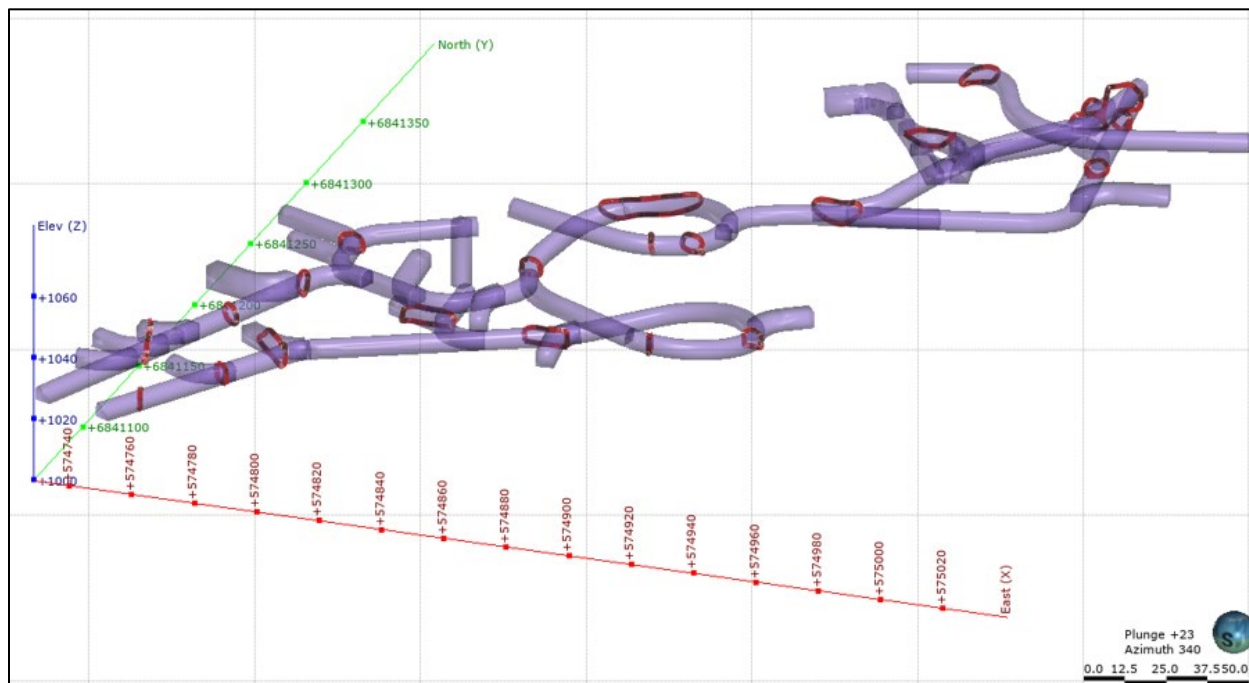


Figure 30 : Intersections à risque élevé d'écoulement d'eau (structures à fort pendage) dans le développement planifié 7D (vue oblique)



7.2 Débit d'écoulement d'eau par rapport à la structure – dénoyage projeté

Les débits d'écoulement d'eau liés à la structure à fort pendage pourraient être supérieurs à 100 L/min, mais à mesure que l'exploitation minière et le dénoyage progressent, les intersections subséquentes devraient diminuer à mesure que la zone est dénoyée. Par conséquent, il est difficile d'estimer le volume cumulé d'écoulement d'eau et dépendra aussi des travaux d'atténuation avec de l'injection de coulis de ciment effectuée. À ce stade, il n'est pas possible de prédire des écoulements d'eau soutenus. Cependant, à des fins de conception, nous recommandons que les systèmes de gestion de l'eau puissent gérer jusqu'à 500 L/min.

8 Méthodes d'atténuation

8.1 Injection de coulis de ciment

Le forage de reconnaissance et l'injection de coulis peuvent être utilisés pour atténuer les écoulements d'eau et ont déjà été mis en place par Glencore à Raglan. Cependant, comme cela s'est produit récemment, l'injection de coulis contre des pressions élevées peut être très problématique une fois qu'une fracture ou un système de failles a été intercepté et commence à s'écouler. Pour gérer ces zones, il est recommandé de forer dans les zones à plus faible emmagasinement pour commencer à faire baisser les pressions avant d'essayer d'injecter du coulis de ciment.

Les sections ci-dessous discutent des différentes options de coulis et des recommandations de forage pour la décompression.

Un aspect de la décision concernant le produit d'injection de coulis à utiliser devrait être la manière dont le produit est capable de pénétrer de très petites ouvertures telles que les pores et les fissures microscopiques de la roche afin de réduire la perméabilité sur une injection à plus grande distance et sur des fractures interconnecter, comme le montre la Figure 16 indiquant les réponses entre forages.

8.1.1 Conception du système d'injection de coulis

- Pour concevoir un système d'injection de coulis efficace, il faut choisir les produits les plus appropriés à utiliser. Le choix du produit en fonction du site dépendra de plusieurs facteurs liés à la géologie et à l'hydrogéologie, ainsi qu'à la conception et au fonctionnement de la mine, tels que les gradients naturels et induits
- Matrice rocheuse
 - conductivité hydraulique (surtout KV contre KH, ou comme à Raglan, orientée selon la stratification)
 - porosité
 - géochimie (interaction avec la chimie du coulis de ciment)
- Fractures et joints
 - conductivité hydraulique
 - espacement
 - ouverture (moyenne et courbe de distribution)
 - rugosité et étranglement des pores (« pore throats »)
 - remplissage (blocage physique et interaction géochimique)
- Vitesse d'écoulement (au moment de l'injection)

- Température de l'eau
- Qualité de l'eau.

À Qakimajurq, les principaux facteurs qui influencent les écoulements d'eau sont les gradients de pression et les propriétés des fractures. Les caractéristiques du massif rocheux auront une influence très faible en raison de la faible conductivité hydraulique de celui-ci à Raglan.

La conception de la barrière hydraulique nécessitera que les produits d'injection de coulis s'adaptent le mieux possible à la variabilité de la géologie structurale du site. Cela nécessitera probablement de faire des compromis à l'échelle de la mine pour une barrière hydraulique, mais peut être évalué dans une analyse comparative pour choisir les meilleurs produits à utiliser pour la barrière contre les écoulements d'eau.

Une synthèse des différents produits pour l'injection de coulis en abordant des propriétés physiques, des avantages ou des problèmes d'injection, des facteurs environnementaux et de l'efficacité prévue est présentée ci-dessous.

8.1.2 Coulis Cimentaire

Coulis de ciment standard (Portland a usage générale)

Pour créer des barrières hydrauliques, l'industrie du génie civil et minier utilise des coulis à base de ciment standard. Ces coulis ont l'avantage d'être faciles à mélanger et à utiliser, et peuvent être modifiés par des additifs pour diminuer la viscosité et retarder le temps de durcissement pour favoriser une meilleure pénétration, mais présentent les inconvénients suivants :

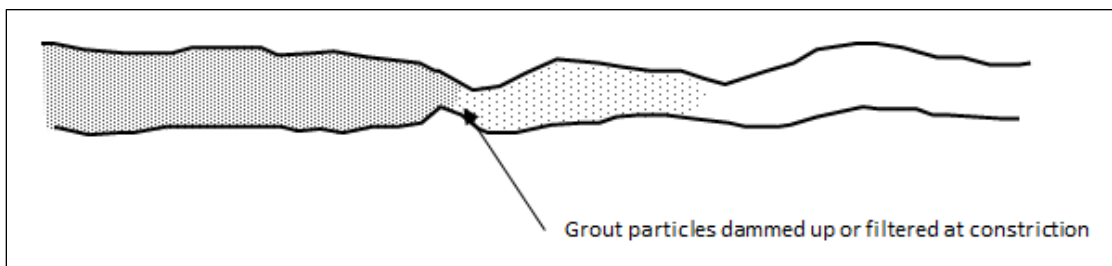
- Tendance à la filtration dans les fractures, surtout si l'ouverture est variable.
- De la bentonite peut être ajoutée pour pénétrer des ouvertures plus petites, mais l'effet est limité.

Les barrières de coulis de ciment/bentonite classique sont injectées en utilisant des forages dont l'espacement dépend des conditions géologiques. La qualité ou la continuité de la barrière dépend de la conductivité hydraulique et de la connectivité des fractures qui permet au coulis injecté dans le forage de pénétrer dans le massif rocheux à plus grande échelle.

Les pressions d'injection et le rayon d'influence de chaque forage sont déterminés par la viscosité et la capacité d'écoulement du mélange de coulis. Cette limite peut être modifiée en accélérant ou en ralentissant le temps de durcissement du mélange de coulis. Cependant, la difficulté à estimer la zone d'influence rend difficile de prévoir si la barrière atteindra les limites prévues et scellera tous les chemins d'écoulement importants.

Les coulis à base de ciment ou de particules ont un inconvénient majeur : ils sont filtrés quand ils passent dans les fractures (Figure 31). Cela est accentué par la nature irrégulière des fractures où les particules s'accumulent ou se bloquent au niveau des rétrécissements, et qu'un coulis fortement dilué continue de pénétrer au-delà de ce point. On peut réduire ce problème en utilisant des adjuvants, des ciments avec une granulométrie plus fine, etc. Cependant, l'augmentation de la distance que peut pénétrer un coulis cimentaire efficace est seulement de quelques mètres, voire une dizaine de mètres tout au plus.

Figure 31 : Filtration du coulis cimentaire



Ciment Microfin

Pour réduire les limitations des coulis de ciment standard, des ciments microfins ont été développés. On les caractérise par une granulométrie maximale qui est inférieure à 8 microns ($d_{max} < 8 \mu m$) pour les mélanges de qualité standard, ou $< 5 \mu m$ pour la qualité Premium.

Les ciments microfins ont été conçus pour augmenter la distance de pénétration dans les fractures à très petites ouvertures qui causeraient normalement une filtration des particules. La technologie des ciments microfin permet une pénétration du coulis dans des espaces étroits avec moins de filtration ou de déshydratation pendant l'injection. Avec cette technologie, le coulis de ciment microfin peut être injecté plus loin dans des ouvertures étroites que ne permet pas le coulis de ciment standard. Les caractéristiques clés sont :

- Propriétés supérieures du coulis de ciment et du ciment durci.
- Faible viscosité, faible perte de fluide, haute résistance à la compression et faible conductivité hydraulique.
- Mélange et pompage en utilisant l'équipement de cimentation existant sans personnel supplémentaire.

Cependant, les ciments microfins ont toujours une faible capacité à pénétrer efficacement dans de petites fractures, ce qui réduit leur avantage dans les barrières de coulis par rapport à d'autres produits tels que les coulis chimiques discutés ci-dessous.

8.1.3 Coulis polymères et chimiques — faible viscosité/zone d'effet étendue

Gels polymères

Les gels polymères seront plus efficaces que les coulis conventionnels à base de ciment/particules pour sceller les fractures ou failles naturelles, car ils ont été spécialement conçus pour cette tâche. Une caractéristique importante des gels polymères est sa viscosité (cP) par rapport à l'eau (cP de 1). Les gels, ayant une faible viscosité, peuvent sceller des fractures fines, étroites et à ouverture variable, ce qui n'est pas possible avec la plupart des coulis de ciment qui sont plus visqueux.

Pour cette application, les gels polymères présentent ces avantages par rapport au coulis de ciment :

- Faible viscosité d'injection pour pénétrer sur de grandes distances dans le système de fractures remplies d'eau.
- Faible risque d'injection puisque même les gels « durcis » peuvent être nettoyés des tiges de forage.
- Faible coût en raison de la faible concentration en polymère.

8.1.4 Coulis chimiques pour arrêter l'écoulement

Systèmes de coulis hydrophiles

Les coulis d'injection expansifs hydrophiles sont des substances qui réagissent avec l'eau, absorbent l'eau pendant le durcissement et se transforment en une mousse ou un gel souple. Ils sont souvent utilisés pour sceller les fuites dans les joints ou les fissures. Les mousses de coulis expansif hydrophiles absorbent l'eau dans la fracture et se propagent dans des fractures plus fines qui partent de la fissure principale. Une caractéristique importante de tout liquide est sa viscosité (cP) par rapport à l'eau. L'eau a un cP de 1, tandis que les coulis expansifs hydrophiles peuvent varier de 300 à 2500 cP. Plus le cP est bas (plus la viscosité est faible), mieux le coulis expansif hydrophile est adapté pour les fissures étroites (pour une meilleure pénétration) et pour les applications qui pourraient nécessiter un plus grand déplacement. Plus la viscosité est élevée (cP élevé), mieux le coulis expansif hydrophile est adapté pour des applications à débit/volume élevé afin de ne pas être dilué. Les coulis de gel hydrophiles fonctionnent en stabilisant le sol à l'extérieur de la structure, comme l'acrylamide. Le prépolymère de coulis est généralement mélangé avec de l'eau à des ratios de 6:1, 8:1, et jusqu'à 12:1 (ratio eau à polymère) pour obtenir un gel allant de ferme à faible.

Mousses de polyuréthane expansives

Glencore envisage d'expérimenter le coulis de polyuréthane à Raglan. L'avantage du système de coulis de polyuréthane est la très haute viscosité et le durcissement rapide du matériau qui permettent de l'utiliser pour remplir et sceller l'écoulement des fractures, alors que les coulis à base de ciment ou les gels polymères seraient dissous avant le durcissement.

Les coulis de polyuréthane ont les inconvénients suivants :

- la distance de pénétration sera très faible.
- Un résultat aléatoire avec les polymères et les agents de réticulation peut entraîner la présence de matériaux non transformés dans les fractures.

Cela peut conduire à une barrière de faible épaisseur de coulis qui pourra être brisée de manière non intentionnelle ou par excès de pression.

8.2 Congélation des sols

La congélation des sols, ou les barrières gelées sont couramment utilisées dans des ouvrages de génie civil et la construction de tunnels/puits miniers en utilisant des forages alignés ou un fluide à basse température circule pour transformer l'eau interstitielle du sol en glace, assurant ainsi une liaison étanche et résistante entre les grains du terrain congelé autour de celui-ci qui en s'épaississant avec le temps permet d'obtenir la continuité avec les forages voisins.

- Les avantages de la congélation sont :
- Technique d'ingénierie assez simple.
- Confiance très élevée pour le rayon effectif.
- Possibilité de suivre la performance facilement.
- Indépendant de la porosité du massif rocheux ou du taux de pénétration dans les fractures.
- Autoréparation de la barrière gelée si la circulation d'eau est faible.

Pour Raglan, le principal bénéfice est de pouvoir congeler le sol sans avoir besoin d'apporter un coulis sur place si les fractures sont mal connectées. Mais les désavantages sont :

- Des investissements importants sont nécessaires pour l'installation.
- Consommation initiale d'énergie élevée.
- La congélation du sol requiert une période prolongée.
- Frais énergétiques importants sur le long terme.
- Empreinte carbone.

Selon l'expérience de SRK en matière de congélation des sols, cette solution n'est pas une appropriée pour Raglan.

8.3 Dépressurisation/Dénoyage de l'emmagasinement

8.3.1 Dépressurisation

Comme les gradients hydrauliques au sein du massif rocheux, surtout si l'écoulement a été initié, vont nuire à la capacité d'injecter des coulis, un programme de dépressurisation à l'avance du développement minier devrait être entrepris dans le cadre d'un programme d'injection de coulis.

L'approche suivante est recommandée :

- Planifier des sondages pour intersecter les cibles structurales principales (basés sur la cartographie des risques).
- Laisser s'écouler les forages initialement et après injecter du coulis si nécessaire.

Si l'écoulement est déjà en cours, SRK recommande de mettre en place d'autres forages pour diminuer ou supprimer ces écoulements.

SRK a développé un programme préliminaire de forage pour le développement proposé 7D. Neuf forages sont proposés avec des pendages entre 30 et 45 degrés. Les forages ciblent les veines à fort pendage modélisées à partir de l'accès au développement souterrain au-dessus de la zone 7D.

Le schéma ci-dessous (Figure 33) montre les cibles pour les forages et l'injection de coulis, avec les structures identifiées et des points rouges indiquant les emplacements où des travaux supplémentaires pourraient être requis si les débits d'écoulement d'eau sont toujours au-dessus du débit cible.

Le débit cible devra être déterminé dans le cadre de la conception de la gestion d'eau de la mine basée sur le bilan hydrologique actuel, comme discuté ci-dessous.

8.3.2 Plan des forages recommandés

Des forages exploratoires pour la dépressurisation et le dénoyage ont été modélisés pour intersecter la structure à risque élevé à fort pendage noté dans la Section 7. Deux zones du développement minier prévu à la mine Qakimajurq sont envisagées pour se prolonger dans le sol non gelé (Secteur 5 et Secteur 7D) et sont exposées au risque d'écoulement d'eau souterraine.

Actuellement, aucune structure majeure n'a été modélisée comme intersectant le développement minier du Secteur 5. Cependant, il faudra vérifier cela lors de la révision de la mise à jour du modèle que feront SRK et Glencore. (NOTE : cela pourrait être révisé en fonction de la révision du modèle structurel par le client)

Le développement du Secteur 7D a de nombreuses intersections comme le montre la Figure 29. Pour réduire le risque d'écoulement d'eau non maîtrisée, un programme de forage a été proposé pour cibler ces structures et permettre un dénoyage et une dépressurisation contrôlée à travers des forages de taille standard NQ. Un plan préliminaire montre ces forages dans la Figure 32 et le tableau 5 donne les informations sur le niveau de la surface, longueurs, pendage et azimut pour ces forages.

Figure 32 : Forages de dépressurisation/dénoyage recommandés pour la Zone 7D

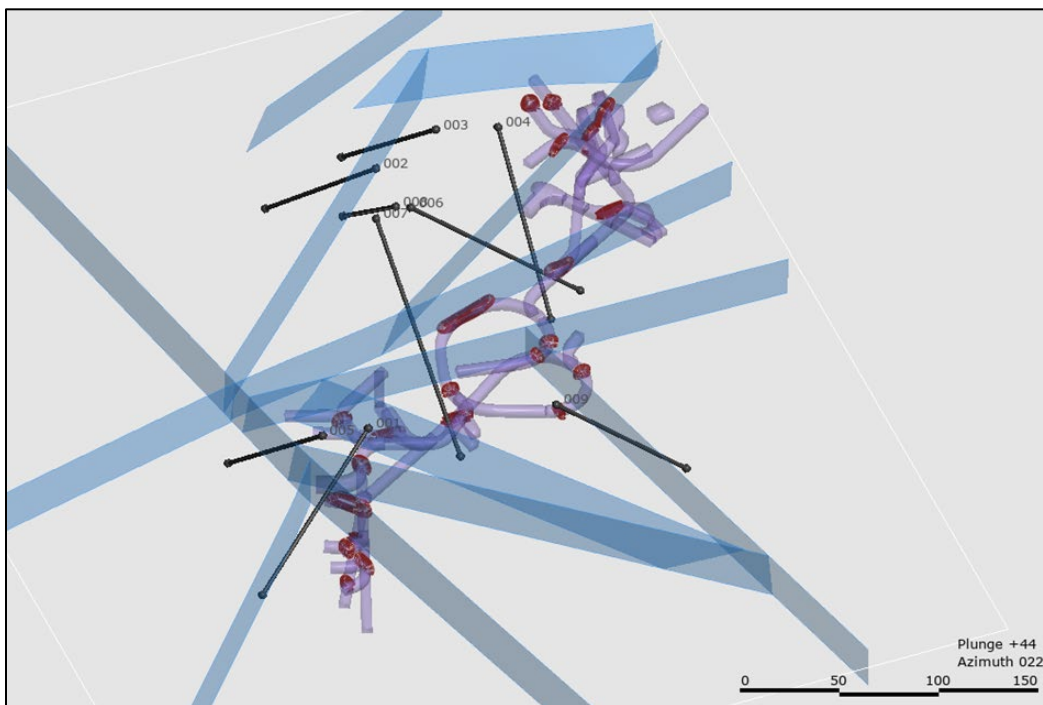


Tableau 5 : Détails de la disposition des forages de dénoyage

No. du forage	Est (m)	Nord (m)	Élévation (m)	Azimut (°)	Pendage (°)	Profondeur cible (m)
001	574777.7	6841170	1049.4	240	30	100
002	574860.5	6841363	1026.3	330	45	100
003	574901.2	6841384	1020.1	340	45	100
004	574932.8	6841379	1015.2	180	45	100
005	574754.4	6841174	1049.5	340	45	100
006	574852.8	6841298	1060.9	90	45	130
007	574833.7	6841297	1061.0	180	30	130
008	574846.2	6841302	1060.5	0	45	100
009	574872.1	6841151	1048.2	90	45	100

Note:

- 1 Les coordonnées sont présentées dans la grille de la mine modifié (NAD83)

9 Système de pompage souterrain et gestion de l'eau

9.1 Objectifs

Les objectifs de la gestion de l'eau souterraine sont :

- Minimiser l'impact sur la dilution de la salinité d'eau de la mine.
- Réduire la formation de glace dans les zones de travail, en particulier dans les rampes.
- Minimiser la quantité d'eau qui doit être pompée à la surface et gérer.

9.2 Système actuel de gestion d'eau de la mine

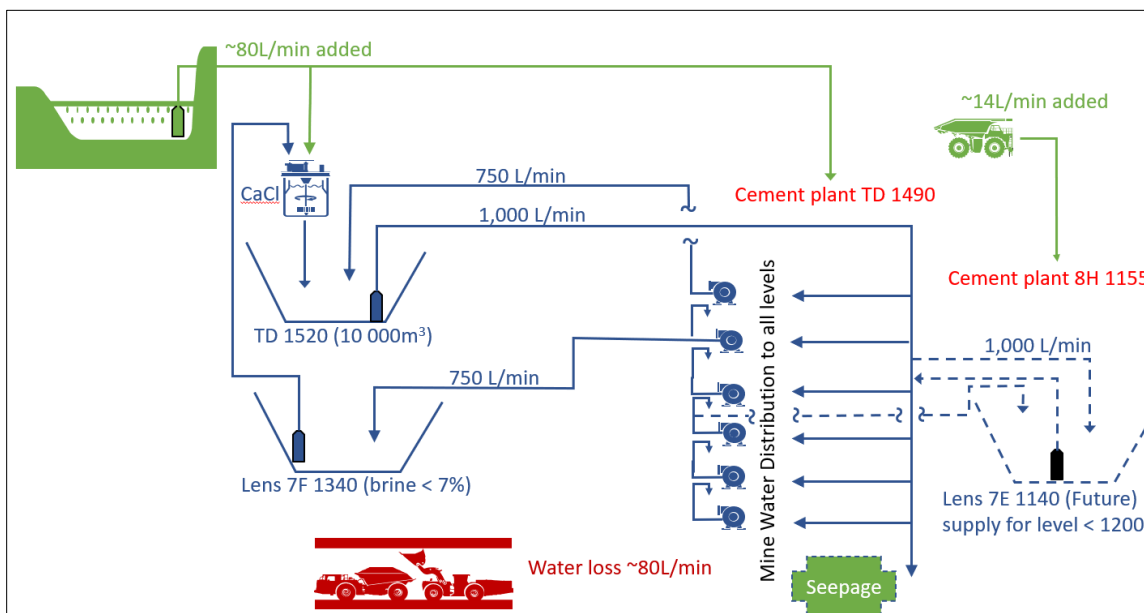
Le système de gestion d'eau de la mine fonctionne en circuit fermé qui collecte l'eau dans des bassins collecteurs au fur et à mesure qu'elle s'écoule par gravité. Cette eau est ensuite transférée par pompe vers des bassins collecteurs plus grands aux niveaux 1340 et 1520. Un plus grand bassin collecteur est prévu pour le niveau 1140.

Pour éviter que l'eau de la mine ne gèle dans la mine non chauffée, du chlorure de calcium (CaCl) est ajouté au bassin collecteur du niveau 1520. Habituellement, la concentration en salinité est maintenue à environ 7 % en hiver lorsque de l'air froid est utilisé pour la ventilation, mais en été, la concentration peut être diminuée.

Une estimation moyenne de 80 L/min d'eau fraîche et nouvelle de surface est ajoutée au système, car les déchets/minerais transportés à la surface sont maintenus humides pour éviter la poussière souterraine. De l'eau fraîche supplémentaire est nécessaire pour l'approvisionnement de l'usine de mélange de remplissage de remblai de roche au ciment (RRC) souterraine.

Actuellement, l'eau d'infiltration de la zone 7D, niveau 1050 est pompé dans la rampe 7E pour éviter le mélange et la dilution d'eau de la mine. Un schéma du système de pompage souterrain est présenté à la Figure 33. Le volume retenu dans la rampe 7E n'est actuellement pas disponible pour SRK.

Figure 33 : Schéma du système de pompage souterrain



9.3 Opportunités de modification du système de gestion d'eau de la mine

Pour gérer les écoulements d'eau récents dans la mine, des modifications pourraient être apportées au système actuel pour utiliser l'eau d'écoulement d'eau dans les services actuels (forage et suppression de la poussière) et l'approvisionnement de l'usine de mélange de RRC (Glencore a effectué des tests pour montrer que l'eau à 3 % de salinité peut être utilisée pour produire du RRC qui répond aux spécifications de conception). Cela permettrait d'envoyer moins d'eau fraîche depuis la surface et de réduire/éliminer la nécessité de pomper tout écoulement d'eau à la surface où il devra être traité et rejeté.

10 Recommandations

Suite aux données recueillies depuis que les forages ont atteint le sol non gelé et provoqué des écoulements d'eau souterraine à Qakimajurq, SRK propose les recommandations suivantes pour réduire les impacts sur le développement et l'exploitation du gisement, et les difficultés de gestion de l'eau de la mine (dilution de la saumure, formation de glace sur les rampes et les galeries, etc.).

10.1 Zones à haut risque

SRK recommande que le développement et l'exploitation minière dans les zones à haut risque d'écoulement d'eau soient évalués avec une modélisation structurelle mise à jour et une cartographie des écoulements d'eau maintenue pour guider la conception.

10.2 Forage de dénoyage/dépressurisation

Un plan de forage de dénoyage/dépressurisation devrait être intégré dans la conception du développement de la mine, le calendrier des activités et les coûts. Ce plan de forage devra être mis à jour à mesure que la nouvelle compréhension du système d'eau souterraine subpergélisol augmente et que le développement de la mine s'étend davantage dans le sol non gelé.

Le plan de forage préliminaire décrit dans la Section 8 devrait être complétée par des systèmes de surveillance de la pression et du débit pour déterminer l'efficacité du programme de forage.

Ce plan de forage devrait comporter les éléments suivants :

- Installation de VWP's supplémentaires pour mesurer les pressions de l'eau souterraine avant et après l'installation des forages de dépressurisation/dénoyage.
 - Note : Ces forages n'ont pas été inclus dans la disposition des forages de dénoyage discutée dans la Section 8.
- Surveiller les changements des niveaux d'eau et le dénoyage et les avancées du développement de la mine.
- Mesure de la quantité d'eau souterraine déchargée des forages de dépressurisation/dénoyage et sa variation dans le temps.
- Analyse des résultats visant à fournir des paramètres de conception révisés pour le dénoyage des eaux souterraines pendant l'exploitation minière (si nécessaire).

10.3 Injection de coulis

Pour minimiser l'écoulement d'eau, en particulier dans les chantiers où le contrôle et l'injection de coulis après développement pourraient être problématiques, SRK recommande ce qui suit :

1. Réaliser une étude comparative pour différents types de coulis :
 - (a) Gel polymère

- (i) Pour obtenir une meilleure pénétration, le coulis de gel polymère pourrait être le choix optimal.
 - (ii) La compatibilité pour des températures à ou en dessous de 0 °C devra être discutée avec les fournisseurs (par exemple : BASF, etc.).
 - (iii) La capacité du personnel de Glencore à travailler avec les produits devra être prise en compte dans l'étude de compromis.
- (b) Ciment microfin
- (i) Le ciment microfin devrait être évalué en comparaison avec le mélange de ciment standard.
 - (ii) Le ciment microfin devrait être compatible avec l'équipement d'injection de coulis actuel de Glencore, mais devra être vérifié par les fournisseurs.

10.4 Gestion de l'eau souterraine

Les écoulements d'eau dans la mine sont actuellement limités aux structures en dessous de l'élévation 1080 m et sont dans la plage de salinité des sources d'eau de surface nécessaire pour maintenir l'équilibre de l'eau souterraine. Les mesures traditionnelles d'atténuation des écoulements d'eau telles que les forages de dénoyage de la mine ou les galeries, le pompage, le stockage et l'ajout de CaCl devraient être évalués avant l'injection de coulis, car ces options pourraient être plus rentables.

Selon le système actuel de gestion de l'eau de la mine sur le site, la collecte et l'utilisation souterraine, de l'écoulement d'eau potentiel devrait être évalué. L'écoulement d'eau pourrait être activement collecté en utilisant des forages de dénoyage planifiés et transféré soit vers une zone de stockage, soit directement pour remplacer la source d'eau de surface.

Les modifications recommandées au système actuel de gestion de l'eau souterraine qui devraient être examinées dans le cadre d'une étude de comparative sont :

- La collecte et le transfert de l'écoulement d'eau vers les bassins collecteurs aux niveaux 1340 ou 1520 avant que la concentration de CaCl de l'eau de la mine soit ajustée.
- Ajuster la concentration de saumure dans le système pour limiter la dilution en dessous d'une concentration seuil, comme cela serait fait lors de l'ajout d'eau de surface fraîche.
- Décharge directe ou indirecte à l'usine de mélange de RRC.

Ces mesures nécessiteront une gestion et une complexité accrues dans le système de gestion de l'eau souterraine, mais pourraient éliminer la nécessité de pomper toute l'eau d'écoulement d'eau à la surface où elle devra être stockée, traitée et rejetée dans l'environnement.

11 Conclusions

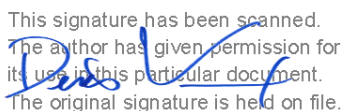
À partir des données fournies par SRK et des données recueillies pendant le programme de forage et de tests, les conclusions suivantes ont été établies :

1. L'écoulement d'eau souterraine est contrôlé structurellement.
2. Les structures à fort pendage présentent un risque plus élevé d'interceptions d'eau souterraine, car ces structures sont liées aux structures d'écoulement d'eau cartographiées. Cela s'explique par le fait les structures sont tardives avec des caractéristiques cassantes et qui présentent plus de fracturation pour être plus conductrices.
3. Les failles parallèles à la stratification sont considérées comme présentant un risque plus faible, car à ce jour elles ne correspondent pas aux structures d'écoulement d'eau cartographiées. Cela est probablement dû à une déformation plus ductile et donc à des caractéristiques plus cohérentes et plus serrées. Elles pourraient former des barrières d'écoulement latéral, mais les données à ce jour sont encore non concluantes.
4. La modélisation numérique des eaux souterraines n'est pas appropriée pour le soutien opérationnel et la planification.
5. Les pressions et les débits des écoulements d'eau souterraine diminuent à mesure que la zone est dénoyée par les forages et les développements dans le sol non gelé.
6. L'aquifère sous le pergélisol ne semble pas directement connecté aux taliks ouverts ou à la surface via un conduit/faille à haut débit (bien que ce risque doit être gardé à l'esprit à mesure que l'exploitation minière avance dans de nouveaux terrains).
7. Les forages de dénoyage et de dépressurisation devraient faire partie de la conception et de la planification de la mine.
8. L'injection de coulis devrait être utilisé là où c'est approprié, en conjonction avec l'atténuation des écoulements d'écoulement d'eau à haut risque et de la capacité du système de gestion de l'eau souterraine.
9. Basé sur la dépressurisation observée et la réduction des écoulements d'eau pendant les travaux de terrain, le risque d'avoir à abandonner des galeries et des secteurs minéralisés situés en profondeur qui sont cruciaux pour maintenir les taux de production et/ou les réserves en raison de débits d'écoulement d'eau extrême est considéré comme faible si une dépressurisation active et des forages de dénoyage sont réalisés.
10. La probabilité et l'ampleur des coûts imprévus pour la gestion d'un volume élevé d'eau souterraine pendant l'exploitation minière sont considérées comme faibles si des forages de dépressurisation et de dénoyage sont réalisés.
11. La qualité de l'eau souterraine devrait permettre de les utiliser pour les besoins en eau de la mine, y compris pour la saumure de forage (avec des ajouts de CaCl) et la production de RRF.

12. Si les écoulements d'eaux souterraines sont gérés et que leur utilisation est maximisée pour les besoins des opérations souterraines et le mélange de RRF, les écoulements d'eaux souterraines ne devraient pas avoir un impact important sur la réglementation environnementale pour la gestion de l'eau et le rejet. De plus, la dilution de l'eau des opérations saumurée par l'eau souterraine ne présente pas de risque, mais doit être activement gérée.

Le rapport Raglan Mine — Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment, a été préparé originalement en anglais par une équipe de SRK comprenant un des auteurs habilités à exercer sa profession au Québec. La traduction de ce rapport a été préparée par le co-auteur qui est un professionnel compétent (ingénieur en hydrogéologie) est inscrit à l'ordre des ingénieurs du Québec.

This signature has been scanned.
The author has given permission for
its use in this particular document.
The original signature is held on file.



Denis Vachon, ing 136398# OIQ
Consultant senior (Ingénieur en Hydrogéologie)

La version originale de ce rapport, rédigée en anglais, a été révisée à l'interne par Michael Royle, MAppSci, Consultant principal chez SRK Consulting (Canada) Inc

Toutes les données utilisées comme source, ainsi que le texte, les tableaux, les figures et les pièces jointes du présent document ont été examinés et préparés conformément aux pratiques professionnelles généralement acceptées en matière d'ingénierie et d'environnement.

Disclaimer—SRK Consulting (Canada) Inc. has prepared this document for Glencore Canada Corporation, our client. Any use or decisions by which a third party makes of this document are the responsibility of such third parties. In no circumstance does SRK accept any consequential liability arising from commercial decisions or actions resulting from the use of this report by a third party.

The opinions expressed in this document have been based on the information available to SRK at the time of preparation. SRK has exercised all due care in reviewing information supplied by others for use on this project. While SRK has compared key supplied data with expected values, the accuracy of the results and conclusions from the review are entirely reliant on the accuracy and completeness of the supplied data. SRK does not accept responsibility for any errors or omissions in the supplied information, except to the extent that SRK was hired to verify the data.

Références

- Burn CR. 2002. Tundra lakes and permafrost, Richards Island, western Arctic coast, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 39: 1281–1298.
- Burn CR. 2005. Lake-bottom thermal regimes, western arctic coast, Canada. *Permafrost and Periglacial Processes* 16: 355–367.
- Fortier, R., 2020. Bilan du suivi climatique de 2006-2020 de la zone 5-8 de la propriété minière Raglan au Nunavik (Québec).
- Frape, S.K. and P. Fritz. 1987. Geochemical Trends for Groundwaters from the Canadian Shield; in *Saline Water and Gases in Crystalline Rocks*. Editors: Fritz, P. And Frape, S.K. Geological Association of Canada Special Paper 33.
- L'Hérault, E. et Allard, M. (2018). Production de la 2^{ième} approximation de la carte de pergélisol du Québec en fonction des paramètres géomorphologiques, écologiques, et des processus physiques liés au climat. Rapport final. Réalisé pour le compte du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec. Centre d'études nordiques, Université Laval, 61 p.
- Mackay J.R. 1962. Pingos of the Pleistocene Mackenzie delta area. *Geographical Bulletin*, 18: 21-63.
- Stotler, R. L., Frape, S. K., Ruskeeniemi, T., Ahonen, L., Onstott, T. C., & Hobbs, M. Y. (2009). Hydrogeochemistry of groundwaters in and below the base of thick permafrost at Lupin, Nunavut, Canada. *Journal of Hydrology*, 373(1-2), 80-95.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.04.013>
- Bleeker, W. and Kamo, S., 2020. Structural-stratigraphic setting and U-Pb geochronology of Ni-Cu-Co-PGE ore environments in the central Cape Smith Belt, Circum-Superior Belt; in *Targeted Geoscience Initiative 5: Advances in the understanding of Canadian Ni-Cu-PGE and Cr ore systems – Examples from the Midcontinent Rift, the Circum-Superior Belt, the Archean Superior Province, and Cordilleran Alaskan-type intrusions*, (ed.) W. Bleeker and M.G. Houlé; Geological Survey of Canada, Open File 8722, p. 65–98. <https://doi.org/10.4095/326882>.
- Smith M.W. 1976. Permafrost in the Mackenzie delta, Northwest Territories. Geological Survey of Canada. Paper 75-28.
- Stevens CW. 2010a. Interannual Changes in Seasonal Ground Freezing and Near-surface Heat Flow beneath Bottom-fast Ice in the Near-shore Zone, Mackenzie Delta, NWT, Canada. *Permafrost and Periglacial Processes* 21: 256-270.

- Stevens CW. 2010b. Modeling Ground Thermal Conditions and the Limit of Permafrost within the Nearshore Zone of the Mackenzie Delta, Canada. *Journal of Geophysical Research*. 115: F04027.
- St-Onge, M.R., Lucas, S.B., and Parrish, R.R., 1992. Terrane accretion in the internal zone of the Ungava orogen, northern Quebec. 1: Tectonostratigraphic assemblages and their tectonic implications; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 746–764.
- Lucas, S.B. and St-Onge, M.R., 1992. Terrane accretion in the internal zone of the Ungava orogen, northern Quebec. Part 2: Structural and metamorphic history; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 765–782.
- St-Onge, M.R. and Lucas, S.B., 1993. Geology of the Eastern Cape Smith Belt: Parts of the Kangiqsujuaq, Cratere du nouveau-Quebec, and Lacs Nuvilik map areas, Quebec; Geological Survey of Canada, Memoir 438, 110 p.
- Martin J, Clayton C, Murphy B. 2013. A method for deriving sub-permafrost groundwater salinity and total dissolved solids. *Proceedings of the First International Conference on Mine Water Solutions in Extreme Environments*. April 15-17, 2013 in Lima, Peru.
- Hydro-Ressources Inc., 2017, Étude Hydrogéologique, Glencore – Mine Raglan, Rapport technique – dossier P16-110.
- Heginbottom, J.A., Brown, J., Humlum, O. and Svensson, H. (2009) State of the Earth's Cryosphere at the Beginning of the 21st Century: Glaciers, Global Snow Cover, Floating Ice, and Permafrost and Periglacial Environments. A435.
- Glencore, 2021. Request for Proposal Quakimajurq Hydrogeological Study, 2021-02-26.

Annexe A Manuel de cartographie des structures et des écoulements



Raglan Mine: Structural and Inflow Mapping Recommendations

January 2022

Underground Mapping Validations

To improve the underground structural mapping and inflow tracking data, SRK recommends that where possible, the following codes and numeric descriptors are added to all structural orientation measurements and drilling logs/observations.

NOTE: In addition to the planar measurements (Dip and Strike), slickenline orientation (Plunge and Azimuth) should be collected from fault surfaces.

WATER			FAULT FILL			SLIP	
Code	Description	Flow rate (L/min)	Code	Description	Permeability	Code	Slip
1	Dry	0	G	Gouge	Open structure, but gouge so low to no flow	DS	Dip-Slip
2	Damp *	0	GB	Gougey Breccia		OS	Oblique Slip
3	Dripping	<0.1	B	Breccia	Open structure with spaces between broken rock, allows flow	SS	Strike Slip
4	Minor flow	0.1 to 5	CB	Cemented Breccia	Closed structure, coherent, healed or cemented so low to no flow		
5	Moderate flow	5 to 50	C	Catacalsite			
6	High flow	50 to 100					
7	Very high flow	>100					

Note: The “damp” will not apply to drill holes

Cartographie Souterraine

Afin d'améliorer la cartographie structurale souterraine et les données de suivi de l'écoulement d'eau, SRK recommande, dans la mesure du possible, que les codes et description suivantes soient ajoutés aux mesures d'orientation structurale et journaux/observations de forage.

Remarque: en plus des mesures des structures planaires (direction et pendage), l'orientation des stries de faille (direction et plongement) devrait être collectée à partir de la surface de la faille.

ÉCOULEMENT D'EAU			REPLISSAGE DE LA FAILLE			REJET	
Code	Description	Débit (L/min)	Code	Description	Perméabilité	Code	Type
1	Sec	0	G	Gouge	Structure ouverte remplie de gouge donc écoulement faible à aucun	DS	Rejet-pendage (normale/inverse)
2	Humide *	0	GB	Gouge/Brèche		OS	Oblique
3	Négligeable	<0.1	B	Brèche	Structure ouverte avec espace entre débris de roches brisées qui permet l'écoulement	SS	Décrochement
4	Mineur	0.1 to 5	CB	Brèche cimentée	Structure fermée, cimentée, donc écoulement faible à aucun		
5	Modéré	5 to 50	C	Cataclase			
6	Majeure	50 to 100					
7	Extreme	>100					

Note: "Humide" ne s'applique pas aux forages DDH

Drill Core Logging of Major Faults

MAJOR FAULT CODES			HYDROGEOLOGY
Code	Description	Confidence	Permeability
1	Gouge, gougey breccia	High confidence incohesive fault	Fault core may be sealed, but might still have a permeable damage zone
2	Breccia, open breccia	High confidence incohesive fault	Fault core is mostly open with permeable damage zone
3	Cataclasite, cohesive breccia	High confidence cohesive fault	Fault core is sealed with poorly developed damage zone
4	Slickensides, observed displacements	High confidence cohesive fault	Mostly tight closed fault surfaces with limited open damage zone
5	Fault-related alteration or strong fracturing. Most likely fault damage zone.	Lower confidence fault, also used to classify damage zone	Damage zone, open or tight but fault core may be missing due to drill core loss
6	Rubble core. Most likely mechanical damage from drilling	Unsure if this is fault related damage	No evidence of faulting but may be zone of fracturing and permeability
7	Residual soil / clay of unknown origin. Optional, customizable class specific to project.	Alteration or saprolite, desilicification, damage related to underground workings	

Description de la carotte de forage des failles majeures

CODES DES FAILLES MAJEURES			HYDROGÉOLOGIE
Code	Description	Confiance	Perméabilité
1	Gouge, gouge/brèche	Confiance élevée d'une faille friable	La faille peut être scellée, mais il peut encore y avoir une zone endommagée perméable.
2	Brèche, brèche ouverte	Confiance élevée d'une faille friable	La faille est en grande partie ouverte avec une zone endommagée perméable
3	Cataclasite, brèche cohésive	Confiance élevée d'une faille avec cohésion	La faille est scellée avec une zone endommagée peu développée.
4	Miroir de faille, mouvement observé	Confiance élevée d'une faille avec cohésion	Surface de faille fermée et étanche avec une zone endommagée ouverte limitée.
5	Altération liée à la faille ou forte fracturation. Zone très probablement endommagée par une faille	Confiance faible d'une faille, aussi utilisée pour classifier une zone endommagée par une faille	Zone endommagée, ouverte ou étanche, mais peut-être absente en raison de la perte de carottes de forage
6	Carotte broyée. Dommages mécaniques probablement dus au forage.	Incertain si le dommage est lié à une faille	Aucune preuve de faille, mais peut-être une zone de fracturation et de perméabilité
7	Sol résiduel / argile d'origine inconnue. Classe optionnelle, personnalisable et spécifique au projet.	Altération ou saprolite, désilicification, dommages liés à des travaux souterrains	

Annexe B Examen de la géologie structurale

Memo

To:	Véronique Boivin (Snr Project Eng – Ground Control)	Client:	Glencore Canada Corp.
From:	Ron Uken	Project No:	1CG037.000
Cc:	Anne Chabot-Bergeron, (Glencore Canada Corp.)	Date:	January 12, 2022
Subject:	Raglan Mine – Structural Model Review		

1 Introduction

As part of the mine dewatering support to Glencore at their Raglan Mine, SRK was requested to undertake a groundwater drilling and water monitoring study at the Qakimajurq operations to help manage water ingress below the permafrost surface. As part of this work SRK undertook a structural investigation of all available data with the development of a preliminary 3D fault model to assist with drillhole targeting of major structures. As drilling commenced, detailed structural logs were added to the model with various model updates developed as the project progressed.

This technical report provides an analysis of the final structural model and associated seams model. The model has been extended to beyond the immediate area of detailed drilling and concern to allow structural prediction of planned mining areas, help inform targeted drilling for structure and dewatering management. The final SRK model was provided to Glencore to be incorporated into Raglan's structural model.

2 Structural Data

To help undertake the Structural investigation, relevant structural data were imported into Leapfrog Geo and included the following:

- Regional geological map
- Underground level plans
- Topography surface
- Drillhole data with lithology, RQD, structures and water seams
- Structural data mapping orientation data (bedding, contacts, faults, major faults, joints)
- Major and minor fault wireframes

- Lithology wireframes, notably the hangingwall and footwall
- Underground workings

3 Tectonic Setting

The Raglan Mine is located within the Cape Smith Belt of northern Quebec which hosts one of the most significant Proterozoic komatiite-associated Ni-Cu-(PGE) districts in the world. Mineralization is confined to a northerly-dipping sequence of volcanic and sedimentary rocks, overlying basement of the northern Superior craton. Sulphide ore occurs associated with thermal erosion channels at or near the basal contact of the Chukotat Group lavas (Raglan Horizon) often extending into footwall gabbro sills (Bleeker and Kamo, 2020) (Figure 3.1 and Figure 3.2).

The host succession is a structurally complex fold-thrust belt, imbricated by multiple thrusts (St-Onge et al., 1992; Lucas and St-Onge, 1992; St-Onge and Lucas, 1993 with the number of major thrust slices more recently reduced (Bleeker and Kamo, 2020) (Figure 3.1 and Figure 3.2). The thrust complex developed during foreland contraction with south verging faults ramping up from a basal decollement located at the basement cover contact and a possible metamorphic core complex (Kovik antiform) to the north.

In this setting, SRK understands that although major regional thrusts may not be developed as initially interpreted, smaller thrusts of more local scale, continuity and limited displacement should be expected as supported by drilling and mine mapping.

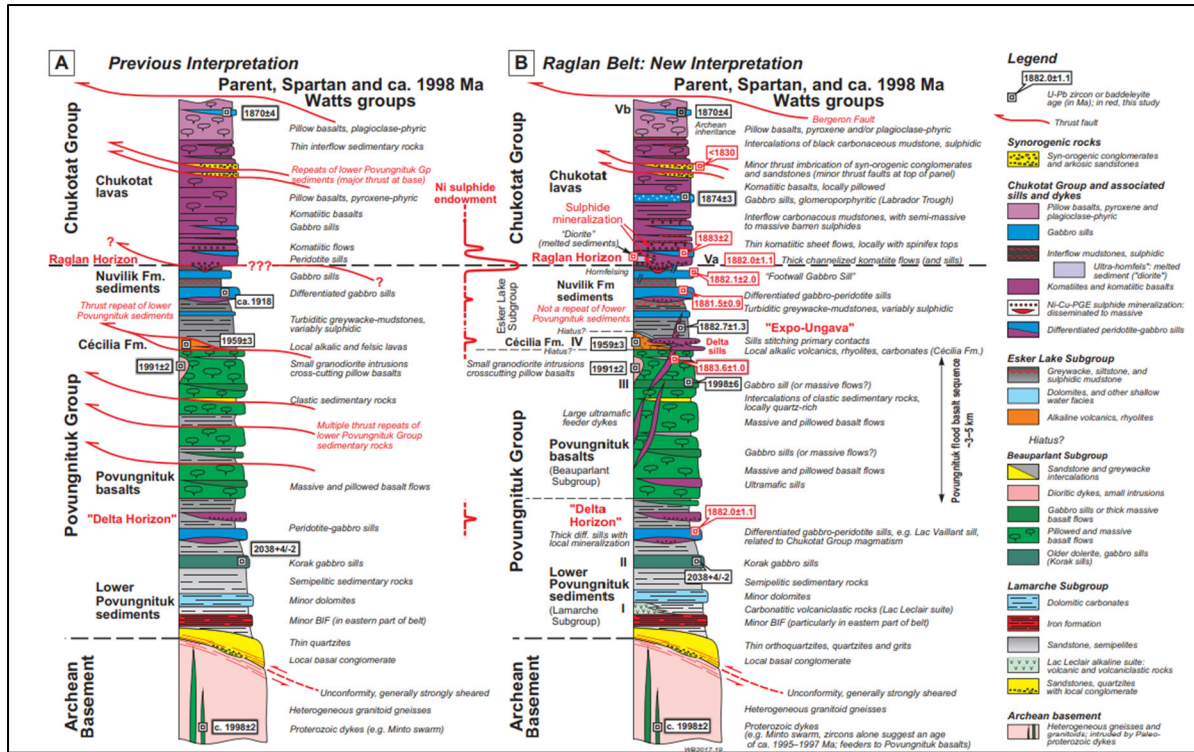


Figure 3.1: Lithotectonic stratigraphy of the Raglan Belt with interpreted thrust contacts.

Note: the earlier interpretations indicated significantly more regional thrust slices compared to the more recent interpretation of Bleeker and Kamo (2020).

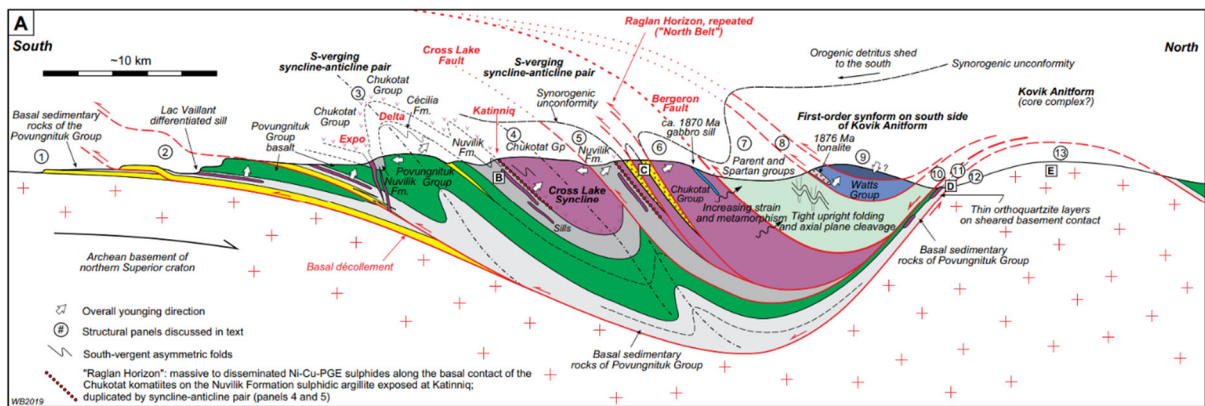


Figure 3.2: Cross section through the Cape Smith Belt showing major south vergent thrust and folds from Bleeker and Kamo, 2020.

Note: the Kovik Antiform which possibly represents a metamorphic core complex uplift.

The tectonostratigraphy (Figure 3.1 and Figure 3.2) from south to north, consists of autochthonous to para-autochthonous lower Povungnituk sedimentary rocks, a thick sequence of 2000 Ma Povungnituk basaltic lavas, more panels of sedimentary rocks, numerous mafic-ultramafic sills, Mg-rich and more primitive Chukotat volcanic rocks, additional sedimentary units,

and a complex of possibly allochthonous tectono-stratigraphic units, including the 2000 Ma Watts Group (Bleeker and Kamo, 2020).

4 Lineament Analysis

Lineaments were used to develop a framework of the dominant structural patterns present in the area. Lineaments were primarily interpreted from a combination of topography, drainage patterns and visible rock stratification from satellite and regional low resolution topography. A more detailed analysis was undertaken using LiDAR data over the mine working to directly support the 3D mine fault modelling. Regional lineaments established potential water flow pathways and connectivity to the major drainage system, lakes and specifically taliks as a source to water inflow into the mine (Figure 4.1).

Dominant trends are defined by the stratification which form an arcuate parallel moderately northerly dipping set. These trends are cut by steeply dipping cross faults that include a major NW trending set, and secondary NS to NNE trend. The interaction of these trends accounts for the characteristic trellis drainage pattern in the area.

The structural setting and tectonic history supports a series of near stratification parallel, northerly dipping and south verging, thrust slices cut by steeply strike slip faults.



Figure 4.1: Interpreted lineaments.

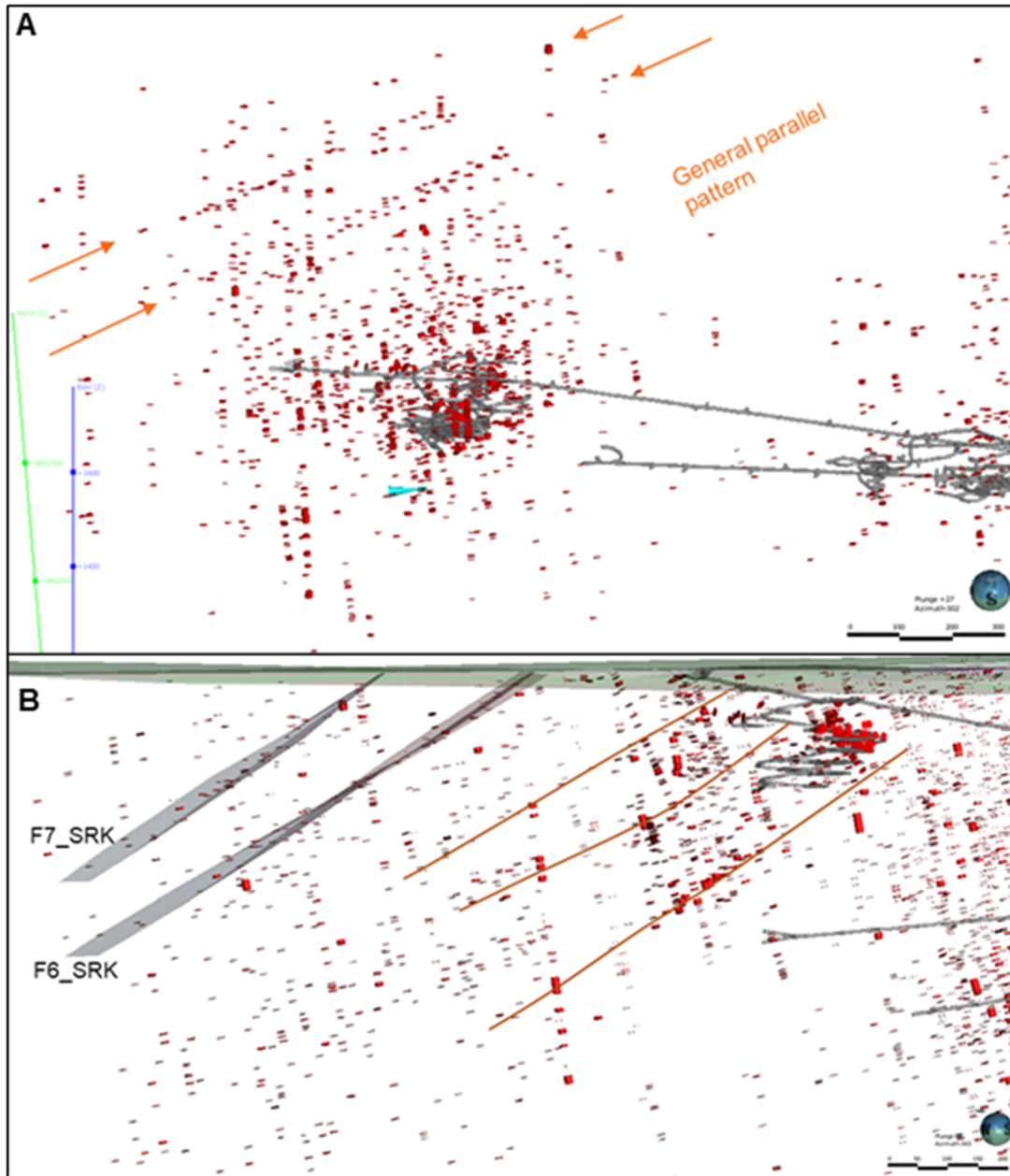
Note: Regional strata and possible strata parallel structures are shown in black, A dominant NW lineament trend (Orange) with minor NS and NNE trends represent late steep cross cutting faults. Higher resolution lineaments are shown in red on the mine property.

5 Fault Model

The dense mine drillhole network was used to identify major structures from the logged structural intercepts cloud. These represent high confidence structures with multiple successive and adjacent drillhole intercepts, that when viewed in the correct orientation provide a trace of the fault surface (Figure 5.1). Using standard Leapfrog Geo™ workflows, wireframes of these surfaces were generated. The wireframes were extended to intersect the surface topography and the intersection lineaments generated (Figure 5.2).

Lineaments generated from lineament analysis were compared to the modelled fault intersection lineaments and to the regional geology map. Where possible lineaments were used to further constrain the modelled faults and used to generate additional faults. Lineaments were used to align with fault intercepts in the underlying drillhole cloud to model additional major faults.

When the modelled high confidence faults are compared to the lineament analysis a NE and ENE set are well represented but a NW to NNW set are poorly represented (Figure 5.2). This discrepancy is likely due to the NW to NNW set being steeply dipping and thus poorly represented due to drill hole bias but are reported in the underground mapping. When compared to the lithology and geological map (Figure 5.3) the modelled faults show a good correlation to the lithology contacts and indicate that these faults are mostly strike-slip systems, represented by near bedding parallel thrust and thrust contacts. Stereonet plots of major faults data support the existence of shallow dipping faults but also the existence of steeply dipping NW to NNW trending and westerly dipping structures (Figure 5.3).



**Figure 5.1: A) Fault intercept data. Note the two well-defined fault surfaces visible.
B) Modelled surfaces F7_SRK and F7_SRK as high confidence faults with multiple drill hole intersections. Additional parallel structures are also evident (orange lines).**

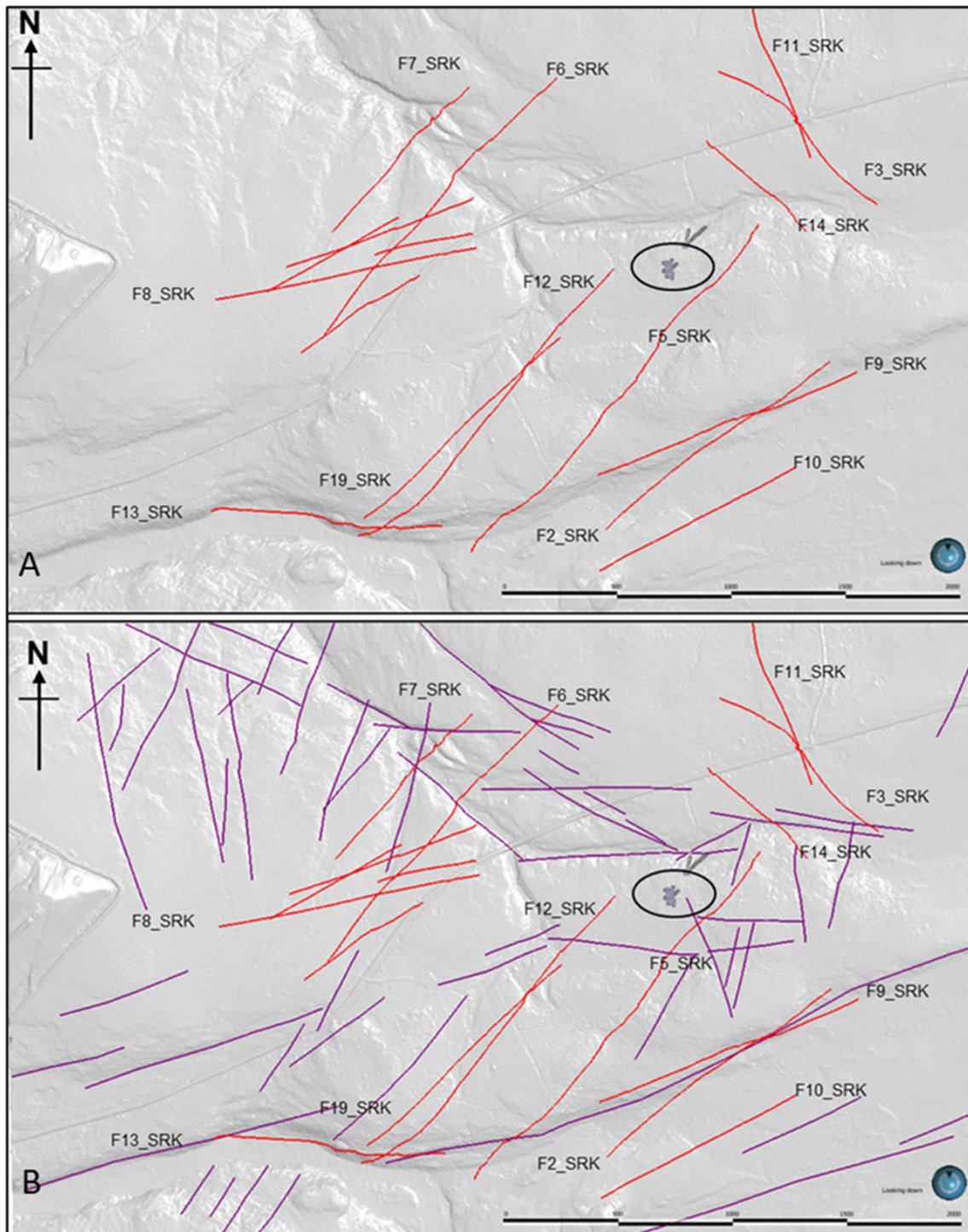


Figure 5.2: A) Intersections of modelled major fault surfaces with the topography from drillhole intersection data (red lines). Note strong NE trends and NNE trends. B) Relationship of fault intersection lineaments (red) with lineament interpretation (purple). Poor correlation of faults with lineaments is possible due to drill hole bias favouring moderately to gentle dipping structures. This suggests that NW to NNW trends are likely associated with steeply dipping faults as confirmed by the underground mapping data.

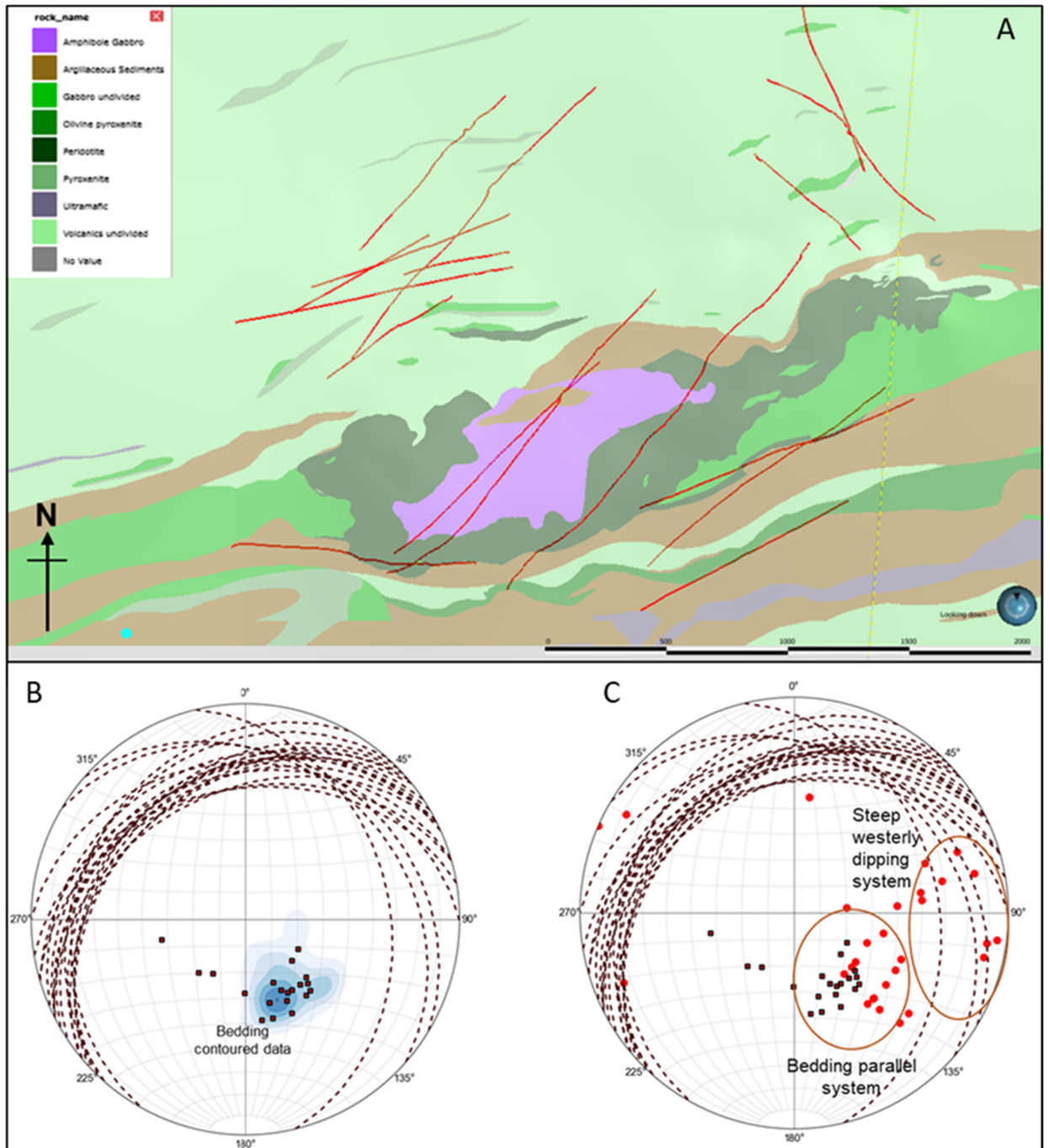


Figure 5.3: **A)** High confidence high continuity modelled faults in relation to the geology map with dominant NE and ENE trends closely matching the lithology contact orientations. **B)** Modelled major fault orientations (red squares). **C)** Modelled faults (red squares) in relation to measured major fault (red circles). Fault data indicates steeply dipping NS trending faults. These are considered to not be well represented in drill intersections due to drillhole bias.

The NW to NNW trending structures lineaments likely represent this steeply dipping set and also represent the strong regional lineament trend (Figure 4.1). Analysis of the drill core intercepts

indicate the presence of some very wide fault intercepts. These are likely very oblique fault intersection with the drill orientations resulting in the wide intercepts, too wide to represent typical faults. Furthermore, Raglan also provided a modelled fault supporting this fault set (Figure 5.4). SRK used a combination of lineaments and the wide drillhole intercepts to generate series of steeply dipping faults (F28_SRK, F29_SRK, F30_SRK, F31_SRK) (Figure 5.4).

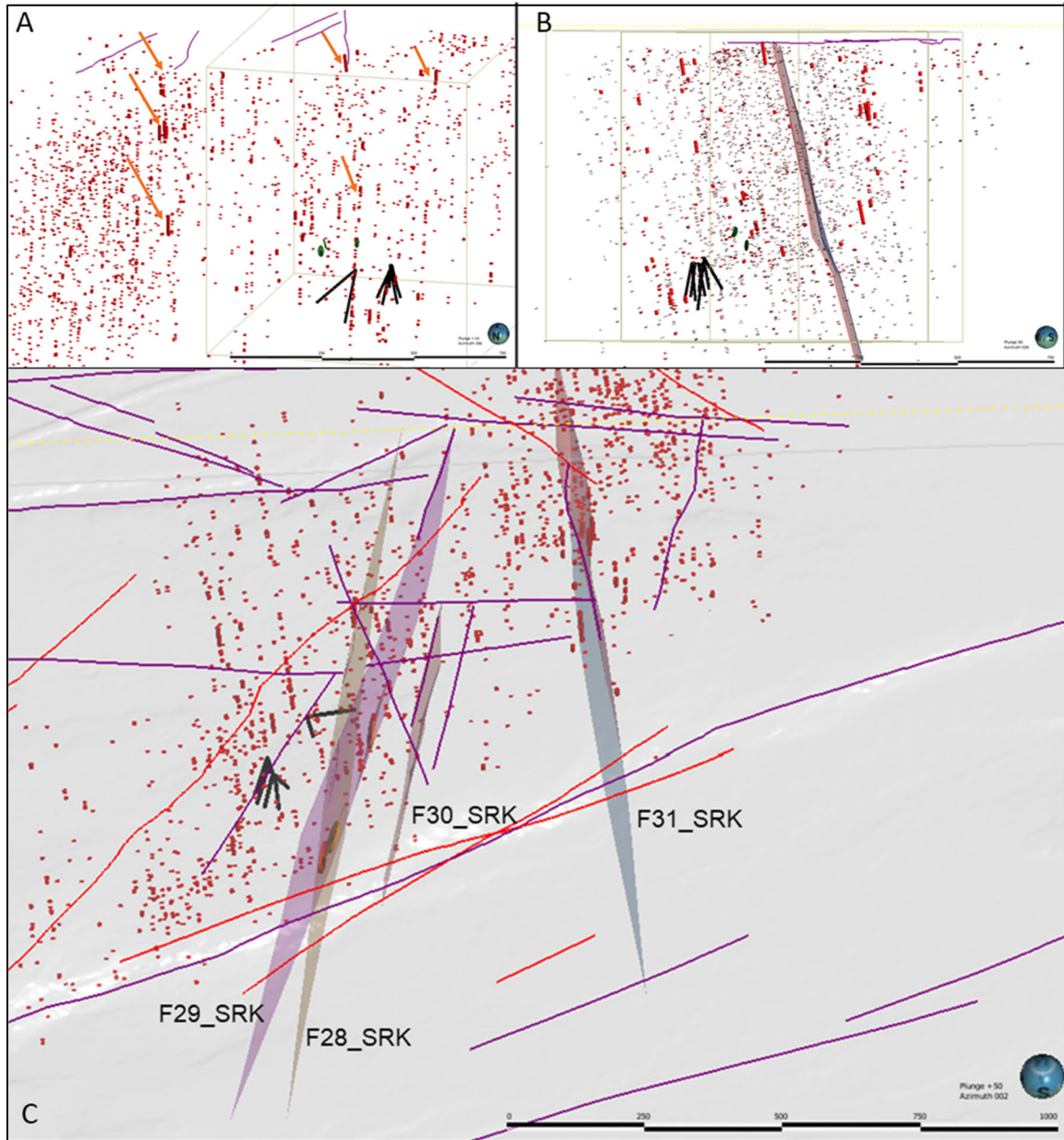


Figure 5.4: A) Fault drillhole intercepts showing scattered wide fault intercepts likely representing steeply dipping faults.
 B) Steeply dipping fault wireframes from Raglan mine.
 C) SRK modelled steeply dipping faults interpreted from wide drill hole intercepts.

The combination of the moderately to shallow dipping fault system and the steeply dipping faults were modelled to form the basis of the major fault model that was used to inform the drill investigation for the groundwater investigations. The final regional fault model is shown in Figure 5.5.

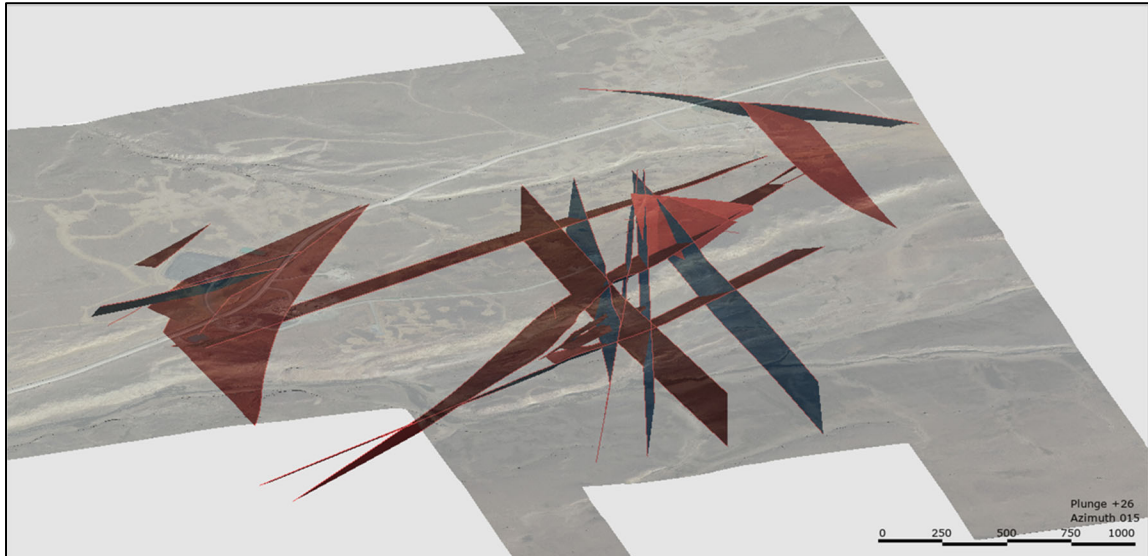


Figure 5.5: Final property scale fault model with mostly high continuity faults developed from well defined drill hole intercepts and surface lineaments.

6 Detailed Fault Model

Detailed structural logging from oriented core were collected as part of the groundwater drill campaign from six planned drillholes (Figure 6.1). Note that only five of these holes were logged in detail with hole 7D4827L8-1 logged only for major structures. All structures were plotted in stereographic projection to investigate structural patterns and also check data quality for reliability and errors such as drill spin (Figure 6.2). Intersections with major structures used to inform the updated structural model were recorded and used to update the major fault model (Figure 6.3).

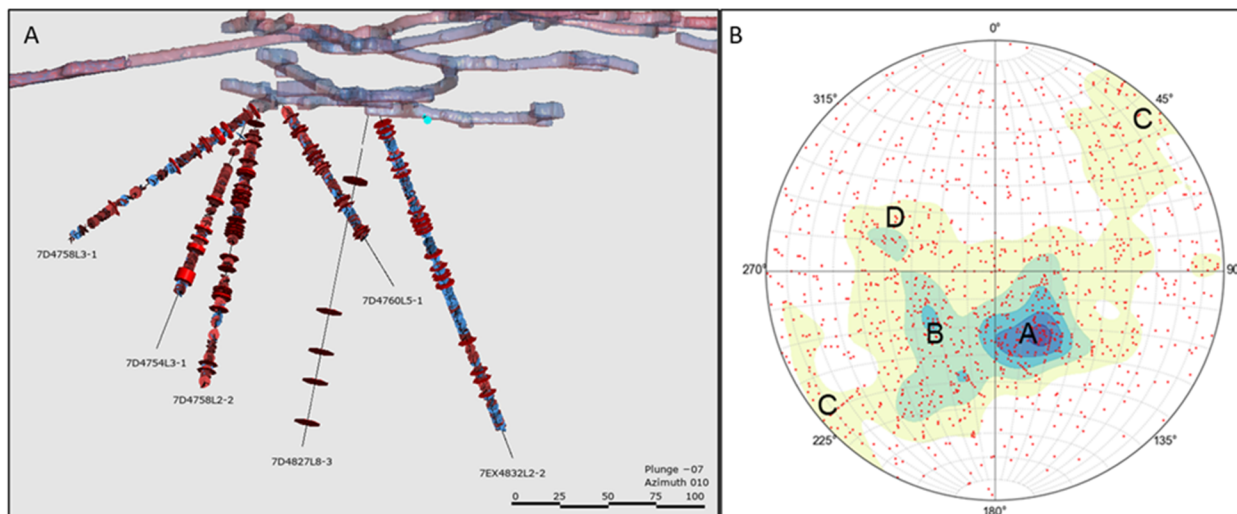


Figure 6.1: A) SRK groundwater investigation holes with major logged fault intersections shown (red).

B) Combined structural orientation data showing major orientation concentrations.

Note: (A) conforms to the main structural grain and stratification with interpreted parallel northwesterly dipping fault system. NW trending steep faults (C) conform to the dominant regionally identified NW trending lineaments (Figure 4.1).

The following can be concluded from the discontinuity orientation logs:

Nearly all drillholes show some concentration of data around the drillhole orientations with some indication of drillspin (Figure 6.2). Combined structures show considerable spread of data with no well-defined point maxima but contouring (Exponential Kalb) indicated the following dominant orientations:

- A. Moderately NW dipping SW striking set
- B. Moderately NE dipping NW striking set
- C. Steeply dipping NW trending set
- D. Minor NNE set

It is important to note that A and C are typically reported from underground mapping. It is also important to note that the area of maximum concentration (point A) (Figure 6.2) correlates with the main structural grain and the SRK moderately dipping modelled faults. Steep structures remained elusive, but some steeply dipping structures supported the dominant NW trend (Figure 6.1).

The final modelled major fault network comprises a shallow dipping thrust system cut by steeper faults (Figure 6.3). The modelled faults from the historical data were updated with new data generated from the SRK hydrogeology programme using fault intercept logs and oriented structure data (Figure 6.4).

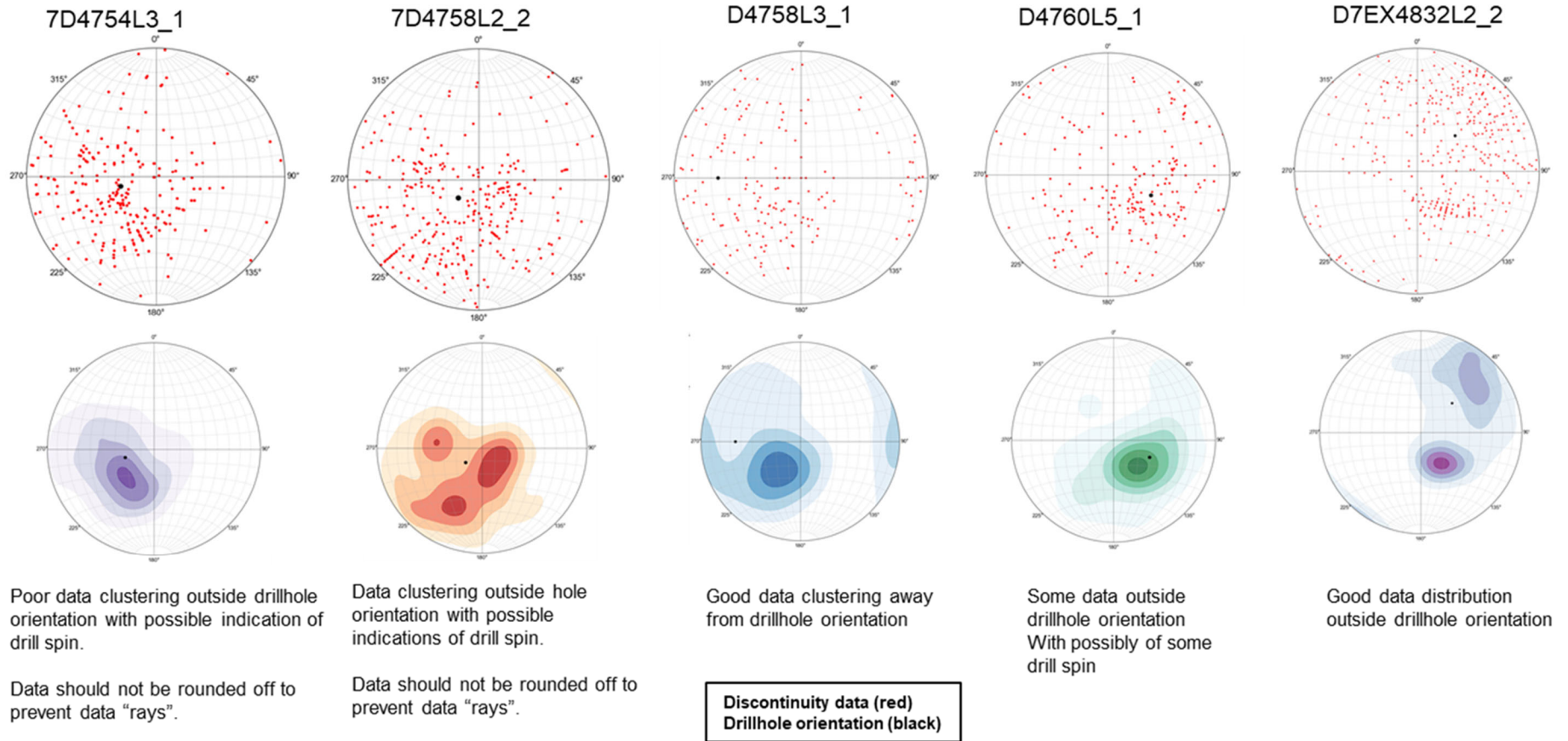


Figure 6.2: A) Plots of structural data from the SRK groundwater investigation holes. Note some indication of drill spin with data developing as small circles around the hole orientations.

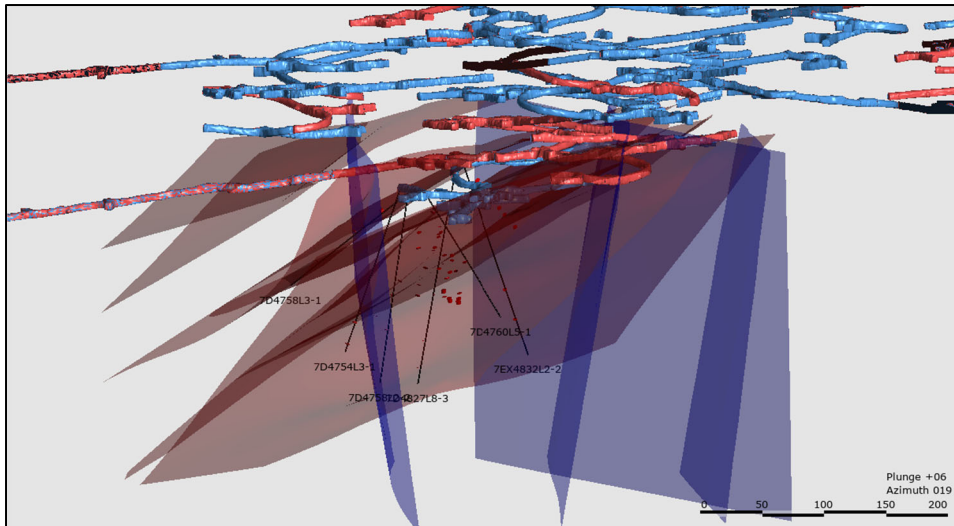
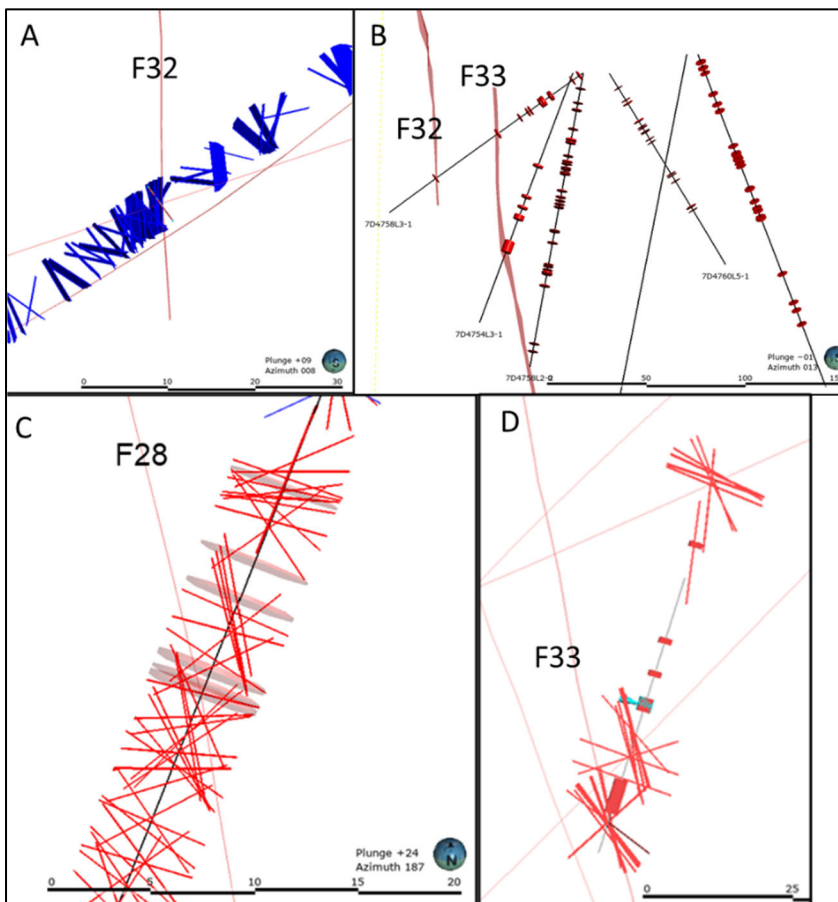


Figure 6.3: A) Fault model for the area around the SRK drill programme. Shallow dipping thrust fault system (red) steep faults (blue).



**Figure 6.4: A) Orientation supporting steep structure F32 (7D4758L3-1 at 93 m).
 B) Logged fault intercepts supporting F32 and F33.
 C) F 28 steep orientations in drill core (7EX4832L2-2 at 100.2 m).
 D) steep structure associated with F33 (7D4754L3-1 at 93-99 m).**

7 Final Seams Model

To further investigate the relationship between structures and water carrying seams, an additional seams model was developed for the same area as the detailed fault model. Water flow data from the SRK drill programme, historical data and water flows reported from the underground workings and mapping were imported as points into Leapfrog Geo™. Where seams formed linear or near planar surfaces these were used to model water seams as surfaces (Figure 7.1). In addition to the water flow points, any obvious major structures that were near the modelled surface were also included to define the seams surface.

As for the fault model a set of shallow dipping surfaces were identified and a set of steeply dipping surfaces (Figure 7.2). In comparison to the major structures model the seams model contains additional structures and complexity indicating water flow is controlled by additional structures. Steep structures modelled included NW, NNW, NE, ENE and EW orientations (Figure 7.3).

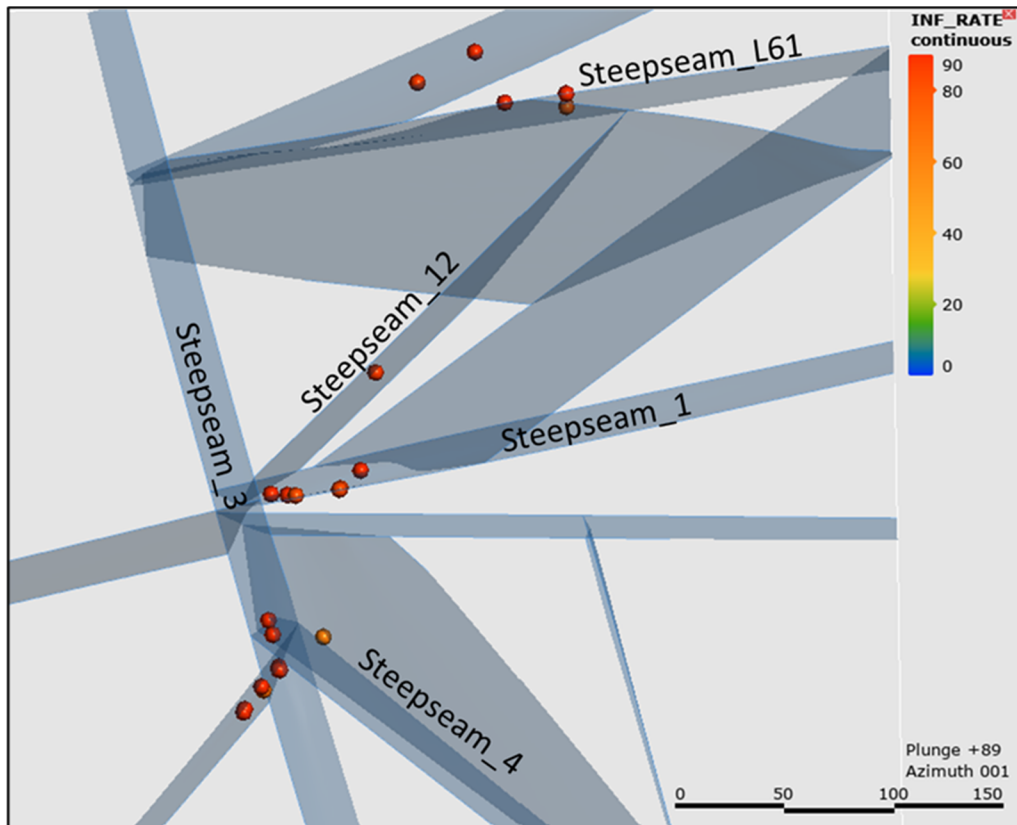


Figure 7.1: Modelled steep seam surfaces primarily from water seepage point data. Points filtered to above 60 litres per minute.

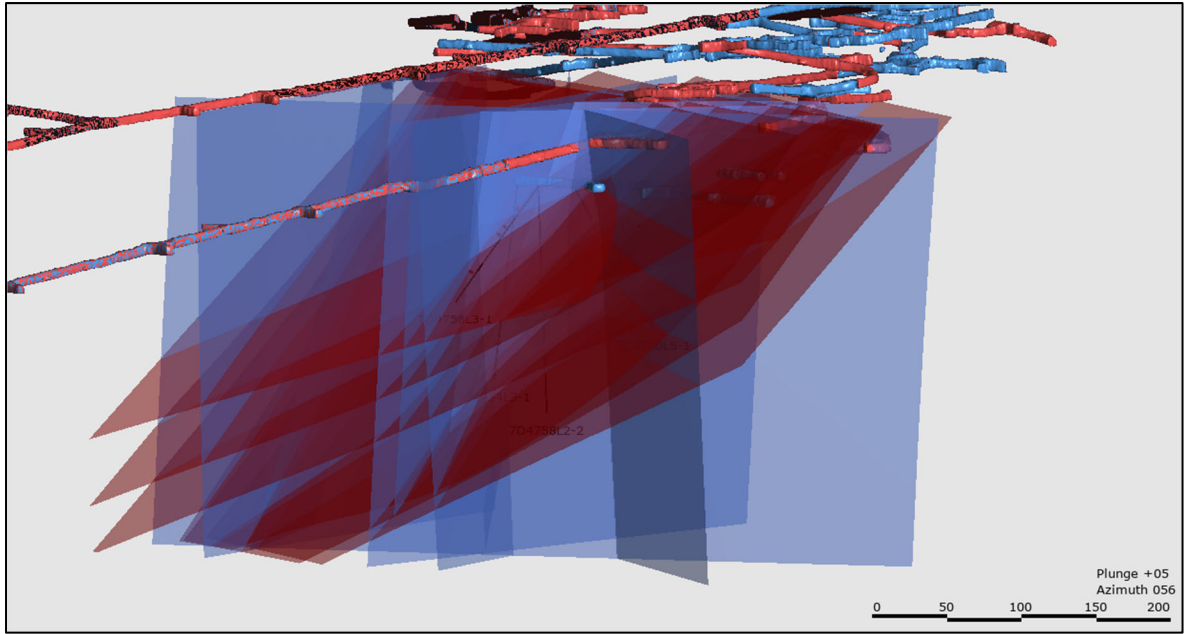


Figure 7.2: Water seams model with shallow dipping seams (red) and steeply dipping seams (blue).

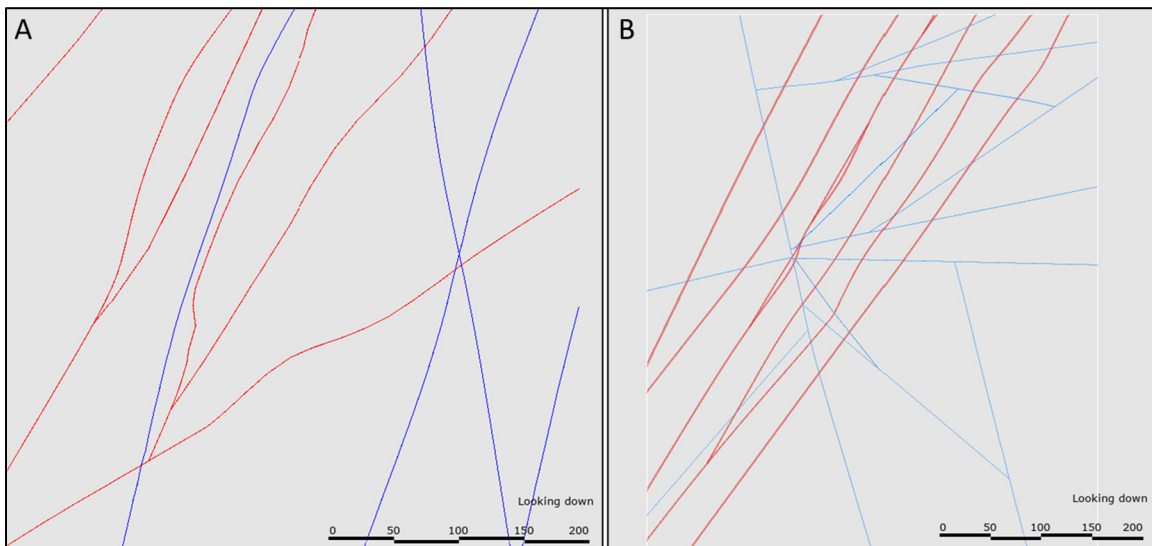


Figure 7.3: Horizontal section cut at the approximate depth of the permafrost boundary.
(A) Water seams model.
(B) Major Fault model. Note steep water seams have ENE, NE, and NNW trends.

8 Conclusions

Structural review and modelling developed a property scale fault model. This provided a framework to the high continuity structures from well defined drillhole fault intersections. This initial, understanding was used to generate drill hole targets for the groundwater investigation to most suitable intersect the expected fault orientations. Both shallow dipping and steeply dipping structures were modelled. Steep structures were considered most likely water carriers as they were open structures and tend to form obvious surface lineaments, but whether a specific structure is a risk for inflow will need to be confirmed from observations of these structures below the permafrost during drilling and testing.

The groundwater monitoring wells provided detailed oriented core structural logs, which were used to further inform a more detailed structural model developed for the immediate area of the drilling. Here both moderate to shallow dipping faults were modelled that were approximately stratification parallel. These were considered to represent thrust faults developed during the Cape Smith orogeny.

Drillholes provided valuable water seepage information. These together with historical and seams data mapping data in the underground workings were used to develop a seams model. Where seam data lined up to represent a surface, these surfaces were modelled as wireframes with orientations and the structural data were additionally used to constrain the model

Water flow appears to be mostly associated with steep structures. The trends are less well supported by the drilling data, due to drill hole bias, and a range of orientations were modelled. These include NW, NNW, NE, ENE and EW orientations. Steeply dipping structures are considered later than the thrust faults and likely cut the thrust fault system. The influence of the shallow dipping fault system is not clear, but it is likely that these influence the groundwater as by compartmentalisation within individual thrust slices.

9 Recommendations

To further support the structural mapping and modelling at the Raglan mine SRK would recommend:

- More detailed modelling of the Raglan fault system, extending the detailed modelling to the remainder of the mine property with the generation of a fully integrated lithostructural model. This would additionally require the modelling of a secondary fault system within the recognized and modelled primary fault system. Secondary faults would be clipped to the major structures and conform to geometries expected for the structural setting.
- Structural data such as slip and kinematics on faults would provide important modelling constraints and help understand the nature of the deformation. Structural orientation data should be linked to observed seepage to each structure mapped.
- Timing relationships between faults should be recorded to develop model confidence in terms of fault continuity and clipping relationships.

- Once a high confidence fault model is developed, a structural domain model can be developed to guide mine design, geotechnical, and hydrogeology models.

Regards,

SRK Consulting (Canada) Inc.

This signature has been scanned.
The author has given permission for
its use in this particular document.
The original signature is held on file.

Ron Uken, PhD Pr.Sci.Nat
Principal Consultant

Disclaimer—SRK Consulting (Canada) Inc. has prepared this document for Glencorp Canada Corp, our client. Any use or decisions by which a third party makes of this document are the responsibility of such third parties. In no circumstance does SRK accept any consequential liability arising from commercial decisions or actions resulting from the use of this report by a third party.

The opinions expressed in this document have been based on the information available to SRK at the time of preparation. SRK has exercised all due care in reviewing information supplied by others for use on this project. While SRK has compared key supplied data with expected values, the accuracy of the results and conclusions from the review are entirely reliant on the accuracy and completeness of the supplied data. SRK does not accept responsibility for any errors or omissions in the supplied information, except to the extent that SRK was hired to verify the data.

10 References

- Bleeker, W. and Kamo, S., 2020. Structural-stratigraphic setting and U-Pb geochronology of Ni-Cu-Co-PGE ore environments in the central Cape Smith Belt, Circum-Superior Belt; in Targeted Geoscience Initiative 5: Advances in the understanding of Canadian Ni-Cu-PGE and Cr ore systems – Examples from the Midcontinent Rift, the Circum-Superior Belt, the Archean Superior Province, and Cordilleran Alaskan-type intrusions, (ed.) W. Bleeker and M.G. Houlé; Geological Survey of Canada, Open File 8722, p. 65–98. <https://doi.org/10.4095/326882>.
- St-Onge, M.R., Lucas, S.B., and Parrish, R.R., 1992. Terrane accretion in the internal zone of the Ungava orogen, northern Quebec. Part 1: Tectonostratigraphic assemblages and their tectonic implications; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 746–764
- Lucas, S.B. and St-Onge, M.R., 1992. Terrane accretion in the internal zone of the Ungava orogen, northern Quebec. Part 2: Structural and metamorphic history; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29 p. 765–782.
- St-Onge, M.R. and Lucas, S.B., 1993. Geology of the Eastern Cape Smith Belt: Parts of the Kangiqsujuaq, Cratere du nouveau Quebec, and Lacs Nuvilik map areas, Quebec; Geological Survey of Canada, Memoir 438, 110 p.

Annexe C 2021 Hydrogeological Field Investigation Report

Memo

To:	Veronique Boivin, Glencore	Client:	Glencore Canada
From:	Michael Royle (SRK)	Project No:	1CG037.000
Cc:	Denis Vachon, Britney Laturus (SRK)	Date:	January 25, 2022
Subject:	2021 Hydrogeological Field Investigation		

1 Drilling Program Overview

The field program was designed to collect detailed hydrogeological and structural data from six drill holes, four of which were located on the 1050 Mine Level and two on the 1060 Mine Level. Drill holes used in the program were discussed between Glencore and SRK to provide coverage of modelled structures and work within the planned exploration drill program to optimize test program efficiency. After drill hole 7D4758L3-1 was observed to be “dry”, and subsequently considered to be frozen, adjustments were made to the subsequent drill holes to maximize intersections with modelled structure at depths below the estimated permafrost.

SRK personnel were on site between July 24 to September 10, 2021 to oversee the drilling, conduct hydrogeological testing (packer testing), water sampling, and instrumentation installations in five of the drill holes (7D4754L3-1, 7D4758L3-1, 7D4760L5-1, 7D4758L2-2, and 7EX4832L2-2).

A planned maintenance shut-down of the mine limited the camp space, and it was decided that Glencore staff would oversee the drilling and installation at the final drill hole (7D4827L8-3) after the maintenance shut-down, with remote support from SRK.

Drill hole locations are shown on Figure 1 and a summary of the drilling details are presented in Table 1.

Drilling was completed using oriented NQ3 (triple-tubed) wireline diamond drilling methods by Avataa Rouillier Drilling (Rouillier) of Amos, Quebec.

Table 1: Drill hole Summary

Drill hole ID	Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)	Depth (mah)	Dip (deg)	Azimuth (deg)	Packer Testing	VWP Installation	Start (dd/mm/yyyy)	End (dd/mm/yyyy)
7D4754L3-1	574750.442	6841218.785	1050.853	138	66	254	Y	Y	28/07/2021	08/08/2021
7D4758L3-1	574751.956	6841204.091	1050.997	123	35	271	Y	N	09/08/2021	13/08/2021
7D4760L5-1	574759.406	6841180.957	1049.968	114	58	115	Y	Y	14/08/2021	21/08/2021
7D4758L2-2	574753.080	6841204.882	1050.124	156	73	229	Y	N	21/08/2021	30/08/2021
7EX4832L2-2	574835.294	6841302.439	1061.042	203.5	55	45	Y	Y	29/08/2021	08/09/2021
7D4827L8-3	574827.657	6841298.764	1060.139	180	78	256	N	Y	29/09/2021	03/10/2021

Note:

- a) Collar coordinates are referenced to UTM83-18, corrected for elevation (+1000)
- b) Collar survey data provided by Glencore
- d) Dip is the angle below the horizontal; i.e., 90 degrees = a vertical hole
- e) Drilling and logging of drill hole 7D4827L8-3 was supervised by Glencore staff. All other holes supervised by SRK

m = metres; deg = degree; mah = metres along hole, relative to ground surface

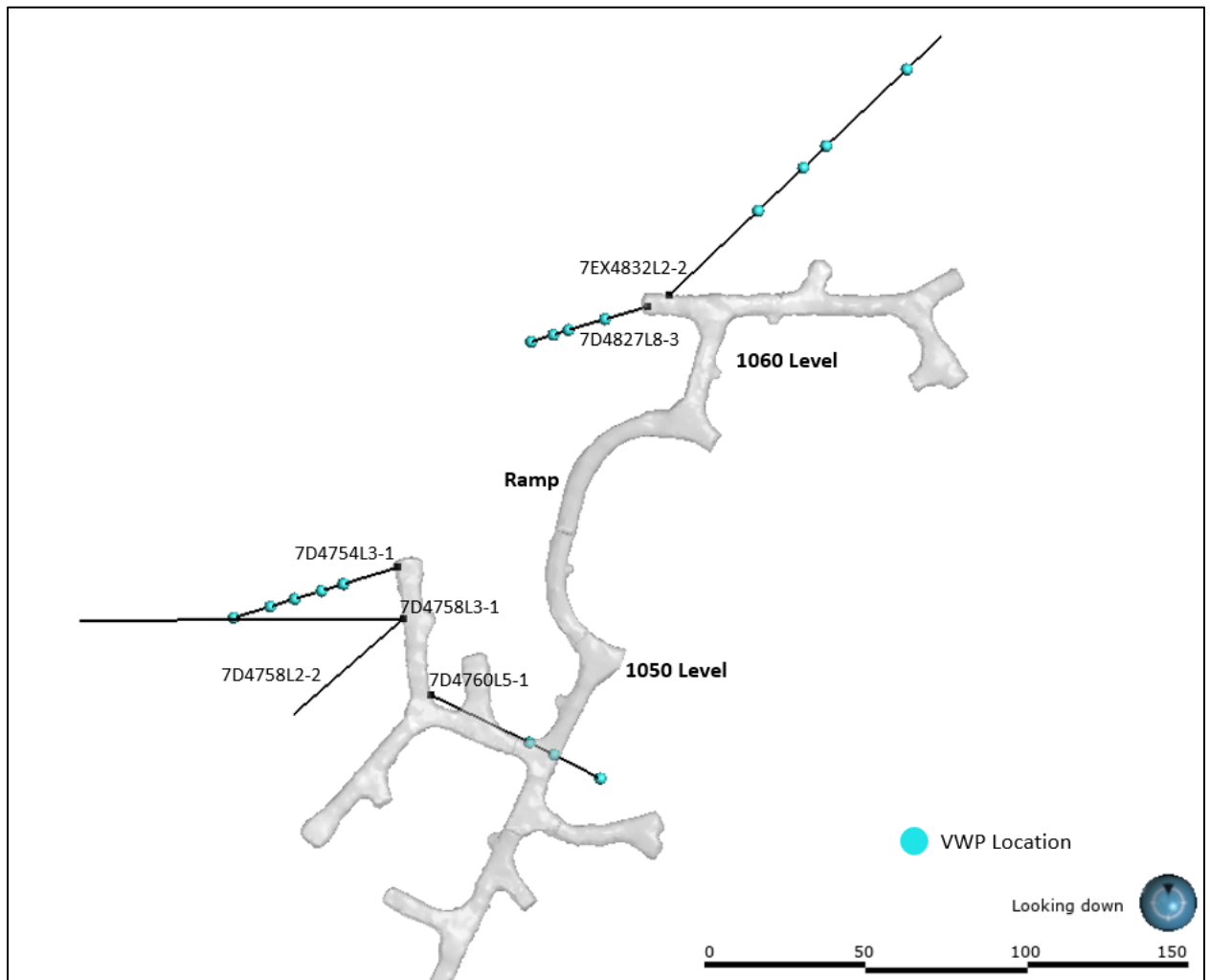


Figure 1: Drill hole Locations (with VWPs also shown)

Oriented core logging of the five drill holes listed above was performed by SRK staff at the drill rig to characterize geotechnical parameters and orientations for discontinuities and structural features. On-rig logging has the benefit of collect data on the rock core as near to in-situ conditions as possible. The drilling was carried out in 3.0 meter (m) runs, except the zones where poor rock was encountered, and shorter runs were attempted to improve core recovery. Additional methodology on the geotechnical core logging is described in Section 2.

Five of the drill holes were tested by SRK staff to provide information on the hydraulic conductivity of water bearing features where present and the rock mass beneath the permafrost utilizing a packer system. A total of 26 tests were completed, with intervals ranging in length from 3.8 to 106.7 m. Testing was completed using two methodologies which utilized either water discharge or injection depending on amount of flow encountered. The testing methodologies are further described in further detail in Section 2.

Drill hole 7D4827L8-3 was logged by a Glencore geologist; therefore, only lithological logging was performed. No packer testing was completed.

Groundwater sampling was carried out as part of the program to assist with water quality for surface water management (SWM), salinity for brine, freeze point depression and in defining the potential sources of inflows into the future Qakimajurq underground mine. Groundwater sampling methodologies are further described in further detail in Section 2.

Vibrating wire piezometers (VWP) were installed in four drill holes to monitor groundwater pressure and temperature at different elevations along the drill hole below the permafrost. Additionally, cross-hole flow testing was completed at the end of the program to measure pressure responses at the VWPs to delineate potential structural connectivity between the holes and along structures. Based on the very low permeability of the unfractured rock mass, all flow and pressure responses are assumed to be dominated by 2nd order permeability, or fracture/structure flow.

Cross-hole flow testing methodology is described in Section 2. When the field program ended, the VWPs were configured to collect data every 12-hours for long-term monitoring.

2 Methods

2.1 Geotechnical Data Collection

Geotechnical logging of oriented rock core recovered from the test drill holes was carried out next to the drill rig by SRK personnel to understand the hydrogeological behaviour of joints, fractures, and faults. On-site logging has the benefit of collect data on the rock core as near to in-situ conditions as possible. Rock core orientation was carried out in drill holes using the Reflex ACT III core orientation system. Core logging was performed according to a simplified version of SRK's Field Procedures Manual on Collection of Geotechnical Data from Drill Core (SRK 2021c). The descriptive terms and standards used by SRK to describe the geotechnical character of a rock mass are broadly consistent with terminology recommended by the International Society for Rock Mechanics (ISRM). The drill hole logs are included in Appendix A.

Once the geotechnical logging was completed, Glencore staff logged the core geologically. The final geological logs produced by Glencore were later provided to SRK and were used to cross-check and confirm the simplified rock types described by SRK in the geotechnical logs. Geological logs provided by Glencore are included in Appendix B. Photographs of the core were taken under wet conditions and provided by Glencore. The core photographs are included in Appendix C.

2.2 Hydrogeological Testing (packer isolated flow tests)

Hydrogeological testing using hydraulically inflated packer equipment to isolate specific zones within the drill hole was carried out. The objective of the testing was to provide hydraulic conductivity values for water bearing features and the bulk rock mass, and to measure inflow rates from the test zones/features. Testing was carried out in five of six of the drill holes, as SRK staff had left site due to a maintenance shut down and it was agreed that Glencore staff would only supervise the drilling and logging of the last hole as the Glencore staff were not trained to operate the packer system. Therefore, the last hole (7D4827L8-3) was not tested. Based on information collected from the other drill holes, not testing the last hole was not considered to be detrimental to the program.

Tests were completed primarily targeting water-bearing zones. These zones were identified as drilling progressed based on the amount of water flowing out of the casing. If a high flow zone was intersected, it was isolated for testing using the packer system. Test intervals varied in length from 3.8 to 106.7 m, with an average interval length of 15.8 m. Larger test intervals were completed in suspected low conductivity zones and are more representative of the bulk rock mass than isolated features.

Testing was completed using two methodologies based on either monitoring water flow or discharge from the drill holes (due to flowing artesian pressures, relative to collar elevation) or injection of water into the test zone. The two types of testing are hereby referred to as either “discharge” or “injection” testing.

As the main objective was to target flowing, water-bearing features, discharge testing was the main method used, which allowed for water to flow from the drill hole under a constant pressure. In the case that water was not flowing from the interval, water was injected into the formation instead. Injection methods were mainly used to test the bulk rock, or to confirm the low hydraulic conductivity of the features encountered if no flow observed.

A summary of the testing is presented in Table 2.

Table 2: Hydraulic Testing Summary

Drill hole ID	# of Discharge Tests	# of Injection Tests
7D4754L3-1	10	0
7D4758L3-1	0	1
7D4760L5-1	3	0
7D4758L2-2	6	2
7EX4832L2-2	1	2
7D4827L8-3	-	-

2.2.1 Test Approach

Testing was carried out using SRK's stainless steel hydraulic NQ diameter standard wireline packer system (SWiPS™), manufactured by IPI (Perth, Australia). Typically, the SWiPS is designed to inject water into an isolated formation in order to measure hydraulic conductivity (injection testing). However, due to unique nature of drilling underground with artesian flow conditions anticipated, the typical methodology was adapted to also allow for measurement of water discharging from the isolated zone (discharge testing).

Prior to testing, the core recovered from the drill holes was reviewed in detail to assess the drill hole stability, and to identify suitable locations for placement of the packer.

When the drill hole penetrates a zone targeted for testing, drilling is discontinued and the drilling rods are then retracted to expose the test interval, with the bottom of the drill hole constraining the bottom of the test interval and the drill bit at the top of the interval. The SWiPS is deployed by lowering the assembly down the drill rods from the surface and allowing it to lock within a standard Boart Longyear dimensioned core barrel. The SWiPS system contains a rubber element that extends through the drill bit into the open drill hole and inflates with water/drill fluid by means of the drill rig's water pump routed through a flow skid.

The flow skid consists of a flow meter to measure discharge out of or into the test interval, a manual diversion valve to control the injection pressure, and monitoring pressure gauges. Once fully inflated, the packer maintains inflation by means of a one-way valve. Leak from seals and connections is recorded from the pressurized system and is considered when measuring the flow during a subsequent test. A mandrel extends through the centre of the packer element to create a connection between the drill rods and the formation test interval. When the pressure to the packer is increased beyond a predetermined threshold, an engineered shear pin that keeps the mandrel closed is intentionally broken, allowing water to flow from the drill rods into the formation below. A pressure transducer installed inside the packer records downhole pressures at high frequency (1 to 5 seconds) throughout the entirety of the test.

After inflating the packer, time was allowed for the interval to reach a steady state pressure prior to shearing the pin, also known as a shut-in test. The purpose of this test is to provide estimates of in-situ formation pressure that could be used to determine groundwater characteristics such as piezometric head and hydraulic gradients. Ideally, water pressures would be allowed to fully

equilibrate to static conditions before and after every test. However, in advancing drill holes where drill rig time is at a premium and test zone hydraulic conductivity is low, full equilibration to static conditions is rarely feasible. Packer tests generally included about fifteen minutes of shut-in test equilibration time to approach stabilization, depending on the judgment of the on-site hydrogeologist.

After completion of the shut-in test, a shear pin for the inflation sub is broken and testing in the isolated zone is carried out, at this point the methodology differs depending on if injection or discharge testing was executed.

A flow control and metering system at surface is used to perform a discharge test or a constant head injection test and consisted of a manual diversion valve, flowmeter, and monitoring pressure gauge. The flow rate and pressure are recorded during the test with the surface monitoring equipment. The high-pressure flow meter that SRK typically uses to measure the flow rates is rated to be accurate for flow rates between 0.5 and 83 L/min.

Discharge Tests

Discharge tests were completed in flowing artesian condition intervals where measurable flow was discharging from the test interval. After the packer inflation and initial shut-in test, the main valve on the flow board was fully opened to measure the total amount of flow produced by the interval under zero pressure conditions. The interval was allowed to flow for approximately 15 minutes, or until there was five minutes of a stabilized flow rate. After the initial flow was established, the main valve on the flow board was closed for an additional shut-in test, and pressure on the flow board was monitored for approximately 45 minutes.

After the interval has reached static conditions, a flow period under controlled pressure was induced. The flow period is used to determine the transmissivity of the interval. During the flow period, the main valve on the flow board was opened approximately half of the maximum range to induce some back pressure, and the interval was allowed to flow for 30 to 45 minutes, while flow rates were recorded every minute.

Once the flow period ended, a final shut-in period was allowed. The main valve was closed once again, and pressures were monitored until it reached pre-test pressure conditions (up to 45 minutes). Using data from another site, Figure 2 illustrates a typical pressure responses hydrograph recorded from the downhole transducer during a normal discharge test.

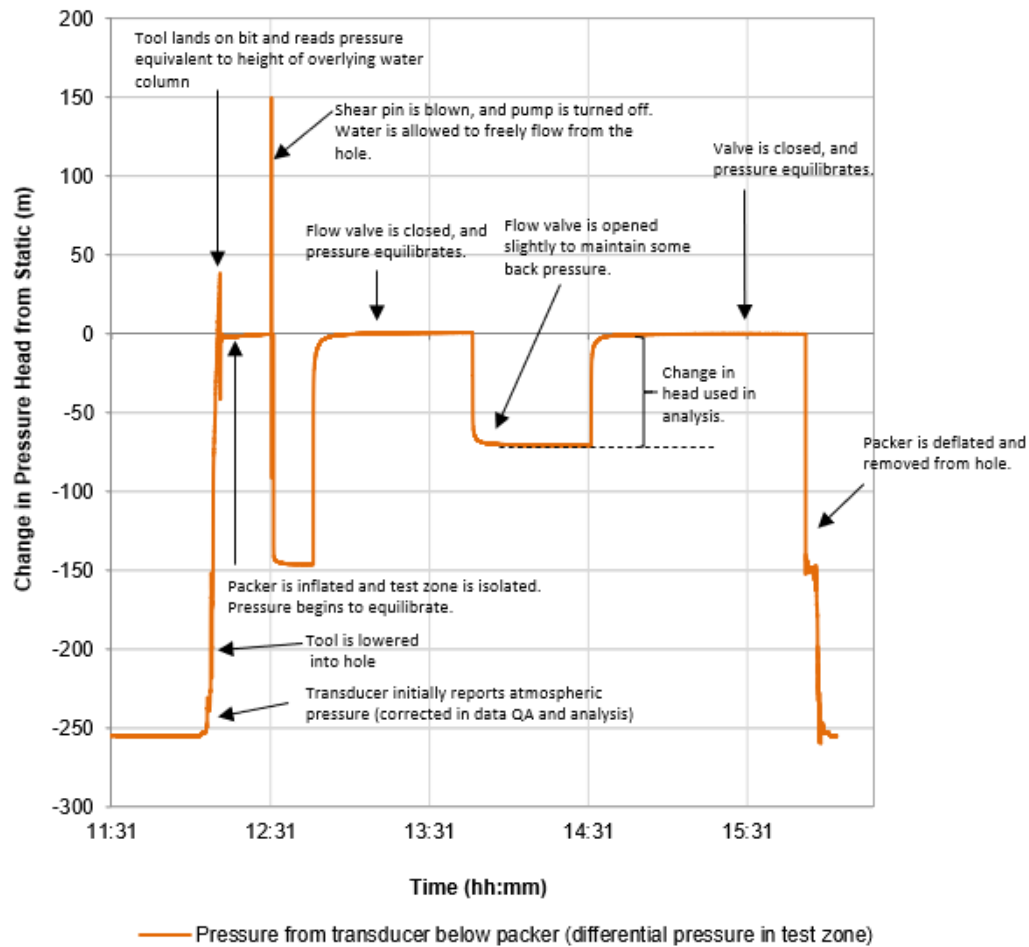


Figure 2: Typical Hydrograph during Hydraulic Testing (Discharge Testing) – data from another site

Injection Tests

Injection tests work best in lower-permeability intervals since they require the drill rig water pump be able to discharge into the test interval at a significantly greater rate than the water can flow out into the formation, resulting in a build-up in water pressure. Testing was completed using the constant head injection method. This test method consists of injecting water at low pressure (approximately 50 psi) into the test interval at a constant rate for a minimum of 10 minutes and a maximum of 20 minutes with the objective of reaching a steady state flow rate. Once injection was stopped, time was allowed for the interval to recover again to static conditions, typically 15 to 20 minutes. Figure 3 illustrates a typical pressure response recorded from the down-hole transducer during an injection test.

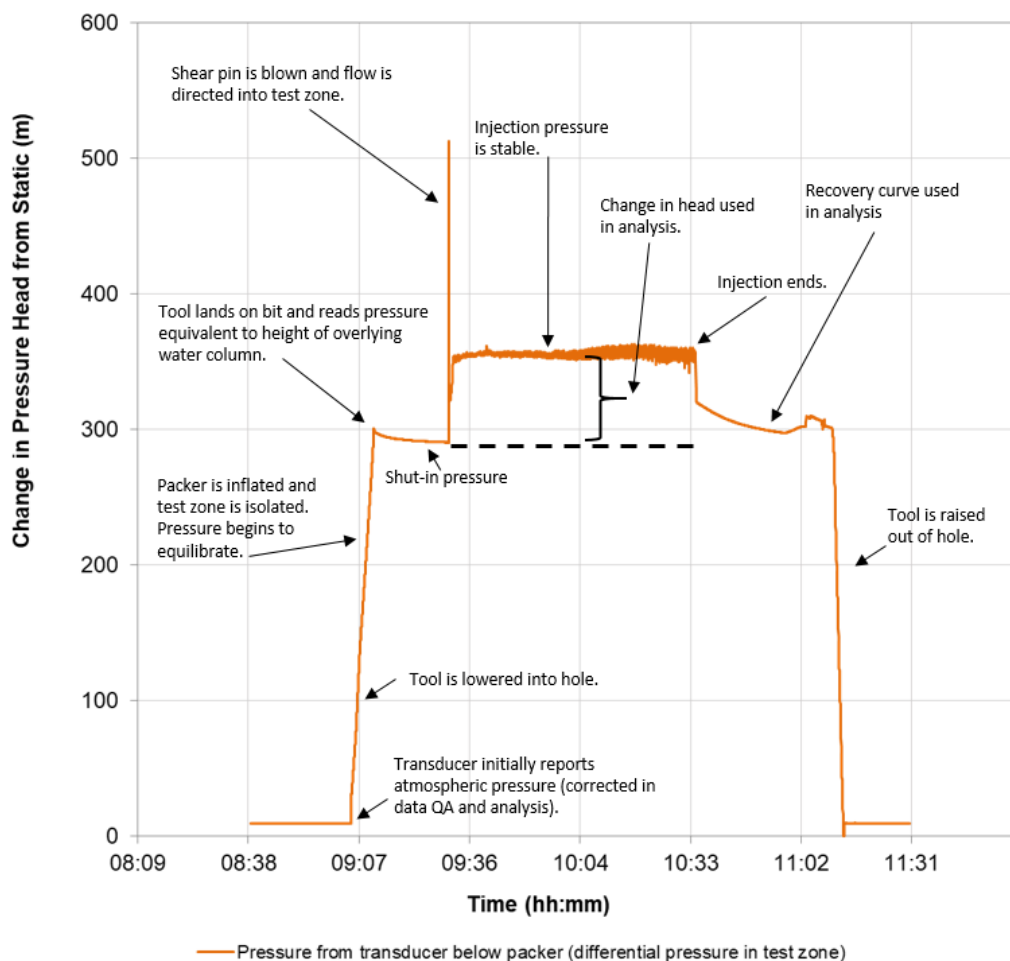


Figure 3: Typical Hydrograph during Hydraulic Testing (Injection Testing)

Data Analysis

The stabilized flow rate and testing pressure are used to derive the hydraulic conductivity (K) using a derivation of the Thiem method (Kruseman and de Ridder, 2000). Packer tests conducted with the SWiPS system, can provide data sets which can be analyzed using several different methods. For example, the setup and operation of the SWiPS can generate data for falling-head slug tests in addition to injection tests. Consequently, SRK completed multiple analyses of the data sets when applicable. However, only the most valid analyses of each test were retained and are presented in Appendix D. Field sheets from all tests are provided in Appendix E.

2.3 VWP Installation

Vibrating wire piezometers (VWPs) are used to measure both stable and transient piezometric pressures within the different lithological units and across structures. These pressure data are used to determine the general piezometric levels (water levels) in the groundwater system, as well as to monitoring transient effects, such as the influence of nearby drilling, which can indicate hydraulic connection when drill fluids are being pumped down the drill holes. During this program, VWPs were also utilized during cross-hole flow testing to assess connections between drill holes.

Installation of the VWP sensors in drill holes 7D4754L3-1, 7D4760L5-1, and 7EX4832L2-2 was completed by SRK staff. VWPs were installed in 7D4827L8-3 by Glencore staff following procedures provided by SRK.

VWP sensors, cables, and dataloggers were purchased from RST Instruments Ltd (Maple Ridge, BC). Calibration sheets for each VWP are presented in Appendix F.

Each installation was completed with three to five VWPs placed at specific depths. All VWPs have a pressure rating of 7.5 MPa. Initial readings were collected prior to the installation of each VWP to account for the temperature and pressure conditions at the time of installation. The protective filters of the VWPs were saturated prior to installation as per the manufacturer's recommendations. VWP positions along each drill hole were designed to target or bound structural features encountered during core logging.

During installation, the VWP sensors were attached to the outside of a small diameter pipe (3/4 inch flush-threaded schedule 80 PVC) which was lowered to the bottom of the drill hole. Installations were performed with the support of a protective casing (NQ drilling rods) to protect against possible poor ground conditions and risk of collapse/jamming the installation. The bottom section(s) of the PVC pipe were perforated, and the bottom end cut at an angle. Once the grout injection pipe and the VWP sensors are in place, and drill rods are safely removed, the drill hole was grouted by injecting grout through a specifically designed injection header and down the annulus of the drill hole and back up the PVC pipe. Grouting continued until the grout returned to the surface through discharge valve on the injection header.

A summary of the VWP installation details is presented in Table 3.

Table 3: VWP Installation Summary

Hole ID	VWP ID	Datalogger Serial Number ^A	Sensor Serial Number ^A	Pressure Rating ^A (MPa)	Initial Field Readings		Max Error ^A (m)	Sensor Position (mah)	Sensor Elevation (m) ^B	Date Installed
	(Hole ID/Sensor Elevation)				B-Unit	Temperature (°C)				
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (1009m)	12686	VW112753	7.5	8546.8	10.4	0.61	45.0	1009.1	2021-08-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (993m)	12686	VW112779	7.5	8823.8	10.5	1.53	63.0	992.5	2021-08-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1(972m)	12686	VW112757	7.5	8805.6	10.5	1.15	85.0	972.3	2021-08-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (954m)	12686	VW112764	7.5	8634.1	10.3	1.68	105.0	953.9	2021-08-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (926m)	12686	VW112756	7.5	8850.7	9.8	1.30	135.3	926.0	2021-08-08
7D4760L5-1	7D4760L5-1(995m)	12687	VW112794	7.5	8765.4	9.7	1.22	64.0	995.1	2021-08-21
7D4760L5-1	7D4760L5-1(981m)	12687	VW112770	7.5	8758.8	9.2	0.31	80.0	981.5	2021-08-21
7D4760L5-1	7D4760L5-1(955m)	12687	VW112766	7.5	8902.3	11.1	1.22	111.0	955.1	2021-08-21
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (1007m)	12688	VW112775	7.5	8716.4	14	0.92	66.2	1007.4	2021-09-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (979m)	12688	VW121776	7.5	8745.2	14.3	1.22	100.0	979.8	2021-09-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (966m)	12688	VW112758	7.5	8631.5	13	1.22	117.0	965.7	2021-09-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (916m)	12688	VW112803	7.5	8832.9	13	0.99	177.0	915.6	2021-09-08
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (1000m)	12685	VW112777	7.5	8706.4	5.2	0.54	63.0	999.8	2021-10-03
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (946m)	12685	VW108437	7.5	8596.9	5.2	1.84	118.0	946.1	2021-10-03
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (924m)	12685	VW112769	7.5	8770.2	5.2	1.22	141.0	923.6	2021-10-03
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (890m)	12685	VW112807	7.5	8851	5.2	0.61	175.0	890.4	2021-10-03

Notes:

A: As specified by the manufacturer

B: Sensor elevation in mine grid coordinates

MPa = MegaPascal

mah = metres along drill hole, relative to ground surface

2.4 Cross-Hole Flow Testing

Cross-hole flow testing was completed to assess structural connectivity within the subpermafrost groundwater system to determine potential for bulk drainage and depressurization. The testing is completed by opening a valve on an ungrouted, artesian drill hole and allowing it to flow, while measuring the consequent pressure responses at other locations. Seven cross-hole flow tests were completed on two separate occasions by Glencore staff, first on September 25 and 26, 2021 and second on October 11, 2021 (respectively Test Series 1 and 2).

Cross-hole flow testing was completed by setting the VWP dataloggers to collect data at a high frequency (every 30 seconds) to pick up any responses due to the testing. After the logging frequency was set at each datalogger, an initial shut-in period for a minimum of ten minutes was allowed to establish pre-test conditions at the higher measurement frequency. After the initial shut-in period, a flow period from one to two hours was executed at a single specified artesian drill hole, by opening the flow valve. During this time, pressure and flow rate from the artesian drill hole was recorded every 30 seconds to 20 minutes. Additionally, pressure gauges on other nearby ungrouted drill holes were monitored and recorded at 15-minute intervals during the flow period. At the end of the flow period, once the valve was fully closed, pressure was monitored using the VWPs and the pressure gauges for a minimum of twice the duration of the flow period to monitor the pressure recovery.

A summary of the cross-hole flow testing is presented in Table 4 and further described in the following sections. Field sheets used to record data during the testing are presented in Appendix G.

Table 4: Cross-hole flow testing summary

Test Series	Test Name	Test Hole ID	Test Start	Test End	Flow Duration (hrs)	Flow Rate (L/min)	Pressure (psi) ¹	VWP Data Available	Pressure Gauge Data
1	1.1	7D4754L1-4	2021-09-25 19:48:00	2021-09-25 20:48:53	1:00:53	101	0	7EX4832L2-2 7D4754L3-1	7D4758L2-2 7D4754L1-4 7D4758L1-2
	1.2	7D4758L2-2	2021-09-26 18:39:00	2021-09-26 19:39:00	1:00:00	151	30		
	1.3	7D4758L1-2	2021-09-26 22:09:00	2021-09-26 23:09:00	1:00:00	35	0		
2	2.1	7D4827L6-1	2021-10-11 10:00:00	2021-10-11 11:00:00	1:00:00	25	0	7EX4832L2-2 7D4754L3-1 7D4760L5-1 7D4827L8-3	7D47827L6-1 7D4754L1-4 7D4758L1-2 7D4758L2-2
	2.2	7D4754L1-4	2021-10-11 12:10:00	2021-10-11 13:10:00	1:00:00	32	0		
	2.3	7D4758L1-2	2021-10-11 15:10:00	2021-10-11 16:10:00	1:00:00	77	22		
	2.4	7D4758L2-2	2021-10-11 18:20:00	2021-10-11 20:25:00	2:05:00	120	20		

Notes: 1. Pressure sustained at the flowing hole during testing

Test Series 1

Test Series 1 was completed over two days, September 25 and 26, 2021 and utilized three artesian drill holes on the 1050 level (7D4754L1-4, 7D4758L2-2, and 7D4758L1-2). The three drill holes utilized were drilled during the 2021 geological program and were left ungrouted for cross-hole flow testing purposes due to their flowing conditions. Each drill hole was fitted with a valve in

order to control the flow. During Test Series 1, only VWP data from 2/4 of the installed drill holes were collected. This was due to a datalogger malfunction at 7D4760L5-1, and 7D4827L8-3 was yet to be installed. During the testing, pressure was also monitored using a pressure gauge at the three holes utilized for testing. An illustration of the holes used during Test Series 1 is presented in Figure 4.

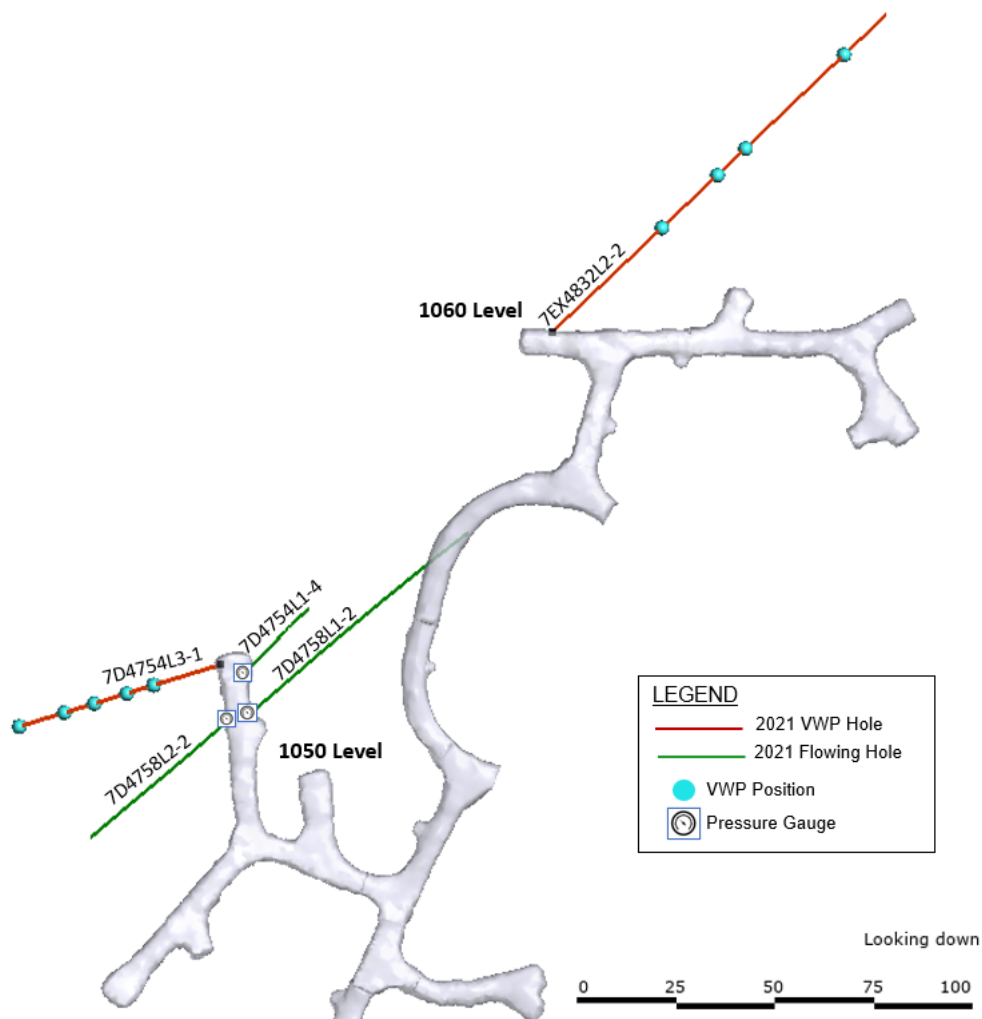


Figure 4: Cross-hole Flow Test Series 1 Layout

Test Series 2

Test Series 2 was completed on October 11, 2021 and utilized four artesian drill holes, three of which were on the 1050 Level (7D4754L1-4, 7D4758L2-2, and 7D4758L1-2) and one on the 1060 Level (7D4827L6-1). 7D4827L6-1 was drilled after Test Series 1 and was added to the testing sequence for Test Series 2. During Test Series 2, VWP data was successfully collected from all four VWP strings. During the testing, pressure was also monitored using a pressure gauge at the four holes utilized for testing. An illustration of the holes used during Test Series 2 is presented in Figure 5.

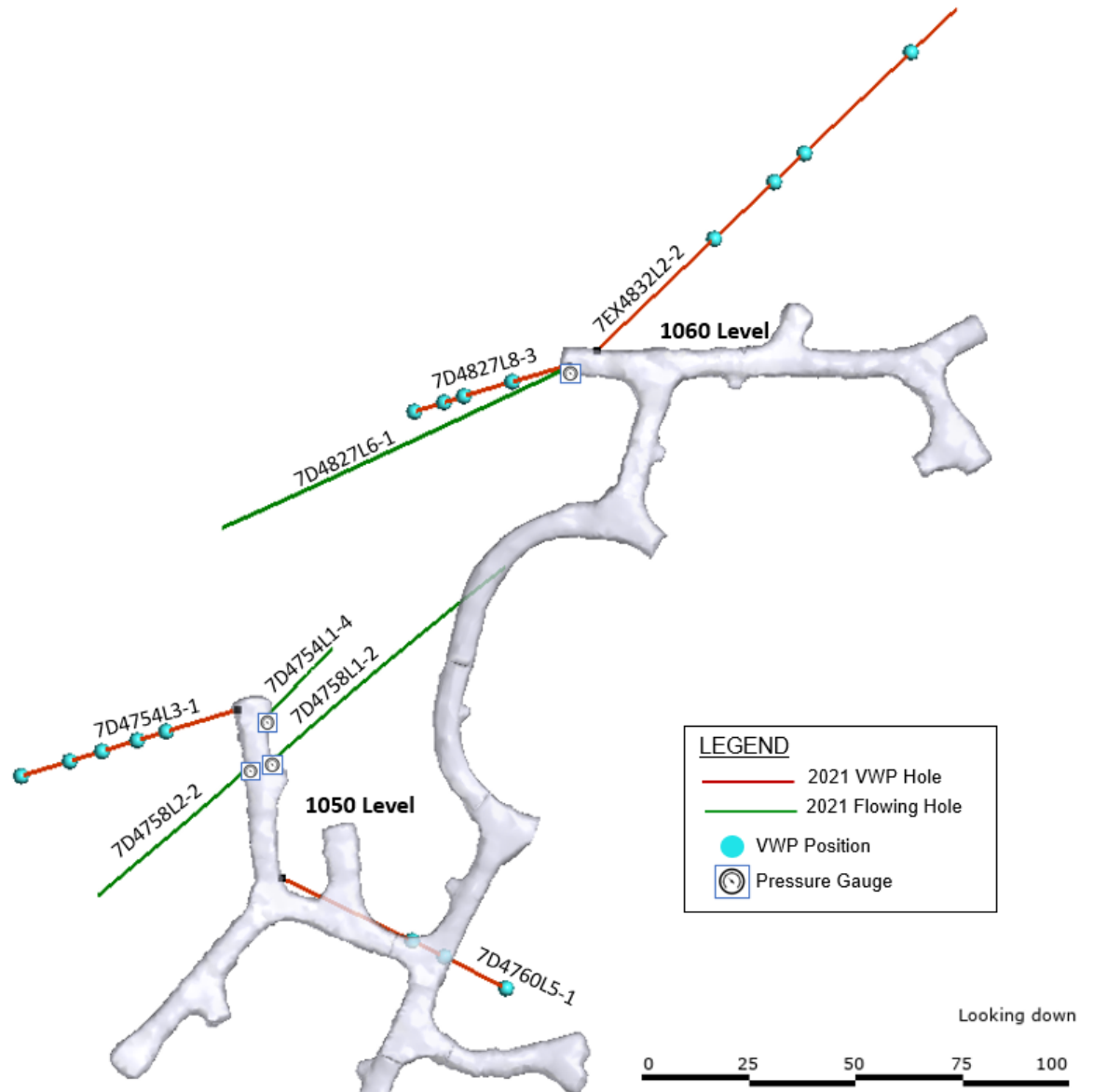


Figure 5: Cross-hole Flow Test Series 2 Layout

Cross-hole Flow Testing Analysis

The data collected during the cross-hole flow testing were analyzed to estimate bulk hydraulic conductivity and specific storage of rock mass in the vicinity of the tested well. This analysis utilized analytical models for the interpretation of single and multi-well tests that are incorporated into AQTESOLV, a commercially available software package for aquifer test interpretation (Duffield, 2007).

The pressure response observed in the test well, and the monitoring locations where the response was recorded was analyzed using the assumption that the permeable feature acts as a

planar “aquifer” of unlimited extent. These preliminary analyses using a Theis (1935) solution did not result in a good match to the observed response as a fundamental assumption of the method is the presence of infinite acting radial flow (IARF) conditions which was not observed. This condition typically occurs during the intermediate time of the cross-hole flow test response, whereas early times are dominated by well effects, and later times by boundary effects (Renard et al. 2009). However, the intermediate responses can be missed as the area was impacted by background trend due to drilling nearby. As a result, traditional test analysis is inappropriate, as no IARF periods exist for analysis. Alternative interpretation method was used and described below.

An additional analysis was completed using a qualitative method using the data collected from VWP sensors during the cross-hole flow testing in response to the flowing hole. VWP drawdown responses (Δh) to the cross-hole flow testing were assigned one of seven categories:

- None ($\Delta h \geq 0$ m)
- Low (Δh 0 to -0.5 m)
- Moderate ($\Delta h = -0.5$ to -3.0 m)
- High ($\Delta h = -3.0$ to -6.0 m)
- Very High ($\Delta h > -6.0$ m)
- Unclear (Background Trend): Drawdown occurred but it is more likely due to background fluctuations rather than the cross-hole flow testing
- Response Interference: A response occurred to the cross-hole flow testing, but its magnitude was likely masked by a background trend (an incline or decline in pressure)

These response categories would further used to assess connectivity between responding drill holes.

2.5 Water Quality Sampling

Opportunistic groundwater samples were collected where zones of sufficient hydraulic conductivity were encountered during drilling, or where flow to surface was observed in the mine, either as seepage or artesian flow from open boreholes. Over the course of the program, nine groundwater samples, two drill fluid samples and one QA/QC sample were collected. Locations of the samples are shown on Figure 6 and Figure 7, and include the following:

- Three discrete samples from 7D4754L3-1 from packer isolated test zones at 64.3 to 72, 76.3 to 84, and 126.3 to 138 mah,
- One discrete sample from 7D4758L2-2 from 27.3 to 42 mah, plus a full drill hole length sample,
- Samples from 7D4758L1-2, 7D4754L1 4, and 7EX4832L2-2 represent the entire length of each drill hole (although inflow will be from discrete fracture(s) within each drill hole,
- One sample from a seep identified on the 7D 1050 Level,
- Two drill fluid samples while 7EX4832L2-2 was in progress, and
- One field blank during sampling of 7EX4832L2-2 for QA/QC purposes.

Prior to samples being collected, field parameters were measured using a YSI multimeter for the collection of pH, electrical conductivity (EC), temperature, oxidation-reduction potential (ORP), dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS), and turbidity. Field data are summarized in Appendix H.

Samples were packaged and shipped from site to SGS Canada Inc. (SGS) in Lakefield, Ontario for the analysis of general water chemistry, and to the University of Waterloo in Waterloo, Ontario for isotopic analysis. A summary of the analyses performed is as follows:

- General Parameters (SGS): alkalinity, acidity, conductivity, pH, total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), and turbidity
- Anions and Nutrients (SGS): ammonia-N, nitrate-N, nitrite-N, sulphate, bromide, chloride, and fluoride
- Total and Dissolved Metals/Low Level Elements (SGS): aluminum, antimony, arsenic, barium, beryllium, bismuth, boron, cadmium, calcium, chromium, cobalt, copper, iron, lead, lithium, magnesium, manganese, molybdenum, nickel, phosphorus, potassium, selenium, silicon, silver, sodium, strontium, sulphur, thallium, tin, titanium, uranium, vanadium, zinc, and zirconium
- Stable Isotopes (Jan Veizer Stable Isotope Laboratory – University of Waterloo): $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$
- Tritium (University of Waterloo): ^3H

While the method of groundwater sampling used was the best available for obtaining deep, open drill hole samples, there is the opportunity for residual drill fluid to be present in the samples. Drill fluid is composed of surface water in combination with calcium chloride salt to increase salinity and prevent freezing and is expected to have a distinct chemical signature. Drill fluid was sampled to increase confidence and to evaluate the degree to which groundwater samples are influenced by the drill fluid.

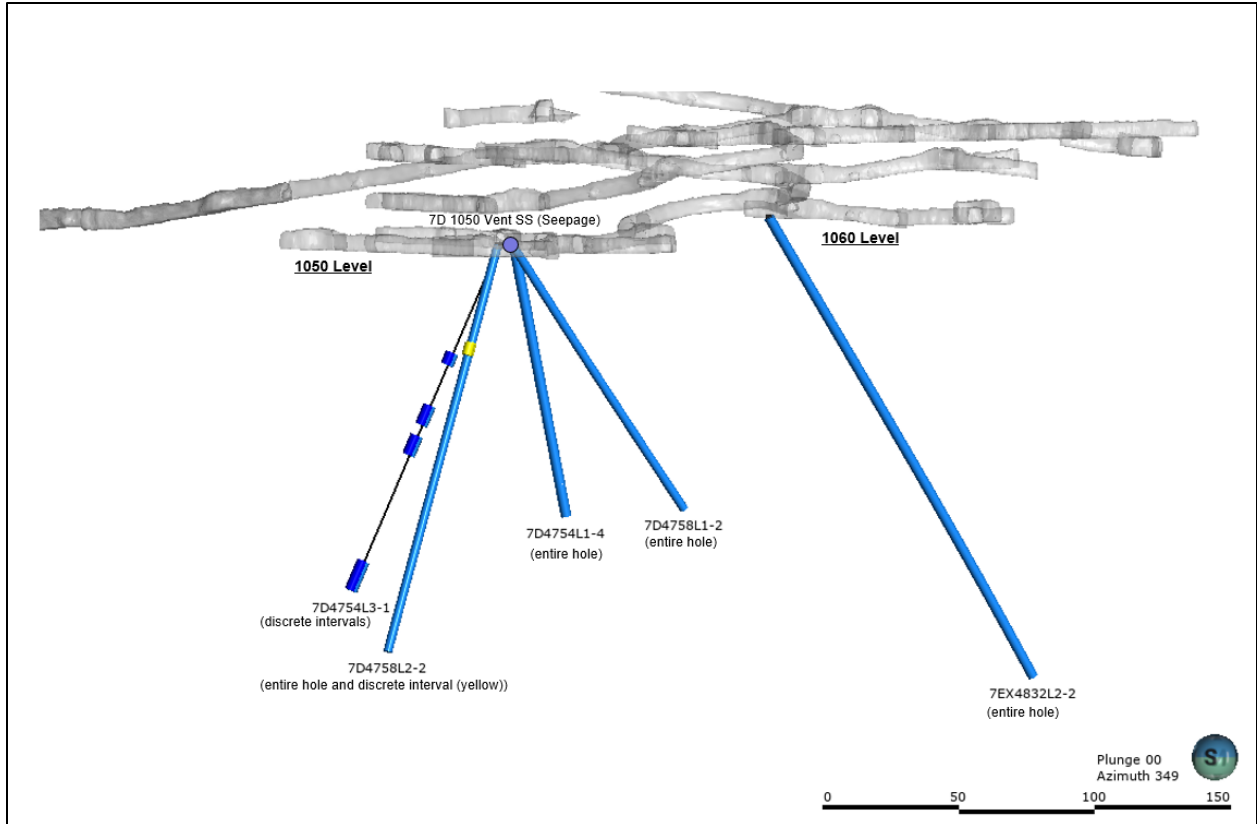


Figure 6: Sample locations from Drill Holes and Seeps (section view)

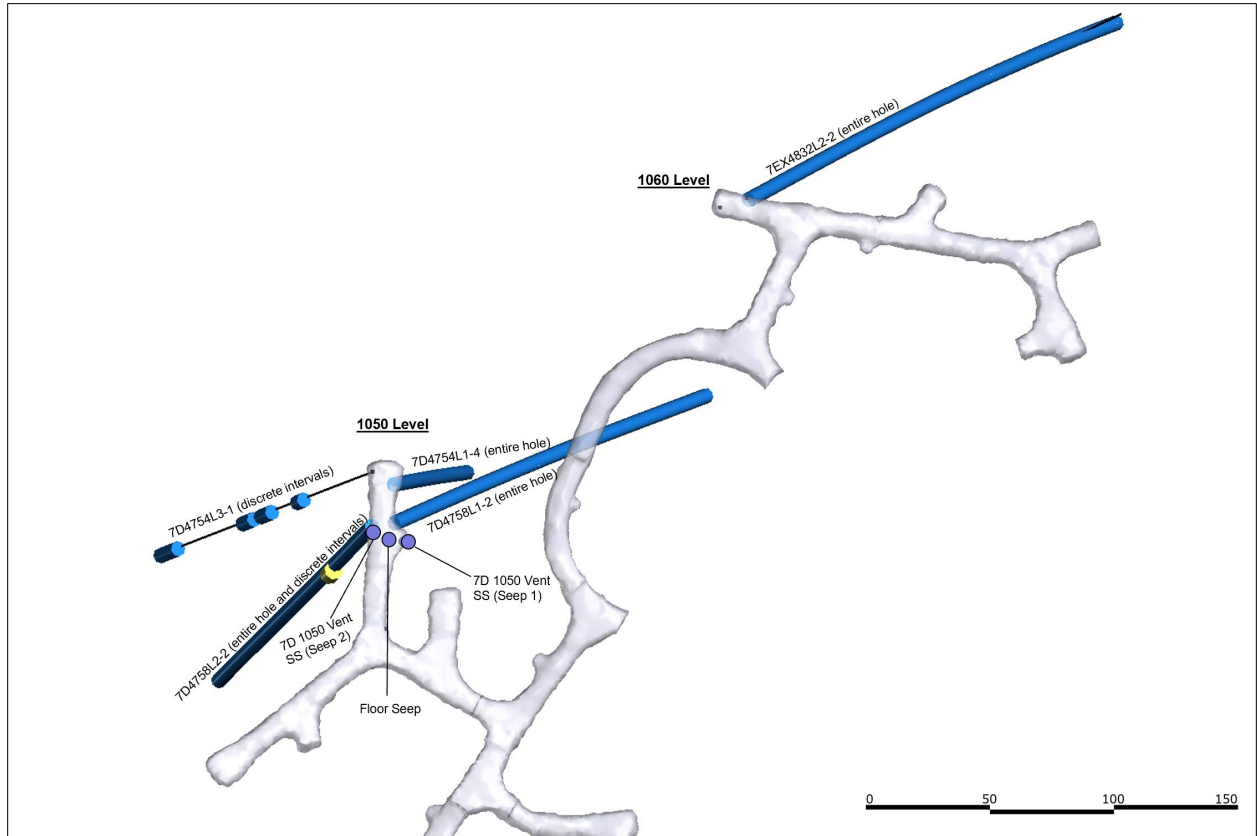


Figure 7: Sample locations from Drill Holes and Seeps (plan view)

3 Results

3.1 Geotechnical Logging

Geotechnical data collected during the field investigation was verified by SRK geotechnical staff, however, was not analyzed for geotechnical parameters such as RMR76/89 or Q.

Major structures logged during the program were analyzed as part of the accompanying structural review and used to update the major fault model (SRK, 2022). The distribution of logged structural features are presented in Figure 8. Structural features in core from 7D4827L8-3 were logged by Glencore geologists.

Geotechnical logs are Appendix A, and raw data collected were provided as spreadsheets to Glencore.

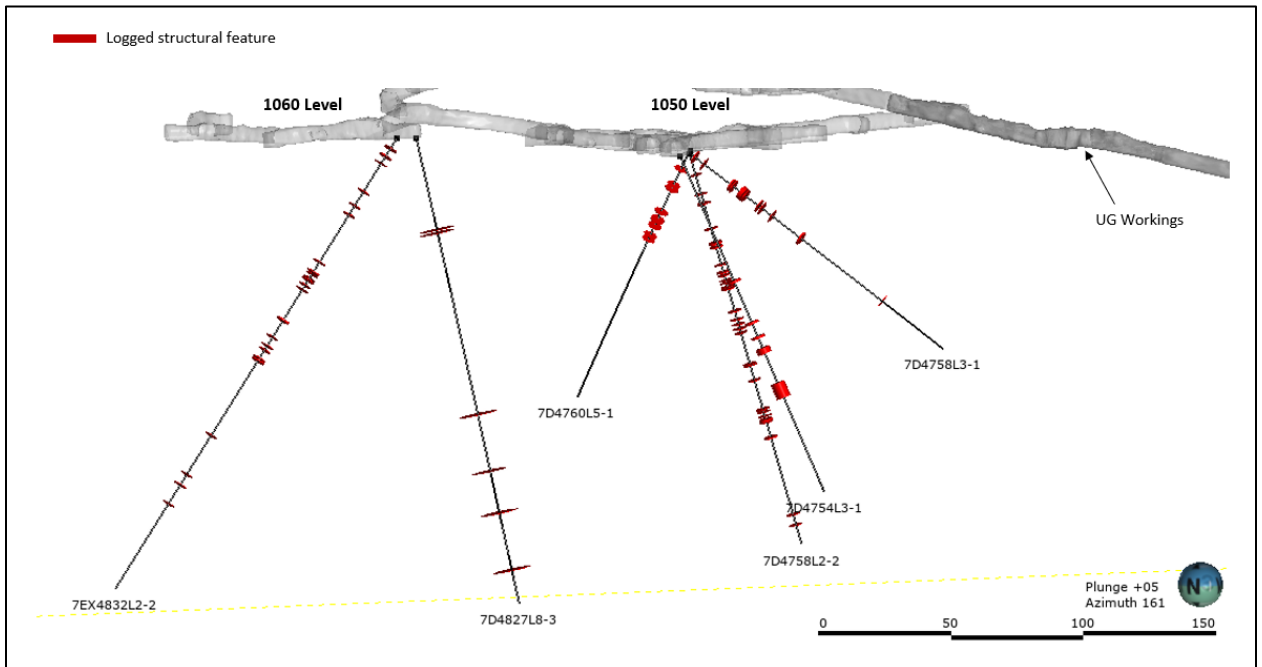


Figure 8: Distribution of logged structural features

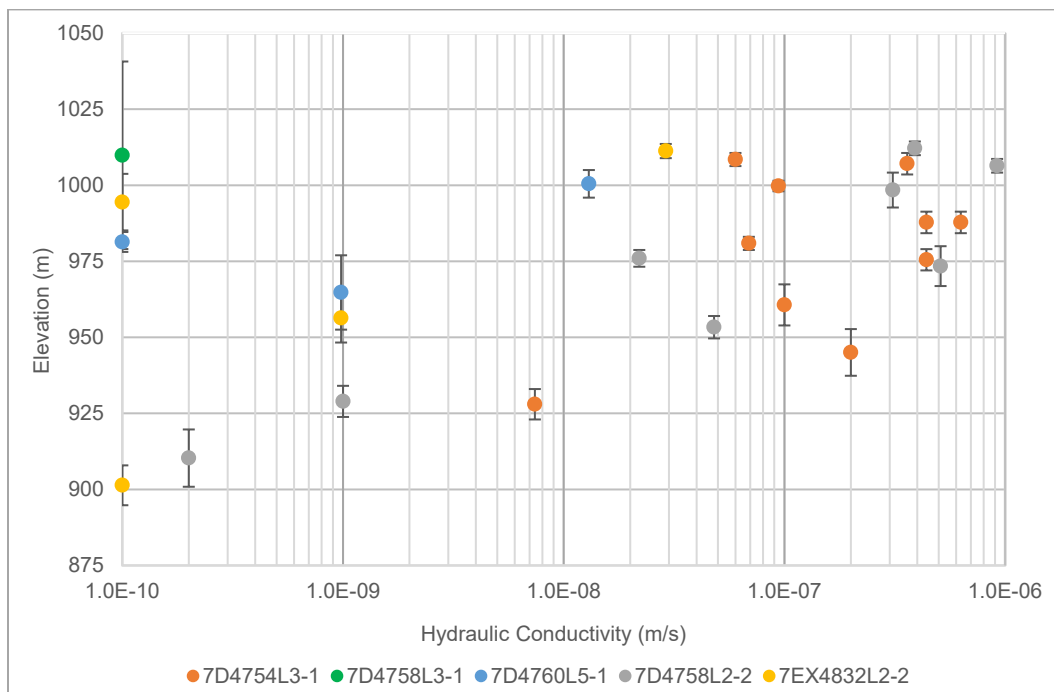
3.2 Packer Testing

Results of the packer testing are illustrated in Figure 9 and presented in Table 5. The tests are colour coded to indicate a relative range of hydraulic conductivity (K). The overall geometric mean of the testing is 2×10^{-8} m/s, with a maximum value of 9×10^{-7} m/s and a minimum of $\leq 1 \times 10^{-10}$ m/s (lower measurement limit of the available equipment). As testing mainly targeted zones of higher flow, the results are biased and are not considered representative of the bulk rock mass, which is considered to be low ($< 1 \times 10^{-9}$ m/s).

Hydraulic tests and resulting values considered to be reliable are rated as high to moderate confidence level. Tests rated low confidence level may have been affected by poor packer seal, bypass issues, or leakage from rods. During this program, four tests were considered to be low confidence, and one as failed, as denoted in Table 5.

Generally, a decrease in K is observed as test depths become deeper, but with the small “depth” or length range for the drill holes (114 to 203.5 m) this pattern is not evident. However, as the depth vs K relationship is related more to depth below surface, this pattern is not likely to be observed as the starting depth (600 m) was already significantly deep enough. Differences in K are expected to be controlled by fracture patterns, aperture width, etc. and are difficult to use when trying to characterize the overall hydraulic conditions.

Additionally, packer testing results are illustrated visually as drill hole profiles in Appendix I.



Note: 1. Test zone length indicated by the vertical bars for each test, with calculated K value placed in centre of test zone
 2. Elevation (m) presented in the mine coordinate system

Figure 9: Hydraulic Conductivity vs Elevation of Test Zone

Table 5: Hydraulic Packer Testing Summary

Hole ID	Test No.	Test Date (yyyy/mm/dd)	Test Interval (m along drill hole)			Initial Flow Rate (L/min)	Shut in Pressure		Type of Test	Hydraulic Conductivity (m/s) Best Estimate	Test Quality/Comments	
			From:	To:	Length:		PSI	Confidence				
7D4754L3-1	1	2021-07-31	43.3	48	4.70	5.5	330	Low	Discharge	6 x 10 ⁻⁸	Moderate	No datalogger available.
7D4754L3-1	2	2021-08-01	43.3	51	7.70	30.0	263	High	Discharge	4 x 10 ⁻⁷	High	
7D4754L3-1	3	2021-08-01	53.25	57	3.75	5.0	330	High	Discharge	9 x 10 ⁻⁸	High	
7D4754L3-1	4	2021-08-02	64.3	72	7.70	-	212	Failed	Discharge	4 x 10 ⁻⁷	Failed	Test failed.
7D4754L3-1	5	2021-08-02	64.3	72	7.70	46.0	352	High	Discharge	6 x 10 ⁻⁷	High	Retest of Test 4
7D4754L3-1	6	2021-08-03	73.3	78	4.70	5.0	334	High	Discharge	7 x 10 ⁻⁸	High	
7D4754L3-1	7	2021-08-04	76.3	84	7.7	32.0	334	High	Discharge	4 x 10 ⁻⁷	High	
7D4754L3-1	8	2021-08-05	90.3	105	14.7	15.0	354	High	Discharge	1 x 10 ⁻⁷	High	
7D4754L3-1	9	2021-08-06	106.3	123	16.7	28.0	362	High	Discharge	2 x 10 ⁻⁷	High	
7D4754L3-1	10	2021-08-08	127.3	138	10.7	1.7	262	Low	Discharge	7 x 10 ⁻⁹	High	
7D4758L3-1	1	2021-08-13	16.3	123	106.7	0.0	17	Low	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰	Moderate	No Flow, Low K
7D4760L5-1	1	2021-08-18	52.3	63	10.7	1.6	178	Moderate	Discharge	1 x 10 ⁻⁸	High	
7D4760L5-1	2	2021-08-18	76.3	84	7.7	0.0	129	Moderate	Discharge	1 x 10 ⁻¹⁰	High	No flow, low K
7D4760L5-1	3	2021-08-20	85.3	114	28.7	0.0	225	Moderate	Discharge	1 x 10 ⁻⁹	Moderate	No flow, low K
7D4758L2-2	1	2021-08-25	37.3	42	4.7	17.4	282	High	Discharge	4 x 10 ⁻⁷	High	
7D4758L2-2	2	2021-08-25	43.3	48	4.7	37.0	278	High	Discharge	9 x 10 ⁻⁷	High	
7D4758L2-2	3	2021-08-26	46.3	60	13.7	34.8	278	High	Discharge	3 x 10 ⁻⁷	High	
7D4758L2-2	4	2021-08-27	73.3	87	13.7	12.4	294	High	Discharge	5 x 10 ⁻⁷	High	
7D4758L2-2	5	2021-08-28	97.3	105	7.7	3.5	317	High	Discharge	5 x 10 ⁻⁸	High	
7D4758L2-2	6	2021-08-28	121.3	132	10.7	0.3	223	Moderate	Injection	1 x 10 ⁻⁹	Low	Minor rod leakage.
7D4758L2-2	7	2021-08-29	100.3	132	31.7	6.2	311	High	Discharge	2 x 10 ⁻⁸	High	
7D4758L2-2	8	2021-08-29	136.3	156	19.7	0.1	226	Moderate	Injection	2 x 10 ⁻¹⁰	Low	Minor rod leakage.
7EX4832L2-2	1	2021-09-04	58.3	64	5.7	3.0	210	High	Discharge	3 x 10 ⁻⁸	High	
7EX4832L2-2	2	2021-09-05	70.3	93	22.7	0.4	170	High	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰	High	Flow rate = leak test flow
7EX4832L2-2	3	2021-09-06	118.3	138	19.7	1.0	241	High	Injection	1 x 10 ⁻⁰⁹	Low	Flow rate < leak test flow
7EX4832L2-2	4	2021-09-08	187.3	203.3	16	0.2	254	High	Injection	1 x 10 ⁻¹⁰	Low	Flow rate < leak test flow

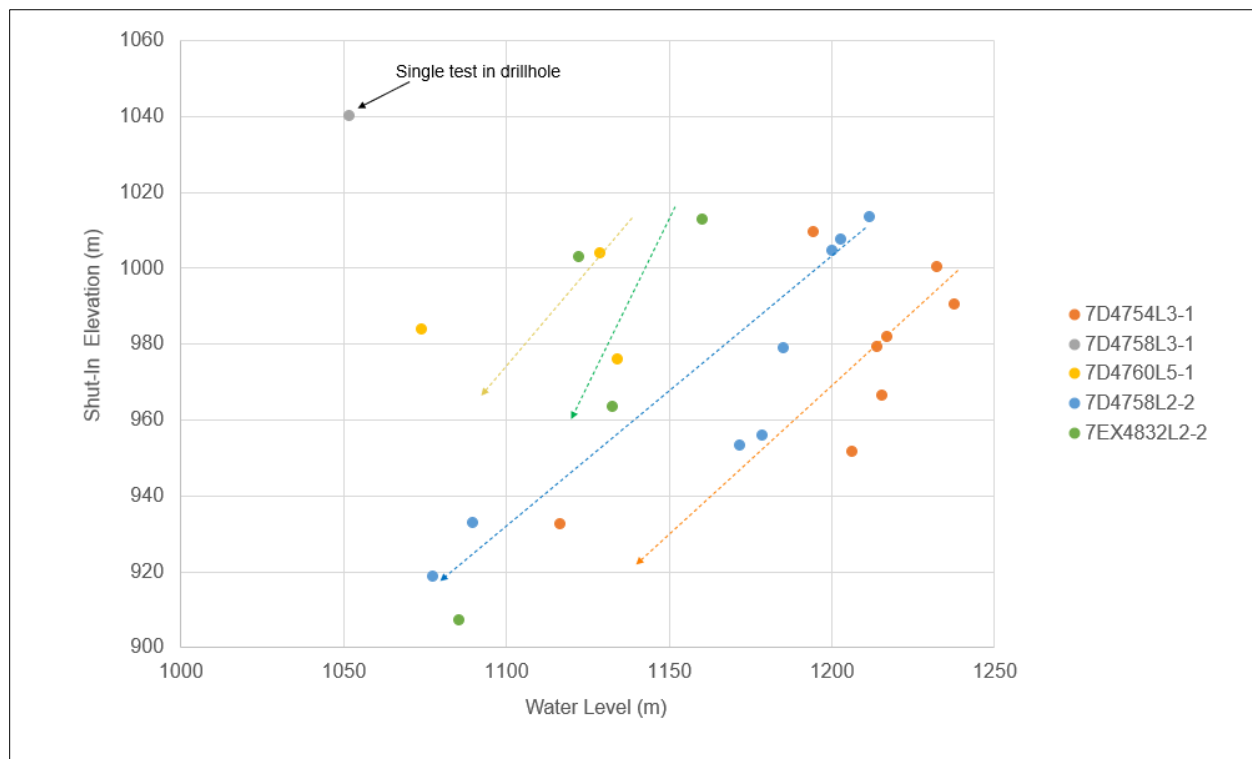
Note: Hydraulic conductivity (K) ranges: very low: <1 x 10⁻⁹ m/s; low: 1 x 10⁻⁹ to 1 x 10⁻⁷ m/s; moderate: 1 x 10⁻⁷ to 1 x 10⁻⁵ m/s; high: 1 x 10⁻⁵ to 1 x 10⁻³ m/s; very high: > 1 x 10⁻³ m/s

3.3 Shut-in Pressures

The SWiPS isolates each test interval from the influence of water/drill fluids within the annulus or differences in piezometric levels in shallower portions of the drill hole. As soon as the pressure in the interval is confined (i.e., the packer is inflated), it begins to equilibrate asymptotically towards a steady-state value or “shut-in” pressure of the test zone. If the piezometric pressure recovers sufficiently before a hydraulic test begins, it can be measured by the downhole transducer.

Intervals that are high K tend to equilibrate faster than low K intervals. As most of the testing was completed in zones of higher flow, the confidence level of the shut-in pressures measured is considered high in most cases, as denoted in Table 5. The shut-in pressures measured during the packer testing are considered representative during the time of measurement only, as the piezometric level is expected to fluctuate during drilling and other external factors. Because of this, any pressure data collected from VWP is considered more reliable for the longer term monitoring.

Piezometric pressures measured during the shut-in periods during packer testing are presented in Figure 10. Shut-in piezometric elevations have been corrected to account for deviations in drill hole azimuth and dip. All holes show a decrease in pressure (piezometric water level) as the drill hole progresses, indicating a depressurization by the drilling and flow.



Note:

1. Elevations are presented in the mine coordinate system
2. Arrows depict general trend for each drill hole

Figure 10: Piezometric shut-in pressures relative to elevation (m)

3.4 Cross-hole Flow Testing

3.4.1 VWP Responses

Cross-hole flow testing was completed utilizing flowing artesian drill holes on the 1050 and 1060 mine levels and the four VWP strings installed during the 2021 field program. A total of seven cross-hole flow tests were completed between September 25 and October 12, 2021. A summary of the VWP responses, as categorized, is presented in Table 6. Individual VWP response plots related to each cross-hole flow test are presented in Appendix J.

Flow rates from the test drill holes during the cross-hole flow testing ranged from 25 to 151 L/min. Cross-hole flow tests that had higher flow rates, generally produced higher responses from the VWPs. However, sensors that were generally responding to the testing, responded both to higher and lower flow rates.

Flow rates from Test 1 show a decline when the same drill hole is tested in Test 2, indicating a depressurization and drainage of the system over the testing program.

Overall, responses were seen most strongly in sensors 7D4754L3-1 (926m), 7EX4832L2-2 (1007m), 7EX4832L2-2 (979m), 7EX4832L2-2 (966m), 7D4827L8-3 (1000m), 7D4827L8-3 (924m), and 7D4827L8-3 (890m).

None of the VWPs in 7D4760L5-1 showed a notable response to the testing, indicating no measured connection through the structures at the specific position of the VWPs.

The highest response was at 7D4827L8-3 (1000m) during cross-hole flow test 2.4 (7D4758L2-2 at 123 L/min), where a drawdown of 14.6 m was observed. This indicates high degree of connectivity across the test zone rockmass, even if discrete faults are not present. This indicates high degree of general connectivity due to joints and discontinuous fractures related to the major structure.

In the short term (within hours after the flow testing), many of the responding VWPs did not fully recover from the testing, indicating a potential to drain or depressurize the system. In cases that the pressure did recover to pre-test levels, there was seemingly an upwards background trend affecting the results. Although the drilling was stopped whilst the cross-hole flow testing was completed, the drill program was on-going and the VWP pressures were not stabilized prior to the start of the cross-hole flow testing. Therefore, without an original stabilized baseline, it is difficult to assess the recovery results.

Table 6: VWP Responses to Test Series 2

Hole ID/VWP Sensor	Cross-hole Flow Test 1.1		Cross-hole Flow Test 1.2		Cross-hole Flow Test 1.3		Cross-hole Flow Test 2.1		Cross-hole Flow Test 2.2		Cross-hole Flow Test 2.3		Cross-hole Flow Test 2.4	
	7D4754L1-4 (101 L/min) ¹		7D4758L2-2 (151 L/min) ¹		7D4758L1-2 (35 L/min) ¹		7D4827L6-1 (25 L/min) ¹		7D4754L1-4 (77 L/min) ¹		7D4758L1-2 (32 L/min) ¹		7D4758L2-2 (123 L/min) ¹	
	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response ³	Δh^2	Response
7D4754L3-1 (1009m)	-2.11	Moderate	-9.07	Very High	0.54	Response Interference	-0.13	Low	-0.58	Moderate	0.05	None	-6.17	Very High
7D4754L3-1 (993m)	-1.95	Moderate	-5.94	High	-0.27	Unclear (Background Trend)	-0.56	Unclear (Background Trend)	-0.4	Unclear (Background Trend)	-0.25	None	-1.84	Unclear (Background Trend)
7D4754L3-1(972m)	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None
7D4754L3-1 (954m)	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None	0	None
7D4754L3-1 (926m)	-1.4	Moderate	-6.2	Very High	0.26	Unclear (Background Trend)	-1.32	Unclear (Background Trend)	-0.88	Unclear (Background Trend)	-0.46	Moderate	-9.66	Very High
7D4760L5-1(995m)	-	-	-	-	-	-	0.15	None	0.13	None	0.09	None	0.09	Unclear (Background Trend)
7D4760L5-1(981m)	-	-	-	-	-	-	0.17	None	0.15	None	0.09	None	-0.23	Unclear (Background Trend)
7D4760L5-1(955m)	-	-	-	-	-	-	0.05	None	0.06	None	0.05	None	-0.38	Unclear (Background Trend)
7EX4832L2-2 (1007m)	-1.92	Moderate	-4.66	High	0.13	Response Interference	-1.18	Moderate	-0.9	Moderate	-0.05	Low	-5.27	High
7EX4832L2-2 (979 m)	-1.9	Moderate	-4.68	High	-0.03	Response Interference	-0.96	Moderate	-0.67	Moderate	0.04	Response Interference	-4.77	High
7EX4832L2-2 (966 m)	-0.41	Low	-0.97	Moderate	-0.09	None	-0.09	Low	-0.05	Low	0.11	None	-1.14	Moderate
7EX4832L2-2 (916 m)	-0.11	Unclear (Background Trend)	-0.21	Unclear (Background Trend)	-0.11	None	0.09	None	0.1	None	0.11	None	0	None
7D4827L8-3 (1000m)	-	-	-	-	-	-	-7.22	Very High	-4.03	High	-0.72	Moderate	-14.57	Very High
7D4827L8-3 (946m)	-	-	-	-	-	-	-0.26	Low	0	None	0.13	None	-0.3	Low
7D4827L8-3 (924m)	-	-	-	-	-	-	10.61	Very High	-2.48	Moderate	-0.27	Low	11.22	Very High
7D4827L8-3 (890m)	-	-	-	-	-	-	-7.84	Very High	-1.9	Moderate	-0.2	Low	11.04	Very High

Notes:

1. Flowing hole (Flow Rate)
2. Change in head during cross-hole flow test, negative values indicate a decline in head during testing
3. Response categories defined in the text
4. *Italicized* values indicate that the sensor was reading zero pressure during the time of testing
5. "-" indicates that VWP data was unable to be collected during the test

3.4.2 Pressure Gauge Responses

During each cross-hole flow test, all other ungrouted drill holes (which were also used for testing), were monitored using a pressure gauge at the collar. These drill holes were monitored for a decrease in pressure during the testing, to further indicate connectivity in the system. Pressure gauge responses during the cross-hole flow testing are presented in Figure 11 and Figure 12. Pressure responses at the gauges were found to be more pronounced in Test Series 2.

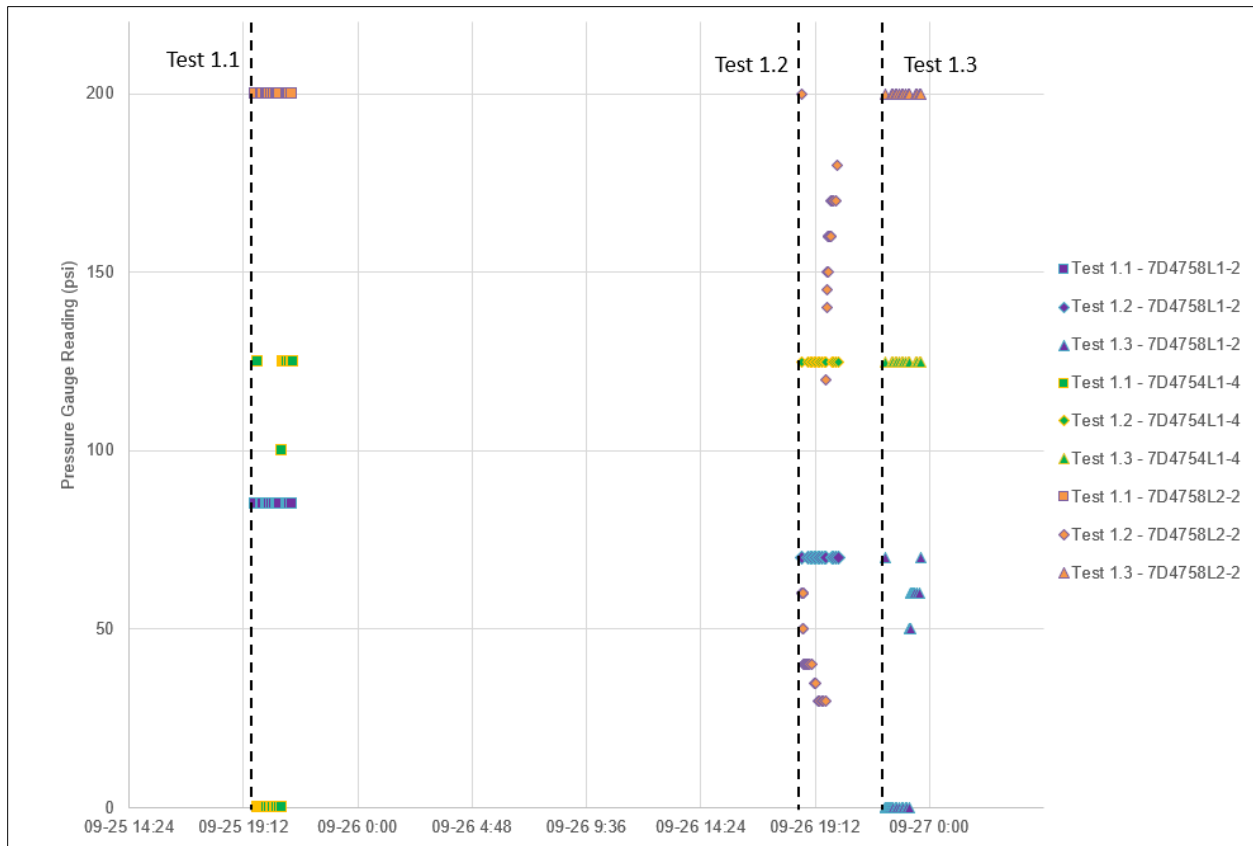


Figure 11: Cross-hole Flow Test Series 1 manual pressure measurements

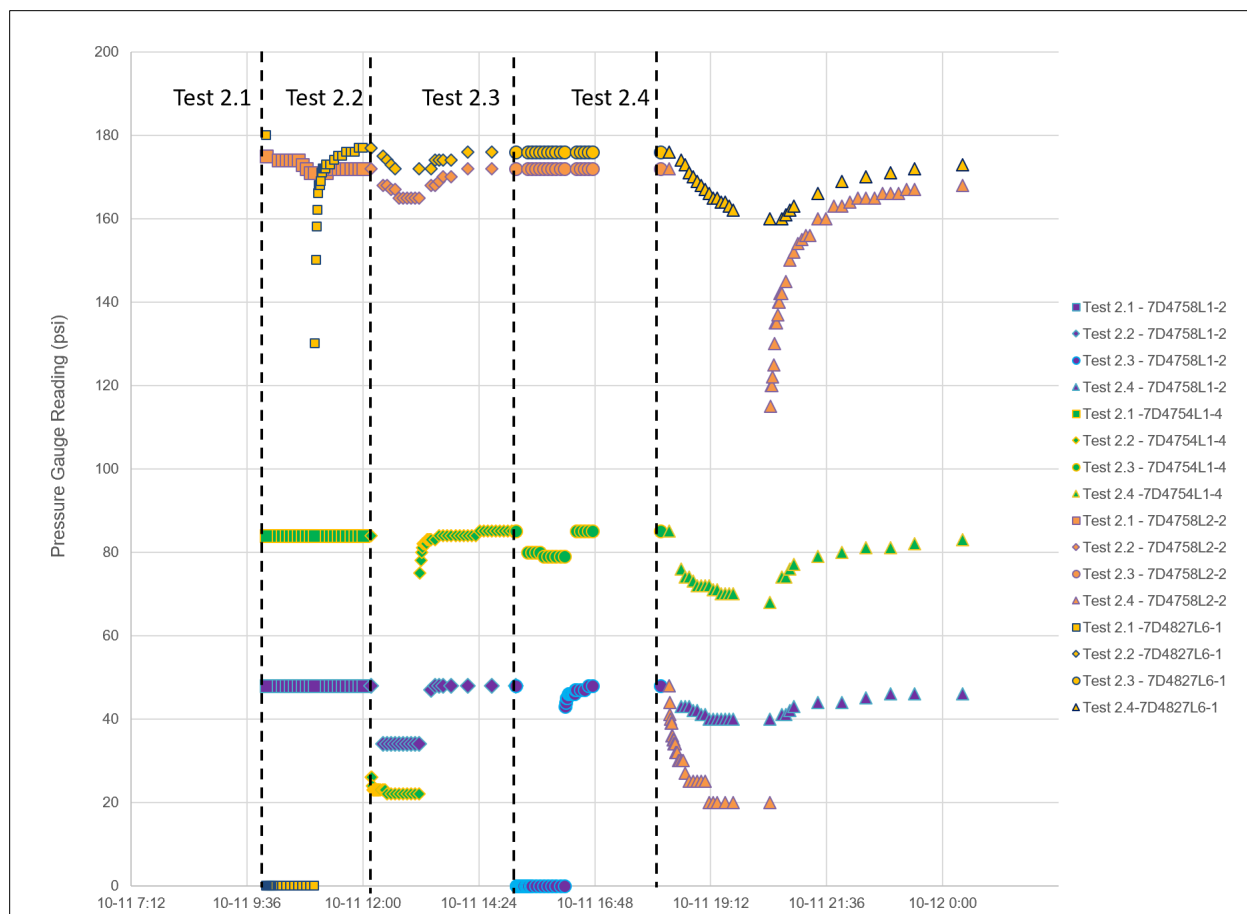


Figure 12: Cross-hole Flow Test Series 2 manual pressure measurements

3.5 Long-term Pore Pressure Monitoring

After the cross-hole flow testing was completed, all VWP's were programmed to collect data at a lower frequency (every 12 hours) in order to preserve datalogger memory and battery life. The VWP string installed at 7D4760L5-1 (three sensors) was destroyed by machinery shortly after the cross-hole flow testing was completed, and only has data available until October 13, 2021.

Some observations from the dataset include:

- Four sensors began to read at or close to zero pressure (<10 m head) at some point during the investigation and have yet to recover, these sensors included:
 - 7D4754L3-1 (972m) starting on Sept 2, 2021
 - 7D4754L3-1 (954m) starting on Sept 7, 2021
 - 7D454L3-1 (993) starting on October 21, 2021
 - 7D4827L8-3 (1000m) starting on October 17, 2021

- Pore pressure at the remaining sensors ranged and fluctuated heavily during the drilling program. During the drilling program, piezometric head (m) ranged from 1150.5 m to 1251.1 m, which is low in comparison to nearby lake levels.
- Drilling in the area had continued until October 17, with grouting of the drill holes taking place until approximately October 24. Fluctuations in pore pressure at the VWP's slowed following this work as the system was able to start equilibrating to a static pressure. As of Dec 8, most VWP's have reached a relatively stable pore pressure, ranging from 1182.6 to 1276.7 m head (not including those reading zero pressure). Although there was a general increase in head after the drilling was completed, the levels remain inconsistent with any nearby lake elevations.

A summary of the recorded piezometric head values is presented in Table 7.

Table 7: Piezometric Elevation head values – Dec 2021

Drill hole ID	(VWP ID) ¹	Piezometric Elevation (m) ^{2,3}	Date
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (1009m)	1182.57	2021-12-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (993m)	998.63	2021-12-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (972m)	972.10	2021-12-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (954m)	948.80	2021-12-08
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (926m)	1227.71	2021-12-08
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (995m)	1169.46	2021-10-13
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (981m)	1182.63	2021-10-13
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (955m)	1188.44	2021-10-13
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (1007m)	1254.33	2021-12-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (979 m)	1269.55	2021-12-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (966 m)	1276.67	2021-12-08
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (916 m)	1259.39	2021-12-03
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (1000m)	998.45	2021-12-08
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (946m)	1266.83	2021-12-08
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (924m)	1193.09	2021-12-08
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (890m)	1262.05	2021-12-08

Notes:

1. Drill hole ID (Sensor Elevation)
2. Red values indicate the sensor is reading near or at zero pressure
3. Elevation is presented in the mine coordinate system

VWP pressure readings are presented as a time series in Appendix K.

3.6 VWP Temperature Profile

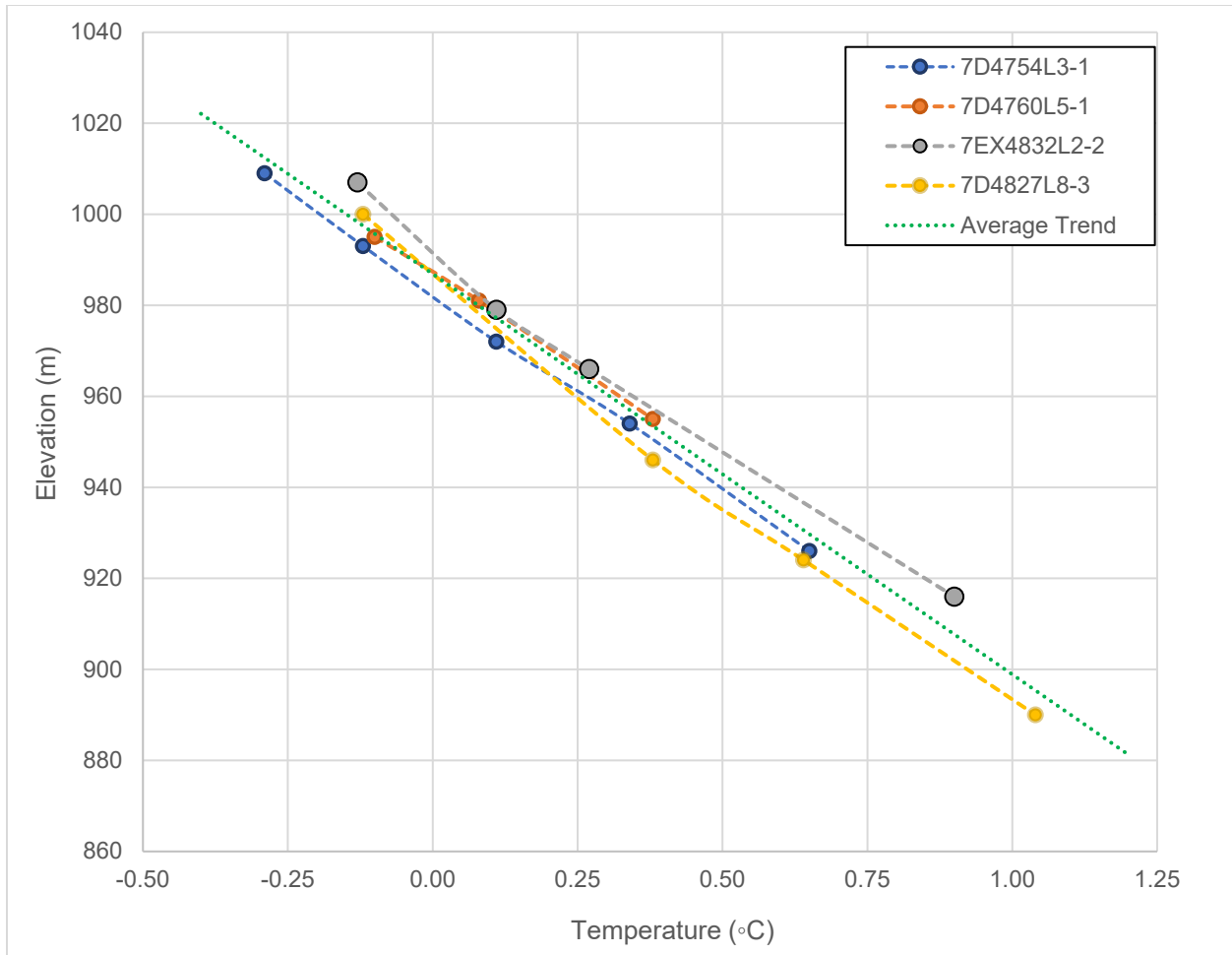
All VWP sensors are equipped to collect temperature data in addition to pressure data as part of the transducer calibration and data processing procedures. Temperature data were observed to equilibrate to static conditions at all VWPs relatively quickly. A summary of stabilized temperature data is presented in Table 8, with equilibrated profiles illustrated in Figure 13.

The vertical thermal profile for each drill hole follows a linear relationship with increasing temperature with depth as expected (eq: $y = -88.003x + 986.9$ for base of permafrost) as depicted by the green trendline in Figure 13.

Temperature data collected from the VWP sensors are presented as a time series in Appendix K.

Table 8: VWP Temperature Data

Drill hole ID	Sensor ID	Temperature (°C)	Date
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (1009m)	-0.29	08-12-2021
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (993m)	-0.12	08-12-2021
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (972m)	0.11	08-12-2021
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (954m)	0.34	08-12-2021
7D4754L3-1	7D4754L3-1 (926m)	0.65	08-12-2021
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (995m)	-0.10	13-10-2021
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (981m)	0.08	13-10-2021
7D4760L5-1	7D4760L5-1 (955m)	0.38	13-10-2021
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (1007m)	-0.13	08-12-2021
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (979 m)	0.11	08-12-2021
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (966 m)	0.27	08-12-2021
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2 (916 m)	0.90	03-12-2021
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (1000m)	-0.12	08-12-2021
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (946m)	0.38	08-12-2021
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (924m)	0.64	08-12-2021
7D4827L8-3	7D4827L8-3 (890m)	1.04	08-12-2021



Note: Elevation presented in mine grid coordinates.

Figure 13: Thermal profiles from VWP sensors

3.7 Groundwater Chemistry

Groundwater samples were taken where possible to assess variability in baseline groundwater chemistry at different depths and to support the conceptual model of groundwater flow. A total of 11 groundwater and one QA/QC sample were collected throughout the program. Chemical characteristics of all groundwater samples were relatively consistent and did not have a high enough degree of variability to make assumptions regarding specific sources. However, certain parameters can be compared to drill fluid to assess the degree to which they are representative of in-situ groundwater conditions. The following section provides results and discussion of the parameters that are considered appropriate for this evaluation.

Field parameter measurements are provided in Table 9 and a summary of general chemistry in Table 10. Certificates of analysis from SGS for general chemistry and from the University of Waterloo for isotopic analysis are provided in Appendix L.

3.7.1 Field Parameters

Field measured electrical conductivity (EC) ranged from 1320 to 5020 uS/cm in the groundwater samples and from 51,861 to 64,676 uS/cm in the drill fluid. Values of pH were consistently higher in the groundwater than drill fluid (9.23 to 9.95 and 7.48 to 7.79, respectively) and temperatures were consistently lower (0.1 to 6.1°C and 13.6 to 14°C, respectively) (Table 9). Due to equipment malfunction, TDS values are only available for six groundwater samples, but are based on a calculation and are directly proportional to EC. While ORP and DO are reported, these values are often unreliable due to exposure of the sample to oxygen as measurements are conducted. Therefore, they are not used for interpretation. Differences in pH, EC, and temperature suggest there is a notable difference in water quality between groundwater and drill fluid.

3.7.2 Total Dissolved Solids

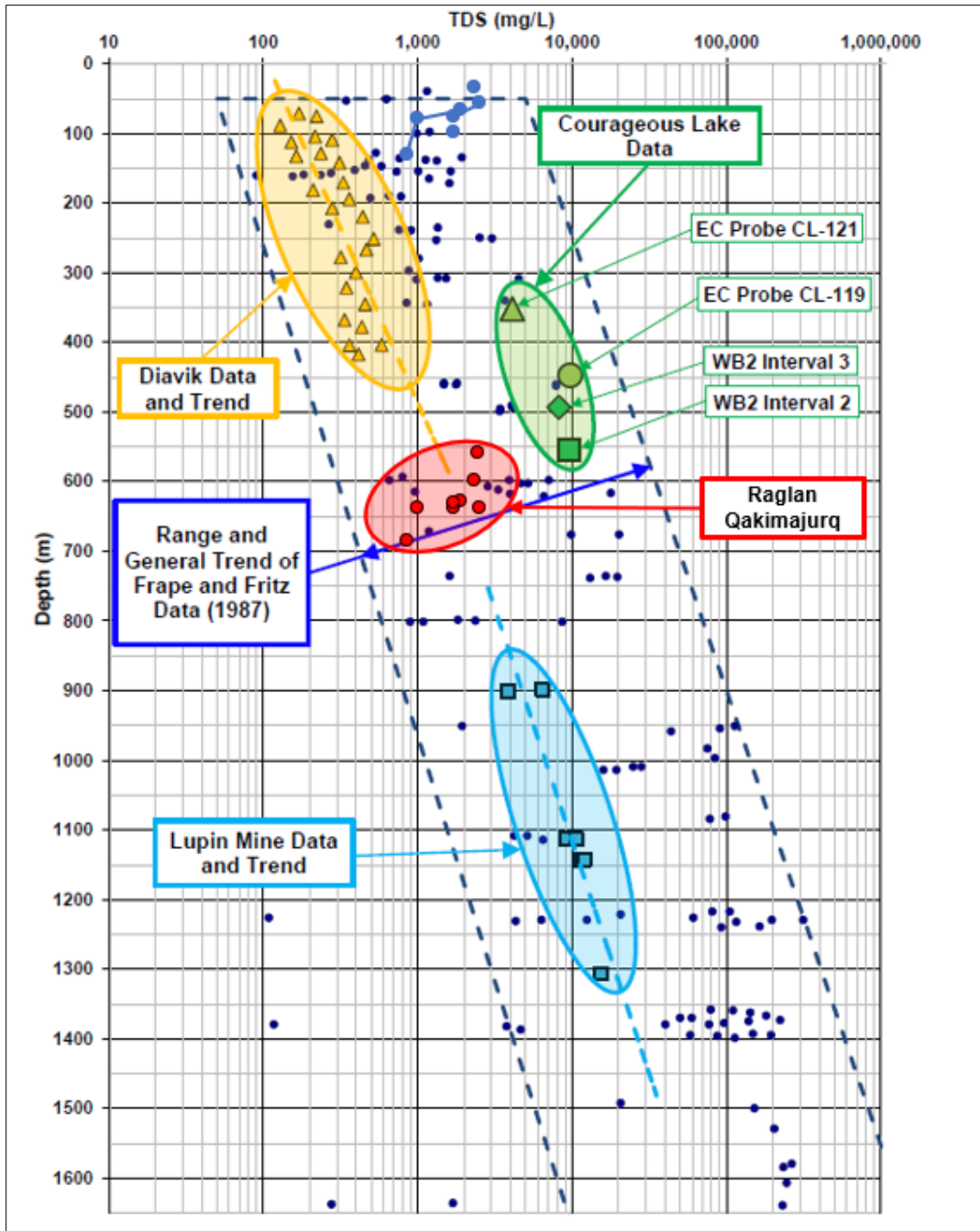
Total dissolved solid (TDS) values are expected to increase with depth and are often found at elevated values in the Canadian Shield. TDS values from Raglan were compared to other sub-permafrost sites in the Canadian Arctic and are presented on Figure 14. Values from Raglan are consistent with the overall trend of TDS versus depth presented by Frappe and Fritz (1987). Laboratory reported TDS values range from 809 to 2,800 mg/L in the groundwater samples and from 39,400 to 50,200 mg/L in the drill fluid (Table 10). This contrast, in combination with the consistency with published data, suggests that while there may be some slight contamination of drill fluid in the groundwater samples, they are likely mostly representative of in-situ groundwater conditions.

Table 9: Groundwater Chemistry Field Parameters

Sample ID	7D4754L3-1-080721_126.3-138	7D4754L3-1_08022021_64.3-72m	7D4754L3-1_08042021_76.3-84m	7D_1050_VentSS_082121	7D4758L2-2_082521_27.3-42.0m	7D4754L1-4_090221	7D4758L2-2_090221	7D4758L1-2_090221	7EX4832L2-2_090521_DF	7EX4832L2-2_090521_FB	7EX4832L2-2_090821	7EX4832L2-2_090821_DF	
Sample Date/Time	31-Jul-21 23:50	02-Aug-21 14:15	04-Aug-21 12:30	21-Aug-21	25-Aug-21 12:15	02-Sep-21 09:30	02-Sep-21 10:05	02-Sep-21 10:40	05-Sep-21 12:40	05-Sep-21 17:00	08-Sep-21 21:12	08-Sep-21 21:45	
Field Parameter	Units												
Temperature	°C	0.7	0.1	0.2	1.8	6.1	1.6	0.6	0.9	13.6	19	1.9	14
pH		9.72	9.88	9.66	9.63	9.51	9.8	9.74	9.95	7.48	7.53	9.23	7.79
ORP	mV	-88	-39.9	-8	-78.8	-57	-83.5	-66.7	-131.7	29.3	64.5	-357.8	36.7
SPC	uS/cm	1320	3062	1497	4435	4150	5020	3089	4380	51861	4.3	2871	64676
DO	mg/L	2.73	6.48	6.3	3.58	3.42	6.85	9.16	3.54	7.5	9.09	2.11	6.57
TDS	mg/L	-	-	-	2883	2698	3263	2008	2847	33710	3	1866	42040
Turbidity	NTU	1.23	10.91	2.17	5.12	212.13	4.5	0.07	6.64	18.83	-0.7	1.77	11.64
Flow Rate	L/min	-	-	-	0.3	17.4	107.4	193.2	33.6	-	-	11.4	-

Table 10: Groundwater Chemistry Laboratory Data

Sample ID	7D4754L3-1-080721_126.3-138	7D4754L3-1_08022021_64.3-72m	7D4754L3-1_08042021_76.3-84m	7D_1050_VentSS_082121	7D4758L2-2_082521_27.3-42.0m	7D4754L1-4_090221	7D4758L2-2_090221	7D4758L1-2_090221	7EX4832L2-2_090521_DF	7EX4832L2-2_090521_FB	7EX4832L2-2_090821	7EX4832L2-2_090821_DF	
Sample Date/Time	31-Jul-21 23:50	02-Aug-21 14:15	04-Aug-21 12:30	21-Aug-21	25-Aug-21 12:15	02-Sep-21 09:30	02-Sep-21 10:05	02-Sep-21 10:40	05-Sep-21 12:40	05-Sep-21 17:00	08-Sep-21 21:12	08-Sep-21 21:45	
Analysis	Units												
Temperature Upon Receipt	°C	20.0	20.0	20.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	17.0	17.0
Turbidity	NTU	0.16	0.14	0.61	0.15	1.09	0.27	0.23	0.82	11.5	0.28	0.93	8.73
Total Suspended Solids	mg/L	2	2	2	4	6	8	3	5	88	3	6	144
pH		6.73	8.86	8.64	8.61	8.78	8.66	8.64	8.50	7.39	5.75	7.73	7.69
Alkalinity (as CaCO3)	mg/L	6	7	6	7	7	5	6	5	32	2	6	38
Conductivity	uS/cm	1220	2860	1420	4140	3930	4830	3080	4030	48700	2	2760	63400
Acidity (as CaCO3)	mg/L	5	3	2	2	2	2	2	2	207	2	2	234
Bicarbonate		-	-	-	4	3	3	3	4	32	2	6	38
Carbonate		-	-	-	2	4	2	3	2	2	2	2	2
Total Dissolved Solids	mg/L	809	1780	949	2350	2190	2800	1640	2400	39400	30	1610	50200
TOC		-	-	-	1	1	1	1	1	22	1	3	23
Ammonia+Ammonium (as N)	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	213	0.1	0.6	337
Fluoride	mg/L	0.18	0.27	0.23	0.21	0.25	0.22	0.21	0.21	0.19	0.06	0.42	0.26
Bromide	mg/L	5.5	14.4	6.5	21.4	20.2	26.8	14.1	20.4	113	0.3	13	110
Chloride	mg/L	370	790	420	1600	1400	1900	880	1500	27000	6	850	37000
Sulphate	mg/L	7	13	9	14	21	14	12	16	270	2	7	300
Nitrite (as N)	mg/L	0.03	0.3	0.03	0.3	0.3	0.36	0.3	0.3	11.5	0.03	0.3	6.1
Nitrate (as N)	mg/L	0.06	0.06	0.10	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	364	0.06	0.97	405
Nitrate + Nitrite (as N)	mg/L	0.06	0.3	0.10	0.3	0.3	0.36	0.3	0.3	376	0.06	0.97	411
Silver (total)	mg/L	0.00005	0.00005	0.00005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00006	0.00279
Silver (dissolved)	mg/L	0.00005	0.00005	0.00005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00005	0.00230
Aluminum (total)	mg/L	0.002	0.001	0.013	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.35	0.01	0.014	0.182
Aluminum (dissolved)	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.003	0.011
Arsenic (total)	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0003	0.0021
Arsenic (dissolved)	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0002	0.0078
Barium (total)	mg/L	0.0750	0.299	0.106	0.370	0.436	0.415	0.316	0.366	1.28	0.0002	0.05799	1.26
Barium (dissolved)	mg/L	0.0763	0.297	0.0974	0.400	0.448	0.444	0.322	0.367	1.26	0.0004	0.0549	1.07
Beryllium (total)	mg/L	0.000007	0.000007	0.000007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00045	0.00007	0.000007	0.000010
Beryllium (dissolved)	mg/L	0.000007	0.000007	0.000007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00023	0.00007	0.000007	0.000007
Boron (total)	mg/L	0.504	0.665	0.619	0.53	0.67	0.70	0.67	0.69	0.56	0.02	0.389	0.533
Boron (dissolved)	mg/L	0.538	0.626	0.564	0.73	0.64	0.64	0.57	0.57	0.58	0.02	0.350	0.547
Bismuth (total)	mg/L	0.00001	0.00002	0.00001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00001	0.00007
Bismuth (dissolved)	mg/L	0.00001	0.00001	0.00001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00001	0.00007
Calcium (total)	mg/L	178	512	219	810	822	927	529	795	12572	0.4	441	15500
Calcium (dissolved)	mg/L	176	492	212	828	732	955	512	750	12100	0.4	427	14000
Cadmium (total)	mg/L	0.000003	0.000004	0.000003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00250	0.00003	0.000005	0.003280
Cadmium (dissolved)	mg/L	0.000003	0.000003	0.000010	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00190	0.00003	0.000005	0.00254
Cobalt (total)	mg/L	0.000043	0.000023	0.000050	0.00004	0.00007	0.00006	0.00007	0.00008	0.02220	0.00004	0.000089	0.017847
Cobalt (dissolved)	mg/L	0.000035	0.000034	0.000011	0.00004	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004	0.02130	0.00004	0.000062	0.0153
Chromium (total)	mg/L	0.00008	0.00037	0.00107	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0087	0.0008	0.00031	0.00505
Chromium (dissolved)	mg/L	0.00008	0.00008	0.00008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0057	0.0008	0.00009	0.00303
Copper (total)	mg/L	0.0022	0.0002	0.0002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.048	0.002	0.0004	0.0451
Copper (dissolved)	mg/L	0.0002	0.0007	0.0002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.033	0.002	0.0002	0.0364
Iron (total)	mg/L	0.018	0.020	0.052	0.07	0.20	0.07	0.07	0.07	0.90	0.07	0.097	0.440
Iron (dissolved)	mg/L	0.007	0.007	0.007	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.20	0.07	0.009	0.046
Potassium (total)	mg/L	2.06	8.19	2.77	10.5	14.1	11.1	9.06	9.98	144	0.09	1.59	137
Potassium (dissolved)	mg/L	2.00	7.87	2.73	10.6	12.7	10.9	8.62	9.49	136	0.09	1.71	136
Lithium (total)	mg/L	0.0020	0.0046	0.0036	0.0045	0.0074	0.0064	0.0059	0.0064	0.0122	0.001	0.0041	0.0226
Lithium (dissolved)	mg/L	0.0026	0.0044	0.0033	0.0079	0.0051	0.0044	0.0037	0.0038	0.0163	0.001	0.0037	0.0154
Magnesium (total)	mg/L	12.0	6.69	7.56	8.63	8.76	12.3	11.0	5.29	174	0.01	1.10	155
Magnesium (dissolved)	mg/L	11.6	6.60	7.21	8.16	7.92	11.4	10.6	4.85	167	0.01	1.06	122
Manganese (total)	mg/L	0.0121	0.00816	0.0120	0.0100	0.0137	0.0246	0.0219	0.0056	0.421	0.0001	0.0125	0.488
Manganese (dissolved)	mg/L	0.0124	0.00168	0.00467	0.0100	0.0167	0.0502	0.0212	0.0058	0.402	0.0001	0.0112	0.432
Molybdenum (total)	mg/L	0.00054	0.00041	0.00049	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0004	0.0322	0.0004	0.00047	0.0283
Molybdenum (dissolved)	mg/L	0.00049	0.00051	0.00051	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0004	0.0328	0.0004	0.00035	0.0277
Sodium (total)	mg/L	32.9	48.9	38.5	61.8	62.4	63.8	47.9	62.9	245	0.1	80.6	195
Sodium (dissolved)	mg/L	31.5	49.1	37.4	55.7	53.2	59.1	44.3	55.7	229	0.1	71.5	169
Nickel (total)	mg/L	0.0004	0.0003	0.0010	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	3.76	0.001	0.0033	2.71
Nickel (dissolved)	mg/L	0.0003	0.0053	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	3.62	0.001	0.0024	2.28
Phosphorus (total)	mg/L	0.005	0.003	0.003	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.004	0.030
Phosphorus (dissolved)	mg/L	0.003	0.008	0.007	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.09	0.03	0.003	0.018
Lead (total)	mg/L	0.00009	0.00009	0.00009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0013	0.0009	0.00009	0.00012
Lead (dissolved)	mg/L	0.00009	0.00009	0.00009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.00009	0.00013
Antimony (total)	mg/L	0.0009	0.0009	0.0009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.0009	0.0024
Antimony (dissolved)	mg/L	0.0009	0.0009	0.0009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.0009	0.0023
Selenium (total)	mg/L	0.00004	0.00004	0.00004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0049	0.0004	0.00004	0.00286
Selenium (dissolved)	mg/L	0.00004	0.00004	0.00004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0025	0.0004	0.00004	0.00247
Silicon (total)	mg/L	0.05	0.05	0.23	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	4.3	0.2	1.58	4.78
Silicon (dissolved)	mg/L	0.04	0.05	0.12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	3.6	0.2	1.81	3.68
Tin (total)	mg/L	0.00006	0.00006	0.00006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0021	0.0006	0.00006	0.00314
Tin (dissolved)	mg/L	0.00006	0.00006	0.00006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0043	0.0006	0.00006	0.00247
Strontium (total)	mg/L	1.53	2.89	1.80	5.03	4.09	6.49	2.87	5.04	22.9	0.0007	4.61	25.9
Strontium (dissolved)	mg/L	1.51	2.82	1.78	5.48	4.00	6.73	2.97	5.23	21.6	0.0009	4.42	23.7
Titanium (total)	mg/L	0.00014	0.00009	0.00033	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0017	0.0162	0.0005	0.00080	0.01101
Titanium (dissolved)	mg/L	0.00007	0.00006	0.00011	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00006	0.00058
Thallium (total)	mg/L	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00010	0.00005	0.00005	0.00005
Thallium (dissolved)	mg/L	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00010	0.00005	0.00005	0.00006
Uranium (total)	mg/L	0.000002	0.000005	0.000002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00230	0.00002	0.000010	0.001830
Uranium (dissolved)	mg/L	0.000002	0.000002	0.000002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00240	0.00002	0.000002	0.001316
Vanadium (total)	mg/L	0.00002	0.00003	0.00004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0025	0.0001	0.00003	0.00240
Vanadium (dissolved)	mg/L	0.00001	0.00005	0.00002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.00003	0.00181
Zirconium (total)	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.002	0.002
Zirconium (dissolved)	mg/L	0.002	0.002	0.002									



Source; Modified from Martin et al, 2013

Figure 14: TDS versus depth in Canadian Arctic groundwaters

3.7.3 Stable Isotopes

Stable isotopes of water ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$) are plotted on Figure 15 and compared to the local meteoric water line (LMWL) published by Saulnier-Talbot et al. (2006) for the Ungava Peninsula. The two drill fluid samples plot in a fairly narrow range in the top right of the figure. From there, the groundwater samples are more depleted in heavier isotopes and plot fairly linearly along a slope of 5.16, similar to the published LMWL which has a slope of 7.31. Where discrete sample intervals are available, a trend in depth can be noted with deeper samples plotting at more depleted values and shallower samples plotting near the drill fluid. As drill fluid is composed of surface water, it is intuitive that samples closer to the surface will have a greater resemblance.

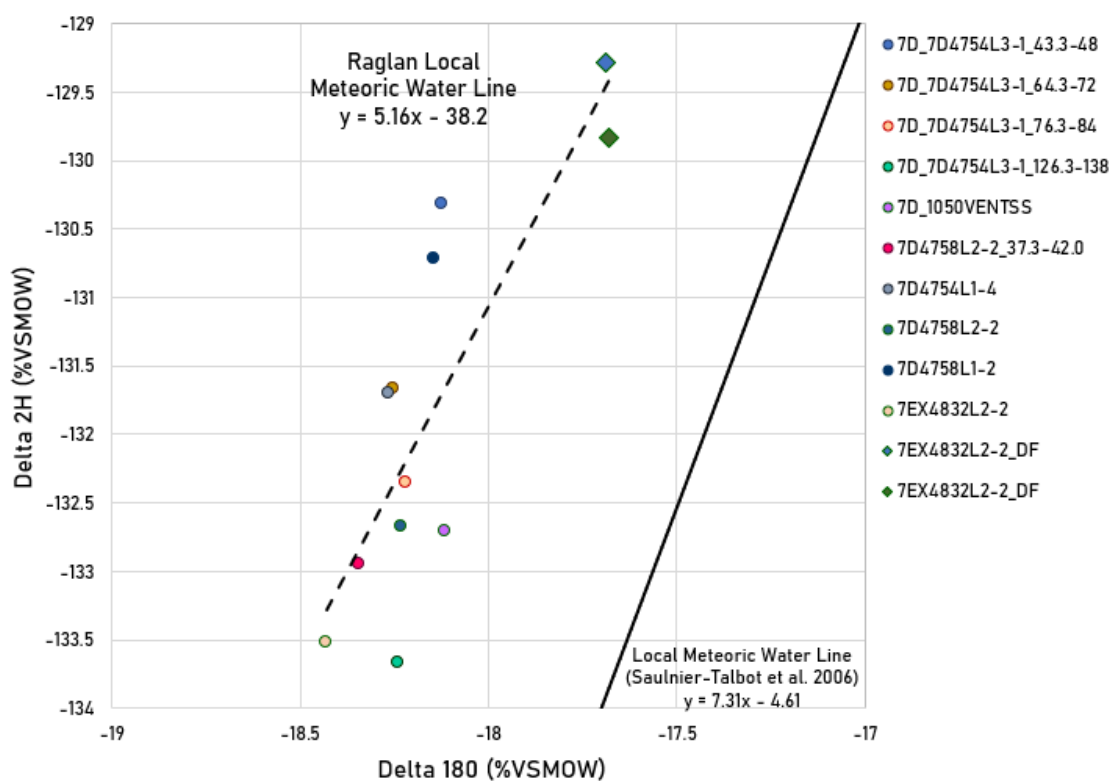


Figure 15: Stable isotopes of water ($\delta^{18}\text{O}$ versus $\delta^2\text{H}$)

3.7.4 Tritium

Tritium is a naturally occurring, radioactive isotope of hydrogen with a half life of 12.3 years. It is produced in the upper atmosphere by cosmic radiation in small amounts and is introduced into the hydrologic cycle through precipitation. In general, groundwater that has received recharge from surface water or precipitation in the past 50 to 60 years will contain low levels of tritium where older groundwater will have none. Due to the sub-permafrost origin of the groundwater sampled at Raglan, modern recharge is not expected to be naturally present and should therefore contain no tritium unless introduced by drilling fluids. Based on this assumption, groundwater

mixing percentages can be calculated by dividing the measured tritium value in groundwater by the value in the corresponding drill fluid (which is composed of surface water). However, when laboratory results were received, it was determined that tritium values in the drill fluid were not high enough above the laboratory detection limit to have high confidence in these mixing calculations and they were not performed. The only samples with detectable tritium were drill fluid, so while mixing cannot be quantified, the results support the assumption that deep groundwater at Raglan has not received modern recharge and the samples collected are likely representative of in-situ conditions.

Tritium values versus TDS are presented on Figure 16.

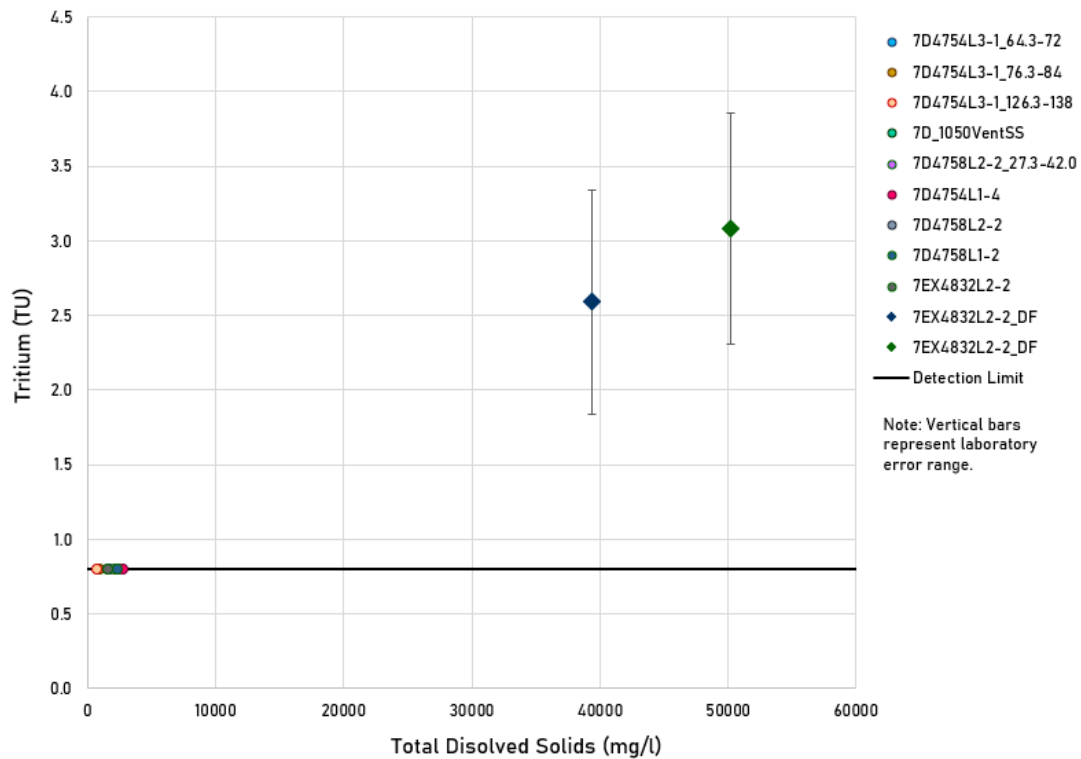


Figure 16: Tritium versus TDS

Reference

- Duffield, G.M., 2007. AQTESOLV for Windows v4.5., User's Guide. HydroSolve Inc., Reston, VA.
- Frape and Fritz. 1987. Saline Water and Gases in Crystalline Rocks: Geochemical trends for groundwaters from the Canadian Shield. GAC Special Paper 33, 19-38.
- Theis, C.V. 1935. The relation between the lowering of the piezometric surface and rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Trans. Amer. Geophys. Union 2: 519-524.
- Martin J, Clayton C, Murphy B. 2013. A method for deriving sub-permafrost groundwater salinity and total dissolved solids. Proceedings of the First International Conference on Mine Water Solutions in Extreme Environments. April 15-17, 2013 in Lima, Peru.
- SRK Consulting (Canada) Inc (SRK). 2022. Draft Memorandum: Raglan Mine – Structural Model Review. Prepared for Glencore Canada Corp.
- SRK Consulting (Canada) Inc. (SRK) 2021, SRK's Field Procedures Manual on Collection of Geotechnical Data from Drill Core.
- Saulnier-Talbot, E., Leng, M.J. and Pienitz, R. 2006. Recent climate and stable isotopes in modern surface waters of northernmost Ungava Peninsula, Canada. Can. J. Earth Sci. vol. 44, pp 171-180.

Disclaimer—SRK Consulting (Canada) Inc. has prepared this document for Glencore Canada, our client. Any use or decisions by which a third party makes of this document are the responsibility of such third parties. In no circumstance does SRK accept any consequential liability arising from commercial decisions or actions resulting from the use of this report by a third party.

The opinions expressed in this document have been based on the information available to SRK at the time of preparation. SRK has exercised all due care in reviewing information supplied by others for use on this project. While SRK has compared key supplied data with expected values, the accuracy of the results and conclusions from the review are entirely reliant on the accuracy and completeness of the supplied data. SRK does not accept responsibility for any errors or omissions in the supplied information, except to the extent that SRK was hired to verify the data.

Appendix A SRK Logs

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

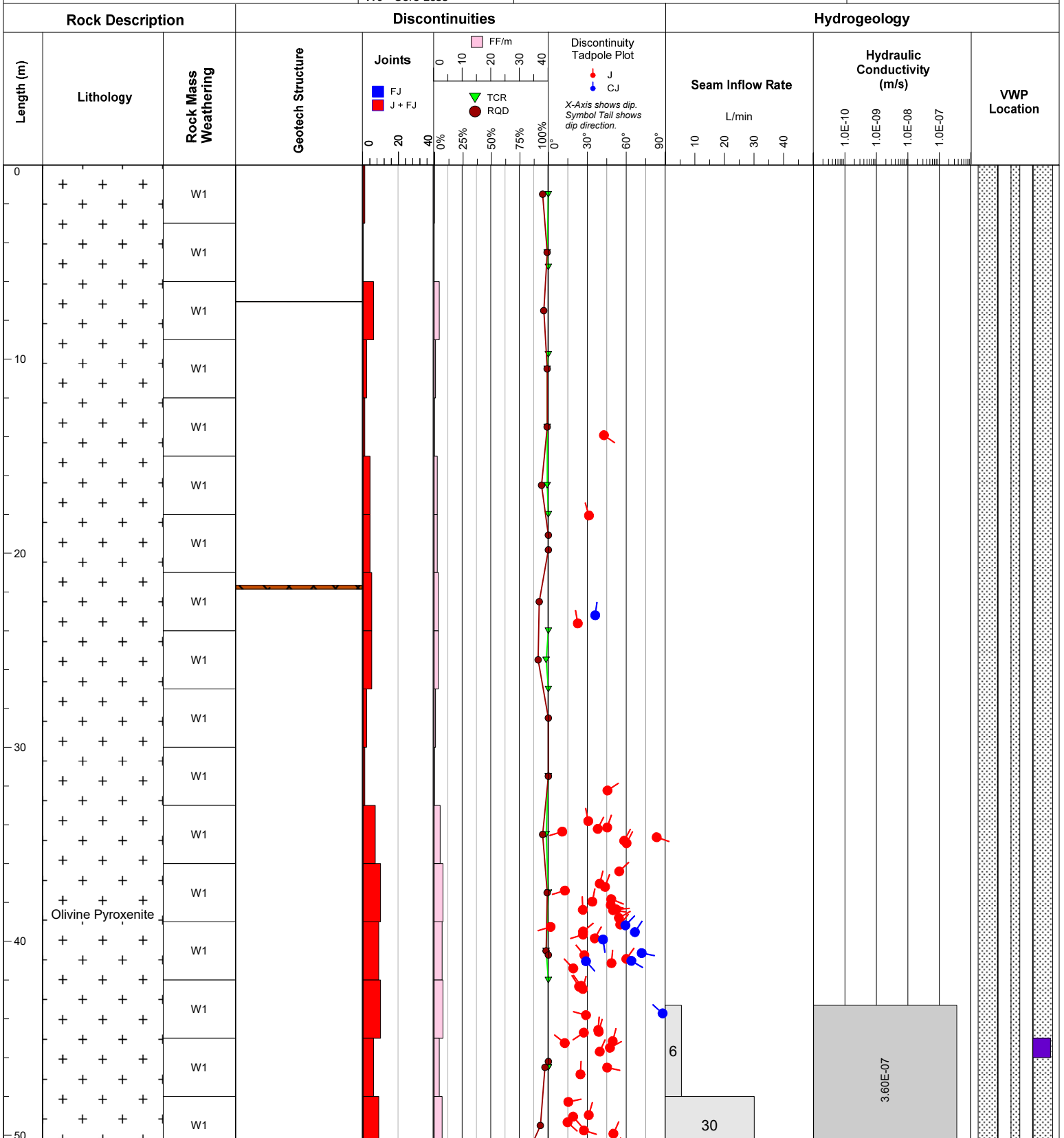
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



DRILLHOLE ID: 7D4754L3-1
LOCATION: 58Z
PROJECT NO: 1CG037.000
DRILL TYPE: Diamond Drill
CORE DIA: NQ3
CONTRACTOR: Avataa-Rouillier
LOGGED BY: CG/FL

DRILLING DATE: 28/07/2021 TO: 08-Aug-21
COORDINATES: 574750.442 m E 6841218.785 m N
DATUM: UTM83-18
GROUND EL (m): 1050.853
AZIMUTH: 254° **DIP:** 66°
TOTAL LENGTH (m): 138
WATER LEVEL EL (masl): N/A

PROJECT: Raglan Qakimajurq
CLIENT: Glencore

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

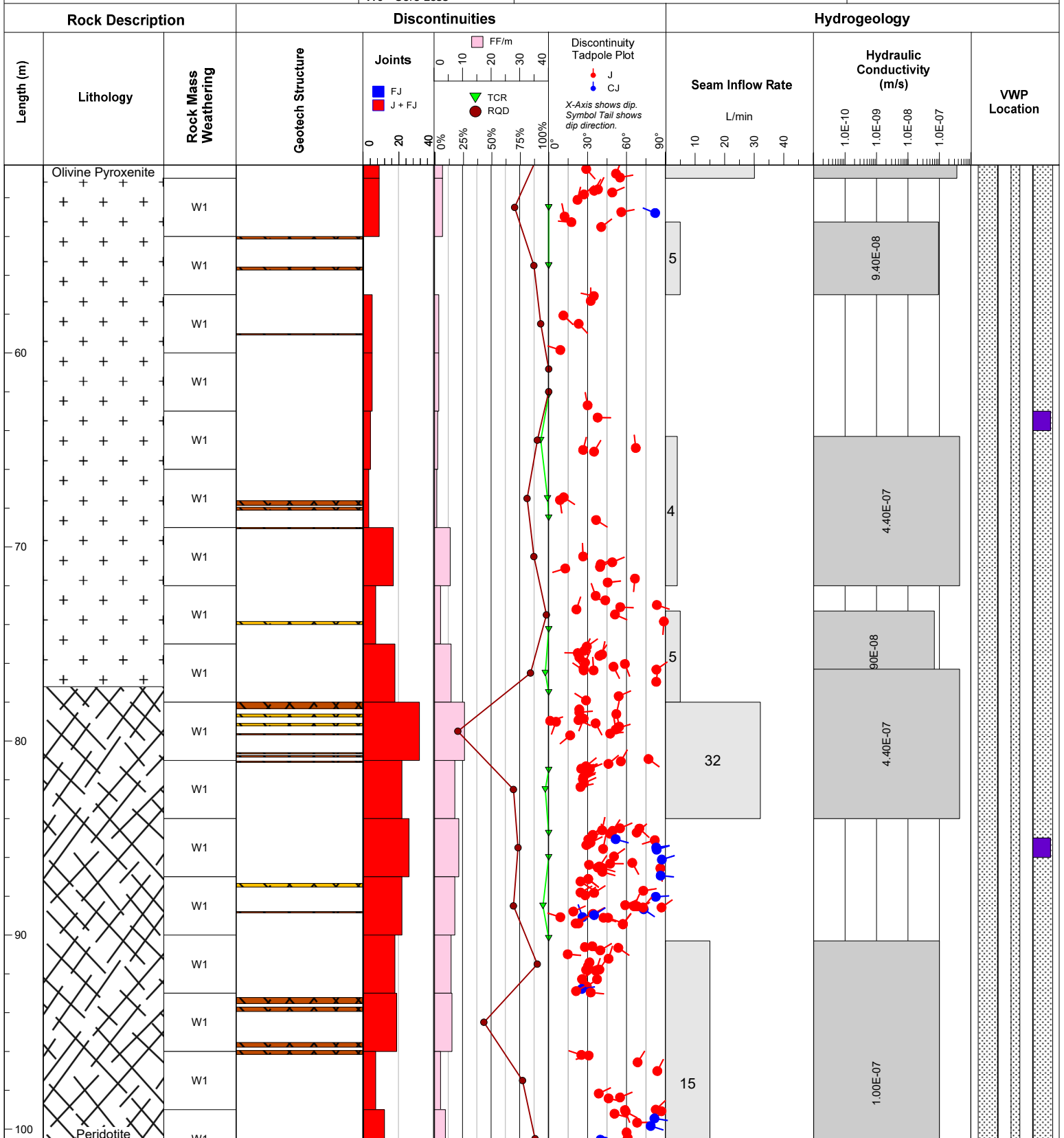
Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
 B - Fragmented core, fractures can be counted.
 C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
 D - Contains a mix of clay with core pieces.
 E - Contains mostly clay, or fine rock.
 S - Intermittent sections of desilicified sand.
 L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
 1" Sch 80 PVC
 VWP



DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

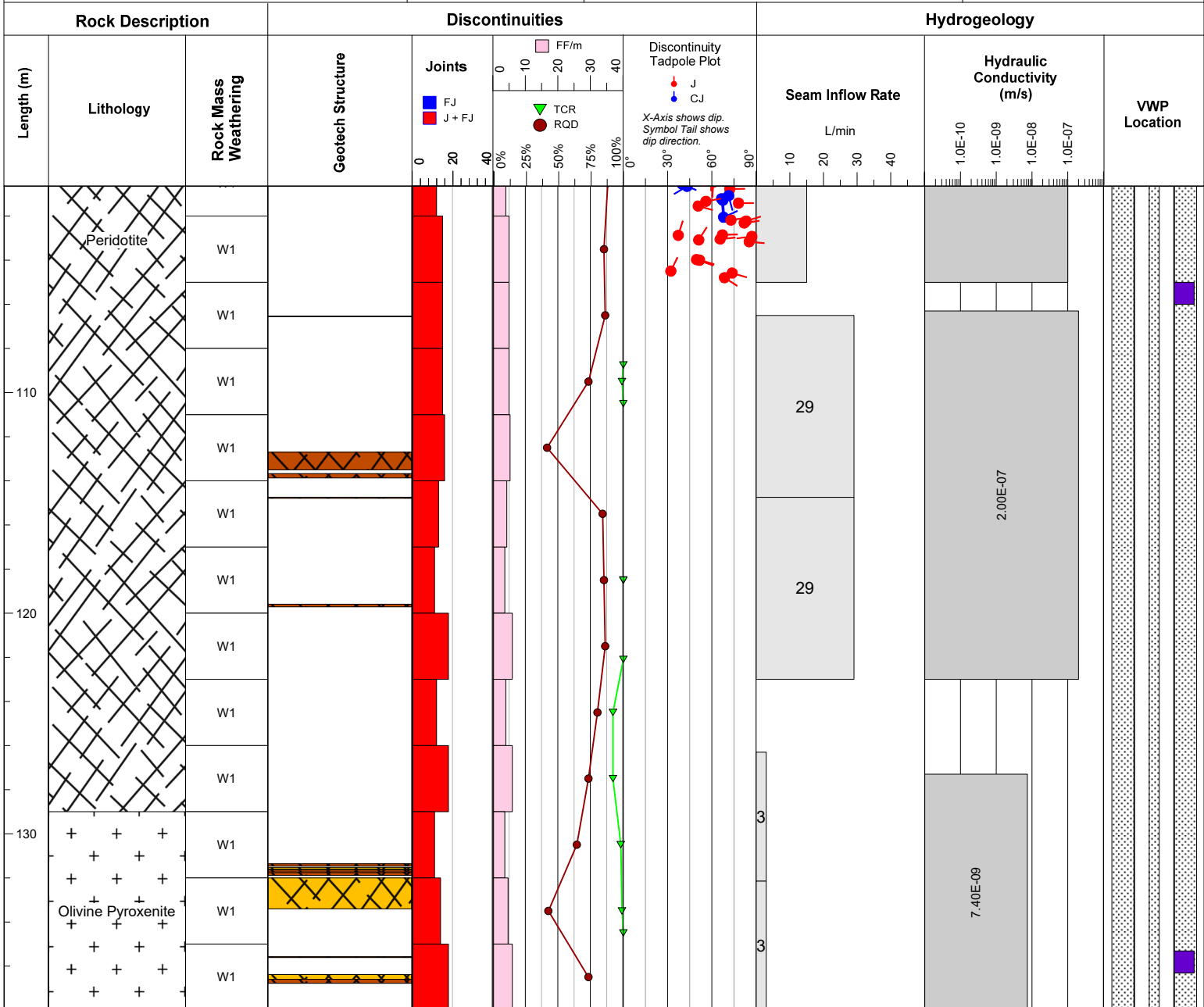
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



Notes:
Length - meters along drillhole
VWP sensor length is not to scale

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

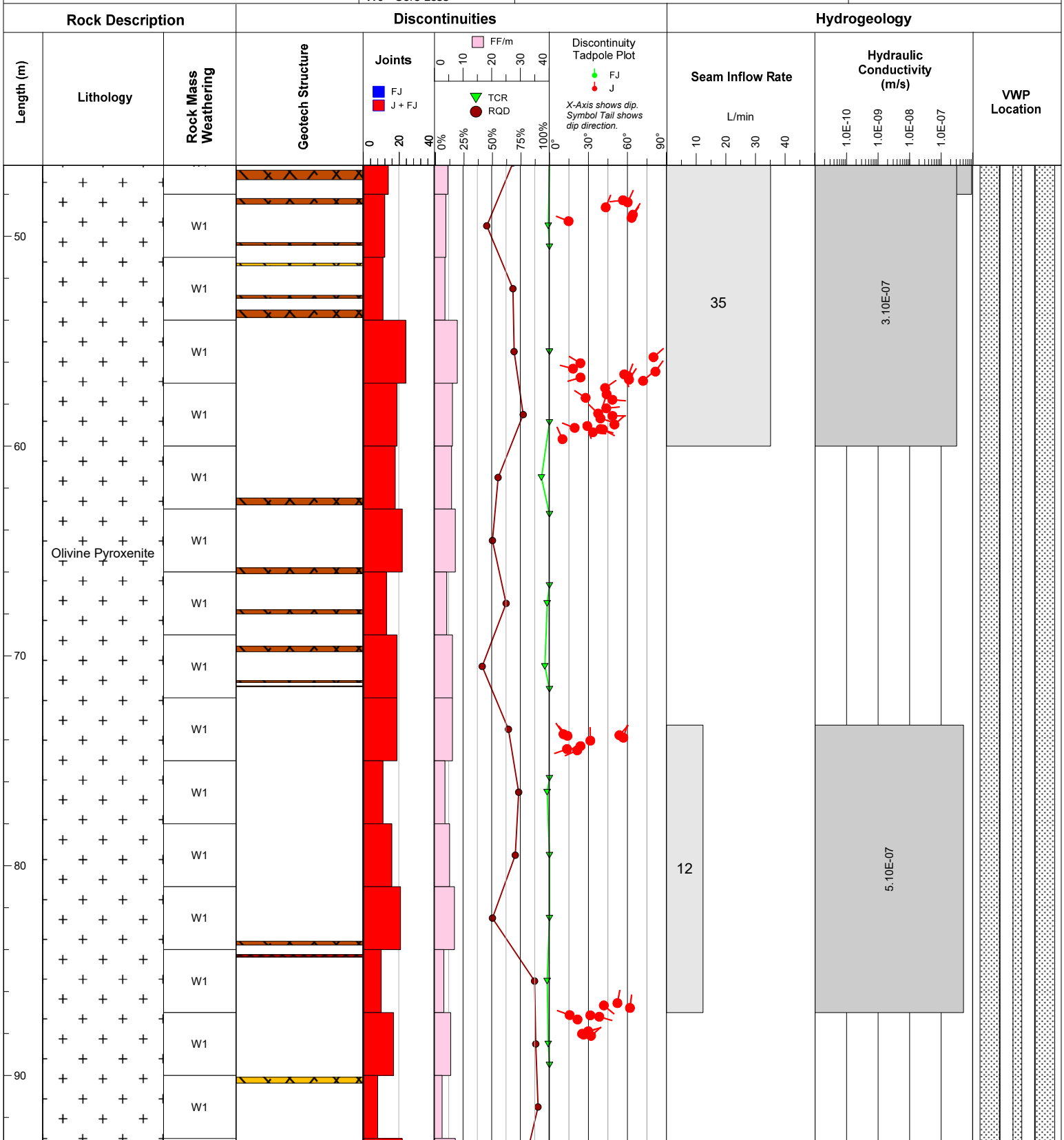
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP





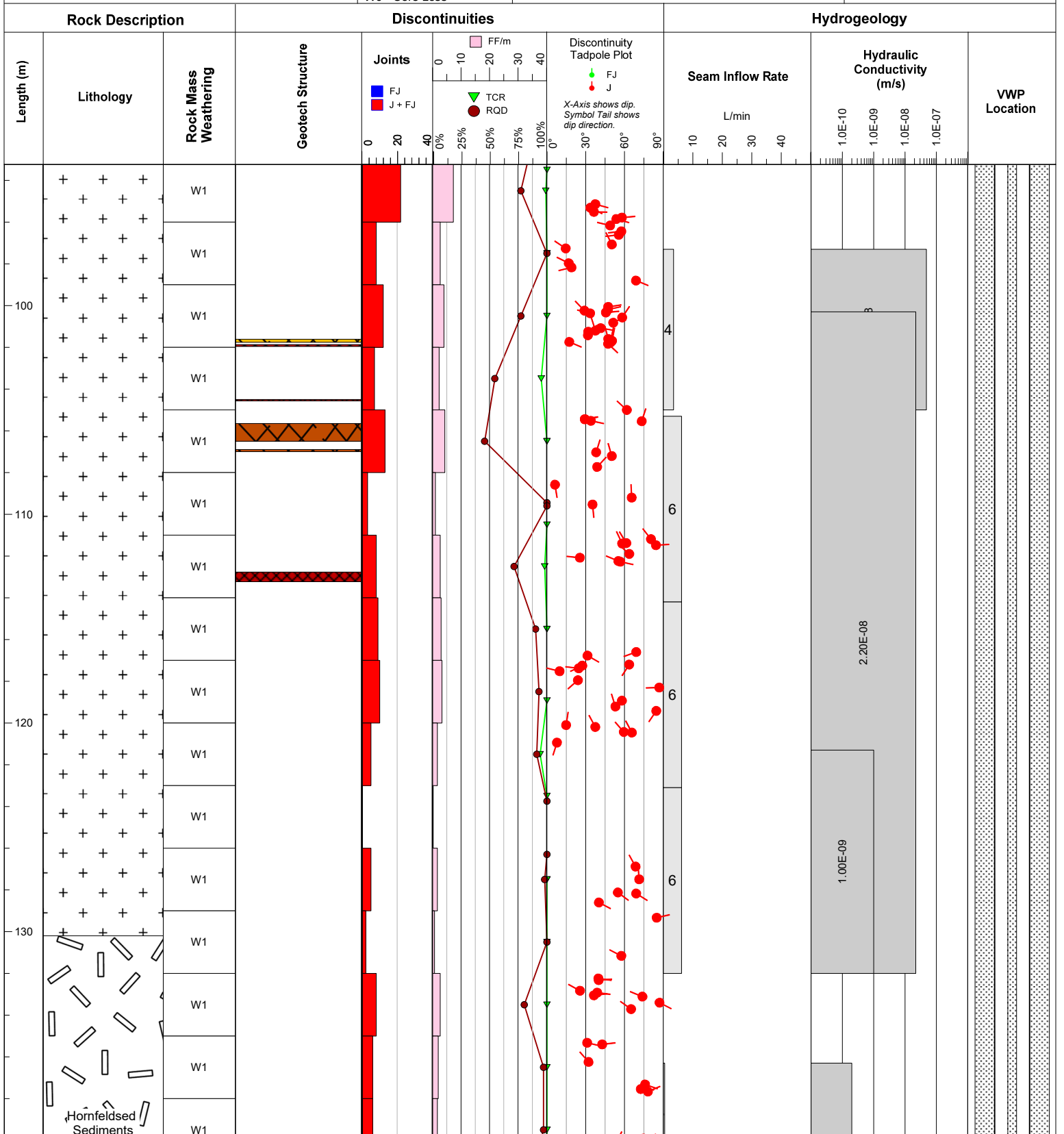
PROJECT: Raglan Qakimajurq
CLIENT: Glencore

DEFINITIONS
 TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES
 Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES
 A - Solid or healed structure.
 B - Fragmented core, fractures can be counted.
 C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
 D - Contains a mix of clay with core pieces.
 E - Contains mostly clay, or fine rock.
 S - Intermittent sections of desilicified sand.
 L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS
 Grout
 VWP
 | | 1" Sch 80 PVC



DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

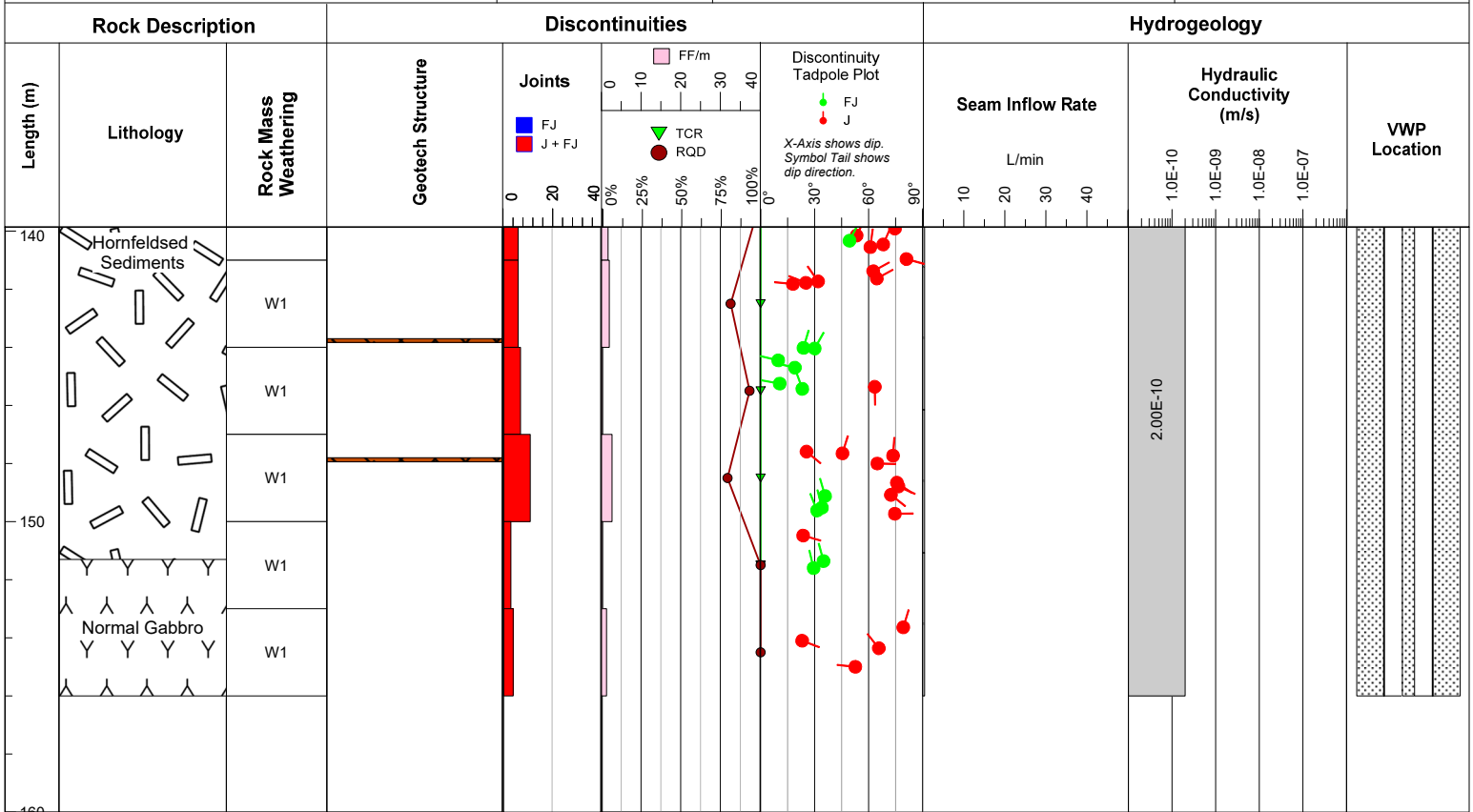
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



Notes:
Length - meters along drillhole
VWP sensor length is not to scale

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

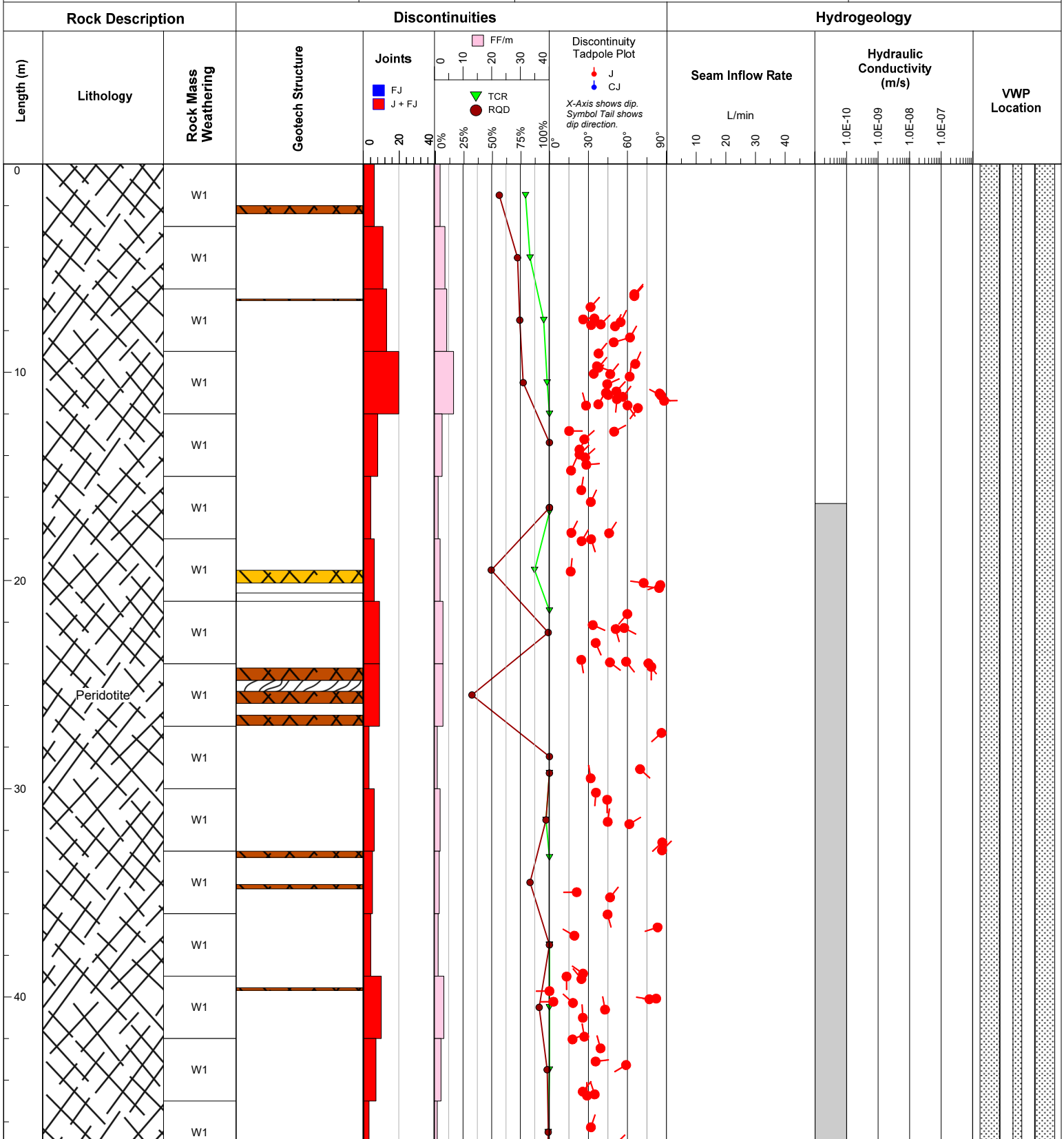
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

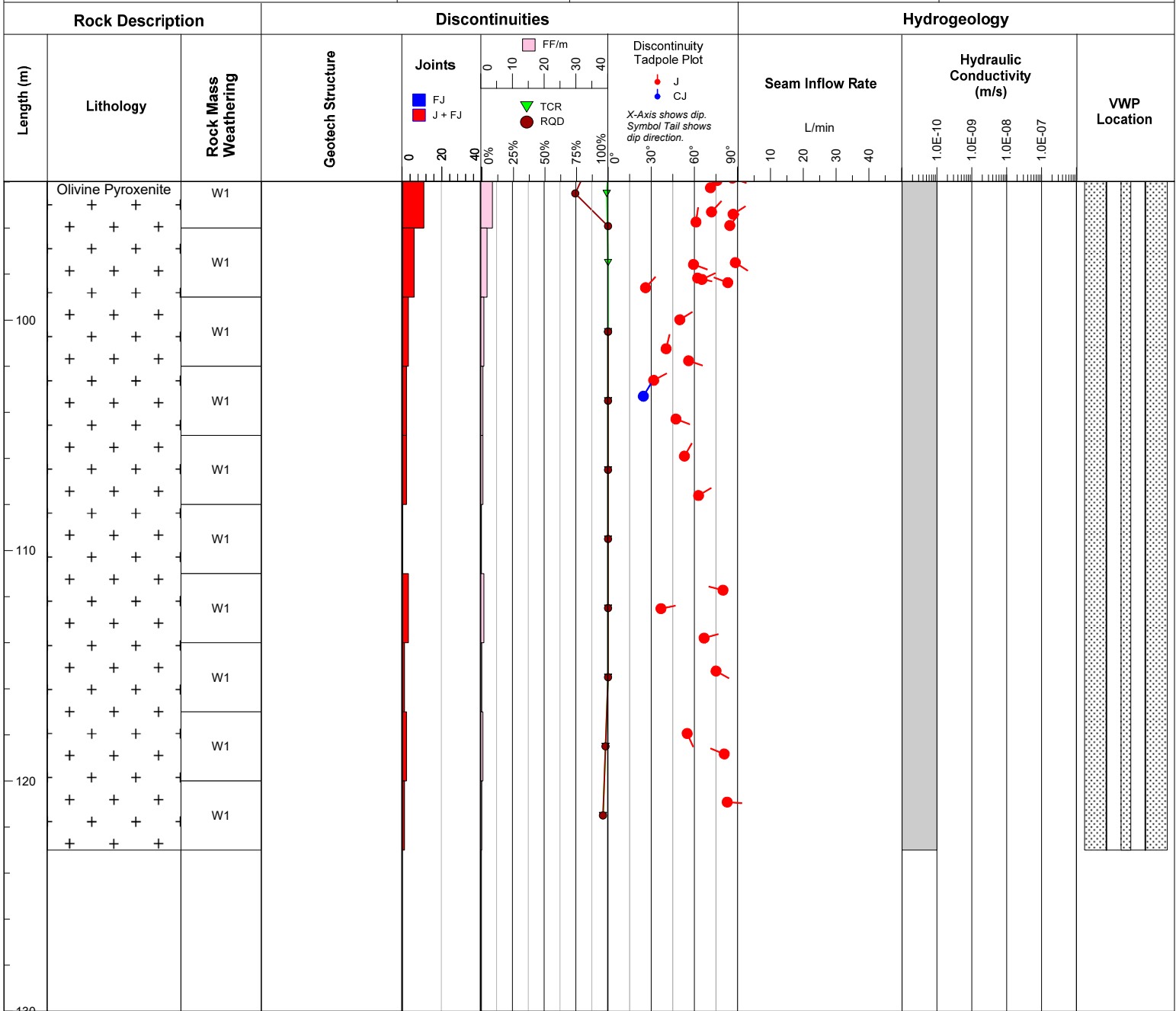
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



Notes:
Length - meters along drillhole
VWP sensor length is not to scale

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

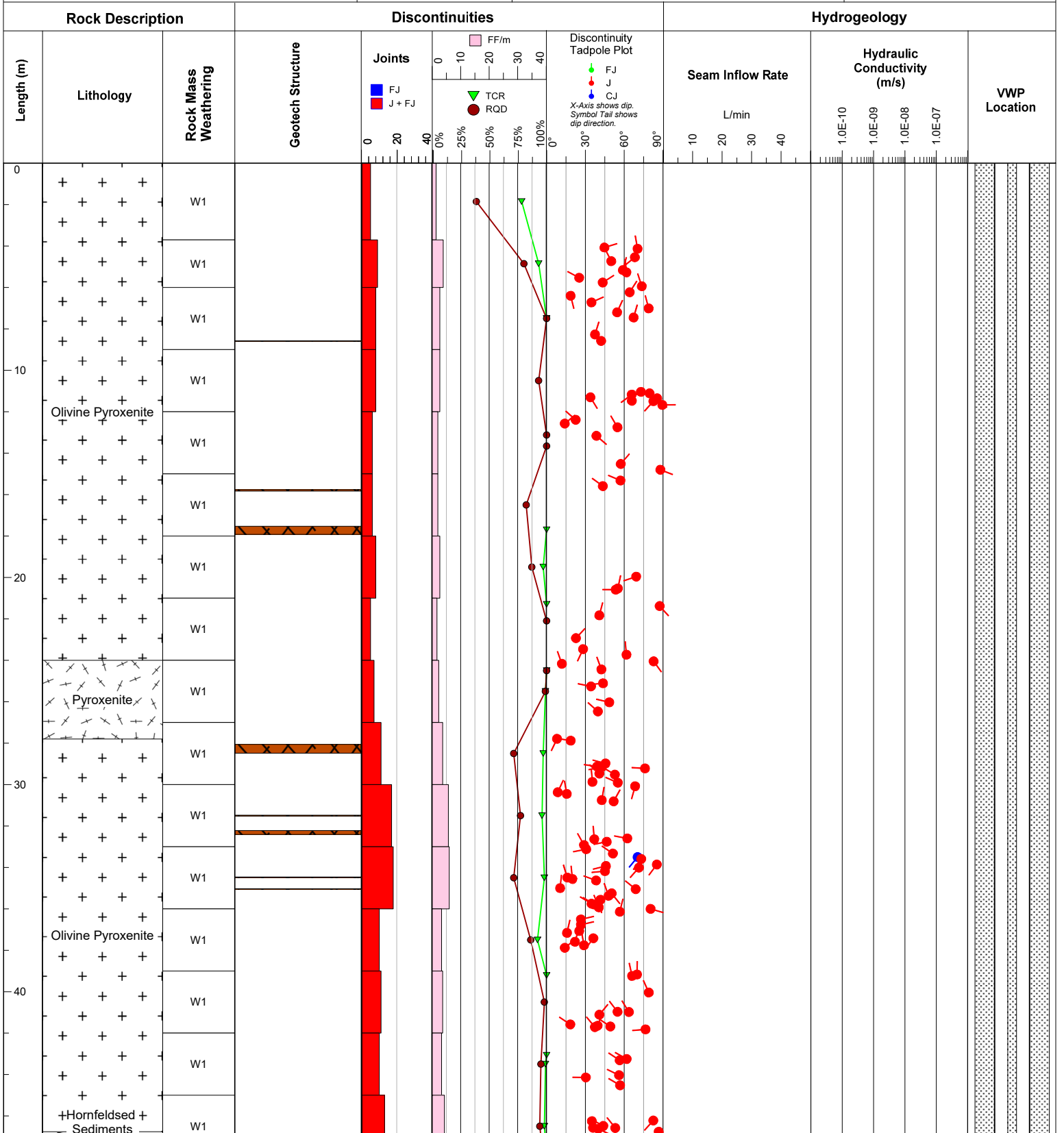
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



DRILLHOLE ID: 7D4760L5-1
LOCATION: 58Z
PROJECT NO: 1CG037.000
DRILL TYPE: Diamond Drill
CORE DIA: NQ3
CONTRACTOR: Avataa-Rouillier
LOGGED BY: FL/MB/DM

DRILLING DATE: 14/08/2021 TO: 21/08/2021
COORDINATES: 574759.406 m E 6841180.957 m N
DATUM: UTM83-18
GROUND EL (m): 1049.968
AZIMUTH: 115° **DIP:** 58°
TOTAL LENGTH (m): 114
WATER LEVEL EL (masl): N/A

PROJECT: Raglan Qakimajurq
CLIENT: Glencore

DEFINITIONS

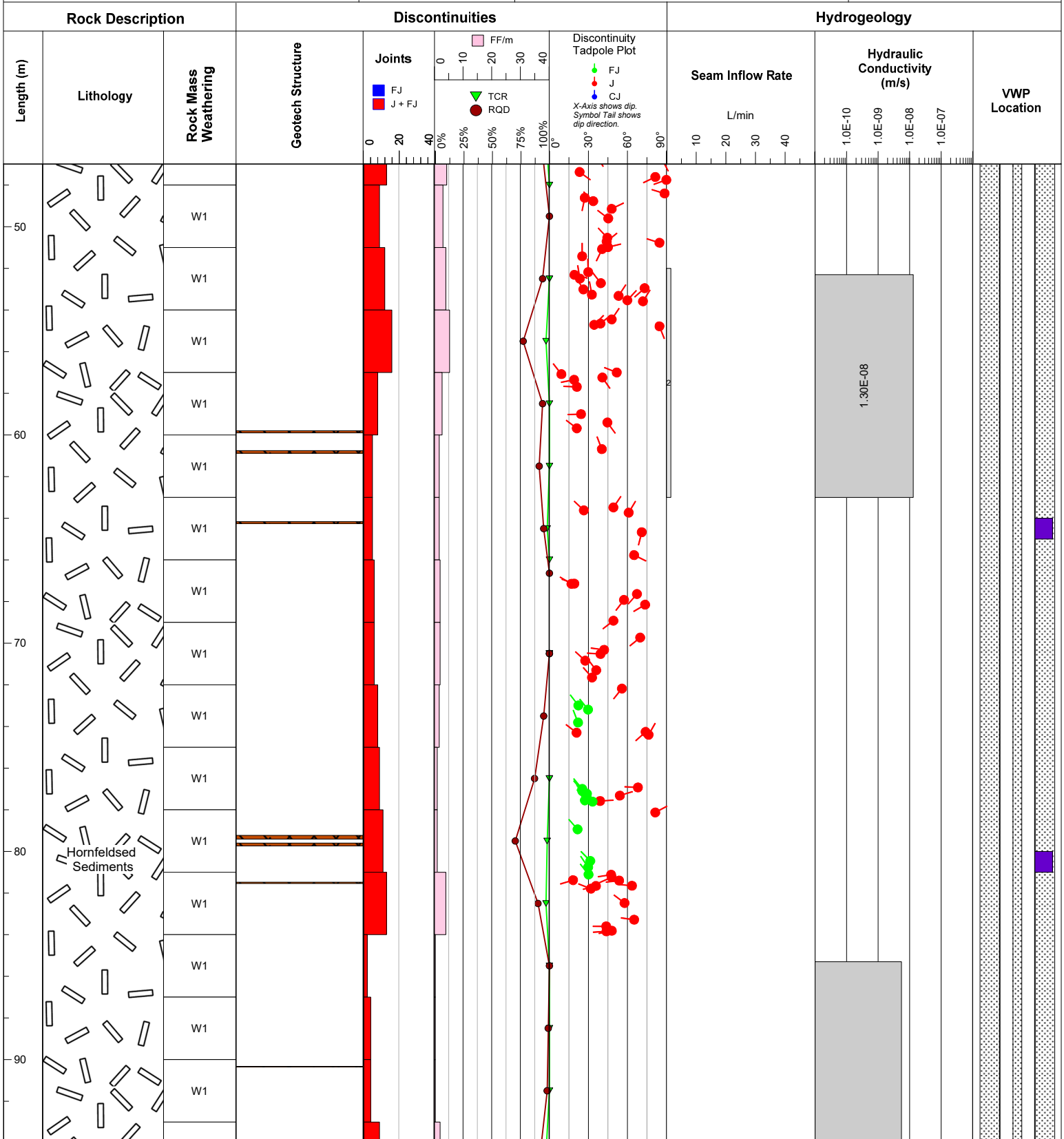
TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

WELL INSTALLATION ITEMS



DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

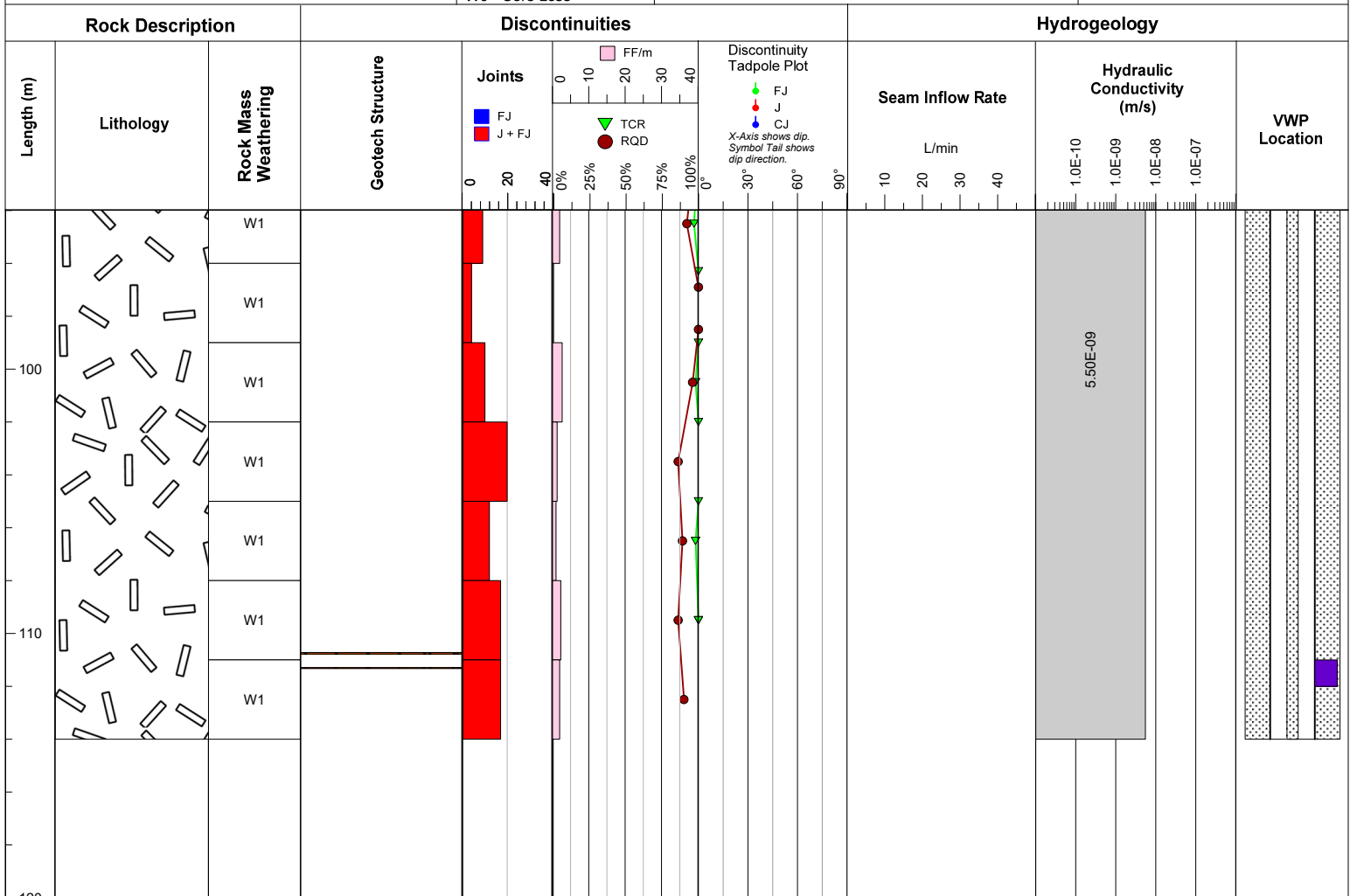
Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
 B - Fragmented core, fractures can be counted.
 C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
 D - Contains a mix of clay with core pieces.
 E - Contains mostly clay, or fine rock.
 S - Intermittent sections of desilicified sand.
 L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
 1" Sch 80 PVC
 VWP



Notes:
 Length - meters along drillhole
 VWP sensor length is not to scale

DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

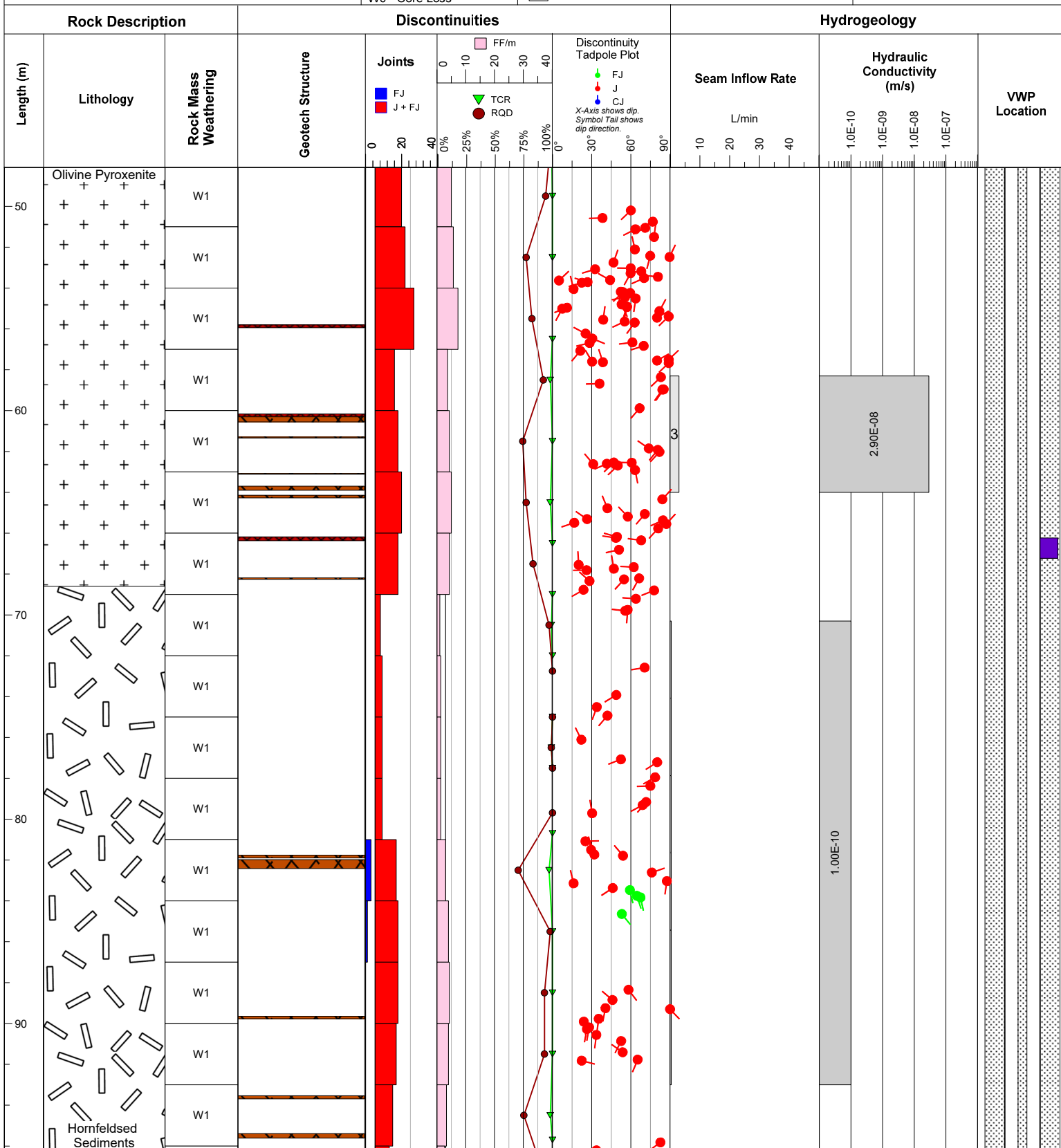
Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
 B - Fragmented core, fractures can be counted.
 C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
 D - Contains a mix of clay with core pieces.
 E - Contains mostly clay, or fine rock.
 S - Intermittent sections of desilicified sand.
 L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout VWP
 1" Sch 80 PVC



DRILLHOLE ID: 7EX4832L2-2
LOCATION: 58Z
PROJECT NO: 1CG037.000
DRILL TYPE: Diamond Drill
CORE DIA: NQ3
CONTRACTOR: Avataa-Rouillier
LOGGED BY: KJ/DM

DRILLING DATE: 29/08/2021 TO: 09-Aug-21
COORDINATES: 574835.294 m E 6841302.439 m N
DATUM: UTM83-18
GROUND EL (m): 1061.042
AZIMUTH: 45° **DIP:** 55°
TOTAL LENGTH (m): 203.5
WATER LEVEL EL (masl): N/A

PROJECT: Raglan Qakimajurq
CLIENT: Glencore

DRAFT

DEFINITIONS

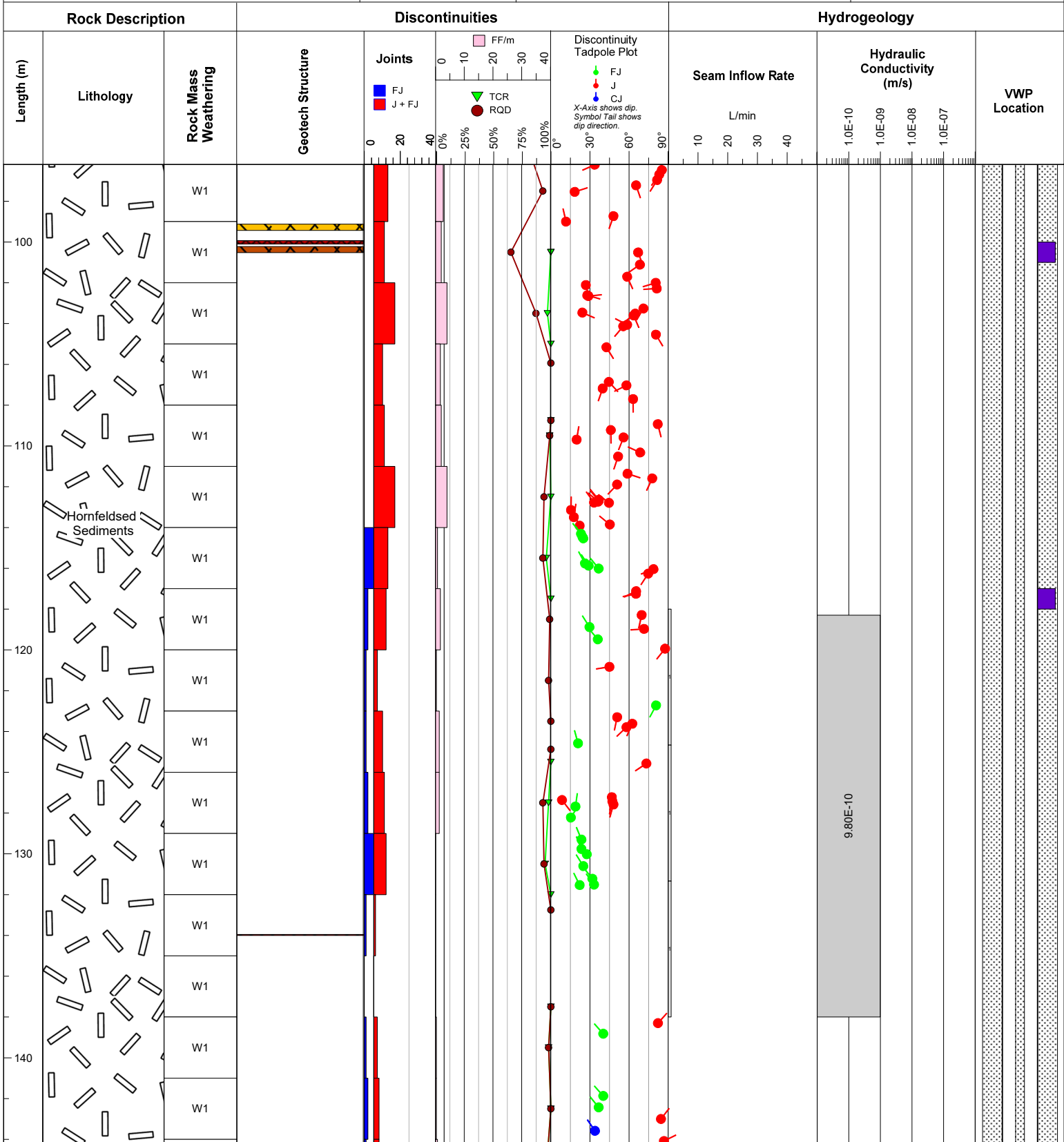
TCR: Total Core Recovery
 RQD: Rock Quality Designation
 FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

Weathering
 W5 - None
 W4 - Slight
 W3 - Moderate
 W2 - High
 W1 - Decomposed
 W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

WELL INSTALLATION ITEMS



DEFINITIONS

TCR: Total Core Recovery
RQD: Rock Quality Designation
FF/m: Fracture Frequency per metre

NOTES

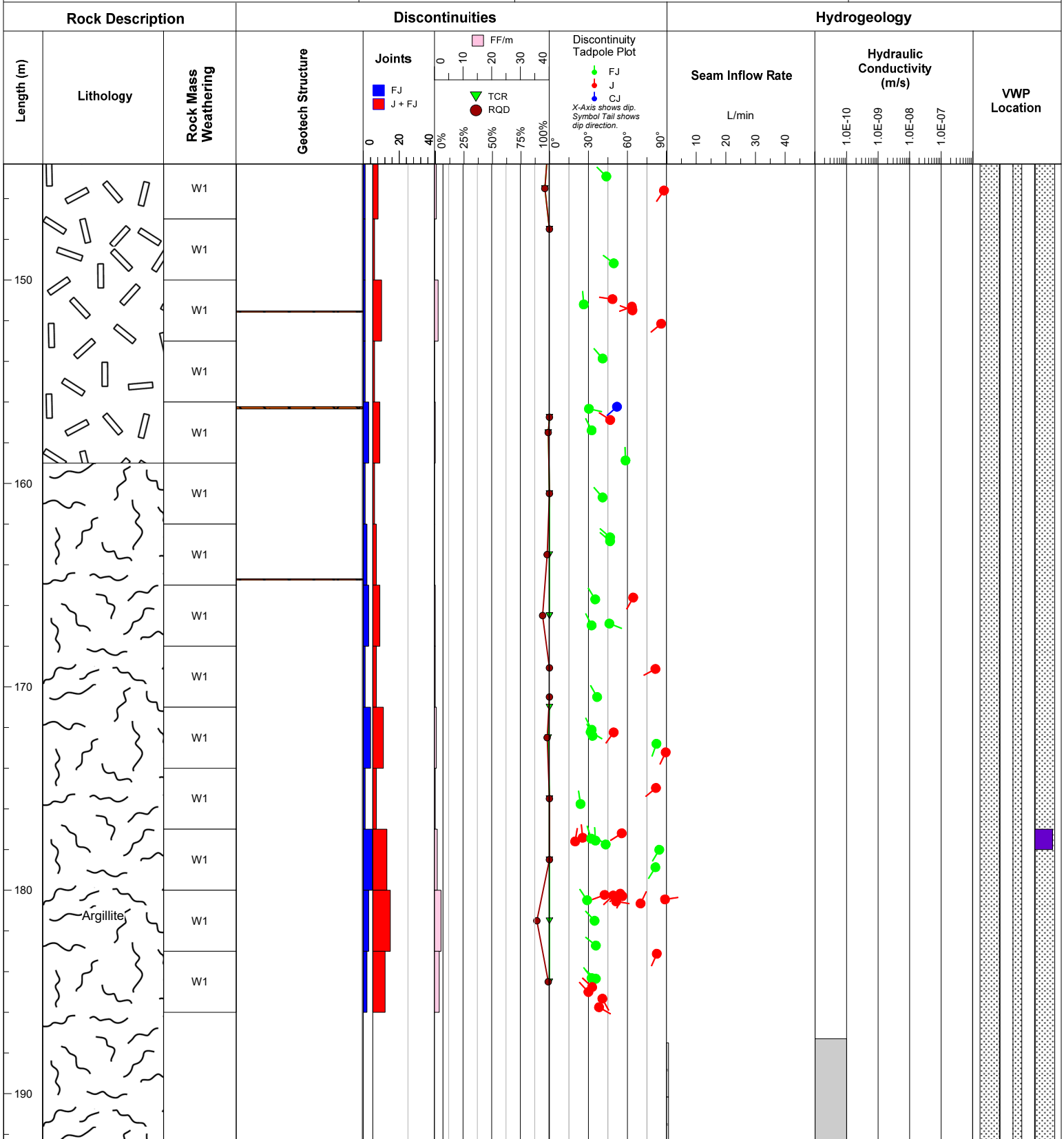
Weathering
W5 - None
W4 - Slight
W3 - Moderate
W2 - High
W1 - Decomposed
W0 - Core Loss

GEOTECH STRUCTURES

A - Solid or healed structure.
B - Fragmented core, fractures can be counted.
C - Fragmented core, irregular pieces, no fines.
D - Contains a mix of clay with core pieces.
E - Contains mostly clay, or fine rock.
S - Intermittent sections of desilicified sand.
L - Lost Core

WELL INSTALLATION ITEMS

Grout
1" Sch 80 PVC
VWP



DRAFT

DEFINITIONS TCR: Total Core Recovery RQD: Rock Quality Designation FF/m: Fracture Frequency per metre	NOTES Weathering W5 - None W4 - Slight W3 - Moderate W2 - High W1 - Decomposed W0 - Core Loss	GEOTECH STRUCTURES 	WELL INSTALLATION ITEMS
---	---	-------------------------------	------------------------------------

Rock Description			Discontinuities					Hydrogeology									
Length (m)	Lithology	Rock Mass Weathering	Geotech Structure	Joints		FF/m	TCR	RQD	Discontinuity Tadpole Plot			Seam Inflow Rate L/min	Hydraulic Conductivity (m/s)				VWP Location
				FJ	J + FJ				FJ	J	CJ		1.0E-10	1.0E-09	1.0E-08	1.0E-07	
200 210	Argillite											1.00E-10					

Notes:
Length - meters along drillhole
VWP sensor length is not to scale

Appendix B Glencore Logs

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	28 July, 2021	System	UTM83-18	Casing	Left in Hole	Storage	Core Dumped
Completed	08 August, 2021	Easting	574750.98	Surveyed	N	Size	NQ3
Azimuth	254.00	Northing	6841218.69	Plugged	N		
Dip	-67.00	Elevation	1050.41	Cemented	N		
Length	138.00	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Explo	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1050.41				

Comments:
 7D4754L3-1. First bloc at 3.0m. Target : Explo 7D Low+IMP3. Drilled NQ3 for hydrogeo study by SRK. Packer test #1 at 43.3-48m : initial flow 5.5L/min; initial shut-in at 330PSI. Packer tests #2 from 43.3 m to 51 m. Initial flow rate was 30 l/min with initial shut-in pressure at 310 psi. Packer test #3 from 53.25-57m : initial flow at 5L/min; initial shut-in at 280 psi. Packer test #4 : bad. Packer test #5 from 64.3-72m : initial flow at 4L/min; initial shut-in at 280 psi. Packer test #6 from 73.3-78m : initial flow at 5L/min; initial shut-in at 280 psi. Packer tests #7 from 76.3 m to 84 m : initial flowing at 32 L/min and initial shut-in at 240 psi. Packer tests #8 from 90.3 m to 105 m : initial flowing at 15 l/min and initial shut-in at 240 Psi. Packer tests #9 from 106.5 m to 123 m : initial flowing at 29 l/min and initial shut-in at 240 Psi. Packer tests #10 from 126.3 m to 138 m : initial flowing at 3 L/min and initial shut-in at 240 Psi. Several joints show green to blueish oxidation-staining, witness to water circulation (current or past). Observed intermittenlty between 9.35-EOH, with main occurences (thicker and more frequent) at 51.08-51.3m, 78-89.05m and 111-113.85m. Carb cristals developped within openings are observed at 21.74m and 51.1m. There is some variation between core length measurements from SRK consulting and logging mine geo (on the order of up to few dms). Instruments have been installed and cemented in the hole (depths to be confirmed).

Other			
Multi Shot: Y	Pulse EM: N	Making Water: Y	
Section:	Log By: sbourassa	Date logged: 02 August, 2021	

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT**DDH: 7D4754L3-1****Zone: 58Z**

08/12/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	254.00	-67.00	SIQ	
10.00	253.30	-66.75	SIQ	
20.00	253.03	-66.73	SIQ	
30.00	253.06	-66.74	SIQ	
40.00	252.96	-66.75	SIQ	
50.00	252.89	-66.79	SIQ	
60.00	252.83	-66.80	SIQ	
70.00	252.84	-66.81	SIQ	
80.00	252.82	-66.82	SIQ	
90.00	252.90	-66.80	SIQ	
100.00	253.03	-66.78	SIQ	
110.00	253.03	-66.82	SIQ	
120.00	253.05	-66.80	SIQ	
130.00	252.86	-66.76	SIQ	
136.50	252.94	-67.15	SIQ	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
0.00	77.20	Olivine Pyroxenite (10c) Very dark grey with slight blueish tint. Mgr-cgr PX oikocryst mostly diffuse, in a fgr dark to black matrix. Becoming less visible towards next unit. Moderate amount of Serp-Mt veinlets, as well as weak to moderate pervasive Serp. Strong MAG. Mineralization mainly includes 2-5% fgr-mgr disseminated PO-(PN) along with local intermittent patchy dissemination most notably between 65.75-73.5m including 4-8% PO-(PN). Transitional lower contact over several dms, with gradual decrease in PX content. Core condition is mainly good to excellent, decreasing only to locally fair after 66m, with only few short weakly to heavily fractured intervals, and a broken core interval at 73.65-74.0m close to fault-breccia.	Texture 0.00 - 77.20 oik Mgr-cgr PX oikocryst mostly diffuse, in a fgr dark to black matrix. Becoming less visible towards next unit. Structure 9.34 - 9.35 jnt Joint with green coating possibly associated with water circulation (actual or past). 16.25 - 16.30 Vn 5cm wide Serp-Mt vein 16.35 - 17.65 Fract Weak to mod fract. S-Serp coating. 21.73 - 21.75 jnt Joint with Carb cristals growth as within cavity (joint with opening). Some green-blue oxidation witnesses of water circulation. 22.04 - 22.05 jnt green oxidation coating associated with water circulation (actual or past). 26.80 - 26.90 Serp vn 4-5cm wide Serp-Mt-S vein. 27.54 - 27.55 jnt green oxidation coating associated with water circulation (actual or past). 30.39 - 30.40 jnt Weak blueish oxidation 35.44 - 35.45 jnt Very weak blueish oxidation 44.79 - 44.80 jnt Weak blueish oxidation 51.08 - 51.30 jnt Heavily fractured, with omnipresent green and blueish oxidation coatings and some well developed Carb cristals in an opening where water seem to circulate 56.99 - 57.00 jnt	0.00 - 65.75 3.5% Min. 3.5% PO ds / 2-5% fgr-mgr ds PO-(PN) along with few intermittent patchy dissemination over short <0.5m distances. 65.75 - 73.50 6.0% Min. 6.0% PO pd / 4-8% pd to mgr ds PO-(PN) 73.50 - 77.20 3.0% Min. 3.0% PO ds / 2-4% fgr-mgr ds PO.	DDH30194864.75 DDH30195165.25 DDH30195265.75 DDH30195367.25 DDH30195468.75 DDH30195570.25 DDH30195671.75 DDH30195772.75 DDH30195873.50 DDH30195974.00 DDH30196074.50	65.25 65.75 67.25 68.75 70.25 71.75 72.75 73.50 74.00 74.50 75.50	0.50 0.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.00 0.75 0.50 0.50 1.00	- - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
			green oxidation coating associated with water circulation (actual or past). 70.79 - 70.80 jnt Moderate water staining. 70.80 - 73.65 Fract Weak to mod fracturing. S-Serp coatings and some water staining. 73.65 - 74.00 bc cgr-mgr fragments bc, could be flt-bx due to local presence of thin partial unconsolidated muddy coatings. 76.95 - 76.96 jnt green-blueish water staining (oxidation). 76.96 - 77.20 cnt Transitional lower contact over several dms, with gradual decrease in PX content.							
			Alteration 0.00 - 77.20 SERP v mod Mod amount of Serp-Mt veinlets, as well as weak to moderate pervasive Serp. Strong MAG.							
77.20	129.00	Peridotite (10b) Very dark grey to black with blueish tint. Fgr to aphanitic peridotite. Moderate pervasive Serp-Mt along with weak Serp-Mt veinlets, with Mt up to 1cm wide. Strong MAG. Mineralization up to 95.75m includes 2-7% fgr-mgr disseminated PO. Sulphide occurrence then mostly increases to patchy dissemination (8-14% PO-PN) up to end of interval along with a reverse net interval at 101.45-106.2m including 12-18% PO-PN. PN proportion decrease after 120.0m, whereas CP increases along PO as pd and some veinlets. Transitional lower contact over some meters with gradual increase in PX proportion. Core condition is mainly fair to good with local bad to very bad sections, with worst section between 78.0-81.2m	Texture 77.20 - 129.00 fgr fgr to aphanitic peridotite. Structure 78.00 - 78.30 bc Cgr fragments with some water staining, along with local Carb coating. Some fragments are rounded/reamed due to drilling. 78.30 - 81.20 Fract Heavy fracturing along with intermittent cm bc, often thickly coated with light green-blue water staining-oxidation. 82.85 - 89.05 Fract intermittent moderately to heavy fracturing often coated with thick light green-blue water staining-oxidation.	77.20 - 94.10 3.5% Min. 3.5% PO ds / 2-5% fgr-mgr ds PO. 94.10 - 95.55 5.5% Min. 5.5% PO ds / 4-7% mgr-fgr ds PO-(PN). 95.55 - 101.45 9.0% Min. 9.0% TTL-Sulph pd / 8-10% pd PO-PN along with fgr-mgr ds. 101.45 - 106.20 14.0% Min. 14.0% TTL-Sulph rnet / 12-18% reverse net to pd PO-PN. 106.20 - 107.60 9.0% Min. 9.0% TTL-Sulph pd / 8-10% pd PO-PN along with fgr-mgr ds. 107.60 - 116.55 5.5% Min.	DDH30196192.00 DDH30196293.10 DDH30196393.60 DDH30196494.10 DDH30196595.55 DDH30196697.05 DDH30196798.55 DDH301968100.05 DDH301969101.45 DDH301970102.95 DDH301971104.45 DDH301972105.45 DDH301974106.20 DDH301975107.60	93.10 93.60 94.10 95.55 97.05 98.55 100.05 101.45 102.95 104.45 105.45 106.20 107.60 109.10	1.10 0.50 0.50 1.45 1.50 1.50 1.50 1.40 1.50 1.50 1.00 0.75 1.40 1.50	- - - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - - -	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
		(heavy fracturing and local dm wide broken core), 93.15-96.25m (intermittent dm broken core) and 112.55-113.5m (fault-breccia with some unconsolidated mud).	90.64 - 90.65 jnt green-blueish water staining (oxidation). 93.15 - 93.95 bc cgr-mgr fragments bc, with weak to moderate water staining.	5.5% PO ds / 3-8% fgr-mgr ds PO-(PN).	DDH301976109.10 DDH3019771110.60 DDH3019781112.10 DDH3019791113.60 DDH3019801115.10 DDH3019811116.55 DDH3019821118.05 DDH3019831119.50 DDH301984120.00 DDH301985121.50 DDH301986123.00 DDH301987124.50 DDH301988126.00 DDH301989127.50	110.60 112.10 113.60 115.10 116.55 118.05 119.50 120.00 121.50 123.00 124.50 126.00 127.50 129.00	1.50 1.50 1.50 1.50 1.45 1.50 1.45 0.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50	- - - - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - - -	
		93.95 - 95.45 Fract mod fracturing with moderate to thick water staining, locally along with Carb coating.		116.55 - 120.00 11.0% Min. 11.0% PO pd / 8-14% pd PO-(PN). 120.00 - 126.00 11.0% Min.						
		95.45 - 96.25 bc cgr fragments. Carb-S coatings along with weak to moderate water staining.		11.0% PO pd / 8-14% pd PO-(CP) along with some PO-CP veinlets. PN poor.						
		98.55 - 99.25 Fract Heavily fract to bc with mod to thick water staining, along with Carb coating.		126.00 - 129.00 9.0% Min. 9.0% TTL-Sulph vnl / 6-12% PO-CP as veinlets up to 8mm wide and unevenly distributed patchy dissemination.						
		100.39 - 100.40 jnt Thick light-green to blueish water staining.								
		102.85 - 103.20 Fract Mod fract. Moderate water staining								
		106.20 - 107.15 Fract Mod fract, with weak to mod water staining.								
		110.14 - 110.15 jnt Thick light-green to blueish water staining, along with Carb coating.								
		110.15 - 112.54 Fract Mod to heavily fract. Mod to thick water staining, and Carb coating.								
		112.54 - 112.55 jnt Thick light-green to blueish water staining, along with Carb coating.								
		112.55 - 113.50 flt-bx cgr-fgr fragments along with local unconsolidated mud. Carb coating with overprinted thick to moderate water staining.								
		113.65 - 113.85 bc bc, with some irregular fractures and reamed fragments. Partially caused by								

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
			drilling. Still mod water staining on some fractures. 113.85 - 116.85 Fract Mod to heavily fract. Weak to thick water staining, along with some Carb coatings. 121.74 - 121.75 jnt Thick water staining. 126.00 - 129.00 cnt Transitional lower contact over some meters with gradual increase in PX proportion.							
			Alteration 77.20 - 129.00 SERP p mod Moderate pervasive Serp-Mt along with weak Serp-Mt veinlets, with Mt up to 1cm wide. Strong MAG.							
129.00	138.00	Olivine Pyroxenite (10c) Very dark blueish grey. Few cgr PX oikocrysts becoming more abundant after 133.15m. Moderate Serp-Mt as veinlets and also pervasive. Few Carb veinlets. Moderate to strong MAG. Mineralization includes 5-14% PO-CP as unevenly distributed patchy dissemination, patchy dust, veinlets up to 1cm wide and local up to 2cm wide patches associated with Serp-Mt. Core condition is fair to bad due to several heavily fractured intervals along with some broken core and a short 20cm wide fault-breccia at 131.4m developed along a Serp vein. Some fractures are coated with thin mud and are striated which indicate movement has occurred. EOH.	Texture 129.00 - 138.00 oik Few cgr PX oikocrysts becoming more abundant after 133.15m. Structure 131.40 - 131.70 flt-bx Short flt-bx developed within a Serp vein. Includes fgr-cgr fragments and some unconsolidated mud. 131.70 - 133.15 bc bc and heavy fracturing. Cgr fragments with local thin muddy coatings. Weak water staining. 133.15 - 133.16 jnt Moderate water staining. 134.45 - 135.50 Fract mod fract. Local thin muddy coatings. Weak to moderate water staining. 135.50 - 135.60 bc cgr-mgr fragments, some have been reamed by drilling. Weak water staining. 135.60 - 135.80 Fract	129.00 - 133.35 11.0% Min. 11.0% TTL-Sulph vnl / 8-14% PO-CP as veinlets up to 1cm wide and unevenly distributed patchy dissemination. 133.35 - 135.85 11.0% Min. 11.0% TTL-Sulph pd / 8-14% PO-CP as patchy dissemination, veinlets and locally up to 2cm wide patches. 135.85 - 138.00 7.0% Min. 7.0% TTL-Sulph pd / 5-10% patchy dusty PO-CP along with some veinlets and patches along Serp-Mt.	DDH301990 DDH301991 DDH301992 DDH301993 DDH301994 DDH301995 DDH301996 DDH301997	129.00 130.50 132.00 133.35 133.35 134.85 135.85 135.85 136.35 137.35 137.35 138.00	130.50 132.00 133.35 134.85 135.85 136.35 137.35 138.00	1.50 1.50 1.35 1.50 1.00 0.50 1.00 0.65	- - - - - - - -	- - - - - - - -

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
			Mod fract. S-Serp coating. 136.40 - 136.90 bc Heavily fract and bc with cgr fragments. S-Serp coating. Some fragments show irregular surfaces and are partially reamed due to drilling. 137.82 - 137.83 jnt thick water staining.							
			Alteration 129.00 - 138.00 SERP v mod Moderate Serp-Mt as veinlets and also pervasive. Few Carb veinlets. Moderate to strong MAG.							

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH301948	64.75	65.25	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301951	65.25	65.75	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301952	65.75	67.25	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301953	67.25	68.75	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301954	68.75	70.25	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301955	70.25	71.75	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301956	71.75	72.75	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301957	72.75	73.50	0.75	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301958	73.50	74.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301959	74.00	74.50	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301960	74.50	75.50	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301961	92.00	93.10	1.10	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301962	93.10	93.60	0.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301963	93.60	94.10	0.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301964	94.10	95.55	1.45	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301965	95.55	97.05	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301966	97.05	98.55	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301967	98.55	100.05	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301968	100.05	101.45	1.40	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301969	101.45	102.95	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301970	102.95	104.45	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301971	104.45	105.45	1.00	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301972	105.45	106.20	0.75	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301974	106.20	107.60	1.40	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301975	107.60	109.10	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301976	109.10	110.60	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301977	110.60	112.10	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301978	112.10	113.60	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301979	113.60	115.10	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301980	115.10	116.55	1.45	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301981	116.55	118.05	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301982	118.05	119.50	1.45	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301983	119.50	120.00	0.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301984	120.00	121.50	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301985	121.50	123.00	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301986	123.00	124.50	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301987	124.50	126.00	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301988	126.00	127.50	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301989	127.50	129.00	1.50	10b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301990	129.00	130.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT**DDH: 7D4754L3-1****Zone: 58Z**

08/12/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH301991	130.50	132.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301992	132.00	133.35	1.35	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301993	133.35	134.85	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301994	134.85	135.85	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301995	135.85	136.35	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301996	136.35	137.35	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH301997	137.35	138.00	0.65	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	100.00	100.00	N	1.00	0.00	
3.00	6.00	100.00	100.00	N	0.00	0.00	
6.00	9.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
9.00	12.00	100.00	100.00	N	3.00	0.00	
12.00	15.00	90.00	100.00	N	9.00	0.00	
15.00	18.00	85.00	100.00	N	19.00	0.00	
18.00	21.00	90.00	100.00	N	9.00	0.00	
21.00	24.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	
24.00	27.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
27.00	30.00	95.00	100.00	N	4.00	0.00	
30.00	33.00	95.00	100.00	N	5.00	0.00	
33.00	36.00	80.00	100.00	N	16.00	0.00	
36.00	39.00	90.00	100.00	N	13.00	0.00	
39.00	42.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
42.00	45.00	90.00	100.00	N	10.00	0.00	
45.00	48.00	90.00	100.00	N	7.00	0.00	
48.00	51.00	95.00	100.00	N	6.00	0.00	
51.00	54.00	75.00	100.00	N	30.00	0.00	
54.00	57.00	80.00	100.00	N	14.00	0.00	
57.00	60.00	90.00	100.00	N	7.00	0.00	
60.00	63.00	100.00	100.00	N	3.00	0.00	
63.00	66.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
66.00	69.00	70.00	100.00	N	38.00	0.00	
69.00	72.00	75.00	100.00	N	24.00	0.00	
72.00	75.00	65.00	100.00	N	35.00	0.00	
75.00	78.00	80.00	100.00	N	23.00	0.00	
78.00	81.00	5.00	100.00	N	89.00	0.00	
81.00	84.00	70.00	100.00	N	31.00	0.00	
84.00	87.00	70.00	100.00	N	33.00	0.00	
87.00	90.00	65.00	100.00	N	37.00	0.00	
90.00	93.00	85.00	100.00	N	19.00	0.00	
93.00	96.00	30.00	100.00	N	76.00	0.00	
96.00	99.00	80.00	100.00	N	29.00	0.00	
99.00	102.00	75.00	100.00	N	32.00	0.00	
102.00	105.00	70.00	100.00	N	24.00	0.00	
105.00	108.00	85.00	100.00	N	22.00	0.00	
108.00	111.00	70.00	100.00	N	29.00	0.00	
111.00	114.00	25.00	100.00	N	68.00	0.00	
114.00	117.00	60.00	100.00	N	47.00	0.00	
117.00	120.00	80.00	100.00	N	26.00	0.00	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORTGlencore
Raglan Mine**DDH: 7D4754L3-1****Zone: 58Z**

08/12/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
120.00	123.00	75.00	100.00	N	25.00	0.00	
123.00	126.00	85.00	100.00	N	14.00	0.00	
126.00	129.00	80.00	100.00	N	17.00	0.00	
129.00	132.00	70.00	100.00	N	34.00	0.00	
132.00	135.00	35.00	100.00	N	64.00	0.00	
135.00	138.00	55.00	100.00	N	44.00	0.00	

Initials Authors:

Approved By:

13 of 14

DRILL HOLE REPORT

**Glencore
Raglan Mine**

DDH: 7D4754L3-1

Zone: 58Z

08/12/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	21 August, 2021	System	UTM83-18	Casing	Pulled	Storage	Core Dumped
Completed	30 August, 2021	Easting	574752.78	Surveyed	Y	Size	NQ
Azimuth	229.00	Northing	6841202.97	Plugged	N		
Dip	-73.00	Elevation	1050.06	Cemented	N		
Length	156.00	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Explo	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1050.06				

Comments:
 7D4758L2-2; Explo 7D Low+IMP3. Forer BQ. Utiliser un casing Ferabi SRK Hole; First bloc at 2,4m Packer test from 37.3 to 42 meters, yielding 17.4 L/min and a shut-in pressure of 225 psi. Duration: 5 hours. Water sample taken from this zone. Packer test from 46.3 to 60 meters, yielding 35 L/min and a shut-in pressure of 210 psi. Packer test from 73.3 to 87 meters, yielding 12.3 L/min and a shut-in pressure of 177 psi. Some packer parts were changed out, no issues with deflation upon completion of the test. Packer test from 97.3 to 105 meters, yielding 3.5 L/min and a shut-in pressure of 167 psi. Pacher test from 100.3 to 132m, yielding 6.2L/min and shut-in-pressure of 157psi. and 121.3 to 132m 0.3L/min at 47psi Packer test from 136.3 to 156m, yielding 0.5L/min and shut-in-pressure of 50psi;

Other			
Multi Shot: Y	Pulse EM: N	Making Water: Y	
Section:	Log By: jpl	Date logged: 25 August, 2021	

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	229.00	-73.00	REFLEX	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%	
0.00	130.20	Olivine Pyroxenite (10c) Dark to medium-dark grey olivine-pyroxenite. mgr within PX oikocrysts in a fgr dark matrix. Moderate amount of Serp-Mt veinlets. Strong to moderate MAG. Mineralization mainly includes 1-5% fgr-mgr disseminated PO. Core quality is fair to good. heavy fracturing and BC intervals intersected. Sharp slightly undulating 55°TCA lower contact.	Texture 0.00 - 130.20 fgr oikocrist Structure 7.80 - 7.85 bc 19.00 - 19.10 bc 19.40 - 19.50 bc 19.90 - 20.00 bc 21.45 - 21.50 Fract 35.50 - 36.00 bc 36.80 - 37.30 Fract 44.10 - 44.25 bc 45.50 - 45.65 Fract 46.50 - 47.00 bc 47.80 - 48.00 bc 50.20 - 50.50 bc 52.50 - 52.60 bc 53.80 - 54.00 bc 55.15 - 55.35 Fract 65.60 - 65.90 Fract 70.70 - 70.90 bc 77.25 - 77.30 bc 81.20 - 81.30 bc 84.20 - 84.30 flt-g 89.70 - 89.85 bc 96.60 - 96.90 Vn talcish irregular vn-vnl 101.90 - 102.00 bc 112.60 - 113.00 flt-bx 115.50 - 116.00 bc 118.50 - 118.80 bc 130.19 - 130.20 cnt Alteration 0.00 - 130.20 SERP v mod serp-mt vnls +bluish carbonate probably associated with water in several fractures	0.00 - 130.20 2.0% Min. 2.0% PO ds / 1-3% background							

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
130.20	151.30	Hornfelsed sediments (4f) Very dark grey. Weakly to moderately hornfelsed vfgr seds, showing local faint relic bedding at 35-40°TCA. Weak amount of quartz veinlets. Not MAG. Mineralization includes 0.5-2% PO-CP as local fine to 1cm wide veinlets, very local irregular cgr patches and occasional vfgr PO dissemination along. Core condition is excellent. Lower contact with gabbro is sharp at 40 deg tca.	Texture 130.20 - 151.30 fgr vfgr seds Structure 143.70 - 143.85 bc Alteration 130.20 - 151.30 Q v wk	130.20 - 151.30 1.0% Min. 1.0% PO FR / 0,5-2% in fractures	DDH302033149.00 DDH302034150.00	150.00 151.30	1.00 1.30	- -	- -	
151.30	156.00	Normal Gabbro (9a) Moderately dark greenish grey. Fine-grained; locally microgranular. Few decimetric intercalations of aphanitic + bleached/rodingitized or hornfelsed seds. Weak pervasive chlorite + variable weak bleaching in the upper section, with chlorite vnls at various angles tCA. Traces of blebs observed 151,3-152,5m. Excellent core quality. Sharp upper contact. EOH 156m.	Texture 151.30 - 156.00 fgr vfgr, miccro-granular Structure Alteration 151.30 - 156.00 Chl v wk	151.30 - 152.50 1.0% Min. 1.0% TTL-Sulph BL / millimetric Po-Pn blebs 152.50 - 156.00 0.1% Min. 0.1% PO tr /	DDH302035151.30 DDH302036152.00 DDH302038152.50 DDH302039153.00 DDH302040154.00	152.00 152.50 153.00 154.00 155.00	0.70 0.50 0.50 1.00 1.00	- - - - -	- - - - -	

DRILL HOLE REPORT**DDH: 7D4758L2-2****Zone: 58Z**

09/03/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH302033	149.00	150.00	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302034	150.00	151.30	1.30	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302035	151.30	152.00	0.70	9a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302036	152.00	152.50	0.50	9a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302038	152.50	153.00	0.50	9a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302039	153.00	154.00	1.00	9a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302040	154.00	155.00	1.00	9a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	95.00	100.00	N	12.00	0.00	
3.00	6.00	90.00	100.00	N	18.00	0.00	
6.00	9.00	90.00	100.00	N	21.00	0.00	
9.00	12.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
12.00	15.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
15.00	18.00	80.00	100.00	N	24.00	0.00	
18.00	21.00	75.00	100.00	N	35.00	0.00	
21.00	24.00	75.00	100.00	N	35.00	0.00	
24.00	27.00	70.00	100.00	N	36.00	0.00	
27.00	30.00	65.00	100.00	N	45.00	0.00	
30.00	33.00	70.00	100.00	N	42.00	0.00	
33.00	36.00	40.00	100.00	N	67.00	0.00	
36.00	39.00	70.00	100.00	N	54.00	0.00	
39.00	42.00	65.00	100.00	N	55.00	0.00	
42.00	45.00	70.00	100.00	N	45.00	0.00	
45.00	48.00	65.00	100.00	N	55.00	0.00	
48.00	51.00	65.00	100.00	N	65.00	0.00	
51.00	54.00	70.00	100.00	N	45.00	0.00	
54.00	57.00	75.00	100.00	N	34.00	0.00	
57.00	60.00	75.00	100.00	N	35.00	0.00	
60.00	63.00	80.00	100.00	N	31.00	0.00	
63.00	66.00	75.00	100.00	N	34.00	0.00	
66.00	69.00	65.00	100.00	N	45.00	0.00	
69.00	72.00	60.00	100.00	N	34.00	0.00	
72.00	75.00	85.00	100.00	N	24.00	0.00	
75.00	78.00	80.00	100.00	N	25.00	0.00	
78.00	81.00	75.00	100.00	N	35.00	0.00	
81.00	84.00	60.00	100.00	N	55.00	0.00	
84.00	87.00	60.00	100.00	N	52.00	0.00	
87.00	90.00	60.00	100.00	N	58.00	0.00	
90.00	93.00	70.00	100.00	N	37.00	0.00	
93.00	96.00	65.00	100.00	N	40.00	0.00	
96.00	99.00	65.00	100.00	N	42.00	0.00	
99.00	102.00	70.00	100.00	N	39.00	0.00	
102.00	105.00	65.00	100.00	N	49.00	0.00	
105.00	108.00	55.00	100.00	N	65.00	0.00	
108.00	111.00	80.00	100.00	N	18.00	0.00	
111.00	114.00	70.00	100.00	N	34.00	0.00	
114.00	117.00	65.00	100.00	N	45.00	0.00	
117.00	120.00	65.00	100.00	N	51.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
120.00	123.00	85.00	100.00	N	15.00	0.00	
123.00	126.00	85.00	100.00	N	15.00	0.00	
126.00	130.20	85.00	100.00	N	14.00	0.00	
130.20	132.00	90.00	100.00	N	14.00	0.00	
132.00	135.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	
135.00	138.00	90.00	100.00	N	10.00	0.00	
138.00	141.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
141.00	144.00	85.00	100.00	N	19.00	0.00	
144.00	147.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
147.00	151.30	85.00	100.00	N	17.00	0.00	
151.30	153.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
153.00	156.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L2-2

Zone: 58Z

09/03/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	09 August, 2021	System	UTM83-18	Casing	Left in Hole	Storage	Core Dumped
Completed	13 August, 2021	Easting	574752.16	Surveyed	N	Size	NQ3
Azimuth	270.00	Northing	6841202.68	Plugged	N		
Dip	-35.00	Elevation	1051.14	Cemented	N		
Length	123.00	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Geo-Tech	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1051.14				

Comments:
7D4758L3-1; Explo faults (F32 and F33). SRK Hole. Forer NQ3. First 3m block at 2.5m. Geotech Notes: No sign of water at 102m (target depth). Continued drilling until 123m for structural info. No sign of water at 123m, hole completed.

Other			
Multi Shot:	Y	Pulse EM:	N
Section:		Log By:	eroul
		Making Water:	N
		Date logged:	14 August, 2021

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	270.00	-35.00	SIQ	
10.00	269.80	-34.80	SIQ	
20.00	269.88	-34.86	SIQ	
30.00	269.88	-34.92	SIQ	
40.00	269.85	-35.08	SIQ	
50.00	269.72	-35.14	SIQ	
60.00	269.67	-35.17	SIQ	
70.00	269.71	-35.23	SIQ	
80.00	269.54	-35.33	SIQ	
90.00	269.51	-35.48	SIQ	
100.00	269.36	-35.56	SIQ	
110.00	269.32	-35.73	SIQ	
120.00	269.17	-35.89	SIQ	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
0.00	51.00	Peridotite (10b) Dark bluish grey to black, fgr to aphanitic 10b peridotite and (mildly oikiocrystic / transitional to 10c locally). Moderate pervasive Serp/Mt + weak VN Serp/Mt. Moderate to strongly magnetic near observed mm to cm veins. Mineralization is generally 1-3% trace / background sulphides. The rock quality is generally good to excellent with a poor interval from 24-27m with fault breccia / broken core from 24.2 to 26.95 and soft green gouge from 45.18 to 45.19 at 55° TCA. The lower contact is transitional to 10c over a few meters.	Texture 0.00 - 51.00 fgr mildly oikiocrystic locally Structure 2.40 - 3.50 bc 11.00 - 11.80 jnt bc 19.60 - 20.40 bc 21.00 - 22.00 Vn mm Chrys veinlets at 0-15° TCA 24.20 - 26.95 flt-bx 33.00 - 33.25 bc 34.60 - 34.95 bc 39.55 - 39.72 bc 45.18 - 45.19 flt-g soft greenish grey mud at 55° TCA 49.00 - 51.00 cnt Transitional lower contact over a couple meters with an increase in PYX. Alteration 0.00 - 51.00 SERP p mod Moderate P-Serp / Mt + weak VN-Serp / Mt	0.00 - 51.00 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace / background sulphides						
51.00	123.00	Olivine Pyroxenite (10c) Medium to dark bluish grey, oikiocrystic (mgr-cgr PYX) with a fine grained matrix. Weak FR Serp + weak to moderate VN-MT. Moderately magnetic. Mineralization is generally 1-3% trace / background sulphides throughout. Flt-bx observed from 93 to 93.15m. The core quality is excellent and the EOH is at 123m.	Texture 51.00 - 123.00 oik fgr matrix, minor 10b locally Structure 53.34 - 53.45 flt-bx 35cm CNR (grinding) 56.10 - 56.25 Serp vn 77.70 - 77.80 Vn mm to cm carb veining 93.00 - 93.15 flt-bx 93.15 - 93.35 bc 111.68 - 111.73 Vn 5cm PO brecciated vein	51.00 - 63.00 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace / background sulphides 63.00 - 66.00 4.5% Min. 4.5% TTL-Sulph fgr / 3-6% fgr 66.00 - 123.00 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace / background sulphides	DDH30199861.00 DDH30200162.00 DDH30200262.50 DDH30200363.00 DDH30200464.50 DDH30200566.00 DDH30200666.50 DDH30200767.00	62.00 62.50 63.00 64.50 66.00 66.50 67.00 68.00	1.00 0.50 0.50 1.50 1.50 0.50 0.50 1.00	- - - - - - - -	- - - - - - - -	

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
			Alteration 51.00 - 123.00 SERP fr wk Weak to moderate FR-SERP + Vn Mt. Few Carb veinlets.							

DRILL HOLE REPORT**DDH: 7D4758L3-1****Zone: 58Z**

08/14/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH301998	61.00	62.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302001	62.00	62.50	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302002	62.50	63.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302003	63.00	64.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302004	64.50	66.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302005	66.00	66.50	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302006	66.50	67.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302007	67.00	68.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT

**Glencore
Raglan Mine**

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	80.00	83.00	N	9.00	0.00	
3.00	6.00	80.00	100.00	N	16.00	0.00	
6.00	9.00	80.00	100.00	N	24.00	0.00	
9.00	12.00	80.00	100.00	N	25.00	0.00	
12.00	15.00	95.00	100.00	N	15.00	0.00	
15.00	18.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
18.00	21.00	75.00	100.00	N	27.00	0.00	
21.00	24.00	85.00	100.00	N	15.00	0.00	
24.00	27.00	30.00	100.00	N	68.00	0.00	
27.00	30.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
30.00	33.00	95.00	100.00	N	12.00	0.00	
33.00	36.00	85.00	100.00	N	32.00	0.00	
36.00	39.00	95.00	100.00	N	12.00	0.00	
39.00	42.00	85.00	100.00	N	28.00	0.00	
42.00	45.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
45.00	48.00	100.00	100.00	N	10.00	0.00	
48.00	51.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
51.00	54.00	85.00	100.00	N	15.00	0.00	
54.00	57.00	90.00	100.00	N	12.00	0.00	
57.00	60.00	100.00	100.00	N	9.00	0.00	
60.00	63.00	100.00	100.00	N	6.00	0.00	
63.00	66.00	100.00	100.00	N	8.00	0.00	
66.00	69.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
69.00	72.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
72.00	75.00	100.00	100.00	N	8.00	0.00	
75.00	78.00	95.00	100.00	N	9.00	0.00	
78.00	81.00	100.00	100.00	N	5.00	0.00	
81.00	84.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
84.00	87.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
87.00	90.00	100.00	100.00	N	10.00	0.00	
90.00	93.00	90.00	100.00	N	14.00	0.00	
93.00	96.00	80.00	100.00	N	23.00	0.00	
96.00	99.00	95.00	100.00	N	14.00	0.00	
99.00	102.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
102.00	105.00	100.00	100.00	N	9.00	0.00	
105.00	108.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
108.00	111.00	100.00	100.00	N	5.00	0.00	
111.00	114.00	100.00	100.00	N	9.00	0.00	
114.00	117.00	100.00	100.00	N	4.00	0.00	
117.00	120.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
120.00	123.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4758L3-1

Zone: 58Z

08/14/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	14 August, 2021	System	UTM83-18	Casing	Left in Hole	Storage	Core Dumped
Completed	21 August, 2021	Easting	574760.98	Surveyed	Y	Size	NQ3
Azimuth	115.00	Northing	6841179.23	Plugged	N		
Dip	-58.00	Elevation	1049.31	Cemented	N		
Length	114.00	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Geo-Tech	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1049.31				

Comments:
7D4760L5-1; Phase 2 7D 1050-Definition 7D Low+IMP3; Hydro Hole NQ3; First 3m block at 2.3m.

Other			
Multi Shot:	Y	Pulse EM:	N
Section:		Log By:	
		Making Water:	N
		Date logged:	23 August, 2021

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	115.00	-58.00	REFLEX	
3.00	115.00	-58.20	REFLEX	

Initials Authors:

Approved By:

2 of 9

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
0.00	24.00	Olivine Pyroxenite (10c) Dark bluish grey to black, fgr and oikiocrystic (well mottled) olivine-pyroxenite fgr 10c. Mgr to egr PYX oikocrysts. Moderately magnetic decreasing downhole. Mineralization is 1-3% trace until 17m becoming 3-6% fgr until 18.42m, increasing to 35-45% with few MS veins / patches until 19.75m. The unit then decreases back to 1-3% trace until 24m. The core quality is fair to good and the lower contact is transitional to 10d.	Texture 0.00 - 24.00 oik Structure 0.00 - 1.60 bc 11.05 - 11.40 bc 15.40 - 15.60 bc 15.75 - 15.82 Vn rod 17.50 - 18.00 bc 19.70 - 19.95 bc 23.95 - 24.00 cnt trans 10c-10d Alteration 0.00 - 24.00 SERP fr wk	0.00 - 17.00 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace/background 17.00 - 18.42 5.0% Min. 5.0% TTL-Sulph fgr / 3-6% fgr 18.42 - 19.25 40.0% Min. 40.0% TTL-Sulph vn / 35-45% MS BX / vn 19.25 - 24.00 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace / background	DDH30200816.00 DDH30200917.00 DDH30201017.92 DDH30201118.42 DDH30201319.25 DDH30201420.00 DDH30201521.00 DDH30201622.50	16.00 17.92 18.42 19.25 20.00 21.00 22.50 24.00	17.00 17.92 18.42 19.25 20.00 21.00 22.50 24.00	1.00 0.92 0.50 0.83 0.75 1.00 1.50 1.50	- - - - - - - -	- - - - - - - -
24.00	27.80	Pyroxenite (10d) Light to medium bluish grey, somewhat bleached and fine grained. Weakly magnetic. Mineralization is 1-3% trace sulphides until 26.7m, increasing to 40-50% MS BX until 27.2m and then decreasing again to 6-12% blebby/fgr CPY until 27.8m. The core quality is good adn the lower contact is transitional back to 10c.	Texture 24.00 - 27.80 fgr Structure 24.00 - 24.07 Serp vn 27.75 - 27.80 cnt trans 10d-10c Alteration 24.00 - 27.80 BL p wk + weak FR SERP	24.00 - 26.70 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph tr / 1-3% trace / background 26.70 - 27.20 45.0% Min. 45.0% TTL-Sulph bx / 40-50% MS BX 27.20 - 27.80 9.0% Min. 9.0% TTL-Sulph BL / 6-12% blebby fgr cpy	DDH30201724.00 DDH30201825.50 DDH30201926.20 DDH30202026.70 DDH30202227.20	24.00 26.20 26.70 27.20 27.80	25.50 26.20 26.70 27.20 27.80	1.50 0.70 0.50 0.50 0.60	- - - - -	- - - - -
27.80	46.76	Olivine Pyroxenite (10c) Dark bluish grey to black, fgr and oikiocrystic olivine-pyroxenite 10c. Fgr to mgr oikocrysts. Section of light bluish grey, fgr 10d from 30.75m to 32.3m. Weakly magnetic. Mineralization is 3-6% fgr until 36m becoming 1-3% trace/bacground until 46.76m. The core quality is fair to good and the lower contact is sharp to 4f.	Texture 27.80 - 30.75 oik fgr 30.75 - 32.30 fgr 32.30 - 46.76 oik fgr Structure 28.00 - 28.50 bc 33.80 - 34.50 bc 46.75 - 46.76 cnt sharp 10c-4f	27.80 - 36.00 4.5% Min. 4.5% TTL-Sulph fgr / 3-6% fgr 36.00 - 46.76 2.0% Min. 2.0% TTL-Sulph fgr / 1-3% trace / background	DDH30202327.80 DDH30202428.50 DDH30202529.00 DDH30202630.00 DDH30202731.50 DDH30202833.00 DDH30202934.50 DDH30203036.00 DDH30203137.00 DDH30203237.50	27.80 29.00 30.00 31.50 33.00 34.50 36.00 37.00 37.50 38.00	28.50 29.00 30.00 31.50 33.00 34.50 36.00 37.00 37.50 38.00	0.70 0.50 1.00 1.50 1.50 1.50 1.50 1.00 0.50 0.50	- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
			Alteration 27.80 - 46.76 SERP fr wk							
46.76	114.00	Hornfeldsed sediments (4f) Medium to dark grey/black, vfgr to aphanitic weakly to moderately hornfeldsed sediments with relic bedding (40-70°TCA). Weak to moderately silicified. Weak FR-SF + weak VN-QTZ. Not magnetic. Mineralization is generally 1-2% FR veinlets mostly parallel to bedding with few fgr-cgr subrounded to rounded patches-blebs. The core quality is generally good with a few fair sections with more broken / fractured core. EOH at 114m.	Texture 46.76 - 114.00 hflsd weak to mod Structure 46.76 - 47.40 bc 54.65 - 55.10 bc 59.70 - 60.00 bc 60.75 - 60.85 bc 63.35 - 64.25 bc 74.25 - 74.50 Fract irreg 77.25 - 77.65 Fract 79.25 - 79.75 bc 80.00 - 80.15 bc 102.00 - 102.30 bc 104.00 - 104.40 Fract parallel to bedding 110.50 - 110.80 bc Alteration 46.76 - 114.00 Sil sp wk to moderate	46.76 - 114.00 1.0% Min. 1.0% TTL-Sulph FR / Trace to 2% FR veinlets parallel to bedding, few mm blebs / small mm to cm patches						

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH302008	16.00	17.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302009	17.00	17.92	0.92	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302010	17.92	18.42	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302011	18.42	19.25	0.83	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302013	19.25	20.00	0.75	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302014	20.00	21.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302015	21.00	22.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302016	22.50	24.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302017	24.00	25.50	1.50	10d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302018	25.50	26.20	0.70	10d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302019	26.20	26.70	0.50	10d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302020	26.70	27.20	0.50	10d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302022	27.20	27.80	0.60	10d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302023	27.80	28.50	0.70	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302024	28.50	29.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302025	29.00	30.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302026	30.00	31.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302027	31.50	33.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302028	33.00	34.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302029	34.50	36.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302030	36.00	37.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302031	37.00	37.50	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302032	37.50	38.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	50.00	87.00	N	23.00	0.00	
3.00	6.00	90.00	100.00	N	20.00	0.00	
6.00	9.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
9.00	12.00	85.00	100.00	N	18.00	0.00	
12.00	15.00	95.00	100.00	N	17.00	0.00	
15.00	18.00	75.00	100.00	N	38.00	0.00	
18.00	21.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
21.00	24.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
24.00	27.80	90.00	100.00	N	12.00	0.00	
27.80	30.00	80.00	100.00	N	26.00	0.00	
30.00	33.00	80.00	100.00	N	25.00	0.00	
33.00	36.00	70.00	100.00	N	25.00	0.00	
36.00	39.00	90.00	100.00	N	14.00	0.00	
39.00	42.00	90.00	100.00	N	14.00	0.00	
42.00	45.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	
45.00	46.76	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
46.76	51.00	90.00	100.00	N	23.00	0.00	
51.00	54.00	85.00	100.00	N	20.00	0.00	
54.00	57.00	80.00	100.00	N	18.00	0.00	
57.00	60.00	80.00	100.00	N	14.00	0.00	
60.00	63.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	
63.00	66.00	70.00	100.00	N	23.00	0.00	
66.00	69.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	
69.00	72.00	95.00	100.00	N	9.00	0.00	
72.00	75.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
75.00	78.00	80.00	100.00	N	20.00	0.00	
78.00	81.00	80.00	100.00	N	40.00	0.00	
81.00	84.00	90.00	100.00	N	23.00	0.00	
84.00	87.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
87.00	90.00	90.00	100.00	N	13.00	0.00	
90.00	93.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
93.00	96.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
96.00	99.00	95.00	100.00	N	15.00	0.00	
99.00	102.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
102.00	105.00	75.00	100.00	N	28.00	0.00	
105.00	108.00	95.00	100.00	N	14.00	0.00	
108.00	111.00	85.00	100.00	N	25.00	0.00	
111.00	114.00	80.00	100.00	N	30.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4760L5-1

Zone: 58Z

08/23/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	29 September, 2021	System	UTM83-18	Casing	Left in Hole	Storage	Core Dumped
Completed	03 October, 2021	Easting	574828.29	Surveyed	N	Size	NQ
Azimuth	254.50	Northing	6841299.34	Plugged	N		
Dip	-77.50	Elevation	1061.28	Cemented	N		
Length	180.00	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Geo-Tech	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1061.28				

Comments:
7D4827L8-3: Explo Imp3 GEOINFO-Z58-071, et Hit 7C4884L2-1 (7.35m (from 226.6m) @4.07%Ni). 2.5m of core at 3.0m block. Note: Ferabi casing used. NOTE: Between 60.0 to 63.0m, the drillers placed a C.N.R. (Core Not Recovered) block that indicated 'Grinder' (or Ground Core' and 'Faille'; this is within the interval of broken core (57.15-62.85m). NOTE 2: Two blocks by drillers indicate 'Core mele', and no yellow line or red mark between 168.0 and 171.0 m. NOTE 3: Ground Control inserted a monitoring instrument into this drill hole and cemented it.

Other			
Multi Shot: N	Pulse EM: N	Making Water: Y	
Section:	Log By: esakoma	Date logged: 30 September, 2021	

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	254.50	-77.50	REFLEX	
3.00	254.50	-77.80	REFLEX	

Initials Authors:

Approved By:

2 of 12

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
0.00	88.45	Olivine Pyroxenite (10c) Dark grey and mottled. Variably oikocrystic. Dusty-fgr sulfides + infrequent & trace to minor blebby; lower interval of disseminated to patchy reverse-net textured sulfides (82.0-84.45m). Weak FR-serp. Stringers of foliation-parallel magnetite + serp; also, fine to coarse crystalline magnetite veinlets at various angles tCA. One decimetirc section is bleached and finer-grained with sharp boundaries; this could be due to metasomatic recrystallization or an injection of 10d-like material. Minor fault gouge (35.35-35.4m & 36.55-36.61m) in broken core interval (35.0-36.9m). Poor core quality in some metric sections (0.0-3.2m, 34.0-37.0m, & 55.9-63.0m); the rest of the rock unit is of fair to excellent quality. Also, partially ground core with rounded relatively large fragments (85.8-86.6m). Sharp lower contact. NOTE: Between 60.0 to 63.0m, the drillers placed a C.N.R. (Core Not Recovered) block that indicated 'Grinder' (or 'Grinded Core' and 'Faille'); this is within the interval of broken core (57.15-62.85m).	Texture 0.00 - 88.45 oik locally fgr Structure 0.00 - 3.20 bc 35.00 - 35.35 bc 35.35 - 35.40 flt-g 35.40 - 36.55 bc 36.55 - 36.61 flt-g 36.61 - 36.90 bc 40.30 - 40.70 bc 55.65 - 57.00 bc 57.15 - 60.00 bc 60.00 - 60.80 GC 0.8m of C.N.R. (Core Not Recovered) and 'Grinder/faile' indicated by drillers = inferred fault with unrecovered (possibly flushed out) fault-breccia & gouge 60.80 - 61.45 bc 62.30 - 62.85 bc 65.30 - 65.75 bc 67.50 - 68.30 bc 79.60 - 81.60 Serp vn 85.00 - 85.40 bc 85.75 - 86.60 GC Partially ground and rounded large pieces of broken core 88.44 - 88.45 cnt sharp lower contact Alteration 0.00 - 88.45 SERP fr wk strong in cm-wide flt-g intervals and in one metric section of FR-vnls (79.6-81.0m)	0.00 - 75.00 2.0% Min. 2.0% PO dust / trace to 3%, to fgr 75.00 - 82.00 5.0% Min. 5.0% PO dust / 3-6%, to fgr 82.00 - 83.75 7.0% Min. 7.0% PO ds / 5-10%, dusty-fgr 83.75 - 84.40 20.0% Min. 20.0% PO rnet / 15-25% 84.40 - 88.45 5.0% Min. 5.0% PO dust / 3-6%, to fgr	DDH30214773.00 DDH30214874.50 DDH30215175.00 DDH30215276.50 DDH30215378.00 DDH30215479.50 DDH30215581.00 DDH30215682.00 DDH30215783.25 DDH30215883.75 DDH30216084.40 DDH30216184.90 DDH30216285.50 DDH30216387.00 DDH30216487.95	74.50 75.00 76.50 78.00 79.50 81.00 82.00 83.25 83.75 84.40 84.90 85.50 87.00 87.95 88.45	1.50 0.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.00 1.25 0.50 0.65 0.50 0.60 1.50 0.95 0.50	- - - - - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - - - - -	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
88.45	89.10	MS (MS) Bronze-yellow MS-BX with 65-75% total sulfides, and 25-35% darker fragments of sediments. Very good core quality. Sharp upper & lower contacts.	Texture 88.45 - 89.10 BX MS-BX Structure 89.09 - 89.10 cnt sharp lower contact Alteration	88.45 - 89.10 70.0% Min. 70.0% PO bx / 60-75%	DDH30216588.45	89.10	89.10	0.65	-	-
89.10	129.12	Hornfeldsed sediments (4f) Moderately light to dark grey. Also, moderately hornfeldsed. Incipiently brecciated with FR-infilling of PO vnl at various angles tCA. Some of the few cm- to dm-wide MS-vnl are PN or Cpy enriched, whereas others are not. Such veinlets are prominent up to 111.0m. In the lower section (127.4-129.1m), the veining is mostly FR-rodingite + carbonate. Weak to moderate bleaching (121.5-129.1m). Relatively poor core quality (102.0-107.0m & 111.0-114.0m); rest of the rock unit is of fair to very good quality. Sharp & sinuous lower contact.	Texture 89.10 - 129.12 hflsd moderately Structure 93.00 - 93.90 bc 102.30 - 103.50 bc 104.05 - 104.50 bc 105.30 - 105.36 Bxvn 106.10 - 106.70 bc 106.70 - 106.85 flt-bx 109.05 - 109.45 bc 111.50 - 113.20 bc + minor fbx 114.70 - 115.05 bc + minor fbx 127.30 - 128.60 Bxvn rodingite + carbonate 128.60 - 128.63 flt-bx + minor fault-gouge 128.63 - 129.08 Bxvn rodingite 129.08 - 129.10 cnt sharp & sinuous lower contact Alteration 89.10 - 120.00 S fr mod as FR-infilling veinlets 120.00 - 129.12 BL p mod + FR-rodingite	89.10 - 97.00 3.0% Min. 3.0% PO FR / 2-4% 97.00 - 101.55 2.0% Min. 2.0% PO FR / trace to 3% 101.55 - 102.35 8.0% Min. 8.0% PO FR / 5-10% 102.35 - 104.30 0.5% Min. 0.5% PO FR / trace to 1% 104.30 - 104.80 15.0% Min. 15.0% PO FR / 10-20% 104.80 - 105.30 7.0% Min. 7.0% Cpy FR / 5-10% 105.30 - 106.00 20.0% Min. 20.0% PO FR / 15-25% 106.00 - 107.50 3.0% Min. 3.0% PO FR / 2-5% 107.50 - 108.00 20.0% Min. 20.0% PO FR / 15-25% 108.00 - 110.50 3.0% Min. 3.0% PO FR / 2-5%	DDH30216789.10 DDH30216889.60 DDH30216991.00 DDH30217092.00 DDH302171100.00 DDH302172101.05 DDH302173101.55 DDH302174102.35 DDH302175103.50 DDH302176104.30 DDH302178104.80 DDH302179105.30 DDH302181106.00 DDH302182107.00 DDH302183107.50 DDH302185108.00 DDH302186108.50 DDH302187109.50	89.60 91.00 92.00 93.00 101.05 101.55 102.35 103.50 104.30 104.80 105.30 106.00 107.00 107.50 108.00 108.50 109.50 110.50	0.50 1.40 1.00 1.00 1.05 0.50 0.80 1.15 0.80 0.50 0.50 0.70 1.00 0.50 0.50 0.50 1.00 1.00	- - - - - - - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - - - - - -	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
				110.50 - 111.20 8.0% Min. 8.0% PO FR / 5-10%	DDH3021881	110.50	111.20	0.70	-	-
				111.20 - 129.12 0.5% Min. 0.5% PO FR / trace to 1%	DDH3021891 DDH3021901 DDH3021911	111.20 111.70 113.00	111.70 113.00 114.00	0.50 1.30 1.00	- - -	- - -
129.12	132.10	Pyroxenite (10d) Light to milky grey. Fine-grained to aphanitic-microgranular. Moderately to strongly bleached and variably recrystallized; inferred rodingitization of 10d/c. Prominent veinlets of rodingite throughout (20-30 deg tCA). Excellent core quality. Sharp upper & transitional lower contact.	Texture 129.12 - 132.10 fgr metasomatized + recrystallized Structure 132.05 - 132.10 cnt transitional lower contact Alteration 129.12 - 132.10 BL p mod to strong, + associated rodingitization	129.12 - 132.10 0.3% Min. 0.3% PO tr / trace to 0,5%						
132.10	144.00	Olivine Pyroxenite (10c) Dark grey and mottled. Oikocrystic to fine-grained. Dusty-fgr + trace blebby sulfides. Weak FR-serp; strong in few FR-vnls. Relatively poor core quality (135.0-138.0m); the rest of the rock unit is of fair to good quality. Transitional upper & lower contacts.	Texture 132.10 - 144.00 oik to locally fine-grained Structure 133.50 - 133.90 bc 135.60 - 137.35 bc 137.40 - 137.75 Serp vn 137.75 - 138.15 bc + partially rounded grounded core (large fragments) 141.75 - 142.30 bc 143.65 - 143.95 bc 143.95 - 144.00 cnt transitional lower contact Alteration 132.10 - 144.00 SERP fr wk strong in FR-vnls	132.10 - 144.00 2.0% Min. 2.0% PO dust / 1-3%, to fgr						

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
144.00	164.00	Peridotite (10b) Dark grey to black. Fine-grained to mildly oikocrystic. Dusty- to fine-grained sulfides. Weak FR-serp. Relatively poor core quality (155.5-159.0m); the rest of the rock unit is fair to very good core quality. Transitional upper & lower contacts.	Texture 144.00 - 164.00 fgr to mildly oikocrystic Structure 144.70 - 144.85 flt-bx 148.70 - 149.80 bc 151.75 - 152.40 bc 0-5 deg TCA; along FR-serp vnls 152.70 - 153.30 bc 155.40 - 155.90 bc + fbx 156.20 - 158.40 bc 159.45 - 159.85 bc 163.95 - 164.00 cnt transitional lower contact Alteration 144.00 - 164.00 SERP fr wk	144.00 - 164.00 2.0% Min. 2.0% PO dust / 1-3%, to fgr						
164.00	180.00	Olivine Pyroxenite (10c) Dark grey to black. Oikocrystic to fine-grained. Dusty- to fine-grained sulfides. Sporadic, sub-mm to mm-wide, magnetite-rich stringers at various angles tCA. Weak FR-serp. Fairly good to excellent core quality. Transitional upper contact. NOTE: Two blocks by drillers indicate 'Core mele', and no yellow line or red mark between 168.0 and 171.0 m.	Texture 164.00 - 180.00 oik to locally fine-grained Structure 166.80 - 166.95 flt-bx 166.95 - 167.10 bc Alteration 164.00 - 180.00 SERP fr wk	164.00 - 180.00 2.0% Min. 2.0% PO dust / trace to 3%; to fgr						

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
DDH302147	73.00	74.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302148	74.50	75.00	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302151	75.00	76.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302152	76.50	78.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302153	78.00	79.50	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302154	79.50	81.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302155	81.00	82.00	1.00	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302156	82.00	83.25	1.25	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302157	83.25	83.75	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302158	83.75	84.40	0.65	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302160	84.40	84.90	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302161	84.90	85.50	0.60	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302162	85.50	87.00	1.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302163	87.00	87.95	0.95	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302164	87.95	88.45	0.50	10c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302165	88.45	89.10	0.65	MS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302167	89.10	89.60	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302168	89.60	91.00	1.40	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302169	91.00	92.00	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302170	92.00	93.00	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302171	100.00	101.05	1.05	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302172	101.05	101.55	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302173	101.55	102.35	0.80	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302174	102.35	103.50	1.15	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302175	103.50	104.30	0.80	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302176	104.30	104.80	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302178	104.80	105.30	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302179	105.30	106.00	0.70	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302181	106.00	107.00	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302182	107.00	107.50	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302183	107.50	108.00	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302185	108.00	108.50	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302186	108.50	109.50	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302187	109.50	110.50	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302188	110.50	111.20	0.70	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302189	111.20	111.70	0.50	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302190	111.70	113.00	1.30	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDH302191	113.00	114.00	1.00	4f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	20.00	83.33	N	120.00	0.00	2.5m of core at 3.0m block; bc
3.00	6.00	65.00	100.00	N	47.00	0.00	+ greyish green coatings (indicating transient water seepage through some fractures
6.00	9.00	70.00	100.00	N	26.00	0.00	
9.00	12.00	75.00	100.00	N	25.00	0.00	
12.00	15.00	95.00	100.00	N	14.00	0.00	+ greyish green coatings (indicating transient water seepage through some fractures
15.00	18.00	60.00	100.00	N	42.00	0.00	
18.00	21.00	80.00	100.00	N	23.00	0.00	
21.00	24.00	90.00	100.00	N	17.00	0.00	
24.00	27.00	90.00	100.00	N	19.00	0.00	
27.00	30.00	85.00	100.00	N	19.00	0.00	
30.00	33.00	80.00	100.00	N	31.00	0.00	
33.00	36.00	70.00	100.00	N	52.00	0.00	+ greyish green coatings (indicating transient water seepage through some fractures
36.00	39.00	55.00	100.00	N	44.00	0.00	
39.00	42.00	70.00	100.00	N	34.00	0.00	
42.00	45.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
45.00	48.00	95.00	100.00	N	23.00	0.00	
48.00	51.00	100.00	100.00	N	7.00	0.00	
51.00	54.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
54.00	57.00	50.00	100.00	N	62.00	0.00	
57.00	60.00	35.00	100.00	N	95.00	0.00	bc
60.00	63.00	35.00	73.33	N	120.00	0.00	0.8m of CNR (Ground core) + broken core
63.00	66.00	85.00	100.00	N	40.00	0.00	
66.00	69.00	70.00	100.00	N	46.00	0.00	
69.00	72.00	75.00	100.00	N	28.00	0.00	
72.00	75.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
75.00	78.00	95.00	100.00	N	19.00	0.00	
78.00	81.00	65.00	100.00	N	34.00	0.00	
81.00	84.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
84.00	88.50	75.00	100.00	N	42.00	0.00	
88.50	89.10	83.00	100.00	N	8.00	0.00	
89.10	93.00	71.00	100.00	N	28.00	0.00	
93.00	96.00	55.00	100.00	N	36.00	0.00	
96.00	99.00	85.00	100.00	N	25.00	0.00	
99.00	102.00	60.00	100.00	N	35.00	0.00	
102.00	105.00	55.00	100.00	N	51.00	0.00	
105.00	108.00	70.00	100.00	N	66.00	0.00	
108.00	111.00	65.00	100.00	N	33.00	0.00	
111.00	114.00	45.00	100.00	N	85.00	0.00	bc
114.00	117.00	80.00	100.00	N	31.00	0.00	
117.00	120.00	90.00	100.00	N	16.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
120.00	123.00	80.00	100.00	N	17.00	0.00	
123.00	126.00	90.00	100.00	N	22.00	0.00	
126.00	129.12	90.00	100.00	N	22.00	0.00	
129.12	132.10	100.00	100.00	N	6.00	0.00	
132.10	135.00	59.00	100.00	N	36.00	0.00	
135.00	138.00	40.00	100.00	N	47.00	0.00	bc
138.00	141.00	80.00	100.00	N	27.00	0.00	
141.00	144.00	55.00	100.00	N	51.00	0.00	
144.00	147.00	85.00	100.00	N	56.00	0.00	
147.00	150.00	50.00	100.00	N	50.00	0.00	
150.00	153.00	65.00	100.00	N	46.00	0.00	
153.00	156.00	50.00	100.00	N	65.00	0.00	
156.00	159.00	25.00	100.00	N	73.00	0.00	bc
159.00	162.00	80.00	100.00	N	44.00	0.00	
162.00	164.00	85.00	100.00	N	18.00	0.00	
164.00	168.00	71.00	100.00	N	59.00	0.00	
168.00	171.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	Two blocks by drillers indicate 'Core mele', and no yellow line or red mark between 168 and 171m
171.00	174.00	70.00	100.00	N	20.00	0.00	
174.00	177.00	85.00	100.00	N	15.00	0.00	
177.00	180.00	80.00	100.00	N	32.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7D4827L8-3

Zone: 58Z

10/05/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

Hole Info

Drilling		Coordinate		Casing		Core	
Started	29 August, 2021	System	UTM83-18	Casing	Left in Hole, capped	Storage	Core Dumped
Completed		Easting	574834.13	Surveyed	N	Size	NQ
Azimuth	46.50	Northing	6841302.12	Plugged	N		
Dip	-55.00	Elevation	1060.99	Cemented	N		
Length	203.50	Alternate	Mine grid coordinate				
Location	Underground	Mine X					
Hole Type	Explo	Mine Y					
Contractor	Avataa-Rouillier	Elevation	1060.99				

Comments:
 #7EX4832L2-2, Explo + NRK F28-SRK , first block 2.5m Note: 04-09-2021: Packer test from 58.3 to 64 meters with an initial flow of 3 L/min and a shut-in pressure of 200 psi. Test duration: 2 hours • Current total flow from hole ~ 3 L/min. 05-09-2021: • Packer test from 70.3 to 93 meters with an initial flow of 0.4 L/min and a shut-in pressure of 80 psi. • Current total flow from hole ~ 5.7 L/min. 08-09-2021 Packer test from 187.3-203.5 meters, initial flow of 0.7L/min and a shut-in pressure of 35 psi. • Current total flow from hole ~ 11.0 L/min.

Other			
Multi Shot: Y	Pulse EM: N	Making Water: N	
Section:	Log By: sasselin	Date logged: 03 September, 2021	

Signatures

Authors

Approved By

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Deviation tests

Distance	Azimuth	Dip	Test Type	Comments
0.00	46.50	-55.00	REFLEX	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%	
0.00	68.60	Olivine Pyroxenite (10c) Dark blackish-grey, vfgr matrix with very poorly developed light grey oikocrysts throughout. Very broken in the first 4.9m, it becomes then fractured and slightly more massive down to 21.3m where it becomes more blocky again. Occasional BC trough the blocky interval with some ouge observed locally. The last 2.5m shows a change in colour/texture as the 10c turns 10dish closer to the footwall contact. Weak serp+carb vnl, mt vnl and pervasive serp+mt. Weak pervasive talcose alt from 66.5 downhole. Mag is mod to strong. Core quality poor to excellent. Lower contact is sharp @ 45° tCA. Mineralization shows background fgr diss po on the whole interval.	Texture 0.00 - 68.60 oik very poorly developed Structure 0.00 - 4.90 bc 4.90 - 12.00 Fract 15.35 - 17.20 Fract 21.30 - 24.00 Fract 24.00 - 24.15 bc 24.15 - 24.60 Fract 27.00 - 27.70 Fract 28.50 - 29.00 Fract 30.00 - 34.50 Fract occasional closer to bc 34.50 - 34.52 gouge 34.52 - 35.00 bc 35.00 - 35.40 Fract 53.00 - 55.80 Fract 55.80 - 56.00 bc 60.00 - 60.80 bc 60.80 - 63.00 Fract 63.00 - 63.90 bc 64.80 - 65.65 Fract 66.30 - 66.30 bc 68.59 - 68.60 cnt Alteration 0.00 - 68.60 SERP v wk	0.00 - 68.60 3.0% Min. 3.0% PO ds / 2-4% background fgr diss po							
68.60	159.00	Hornfeldsed sediments (4f) Medium to light grey, vfgr to aphanitic, quite homogeneous lightly hornfeldsed sediments. Start massive down to 81m where it becomes blocky with increased fracturation and BC. From 102m it becomes more massive, homogeneous with slight relic bedding throughout. At 134m, gouge over 3cm and bc is observed.. Weak qtz-carb vnl crosscut, weak mag and poor to excellent core quality. Lower contact is progressive, as hornfeldsed	Texture 68.60 - 159.00 hflsd lightly hornfeldsed Structure 81.80 - 82.50 bc 86.60 - 87.00 bc 88.20 - 88.50 bc 89.50 - 89.80 bc 93.15 - 95.00 Fract 95.00 - 95.80 bc	68.60 - 159.00 2.0% Min. 2.0% PO vnl / 1-3% occasional fine mm po vnl.							

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Lithology

From	To	Description	Texture, Structure, Alteration	Mineralisation	Samples	From	To	Length	Ni%	Cu%
		texture slowly disappear occasional fine po vnl observed throughout.	96.00 - 96.20 bc 99.00 - 100.20 bc 100.40 - 100.60 bc 102.40 - 104.60 Fract 134.00 - 134.03 gouge with bc 158.00 - 159.00 cnt Alteration 68.60 - 159.00 Q v wk							
159.00	203.50	Argillite (4a) Dark to light grey, bedded, vfgr to aphanitic, bedded, grading toward collar. Fracturation/ BC 189.35 to 190.5m. Beds are around 45° TCA. Weak carb+qtz vnl throughout. Core quality is excellent. Weak mag. Occasional fine mm po vnl throughout. EOH: 203.50	Texture 159.00 - 203.50 bed Structure 159.00 - 164.00 Bed 164.70 - 164.80 gouge bc+gouge, flushed out 165.00 - 180.00 TC-gr-bed 189.35 - 189.80 Fract 189.80 - 190.50 bc Alteration 159.00 - 203.50 Q v wk	159.00 - 199.50 2.0% Min. 2.0% PO vnl / 1-3% occasional fine mm po vnl. 199.50 - 200.00 10.0% Min. 10.0% PO vn / small zone with po vn 200.00 - 203.50 2.0% Min. 2.0% PO vn / 1-3% occasional fine mm po vnl.						

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Assays

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

5 of 10

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Composites

Sample	From	To	Length	RockCode	Ni%	Cu%	Co%	Fe%	S%	Au gpt	Pt gpt	Pd gpt	S.G. gcm3
--------	------	----	--------	----------	-----	-----	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Whole Rock

Sample	From	To	Lenght	Rock	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	P2O5	V2O5	LOI	S	SUM	Ba	Sr	Zr	Y	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
--------	------	----	--------	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----	------	-----	-------	------	------	-----	---	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
0.00	3.00	0.00	85.00	N	120.00	0.00	
3.00	6.00	40.00	100.00	N	58.00	0.00	
6.00	9.00	65.00	100.00	N	28.00	0.00	
9.00	12.00	85.00	100.00	N	18.00	0.00	
12.00	15.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
15.00	18.00	80.00	100.00	N	23.00	0.00	
18.00	21.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
21.00	24.00	60.00	100.00	N	37.00	0.00	
24.00	27.00	85.00	100.00	N	17.00	0.00	
27.00	30.00	80.00	100.00	N	24.00	0.00	
30.00	33.00	55.00	100.00	N	53.00	0.00	
33.00	36.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
36.00	39.00	95.00	100.00	N	12.00	0.00	
39.00	42.00	85.00	100.00	N	25.00	0.00	
42.00	45.00	95.00	100.00	N	12.00	0.00	
45.00	48.00	100.00	100.00	N	11.00	0.00	
48.00	51.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
51.00	54.00	85.00	100.00	N	17.00	0.00	
54.00	57.00	70.00	100.00	N	39.00	0.00	
57.00	60.00	90.00	100.00	N	8.00	0.00	
60.00	63.00	70.00	100.00	N	40.00	0.00	
63.00	66.00	50.00	100.00	N	50.00	0.00	
66.00	68.60	80.00	100.00	N	26.00	0.00	
68.60	72.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
72.00	75.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
75.00	78.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
78.00	81.00	100.00	100.00	N	9.00	0.00	
81.00	84.00	70.00	100.00	N	33.00	0.00	
84.00	87.00	75.00	100.00	N	28.00	0.00	
87.00	90.00	80.00	100.00	N	23.00	0.00	
90.00	93.00	55.00	100.00	N	44.00	0.00	
93.00	96.00	80.00	100.00	N	24.00	0.00	
96.00	99.00	65.00	100.00	N	38.00	0.00	
99.00	102.00	80.00	100.00	N	24.00	0.00	
102.00	105.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
105.00	108.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
108.00	111.00	100.00	100.00	N	10.00	0.00	
111.00	114.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
114.00	117.00	100.00	100.00	N	10.00	0.00	
117.00	120.00	95.00	100.00	N	15.00	0.00	

Initials Authors:

Approved By:

DRILL HOLE REPORT

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

RQD

From	To	RQD	Recovery	Disking	Breaks	Core axis	Comments
120.00	123.00	95.00	100.00	N	13.00	0.00	
123.00	126.00	95.00	100.00	N	15.00	0.00	
126.00	129.00	90.00	100.00	N	17.00	0.00	
129.00	132.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
132.00	135.00	95.00	100.00	N	9.00	0.00	
135.00	138.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
138.00	141.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
141.00	144.00	95.00	100.00	N	6.00	0.00	
144.00	147.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
147.00	150.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
150.00	153.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
153.00	156.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
156.00	159.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
159.00	162.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
162.00	165.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
165.00	168.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
168.00	171.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
171.00	174.00	95.00	100.00	N	10.00	0.00	
174.00	177.00	95.00	100.00	N	8.00	0.00	
177.00	180.00	95.00	100.00	N	9.00	0.00	
180.00	183.00	95.00	100.00	N	11.00	0.00	
183.00	186.00	90.00	100.00	N	10.00	0.00	
186.00	189.00	85.00	100.00	N	19.00	0.00	
189.00	192.00	75.00	100.00	N	29.00	0.00	
192.00	195.00	90.00	100.00	N	15.00	0.00	
195.00	198.00	90.00	100.00	N	11.00	0.00	
198.00	201.00	95.00	100.00	N	7.00	0.00	
201.00	203.50	100.00	100.00	N	5.00	0.00	

DRILL HOLE REPORT

Glencore
Raglan Mine

DDH: 7EX4832L2-2

Zone: 58Z

09/09/2021

Magnetic Susceptibility

From	To	Mag Sus.	Comments
------	----	----------	----------

Initials Authors:

Approved By:

Appendix C Core Photos

Appendix D Packer Analysis

PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	1
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	43.3
To Depth	m	48.0
Drilled Depth		48.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

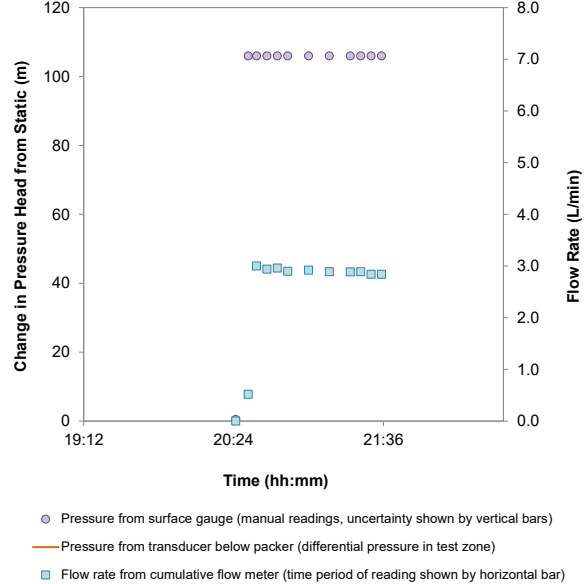
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	21-07-31 16:00
End	-	31-07-21 22:18
Supervisor	-	FL/CG
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Water start flowing from borehole. Around ~1 L/min.
Drilling comments	Artesian condition
Testing fluid comments	Formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock, water flow likely from joints at 43.8-45.25m
Test quality	No logger data available.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



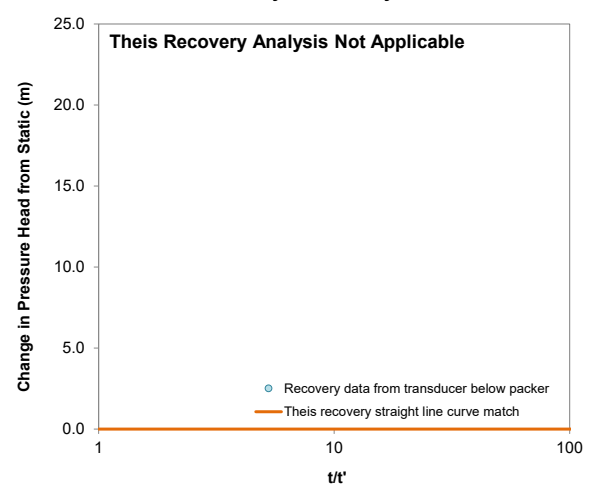
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				31-07-21 16:02	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-07-31 16:02	0.0	737.2		0	
2021-07-31 16:02	0.5	741.0	7.60	0	0.39
2021-07-31 16:03	1.0	743.8	5.60	0	0.44
2021-07-31 16:04	2.0	749.1	5.30	0	0.45
2021-07-31 16:05	3.0	754.7	5.60	0	0.44
2021-07-31 16:06	4.0	760.2	5.50	0	0.44
2021-07-31 16:07	5.0	765.7	5.50	0	0.44
2021-07-31 16:08	6.0	771.2	5.50	0	0.44
2021-07-31 16:09	7.0	776.8	5.60	0	0.44
2021-07-31 16:10	8.0	782.1	5.30	0	0.45
2021-07-31 16:11	9.0	787.5	5.40	0	0.44
2021-07-31 16:12	10.0	793.1	5.60	0	0.44
2021-07-31 16:17	15.0	820.3	5.44	0	0.44
2021-07-31 20:25	263.0	820.8	0.00	0	0.50
2021-07-31 20:31	269.0	823.9	0.52	150	105.99
2021-07-31 20:35	273.0	835.9	3.00	150	105.97
2021-07-31 20:40	278.0	850.6	2.94	150	105.97
2021-07-31 20:45	283.0	865.4	2.96	150	105.97
2021-07-31 20:50	288.0	879.9	2.90	150	105.97
2021-07-31 21:00	298.0	909.1	2.92	150	105.97
2021-07-31 21:10	308.0	938.0	2.89	150	105.97
2021-07-31 21:20	318.0	966.9	2.89	150	105.97
2021-07-31 21:25	323.0	981.3	2.89	150	105.97
2021-07-31 21:30	328.0	995.5	2.84	150	105.97
2021-07-31 21:35	333.0	1009.7	2.84	150	105.97

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	56.7	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	150	
Downhole Pressure	m		
Flow Rate	Test	L/min	2.90
	Leak		
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	6.1E-8
	Downhole		-

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	2
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	43.3
To Depth	m	51.0
Drilled Depth		51.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

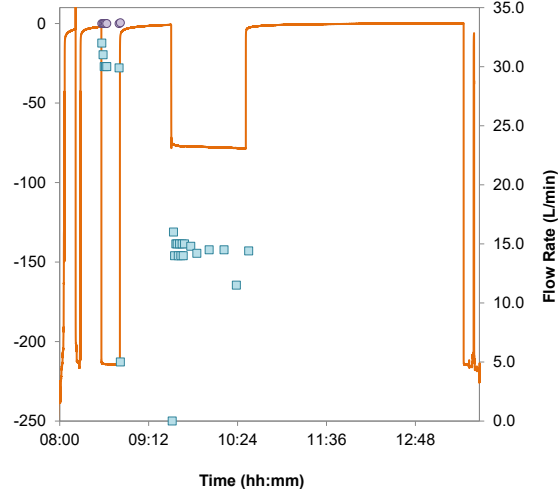
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-01-21 07:40
End	-	08-01-21 13:40
Supervisor	-	FL
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Artesian conditions
Drilling comments	Artesian conditions
Testing fluid comments	Formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	High

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

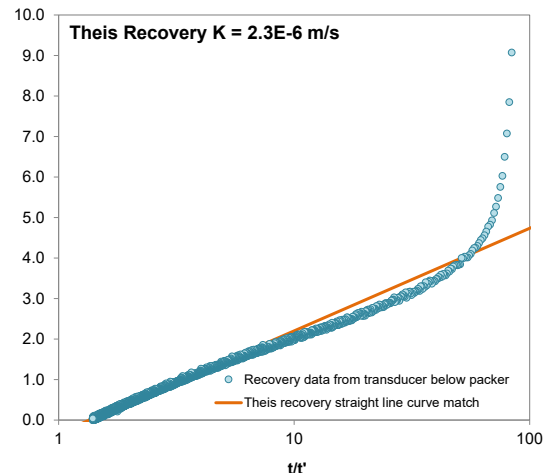
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				01-08-21 08:34	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-01 8:34	0.0	6665.0		305	
2021-08-01 8:35	1.0	6697.0	32.00	0	0.00
2021-08-01 8:36	2.0	6728.0	31.00	0	0.00
2021-08-01 8:37	3.0	6758.0	30.00	0	0.00
2021-08-01 8:38	4.0	6788.0	30.00	0	0.00
2021-08-01 8:39	5.0	6818.0	30.00	0	0.00
2021-08-01 8:49	15.0	7117.0	29.90	0	0.00
2021-08-01 8:50	16.0	7122.0	5.00	0	0.45
2021-08-01 9:32	58.0	7122.0	0.00	210	148.18
2021-08-01 9:33	59.0	7138.0	16.00	205	144.18
2021-08-01 9:34	60.0	7152.0	14.00	205	144.30
2021-08-01 9:35	61.0	7167.0	15.00	205	144.24
2021-08-01 9:36	62.0	7182.0	15.00	205	144.24
2021-08-01 9:37	63.0	7196.0	14.00	205	144.30
2021-08-01 9:38	64.0	7211.0	15.00	205	144.24
2021-08-01 9:39	65.0	7225.0	14.00	205	144.30
2021-08-01 9:40	66.0	7240.0	15.00	204	143.54
2021-08-01 9:41	67.0	7254.0	14.00	204	143.59
2021-08-01 9:42	68.0	7269.0	15.00	203	142.83
2021-08-01 9:47	73.0	7343.0	14.80	203	142.85
2021-08-01 9:52	78.0	7414.0	14.20	202	142.18
2021-08-01 10:02	88.0	7559.0	14.50	202	142.16
2021-08-01 10:14	100.0	7733.0	14.50	201	141.46
2021-08-01 10:24	110.0	7848.0	11.50	201	141.60
2021-08-01 10:34	120.0	7992.0	14.40	201	141.46

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	56.7	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	77.0	
Flow Rate	Test	L/min	14.50
	Leak		0.10
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		3.6E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Drillhole ID	7F4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	3
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

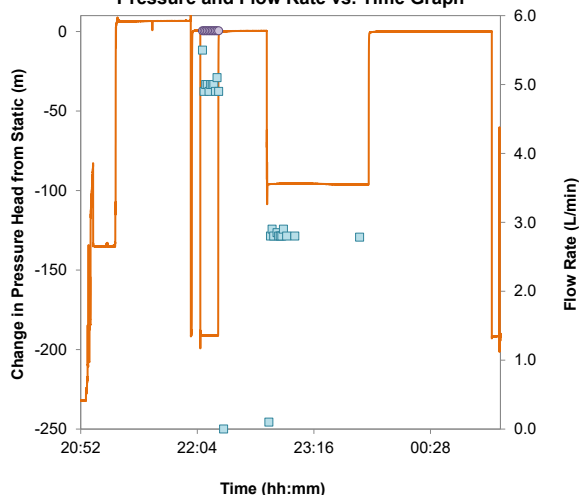
From Depth	m	53.3
To Depth	m	57.0
Drilled Depth		57.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

Start	-	08-01-21 20:00
End	-	08-02-21 01:07
Supervisor	-	CG
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Test FZ 54.00-54.97m and 55.58-55.73m
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- ▣ Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

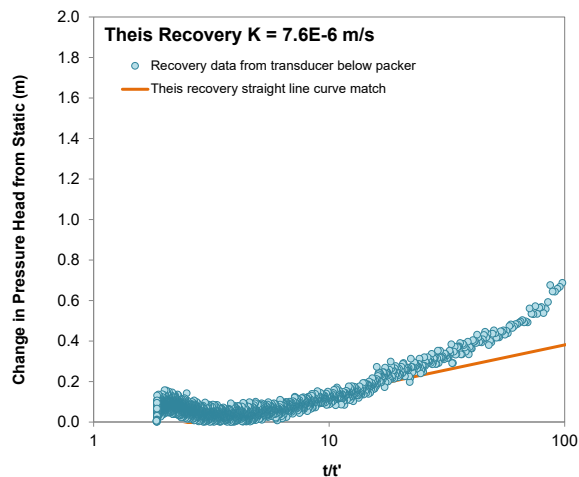
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				01-08-21 22:07	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-01 22:07	0.0	266.5		0	
2021-08-01 22:08	1.0	272.0	5.50	0	0.44
2021-08-01 22:09	2.0	276.9	4.90	0	0.45
2021-08-01 22:10	3.0	281.9	5.00	0	0.45
2021-08-01 22:11	4.0	286.9	5.00	0	0.45
2021-08-01 22:12	5.0	291.8	4.90	0	0.45
2021-08-01 22:13	6.0	296.8	5.00	0	0.45
2021-08-01 22:14	7.0	301.8	5.00	0	0.45
2021-08-01 22:15	8.0	306.8	5.00	0	0.45
2021-08-01 22:16	9.0	311.7	4.90	0	0.45
2021-08-01 22:17	10.0	316.8	5.10	0	0.45
2021-08-01 22:18	11.0	321.7	4.90	0	0.45
2021-08-01 22:21	14.0	321.7	0.00	280	197.41
2021-08-01 22:49	42.0	324.5	0.10	145	102.47
2021-08-01 22:50	43.0	327.3	2.80	145	102.46
2021-08-01 22:51	44.0	330.2	2.90	145	102.46
2021-08-01 22:52	45.0	333.0	2.80	145	102.46
2021-08-01 22:54	47.0	338.7	2.85	145	102.46
2021-08-01 22:55	48.0	341.5	2.80	145	102.46
2021-08-01 22:56	49.0	344.3	2.80	145	102.46
2021-08-01 22:57	50.0	347.1	2.80	145	102.46
2021-08-01 22:58	51.0	350.0	2.90	145	102.46
2021-08-01 23:00	53.0	355.6	2.80	145	102.46
2021-08-01 23:05	58.0	369.6	2.80	145	102.46
2021-08-01 23:45	98.0	481.0	2.79	145	102.46

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	69.7	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	-	
Downhole Pressure	m	96.5	
Flow Rate	Test	L/min	2.80
	Leak		0.50
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		9.4E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	4
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	64.3
To Depth	m	72.0
Drilled Depth		72.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

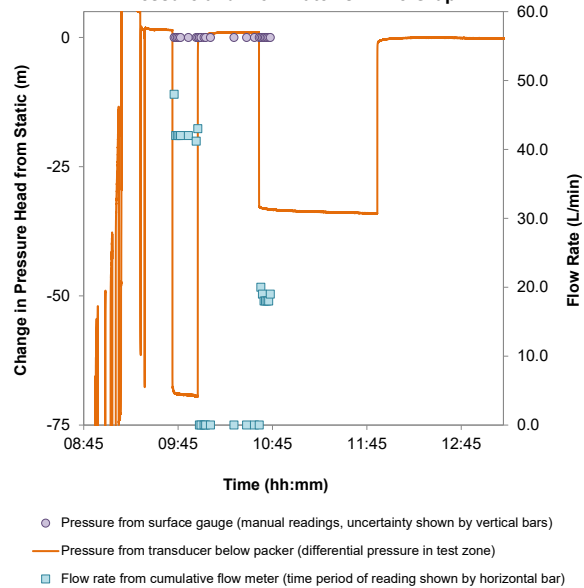
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-02-21 08:40
End	-	08-02-21 13:47
Supervisor	-	FL
Water Table	m	artesian
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Rubble zone from 67.74 to 68.10m
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	Poor. Rod leaking on pressure recovery. New test no.5.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



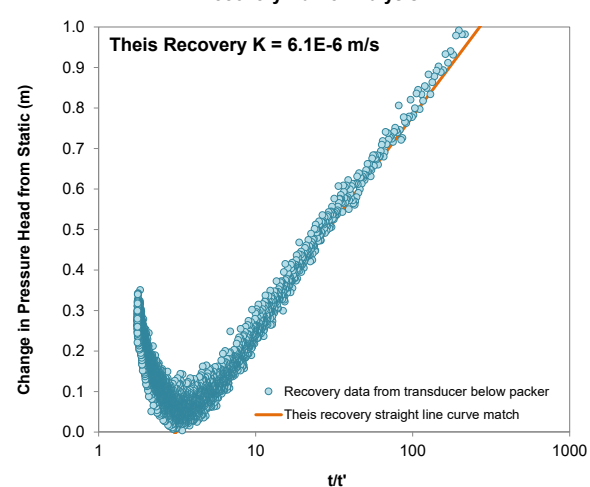
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			02-08-21 09:42		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-02 9:42	0.0	18901.0		140	
2021-08-02 9:43	1.0	18949.0	48.00	0	0.00
2021-08-02 9:44	2.0	18991.0	42.00	0	0.00
2021-08-02 9:45	3.0	19033.0	42.00	0	0.00
2021-08-02 9:46	4.0	19075.0	42.00	0	0.00
2021-08-02 9:47	5.0	19117.0	42.00	0	0.00
2021-08-02 9:52	10.0	19327.0	42.00	0	0.00
2021-08-02 9:57	15.0	19533.0	41.20	0	0.00
2021-08-02 9:58	16.0	19576.0	43.00	0	0.00
2021-08-02 9:59	17.0	19576.0	0.00	100	70.82
2021-08-02 10:00	18.0	19576.0	0.00	110	77.86
2021-08-02 10:02	20.0	19576.0	0.00	115	81.37
2021-08-02 10:03	21.0	19576.0	0.00	115	81.37
2021-08-02 10:06	24.0	19576.0	0.00	115	81.37
2021-08-02 10:21	39.0	19576.0	0.00	120	84.89
2021-08-02 10:29	47.0	19576.0	0.00	120	84.89
2021-08-02 10:34	52.0	19576.0	0.00	120	84.89
2021-08-02 10:37	55.0	19576.0	0.00	120	84.89
2021-08-02 10:38	56.0	19596.0	20.00	70	48.97
2021-08-02 10:39	57.0	19615.0	19.00	70	49.05
2021-08-02 10:40	58.0	19633.0	18.00	70	49.12
2021-08-02 10:41	59.0	19651.0	18.00	70	49.12
2021-08-02 10:42	60.0	19669.0	18.00	70	49.12
2021-08-02 10:43	61.0	19687.0	18.00	70	49.12
2021-08-02 10:44	62.0	19706.0	19.00	70	49.05

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	84.2	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	35.0	
Flow Rate	Test	L/min	18.00
	Leak		10.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		4.4E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	5
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	64.3
To Depth	m	72.0
Drilled Depth		72.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

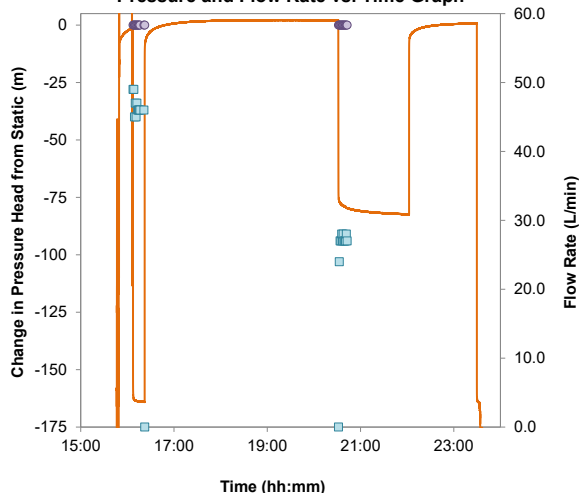
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-02-21 15:54
End	-	08-02-21 23:30
Supervisor	-	FL/CG
Water Table	m	artesian
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Rubble zone from 67.74 to 68.10m
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	High

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

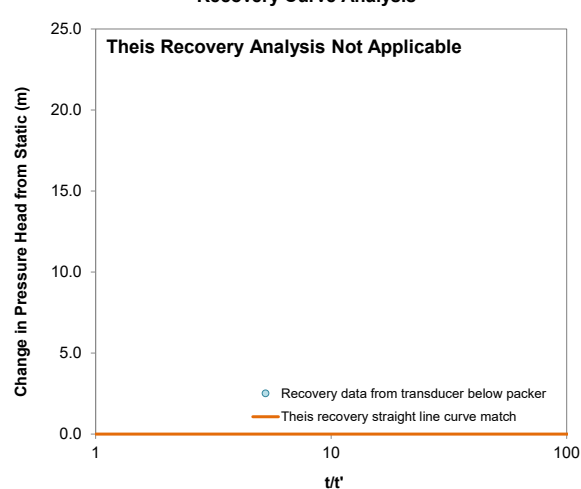
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				02-08-21 16:07	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-02 16:07	0.0	2783.0		270	
2021-08-02 16:08	1.0	2832.0	49.00	0	0.00
2021-08-02 16:09	2.0	2881.0	49.00	0	0.00
2021-08-02 16:10	3.0	2926.0	45.00	0	0.00
2021-08-02 16:11	4.0	2973.0	47.00	0	0.00
2021-08-02 16:12	5.0	3018.0	45.00	0	0.00
2021-08-02 16:13	6.0	3065.0	47.00	0	0.00
2021-08-02 16:14	7.0	3111.0	46.00	0	0.00
2021-08-02 16:15	8.0	3157.0	46.00	0	0.00
2021-08-02 16:16	9.0	3203.0	46.00	0	0.00
2021-08-02 16:17	10.0	3249.0	46.00	0	0.00
2021-08-02 16:22	15.0	3479.0	46.00	0	0.00
2021-08-02 16:23	16.0	3479.0	0.00	240	169.28
2021-08-02 20:32	265.0	3479.0	0.00	260	183.34
2021-08-02 20:33	266.0	3503.0	24.00	135	94.35
2021-08-02 20:34	267.0	3530.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:35	268.0	3557.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:36	269.0	3585.0	28.00	135	93.96
2021-08-02 20:37	270.0	3612.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:38	271.0	3640.0	28.00	135	93.96
2021-08-02 20:39	272.0	3667.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:40	273.0	3694.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:41	274.0	3721.0	27.00	135	94.06
2021-08-02 20:42	275.0	3749.0	28.00	135	93.96
2021-08-02 20:43	276.0	3776.0	27.00	135	94.06

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	84.2	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	82.0	
Flow Rate	Test	L/min	27.00
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		6.3E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	6
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	73.3
To Depth	m	78.0
Drilled Depth		7.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

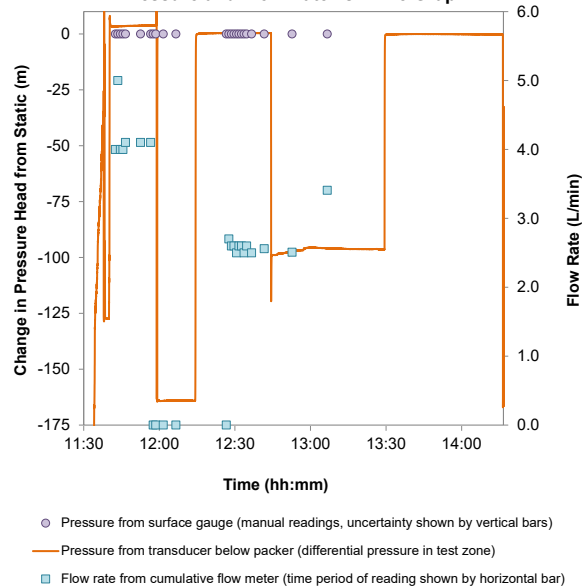
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-03-21 11:00
End	-	08-03-21 14:30
Supervisor	-	FL
Water Table	m	Artesian
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	73.84m Joint with small gauge rock 1-4mm. Look vertical.
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



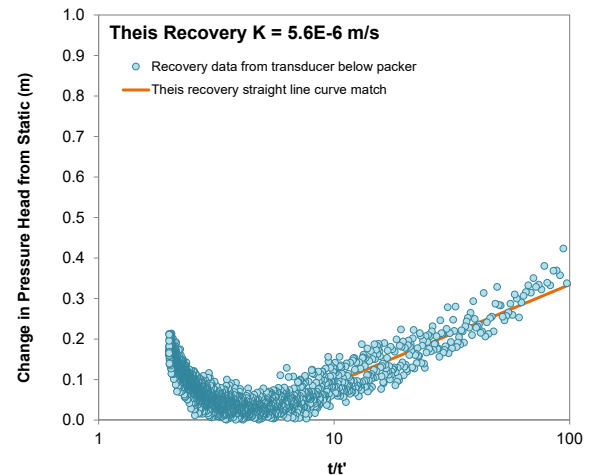
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			03-08-21 11:42		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-03 11:42	0.0	796.0		0	
2021-08-03 11:43	1.0	800.0	4.00	0	0.47
2021-08-03 11:44	2.0	805.0	5.00	0	0.45
2021-08-03 11:45	3.0	809.0	4.00	0	0.47
2021-08-03 11:46	4.0	813.0	4.00	0	0.47
2021-08-03 11:47	5.0	817.1	4.10	0	0.47
2021-08-03 11:53	11.0	841.7	4.10	0	0.47
2021-08-03 11:57	15.0	858.1	4.10	0	0.47
2021-08-03 11:58	16.0	858.1	0.00	240	169.28
2021-08-03 11:59	17.0	858.1	0.00	240	169.28
2021-08-03 12:02	20.0	858.1	0.00	240	169.28
2021-08-03 12:07	25.0	858.1	0.00	240	169.28
2021-08-03 12:27	45.0	858.1	0.00	240	169.28
2021-08-03 12:28	46.0	860.8	2.70	100	70.81
2021-08-03 12:29	47.0	863.4	2.60	100	70.81
2021-08-03 12:30	48.0	866.0	2.60	100	70.81
2021-08-03 12:31	49.0	868.5	2.50	100	70.81
2021-08-03 12:32	50.0	871.1	2.60	100	70.81
2021-08-03 12:33	51.0	873.7	2.60	100	70.81
2021-08-03 12:34	52.0	876.2	2.50	100	70.81
2021-08-03 12:35	53.0	878.8	2.60	100	70.81
2021-08-03 12:37	55.0	883.8	2.50	100	70.81
2021-08-03 12:42	60.0	896.6	2.56	105	74.33
2021-08-03 12:53	71.0	924.2	2.51	109	77.14
2021-08-03 13:07	85.0	971.9	3.41	109	77.13

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	3.0	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	96.0	
Flow Rate	Test	L/min	2.50
	Leak		0.40
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		6.9E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	7
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	76.3
To Depth	m	84.0
Drilled Depth		84.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

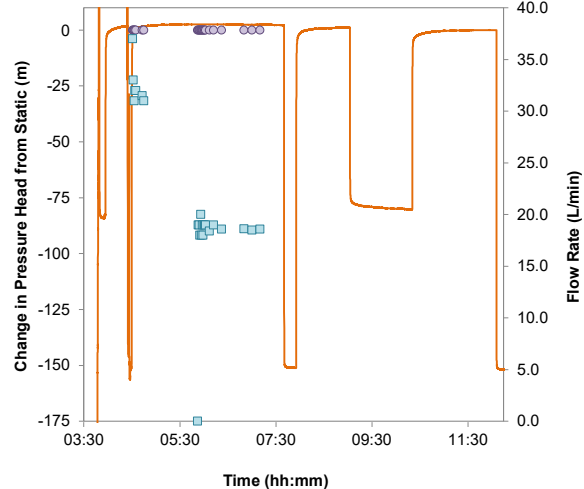
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-04-21 01:45
End	-	04-08-21 13:00
Supervisor	-	CG/FL
Water Table	m	Artesian
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Various fracture zones/water veins 78.00-78.33, 78.61-78.76, 79.09-79.21, 80.60-80.66, 80.75-80.83, 81.05-81.10
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

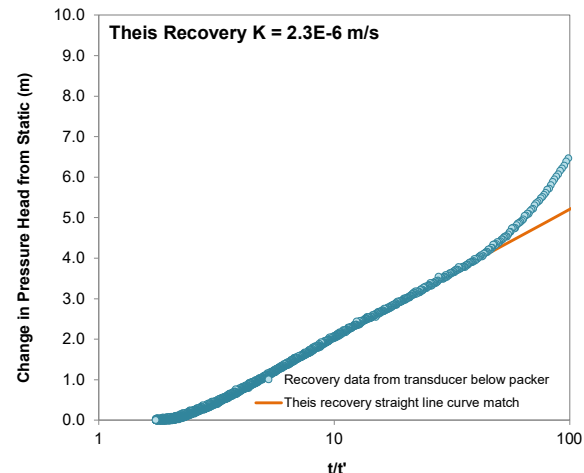
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			04-08-21 04:30		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-04 4:30	0.0	6057.0		240	169.28
2021-08-04 4:31	1.0	6094.0	37.00	15	8.46
2021-08-04 4:32	2.0	6127.0	33.00	15	8.99
2021-08-04 4:33	3.0	6158.0	31.00	15	9.23
2021-08-04 4:34	4.0	6190.0	32.00	15	9.11
2021-08-04 4:35	5.0	6222.0	32.00	15	9.11
2021-08-04 4:43	13.0	6474.0	31.50	15	9.17
2021-08-04 4:45	15.0	6536.0	31.00	15	9.23
2021-08-04 5:52	82.0	6536.0	0.00	231	162.95
2021-08-04 5:53	83.0	6555.0	19.00	120	84.21
2021-08-04 5:54	84.0	6574.0	19.00	120	84.21
2021-08-04 5:55	85.0	6592.0	18.00	120	84.28
2021-08-04 5:56	86.0	6612.0	20.00	120	84.13
2021-08-04 5:57	87.0	6630.0	18.00	119	83.57
2021-08-04 5:58	88.0	6649.0	19.00	119	83.50
2021-08-04 5:59	89.0	6667.0	18.00	119	83.57
2021-08-04 6:00	90.0	6686.0	19.00	119	83.50
2021-08-04 6:01	91.0	6705.0	19.00	119	83.50
2021-08-04 6:02	92.0	6724.0	19.00	119	83.50
2021-08-04 6:07	97.0	6816.0	18.40	119	83.55
2021-08-04 6:12	102.0	6911.0	19.00	118	82.80
2021-08-04 6:22	112.0	7097.0	18.60	113	79.31
2021-08-04 6:50	140.0	7618.0	18.61	110	77.20
2021-08-04 7:00	150.0	7803.0	18.50	110	77.21
2021-08-04 7:10	160.0	7989.0	18.60	110	77.20

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	99.9	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	81.4	
Flow Rate	Test	L/min	18.60
	Leak		0.10
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		4.4E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	8
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	90.3
To Depth	m	105.0
Drilled Depth		105.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

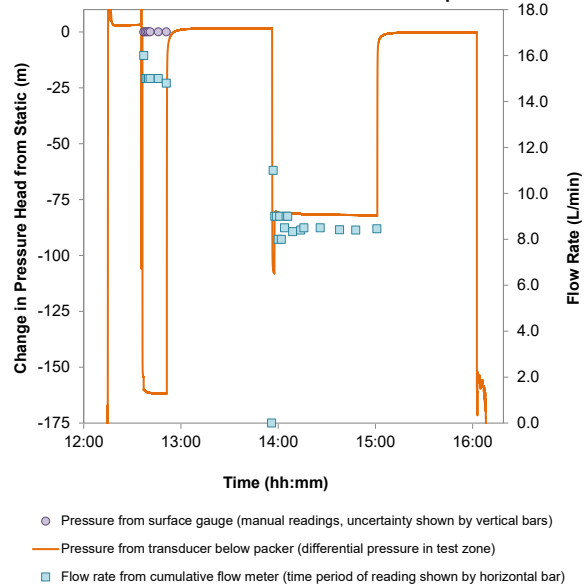
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-05-21 11:00
End	-	08-05-21 16:05
Supervisor	-	FL
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Some broken zone. 93.1-93.95m Probably vertical slickenside but not oriented. 95.53-96.25. Joints vertical and subhorizontal structure and slickensided. 98.44-99.3m vertical joint and horizontal slickensided.
Drilling comments	Constant water flow from hole.
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock with disseminated sulfur
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



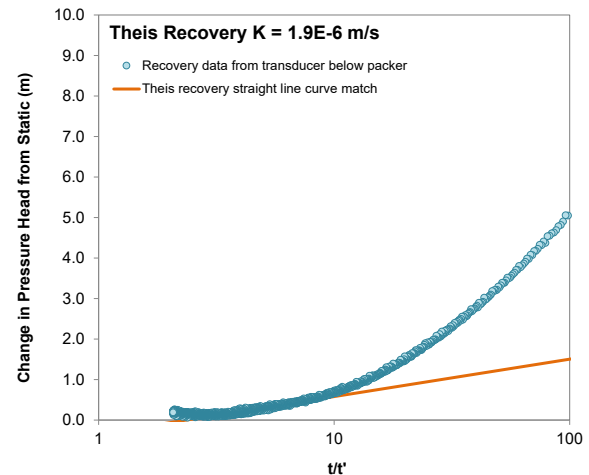
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			05-08-21 12:36		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-05 12:36	0.0	29127.0		0	
2021-08-05 12:37	1.0	29143.0	16.00	0	0.02
2021-08-05 12:38	2.0	29158.0	15.00	0	0.07
2021-08-05 12:39	3.0	29173.0	15.00	0	0.07
2021-08-05 12:40	4.0	29188.0	15.00	0	0.07
2021-08-05 12:41	5.0	29203.0	15.00	0	0.07
2021-08-05 12:46	10.0	29278.0	15.00	0	0.07
2021-08-05 12:51	15.0	29352.0	14.80	0	0.09
2021-08-05 13:56	80.0	29352.0	0.00	100	70.82
2021-08-05 13:57	81.0	29363.0	11.00	90	63.56
2021-08-05 13:58	82.0	29372.0	9.00	120	84.74
2021-08-05 13:59	83.0	29381.0	9.00	120	84.74
2021-08-05 14:00	84.0	29389.0	8.00	120	84.77
2021-08-05 14:01	85.0	29398.0	9.00	120	84.74
2021-08-05 14:02	86.0	29406.0	8.00	120	84.77
2021-08-05 14:04	88.0	29423.0	8.50	120	84.75
2021-08-05 14:05	89.0	29432.0	9.00	120	84.74
2021-08-05 14:06	90.0	29441.0	9.00	120	84.74
2021-08-05 14:09	93.0	29466.0	8.33	120	84.76
2021-08-05 14:14	98.0	29508.0	8.40	120	84.76
2021-08-05 14:16	100.0	29525.0	8.50	120	84.75
2021-08-05 14:26	110.0	29610.0	8.50	120	84.75
2021-08-05 14:38	122.0	29711.0	8.42	120	84.76
2021-08-05 14:48	132.0	29795.0	8.40	120	84.76
2021-08-05 15:01	145.0	29905.0	8.46	120	84.75

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	118.2	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	82.0	
Flow Rate	Test	L/min	8.46
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.0E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	9
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	106.3
To Depth	m	123.0
Drilled Depth		123.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

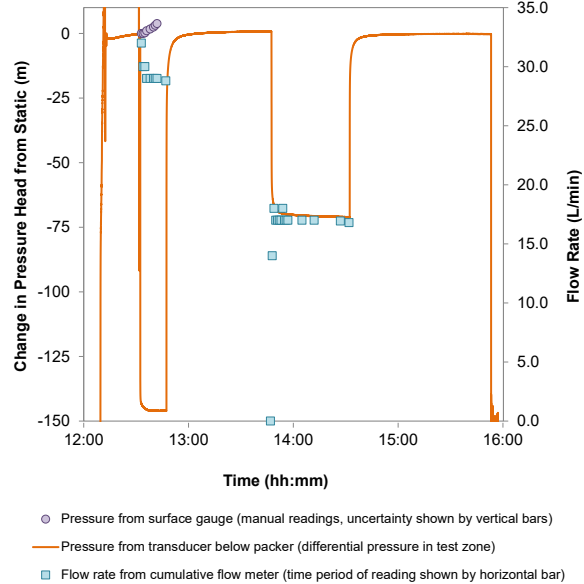
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-06-21 09:30
End	-	08-06-21 16:00
Supervisor	-	FL
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Total water flow increase of 14.4 L/min from last measurement at 105m.
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock
Test quality	Good. Rods leaking on first rods test 1 l/min , second rods test 0l/min.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



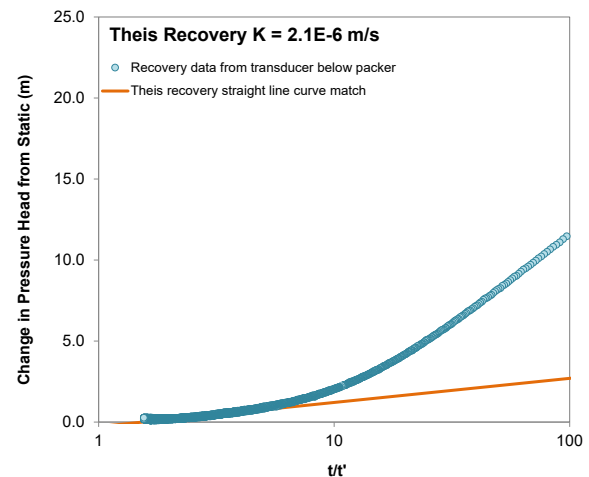
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			06-08-21 12:32		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-06 12:32	0.0	29689.0		240	
2021-08-06 12:33	1.0	29721.0	32.00	0	0.00
2021-08-06 12:34	2.0	29751.0	30.00	1	0.00
2021-08-06 12:35	3.0	29781.0	30.00	2	0.21
2021-08-06 12:36	4.0	29810.0	29.00	3	1.02
2021-08-06 12:38	6.0	29868.0	29.00	4	1.72
2021-08-06 12:40	8.0	29926.0	29.00	5	2.43
2021-08-06 12:41	9.0	29955.0	29.00	6	3.13
2021-08-06 12:42	10.0	29984.0	29.00	7	3.83
2021-08-06 12:47	15.0	30128.0	28.80	180	125.52
2021-08-06 13:47	75.0	30128.0	0.00	225	158.73
2021-08-06 13:48	76.0	30142.0	14.00	135	95.07
2021-08-06 13:49	77.0	30160.0	18.00	130	91.31
2021-08-06 13:50	78.0	30177.0	17.00	129	90.67
2021-08-06 13:51	79.0	30194.0	17.00	128	89.97
2021-08-06 13:52	80.0	30211.0	17.00	128	89.97
2021-08-06 13:53	81.0	30228.0	17.00	128	89.97
2021-08-06 13:54	82.0	30246.0	18.00	128	89.90
2021-08-06 13:55	83.0	30263.0	17.00	128	89.97
2021-08-06 13:56	84.0	30280.0	17.00	126	88.56
2021-08-06 13:57	85.0	30297.0	17.00	126	88.56
2021-08-06 14:05	93.0	30433.0	17.00	122	85.75
2021-08-06 14:12	100.0	30552.0	17.00	122	85.75
2021-08-06 14:27	115.0	30806.0	16.93	122	85.75
2021-08-06 14:32	120.0	30890.0	16.80	200	140.62

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	139.1	
Rod Size	-	HQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	70.9	
Flow Rate	Test	L/min	17.00
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		2.0E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4754L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	10
Location	Raglan 7D
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	127.3
To Depth	m	138.0
Drilled Depth		138.0
Easting	m	574751.0
Northing	m	6841218.7

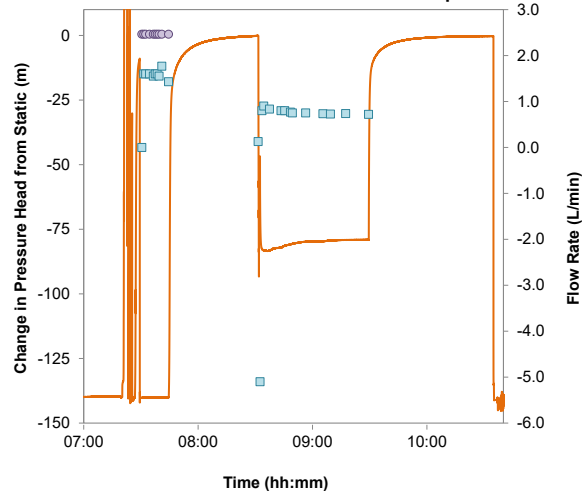
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-08-21 03:20
End	-	08-08-21 11:00
Supervisor	-	MB/FL
Water Table	m	
Dip	°	67.0

Test Comments

Test purpose & type	Redo of previous test due to early packer deflation.
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock
Test quality	Rod leak test (1st shut-in) reliable from 03:52-03:56 at 700 psi. From 03:56-04:12 the pressure varied wildly from 300-800 psi due to pump deficiency and thus the shut-in data here isn't reliable. Pin may have sheared at 04:13 due to spike in pressure going to 1000 psi. All flow from drill was stopped at 04:16 and test was continued at 07:20. From 04:16 to 07:20 is probably reading

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

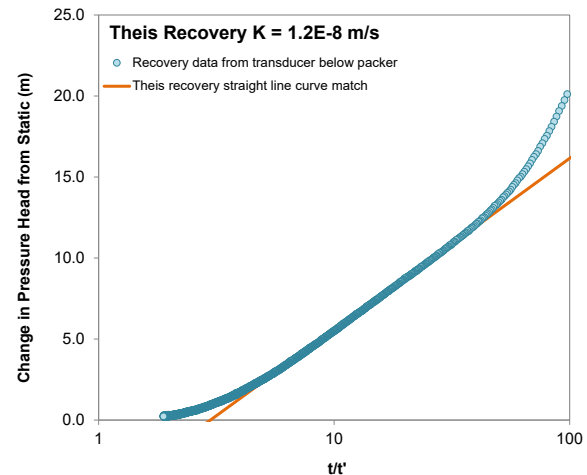
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			8-8-21 7:30		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-08 7:30	0.0	428.3		0	
2021-08-08 7:31	1.0	428.3	0.00	0	0.50
2021-08-08 7:32	2.0	429.9	1.60	0	0.50
2021-08-08 7:33	3.0	431.5	1.60	0	0.50
2021-08-08 7:35	5.0	434.7	1.60	0	0.50
2021-08-08 7:37	7.0	437.8	1.55	0	0.50
2021-08-08 7:38	8.0	439.4	1.60	0	0.50
2021-08-08 7:39	9.0	441.0	1.60	0	0.50
2021-08-08 7:40	10.0	442.6	1.55	0	0.50
2021-08-08 7:41	11.5	445.2	1.77	0	0.49
2021-08-08 7:45	15.0	450.2	1.43	0	0.50
2021-08-08 8:32	62.0	456.2	0.13	210	148.18
2021-08-08 8:33	63.0	451.1	-5.10	100	70.78
2021-08-08 8:34	64.0	451.9	0.80	90	63.79
2021-08-08 8:35	65.0	452.8	0.90	90	63.79
2021-08-08 8:38	68.0	455.3	0.83	90	63.79
2021-08-08 8:44	74.0	460.1	0.80	90	63.79
2021-08-08 8:46	76.0	461.7	0.80	90	63.79
2021-08-08 8:49	79.0	464.0	0.77	90	63.79
2021-08-08 8:50	80.0	464.8	0.75	90	63.79
2021-08-08 8:57	87.0	470.0	0.75	90	63.79
2021-08-08 9:06	96.0	476.6	0.73	90	63.79
2021-08-08 9:10	100.0	479.5	0.72	95	67.31
2021-08-08 9:18	108.0	485.4	0.74	95	67.31
2021-08-08 9:30	120.0	494.1	0.72	95	67.31

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	166.6	
Rod Size	-	HQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	78.9	
Flow Rate	Test	L/min	0.72
	Leak		0.28
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		7.4E-9

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L3-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	1
Location	Raglan Zone 5-8
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	16.3
To Depth	m	123.0
Drilled Depth		123.0
Easting	m	574752.4
Northing	m	6841202.7

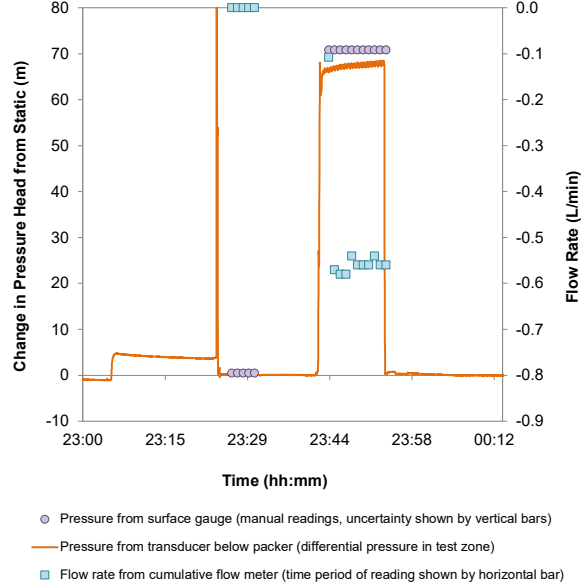
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	13-08-21 22:00
End	-	14-08-21 02:50
Supervisor	-	MB
Water Table	m	
Dip	°	-35.0

Test Comments

Test purpose & type	Check for artesian conditions and injection test.
Drilling comments	
Testing fluid comments	7% brine
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafics, one small brecciated zone and some fracture zones
Test quality	Good. Start of artesian flow test at 23:26, start of shut-in from 23:10-23:23, start of injection test 23:44, start of recovery from 23:55-00:10. After test drillers tried pumping down overshoot but due to tight formation they couldn't. Then we tried to break e-pins but after 10 cm didnt see any reaction, went 10cm more but felt as if packer was deflated? Sent overshoot on wireline at 01:05

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



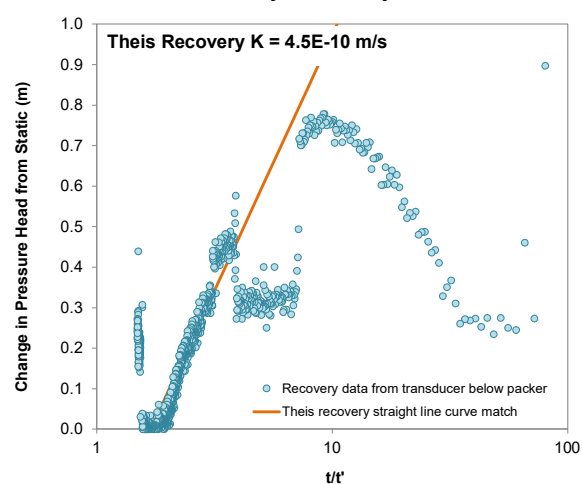
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			13-08-21 23:26		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-13 23:26	0.0	37.5		0	
2021-08-13 23:27	1.0	37.5	0.00	0	0.50
2021-08-13 23:28	2.0	37.5	0.00	0	0.50
2021-08-13 23:29	3.0	37.5	0.00	0	0.50
2021-08-13 23:30	4.0	37.5	0.00	0	0.50
2021-08-13 23:31	5.0	37.5	0.00	0	0.50
2021-08-13 23:44	18.0	36.1	-0.11	100	70.82
2021-08-13 23:45	19.0	35.5	-0.57	100	70.82
2021-08-13 23:46	20.0	34.9	-0.58	100	70.82
2021-08-13 23:47	21.0	34.3	-0.58	100	70.82
2021-08-13 23:48	22.0	33.8	-0.54	100	70.82
2021-08-13 23:49	23.0	33.2	-0.56	100	70.82
2021-08-13 23:50	24.0	32.7	-0.56	100	70.82
2021-08-13 23:51	25.0	32.1	-0.56	100	70.82
2021-08-13 23:52	26.0	31.6	-0.54	100	70.82
2021-08-13 23:53	27.0	31.0	-0.56	100	70.82
2021-08-13 23:54	28.0	30.4	-0.56	100	70.82

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-13.3	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	68.2	
Flow Rate	Test	L/min	0.56
	Leak		0.54
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		4.1E-11

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4760L5-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	1
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	52.3
To Depth	m	63.0
Drilled Depth		63.0
Easting	m	574761.0
Northing	m	6841179.2

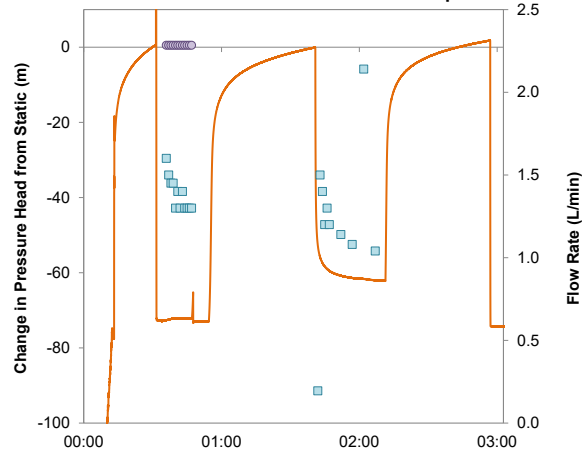
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	18-08-21 23:20
End	-	18-08-21 04:00
Supervisor	-	MB
Water Table	m	
Dip	°	-58.0

Test Comments

Test purpose & type	Artesian/recession
Drilling comments	
Testing fluid comments	Brine
Geology, hydrogeology & rock mass	Sediments. Major structure at 60.75-60.88m but flow seems to have started in the 54-57 m run, joint set at 54.86 m may be a candidate.
Test quality	

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

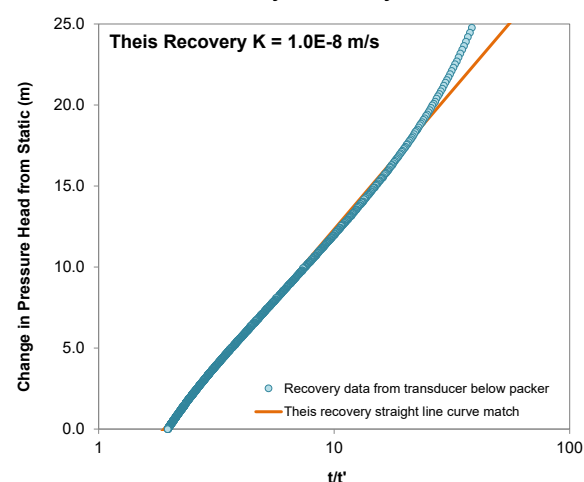
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				18-08-21 00:35	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-18 0:35	0.0	95.9		0	
2021-08-18 0:36	1.0	97.5	1.60	0	0.50
2021-08-18 0:37	2.0	99.0	1.50	0	0.50
2021-08-18 0:38	3.0	100.5	1.45	0	0.50
2021-08-18 0:39	4.0	101.9	1.45	0	0.50
2021-08-18 0:40	5.0	103.2	1.30	0	0.50
2021-08-18 0:41	6.0	104.6	1.40	0	0.50
2021-08-18 0:42	7.0	105.9	1.30	0	0.50
2021-08-18 0:43	8.0	107.3	1.40	0	0.50
2021-08-18 0:44	9.0	108.6	1.30	0	0.50
2021-08-18 0:45	10.0	109.9	1.30	0	0.50
2021-08-18 0:46	11.0	111.2	1.30	0	0.50
2021-08-18 0:47	12.0	112.5	1.30	0	0.50
2021-08-18 1:42	67.0	123.2	0.19	35	25.11
2021-08-18 1:43	68.0	124.7	1.50	30	21.59
2021-08-18 1:44	69.0	126.1	1.40	25	18.08
2021-08-18 1:45	70.0	127.3	1.20	25	18.08
2021-08-18 1:46	71.0	128.6	1.30	23	16.67
2021-08-18 1:47	72.0	129.8	1.20	22	15.97
2021-08-18 1:52	77.0	135.5	1.14	20	14.56
2021-08-18 1:57	82.0	140.9	1.08	20	14.56
2021-08-18 2:02	87.0	151.6	2.14	19	13.85
2021-08-18 2:07	92.0	156.8	1.04	19	13.86

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-63.1	
Rod Size	-	HQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	62.1	
Flow Rate	Test	L/min	1.10
	Leak		0.50
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.3E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4760L5-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	2
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	76.3
To Depth	m	84.0
Drilled Depth		84.0
Easting	m	574761.0
Northing	m	6841179.2

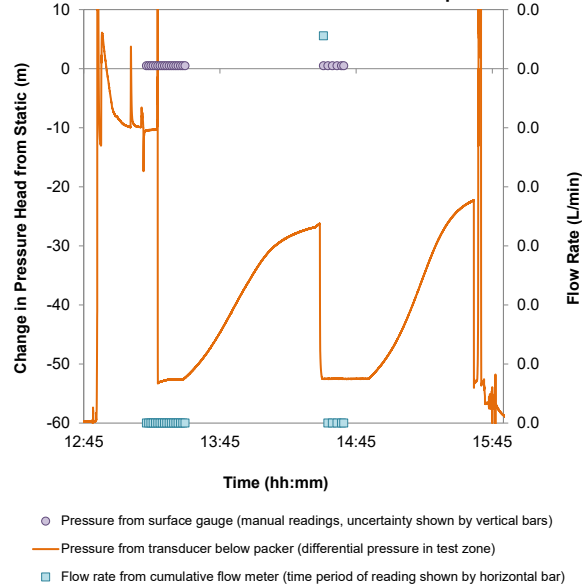
Date & Time (d-mmm-yy hh:mm)

Start	-	19-08-21 12:30
End	-	19-08-21 16:15
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	58.0

Test Comments

Test purpose & type	Testing three narrow (6-18cm) fracture zones between 79 and 82m. Flow recession test, artesian conditions (between 1.2 and 1.9L/min flow out of entire hole as measured at ferrabi casing over last 24hrs)
Drilling comments	Replaced red O-ring and MLR O-ring and conducted successful surface test. Driller inspected each rod and removed those with poor threads. Lowered rods to bottom, pulled 3 rods off to 75m and flush using brine water for 5min
Testing fluid comments	Testing using formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Silicified bedded sediments, fracture frequency low to mod aside from three narrow fracture zones
Test quality	Good test. No flow during flow tests but pressure built up during shut ins. After final shut in, injected at 100psi for a few mins to see response: no flow. Deflation by wireline, no issues.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



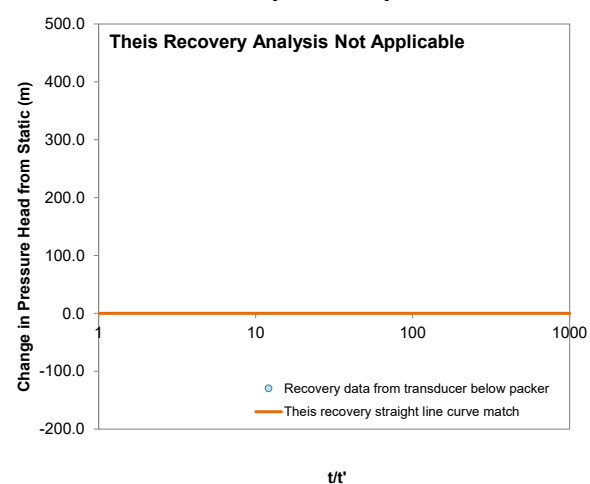
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				19-08-21 13:12	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-19 13:12	0.0	47.7		0	
2021-08-19 13:13	1.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:14	2.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:15	3.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:16	4.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:17	5.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:18	6.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:19	7.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:20	8.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:21	9.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:22	10.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:23	11.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:24	12.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:25	13.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:26	14.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:27	15.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:28	16.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:29	17.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 13:30	18.0	47.7	0.00	0	0.50
2021-08-19 14:31	79.0	48.5	0.01	0	0.50
2021-08-19 14:33	81.0	48.5	0.00	0	0.50
2021-08-19 14:35	83.0	48.5	0.00	0	0.50
2021-08-19 14:37	85.0	48.5	0.00	0	0.50
2021-08-19 14:39	87.0	48.5	0.00	0	0.50
2021-08-19 14:40	88.0	48.5	0.00	0	0.50

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	92.0	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	46	
Downhole Pressure	m	103.0	
Flow Rate	Test	L/min	0.00
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	#VALUE!
	Downhole		#VALUE!

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4760L5-1
Drillhole ID 2	-
Test Number	3
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	85.3
To Depth	m	114.0
Drilled Depth		114.0
Easting	m	574761.0
Northing	m	6841179.2

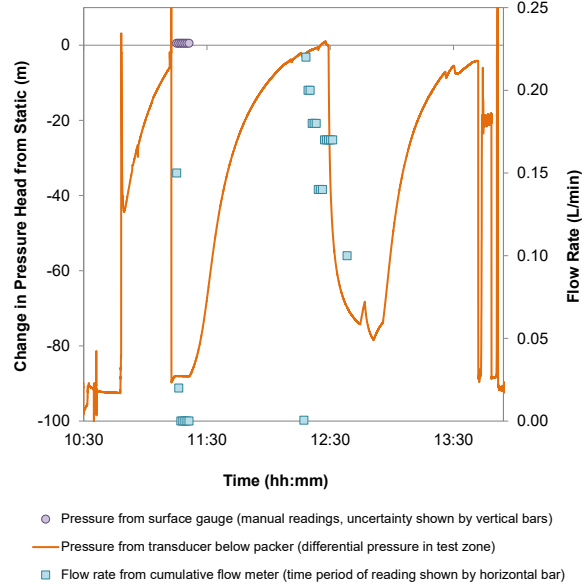
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	20-08-21 10:00
End	-	20-08-21 14:30
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	-58.0

Test Comments

Test purpose & type	Characterization of rockmass across larger interval with mod fracture frequency and very few minor structures.
Drilling comments	Artesian conditions. Pressure at ferabi casing at 105psi at start of shift.
Testing fluid comments	formation water.
Geology, hydrogeology & rock mass	Silicified sediments, low-mod FF/m, very few minor structures.
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



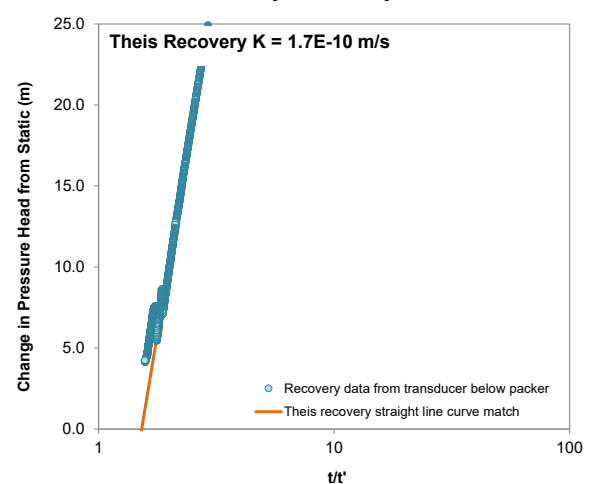
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				20-08-21 11:15	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-20 11:15	0.0	46.2		0	
2021-08-20 11:16	1.0	46.4	0.15	0	0.50
2021-08-20 11:17	2.0	46.4	0.02	0	0.50
2021-08-20 11:18	3.0	46.4	0.00	0	0.50
2021-08-20 11:19	4.0	46.4	0.00	0	0.50
2021-08-20 11:20	5.0	46.4	0.00	0	0.50
2021-08-20 11:21	6.0	46.4	0.00	0	0.50
2021-08-20 11:22	7.0	46.4	0.00	0	0.50
2021-08-20 12:18	63.0	46.4	0.00	45	32.15
2021-08-20 12:19	64.0	46.6	0.22	45	32.15
2021-08-20 12:20	65.0	46.8	0.20	33	23.71
2021-08-20 12:21	66.0	47.0	0.20	33	23.71
2021-08-20 12:22	67.0	47.2	0.18	28	20.19
2021-08-20 12:23	68.0	47.4	0.18	28	20.19
2021-08-20 12:24	69.0	47.6	0.18	28	20.19
2021-08-20 12:25	70.0	47.7	0.14	23	16.67
2021-08-20 12:26	71.0	47.8	0.14	23	16.67
2021-08-20 12:27	72.0	48.0	0.14	23	16.67
2021-08-20 12:28	73.0	48.2	0.17	25	18.08
2021-08-20 12:29	74.0	48.3	0.17	25	18.08
2021-08-20 12:30	75.0	48.5	0.17	25	18.08
2021-08-20 12:31	76.0	48.7	0.17	25	18.08
2021-08-20 12:32	77.0	48.8	0.17	25	18.08
2021-08-20 12:39	84.0	49.5	0.10	18	13.16
#N/A			#N/A		#N/A

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-102.9	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	0	
Downhole Pressure	m	73.8	
Flow Rate	Test	L/min	0.14
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		9.8E-10

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	1
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	37.3
To Depth	m	42.0
Drilled Depth		42.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

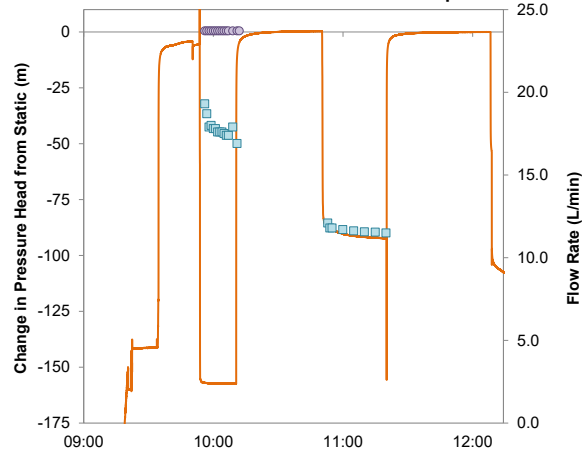
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	25-08-21 08:30
End	-	25-08-21 13:20
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	Measure artesian flow beneath permafrost
Drilling comments	
Testing fluid comments	Formation water (probed with YSI)
Geology, hydrogeology & rock mass	Mod to high FF/m with local fracture zones within ultramafic unit. Artesian conditions encountered at ~37.5m. Prior to test, pressure at ferrabi casing at 80psi. Opened valve and pressure stabilized at 30psi with 17.4L/min flow rate
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- ▣ Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

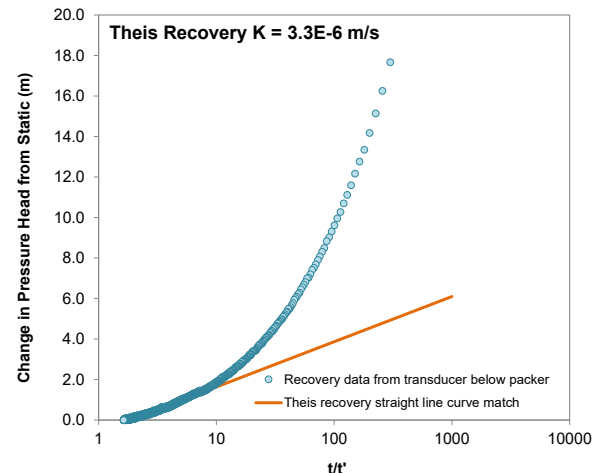
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				25-08-21 09:55	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-25 9:55	0.0	52.5		0	
2021-08-25 9:56	1.0	71.8	19.30	0	0.50
2021-08-25 9:57	2.0	90.5	18.70	0	0.50
2021-08-25 9:58	3.0	108.4	17.90	0	0.50
2021-08-25 9:59	4.0	126.4	18.00	0	0.50
2021-08-25 10:00	5.0	144.2	17.80	0	0.50
2021-08-25 10:01	6.0	162.0	17.80	0	0.50
2021-08-25 10:02	7.0	179.6	17.60	0	0.50
2021-08-25 10:03	8.0	197.2	17.60	0	0.50
2021-08-25 10:04	9.0	214.8	17.60	0	0.50
2021-08-25 10:05	10.0	232.3	17.50	0	0.50
2021-08-25 10:06	11.0	249.7	17.40	0	0.50
2021-08-25 10:07	12.0	267.1	17.40	0	0.50
2021-08-25 10:09	14.0	302.9	17.90	0	0.50
2021-08-25 10:11	16.0	336.7	16.90	0	0.50
2021-08-25 10:12	17.0				0.50
2021-08-25 10:52	57.0	351.5		120	84.89
2021-08-25 10:53	58.0	363.6	12.10	115	81.10
2021-08-25 10:54	59.0	375.4	11.80	112	79.00
2021-08-25 10:55	60.0	387.2	11.80	110	77.59
2021-08-25 11:00	65.0	445.7	11.70	110	77.60
2021-08-25 11:05	70.0	503.8	11.62	108	76.20
2021-08-25 11:10	75.0	561.6	11.56	107	75.50
2021-08-25 11:15	80.0	619.3	11.54	107	75.50
2021-08-25 11:20	85.0	676.8	11.50	106	74.79

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-50.7	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	106	
Downhole Pressure	m	92.8	
Flow Rate	Test	L/min	11.50
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		3.9E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	2
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	43.3
To Depth	m	48.0
Drilled Depth		48.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

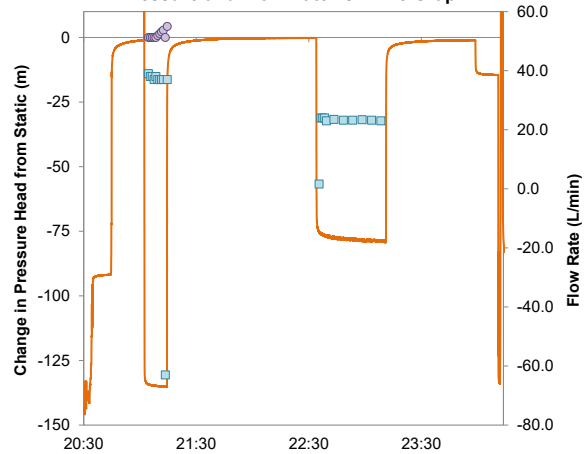
Date & Time (d-mmm-yy hh:mm)

Start	-	25/08/2021 8:00:00 PM
End	-	26/08/2021 1:00:00 AM
Supervisor	-	DM/KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	Flow Recession/Shut-In
Drilling comments	
Testing fluid comments	Test used 7% Brine
Geology, hydrogeology & rock mass	
Test quality	Good test

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

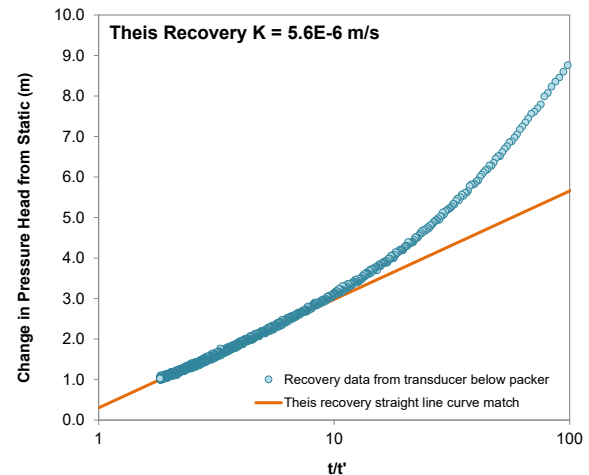
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			8-25-21 21:04		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-25 21:04	0.0	36053.0			
2021-08-25 21:05	1.0	36092.0	39.00	0	0.50
2021-08-25 21:06	2.0	36130.0	38.00	0	0.50
2021-08-25 21:07	3.0	36168.0	38.00	1	0.50
2021-08-25 21:08	4.0	36205.0	37.00	2	0.50
2021-08-25 21:09	5.0	36243.0	38.00	3	0.50
2021-08-25 21:10	6.0	36280.0	37.00	4	0.73
2021-08-25 21:11	7.0	36317.0	37.00	5	1.43
2021-08-25 21:12	8.0	36354.0	37.00	6	2.13
2021-08-25 21:13	9.0	36391.0	37.00	7	2.84
2021-08-25 21:14	10.0	36328.0	-63.00	8	
2021-08-25 21:15	11.0	36365.0	37.00	9	4.24
2021-08-25 22:35	91.0	36476.2		110	77.86
2021-08-25 22:36	92.0	36496.0	1.62	110	77.85
2021-08-25 22:37	93.0	36520.0	24.00	105	73.25
2021-08-25 22:38	94.0	36544.0	24.00	104	72.55
2021-08-25 22:39	95.0	36568.0	24.00	102	71.14
2021-08-25 22:40	96.0	36591.0	23.00	101	70.53
2021-08-25 22:44	100.0	36685.0	23.50	100	69.78
2021-08-25 22:49	105.0	36801.0	23.20	100	69.81
2021-08-25 22:54	110.0	36917.0	23.20	100	69.81
2021-08-25 22:59	115.0	37034.0	23.40	100	69.79
2021-08-25 23:04	120.0	37150.0	23.20	100	69.81
2021-08-25 23:09	125.0	37265.0	23.00	99	69.12
2021-08-25 23:12	128.0	37335.0	23.33	99	69.09

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-58.9	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	100	
Downhole Pressure	m	78.7	
Flow Rate	Test	L/min	23.00
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		9.2E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	3
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

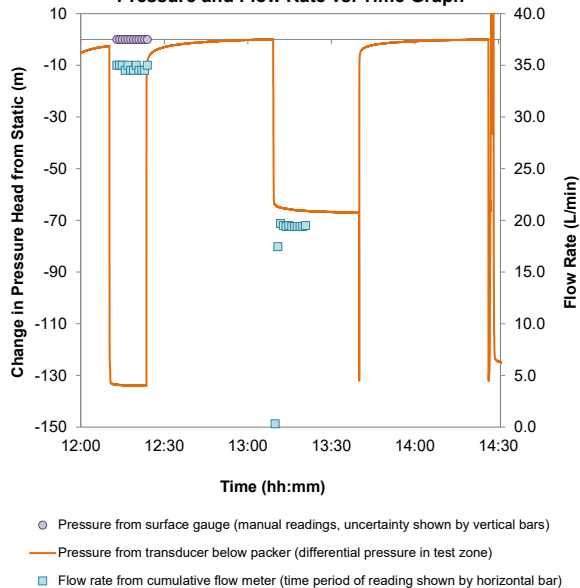
From Depth	m	46.3
To Depth	m	60.0
Drilled Depth		60.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

Start	-	26-08-21 11:30
End	-	26-08-21 16:30
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	Testing increase in artesian flow since last packer test (20L/min increase in borehole flow between 48 and 60m) and across modelled fault.
Drilling comments	Drilling with 7% brine, no polymers, bentonite or rod grease
Testing fluid comments	Artesian conditions, testing with formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafics with mod-high FF/m and local narrow fracture zones. Slickensided/polished joints common, occasionally with fine crushed rock/soft fill <1mm
Test quality	High (except for removal of packer). Packer shoulder stuck on bit again. Pulled rods to remove.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



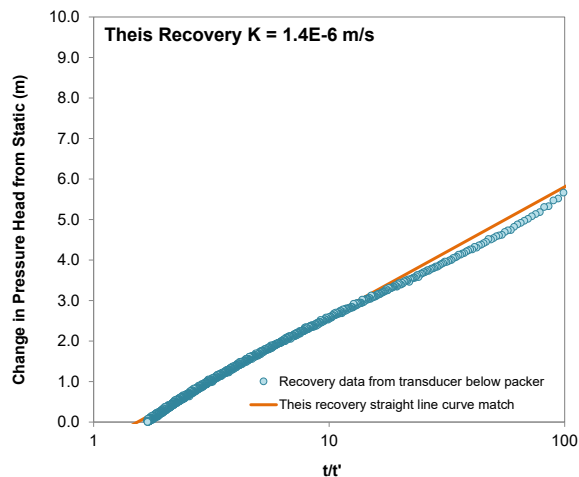
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			26-08-21 12:12		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-26 12:12	0.0	558.5		0	
2021-08-26 12:13	1.0	593.5	35.00	0	0.50
2021-08-26 12:14	2.0	628.5	35.00	0	0.50
2021-08-26 12:15	3.0	663.5	35.00	0	0.50
2021-08-26 12:16	4.0	698.0	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:17	5.0	733.0	35.00	0	0.50
2021-08-26 12:18	6.0	767.5	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:19	7.0	802.0	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:20	8.0	837.0	35.00	0	0.50
2021-08-26 12:21	9.0	871.5	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:22	10.0	906.0	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:23	11.0	940.5	34.50	0	0.50
2021-08-26 12:24	12.0	975.5	35.00	0	0.50
2021-08-26 13:10	58.0	989.9	0.31	115	81.37
2021-08-26 13:11	59.0	1007.3	17.45	115	80.80
2021-08-26 13:12	60.0	1027.0	19.70	115	80.64
2021-08-26 13:13	61.0	1046.5	19.50	115	80.66
2021-08-26 13:14	62.0	1065.9	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:15	63.0	1085.4	19.50	115	80.66
2021-08-26 13:16	64.0	1104.8	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:17	65.0	1124.2	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:18	66.0	1143.6	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:19	67.0	1163.0	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:20	68.0	1182.4	19.40	115	80.66
2021-08-26 13:21	69.0	1201.9	19.50	115	80.66

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-63.0	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi	220	
Downhole Pressure	m	67.3	
Flow Rate	Test	L/min	19.40
	Leak		0.00
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		3.1E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	4
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

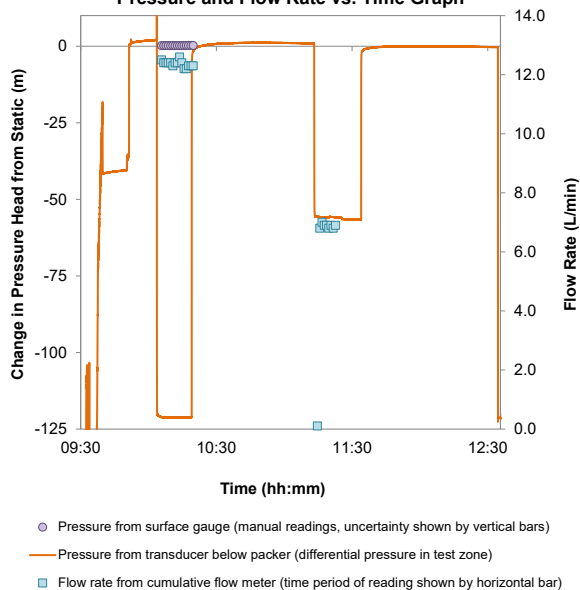
From Depth	m	73.3
To Depth	m	87.0
Drilled Depth		87.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

Start	-	27-08-21 08:30
End	-	27-08-21 01:15
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	73.0

Test Comments

Test purpose & type	Testing across slightly more competent rock with a 10cm structure consisting of finely crushed / fibrous serpentine minerals and clay (discrete fault)
Drilling comments	
Testing fluid comments	Drilling with 7% Brine but test fluid is formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafics with low to mod fracture frequency and a 10cm structure at 84.25m with minor clay component (does not appear to be a water flowing feature).
Test quality	Excellent. No issues. Note: different transducer used on this test - one that was not zero'd so initial P at surface is atmospheric.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



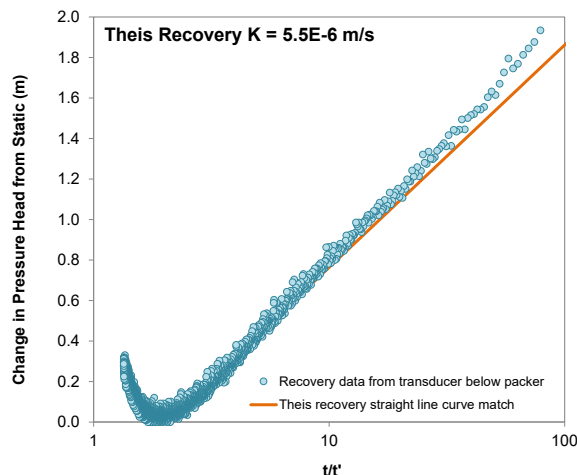
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				27-08-21 10:05	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-27 10:05	0.0	930.1		0	
2021-08-27 10:06	1.0	942.6	12.50	0	0.20
2021-08-27 10:07	2.0	955.0	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:08	3.0	967.4	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:09	4.0	979.8	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:10	5.0	992.2	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:11	6.0	1004.5	12.30	0	0.21
2021-08-27 10:12	7.0	1016.9	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:13	8.0	1029.3	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:14	9.0	1041.9	12.60	0	0.20
2021-08-27 10:15	10.0	1054.3	12.40	0	0.21
2021-08-27 10:16	11.0	1066.5	12.20	0	0.22
2021-08-27 10:17	12.0	1078.7	12.20	0	0.22
2021-08-27 10:18	13.0	1091.0	12.30	0	0.21
2021-08-27 10:19	14.0	1103.3	12.30	0	0.21
2021-08-27 10:20	15.0	1115.6	12.30	0	0.21
2021-08-27 11:15	70.0	1121.2	0.10	95	67.31
2021-08-27 11:16	71.0	1128.0	6.80	95	67.22
2021-08-27 11:17	72.0	1135.0	7.00	95	67.22
2021-08-27 11:18	73.0	1141.9	6.90	95	67.22
2021-08-27 11:19	74.0	1148.8	6.90	95	67.22
2021-08-27 11:20	75.0	1155.6	6.80	95	67.22
2021-08-27 11:21	76.0	1162.5	6.90	95	67.22
2021-08-27 11:22	77.0	1169.3	6.80	95	67.22
2021-08-27 11:23	78.0	1176.2	6.90	95	67.22

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	99.7	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	29.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	57.6	
Flow Rate	Test	L/min	6.85
	Leak		0.06
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		5.1E-7

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	5
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	97.3
To Depth	m	105.0
Drilled Depth		105.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

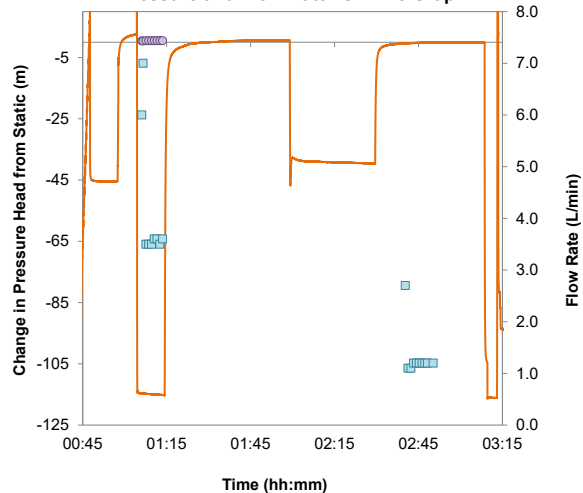
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	28-08-21 00:30
End	-	28-08-21 04:00
Supervisor	-	KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	To test competent rock hydraulic conductivity
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

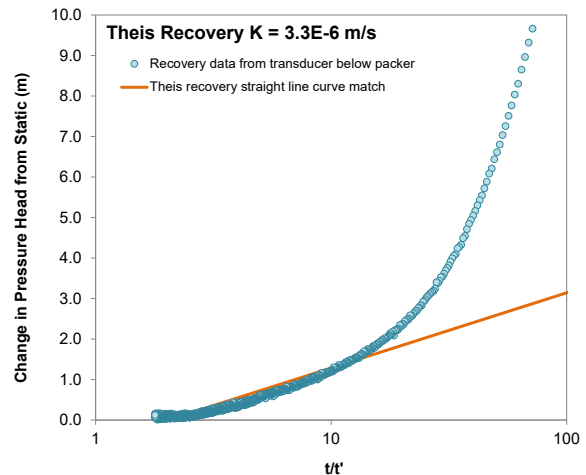
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				28-08-21 01:06	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-28 1:06	0.0	850.9		0	
2021-08-28 1:06	0.5	853.9	6.00	0	0.43
2021-08-28 1:07	1.0	857.4	7.00	0	0.41
2021-08-28 1:08	2.0	860.9	3.50	0	0.48
2021-08-28 1:09	3.0	864.4	3.50	0	0.48
2021-08-28 1:10	4.0	867.9	3.50	0	0.48
2021-08-28 1:11	5.0	871.5	3.60	0	0.48
2021-08-28 1:12	6.0	875.1	3.60	0	0.48
2021-08-28 1:13	7.0	878.6	3.50	0	0.48
2021-08-28 1:14	8.0	882.2	3.60	0	0.48
2021-08-28 2:40	94.0	882.2		0	
2021-08-28 2:41	95.0	884.9	2.70	110	77.84
2021-08-28 2:42	96.0	886.0	1.10	110	77.86
2021-08-28 2:43	97.0	887.1	1.10	110	77.86
2021-08-28 2:44	98.0	888.3	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:45	99.0	889.5	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:46	100.0	890.7	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:47	101.0	891.9	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:48	102.0	893.1	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:49	103.0	894.3	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:51	105.0	896.7	1.20	110	77.85
2021-08-28 2:56	110.0	902.7	1.20	110	77.85
2021-08-28 3:01	115.0	908.8	1.22	110	77.85
2021-08-28 3:06	120.0	914.9	1.22	110	77.85
2021-08-28 3:10	124.0	919.8	1.22	110	77.85

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-132.3	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	40.2	
Flow Rate	Test	L/min	1.20
	Leak		0.20
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		4.8E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	6
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	121.3
To Depth	m	132.0
Drilled Depth		132.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

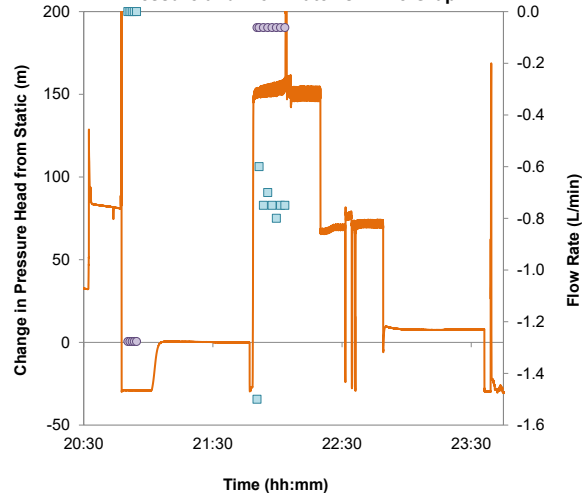
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	28-08-21 19:45
End	-	29-08-21 00:15
Supervisor	-	KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	To test competent rock hydraulic conductivity
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock
Test quality	Low

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

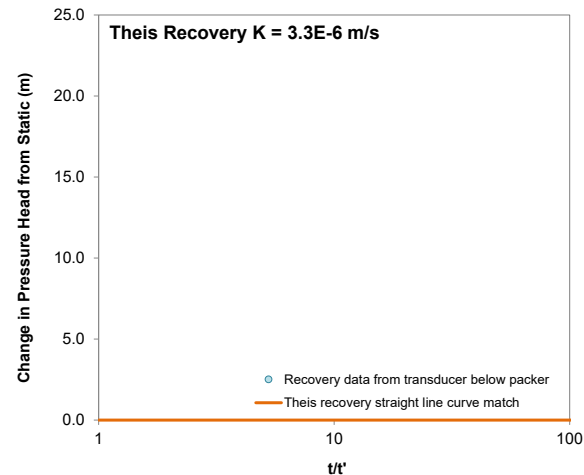
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				28-08-21 20:50	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-28 20:50	0.0	1030.7			
2021-08-28 20:51	1.0	1030.7	0.00		0.50
2021-08-28 20:52	2.0	1030.7	0.00		0.50
2021-08-28 20:53	3.0	1030.7	0.00		0.50
2021-08-28 20:54	4.0	1030.7	0.00		0.50
2021-08-28 20:55	5.0	1030.7	0.00		0.50
2021-08-28 21:50	60.0	1031.4			
2021-08-28 21:51	61.0	1029.9	-1.50	270	190.37
2021-08-28 21:52	62.0	1029.3	-0.60	270	190.38
2021-08-28 21:54	64.0	1027.8	-0.75	270	190.38
2021-08-28 21:56	66.0	1026.4	-0.70	270	190.38
2021-08-28 21:58	68.0	1024.9	-0.75	270	190.38
2021-08-28 22:00	70.0	1023.3	-0.80	270	190.38
2021-08-28 22:02	72.0	1021.8	-0.75	270	190.38
2021-08-28 22:04	74.0	1020.3	-0.75	270	190.38
2021-08-28 22:05	75.0	1019.3	-1.00	350	246.64
2021-08-28 22:10	80.0	1015.6	-0.74	270	190.38
2021-08-28 22:15	85.0	1011.7	-0.78	270	190.38
2021-08-28 22:20	90.0	1007.8	-0.78	270	190.38
2021-08-28 22:25	95.0	1005.2	-0.51	150	105.99
2021-08-28 22:30	100.0	1002.8	-0.49	150	105.99
2021-08-28 22:35	105.0	1000.6	-0.44	150	105.99
2021-08-28 22:40	110.0	999.4	-0.24	150	105.99
2021-08-28 22:45	115.0	997.4	-0.40	150	105.99
2021-08-28 22:50	120.0	995.2	-0.44	150	105.99

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-164.9	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	106.0	
Flow Rate	Test	L/min	0.48
	Leak		0.40
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.0E-9

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	7
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	100.3
To Depth	m	132.0
Drilled Depth		132.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

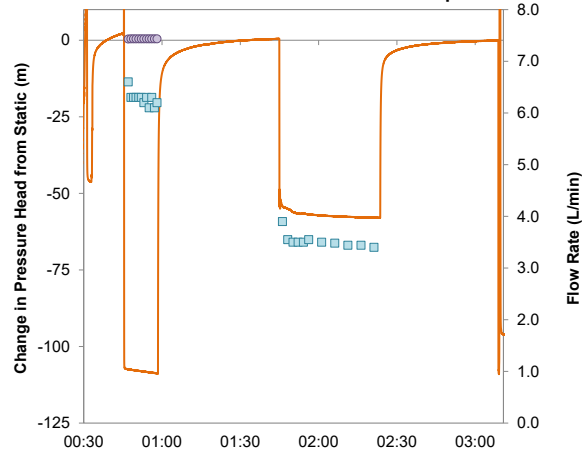
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	29-08-21 00:15
End	-	29-08-21 04:00
Supervisor	-	KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	To test competent rock hydraulic conductivity
Drilling comments	
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Ultramafic rock
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- ▣ Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

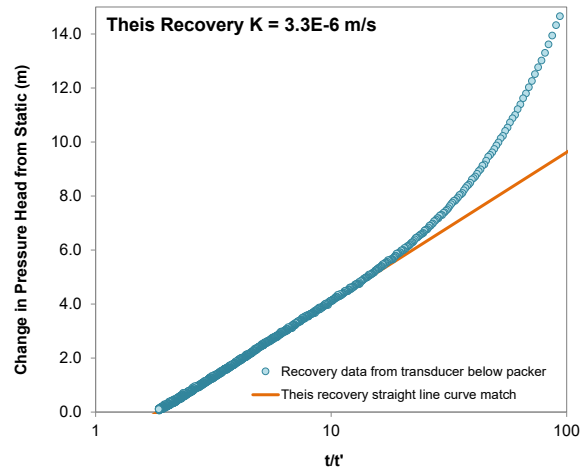
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				29-08-21 00:47	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-29 0:47	0.0	960.9		0	
2021-08-29 0:48	1.0	967.5	6.60	0	0.42
2021-08-29 0:49	2.0	973.8	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:50	3.0	980.1	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:51	4.0	986.4	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:52	5.0	992.7	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:53	6.0	999.0	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:54	7.0	1005.2	6.20	0	0.43
2021-08-29 0:55	8.0	1011.5	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:56	9.0	1017.6	6.10	0	0.43
2021-08-29 0:57	10.0	1023.9	6.30	0	0.43
2021-08-29 0:58	11.0	1030.0	6.10	0	0.43
2021-08-29 0:59	12.0	1036.2	6.20	0	0.43
2021-08-29 1:45	58.0	1037.1		82	58.17
2021-08-29 1:47	60.0	1044.9	3.90	110	77.83
2021-08-29 1:49	62.0	1052.0	3.55	110	77.83
2021-08-29 1:51	64.0	1059.0	3.50	110	77.83
2021-08-29 1:53	66.0	1066.0	3.50	110	77.83
2021-08-29 1:55	68.0	1073.0	3.50	110	77.83
2021-08-29 1:57	70.0	1080.1	3.55	110	77.83
2021-08-29 2:02	75.0	1097.6	3.50	110	77.83
2021-08-29 2:07	80.0	1115.0	3.48	110	77.83
2021-08-29 2:12	85.0	1132.2	3.44	110	77.84
2021-08-29 2:17	90.0	1149.4	3.44	110	77.84
2021-08-29 2:22	95.0	1166.4	3.40	110	77.84

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-136.4	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	58.5	
Flow Rate	Test	L/min	3.40
	Leak		0.60
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		2.2E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7D4758L2-2
Drillhole ID 2	-
Test Number	8
Location	Raglan 7D 1050 Lvl
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	136.3
To Depth	m	156.0
Drilled Depth		156.0
Easting	m	574752.8
Northing	m	6841203.0

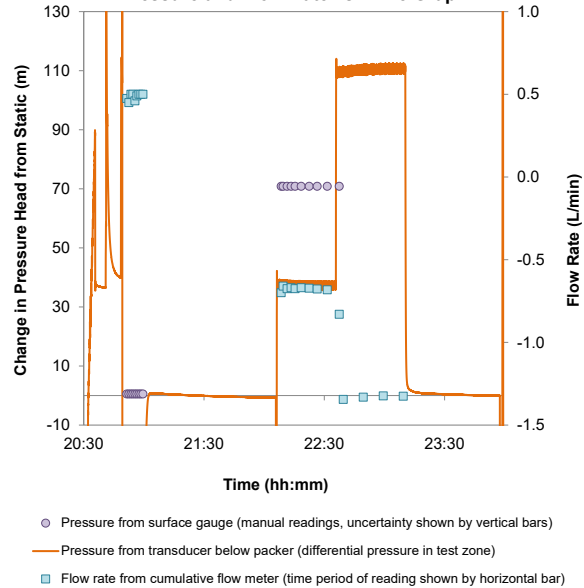
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	29-08-21 20:00
End	-	30-08-21 00:20
Supervisor	-	KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-73.0

Test Comments

Test purpose & type	Test potential fractures
Drilling comments	Only 0.48 L/min from flow test with most of it likely being from leakage. Did Injection test instead of flow recession
Testing fluid comments	Water from formation
Geology, hydrogeology & rock mass	Sediments
Test quality	Good

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



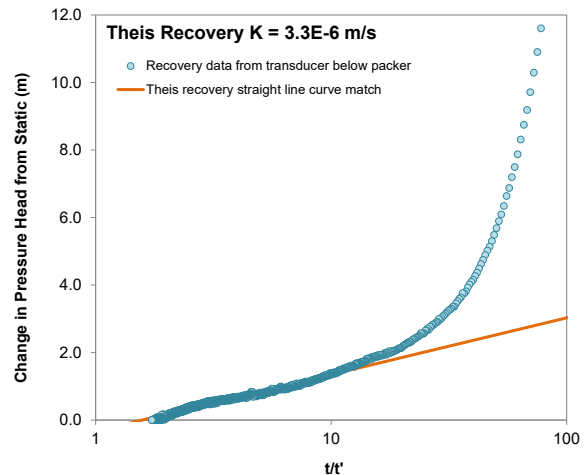
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements				29-08-21 20:50	
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-08-29 20:50	0.0	489.7			
2021-08-29 20:52	2.0	490.7	0.47	0	0.50
2021-08-29 20:53	3.0	491.1	0.45	0	0.50
2021-08-29 20:54	4.0	491.6	0.50	0	0.50
2021-08-29 20:55	5.0	492.1	0.50	0	0.50
2021-08-29 20:56	6.0	492.6	0.46	0	0.50
2021-08-29 20:57	7.0	493.1	0.49	0	0.50
2021-08-29 20:58	8.0	493.6	0.50	0	0.50
2021-08-29 20:59	9.0	494.1	0.50	0	0.50
2021-08-29 21:00	10.0	494.6	0.50	0	0.50
2021-08-29 22:08	78.0	494.7		100	
2021-08-29 22:09	79.0	494.0	-0.70	100	70.82
2021-08-29 22:10	80.0	493.3	-0.66	100	70.82
2021-08-29 22:12	82.0	492.0	-0.67	100	70.82
2021-08-29 22:14	84.0	490.7	-0.67	100	70.82
2021-08-29 22:16	86.0	489.3	-0.67	100	70.82
2021-08-29 22:19	89.0	487.3	-0.67	100	70.82
2021-08-29 22:23	93.0	484.6	-0.67	100	70.82
2021-08-29 22:27	97.0	481.9	-0.68	100	70.82
2021-08-29 22:32	102.0	478.5	-0.68	100	70.82
2021-08-29 22:38	108.0	473.5	-0.83	100	70.82
2021-08-29 22:40	110.0	470.8	-1.35	200	141.15
2021-08-29 22:50	120.0	457.5	-1.33	200	141.15
2021-08-29 23:00	130.0	444.3	-1.32	200	141.15
2021-08-29 23:10	140.0	431.0	-1.33	200	141.15

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-185.3	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	111.3	
Flow Rate	Test	L/min	1.33
	Leak		1.30
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		2.0E-10

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7EX4832L2-2
Drillhole ID 2	SRK2
Test Number	1
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	58.3
To Depth	m	64.0
Drilled Depth		64.0
Easting	m	574834.9
Northing	m	6841302.8

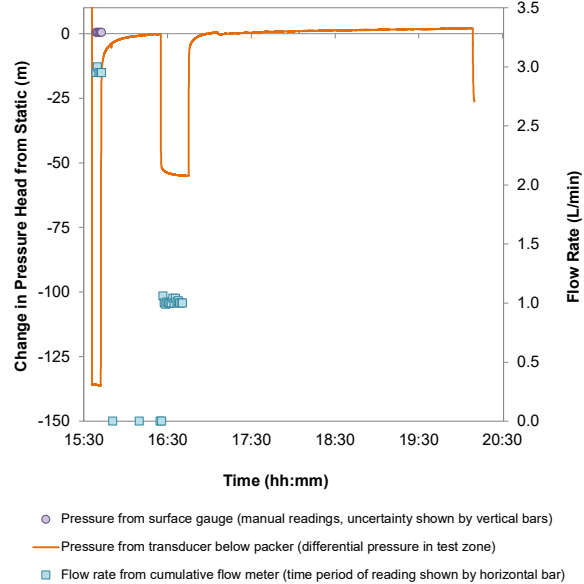
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	04-09-21 15:00
End	-	09-04-21 20:45
Supervisor	-	DM/KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	-55.0

Test Comments

Test purpose & type	Characterize base of permafrost
Drilling comments	Artesian conditions first encountered at ~60m
Testing fluid comments	Formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Fractured Ultramafics. Mod-high fracture frequency and a Fault + Fracture zone at 60.16-60.55m.
Test quality	Good (so far). Artesian conditions noticed at ~60m but with slight flow out of casing during test (manually measured at 0.57L/min) the base of permafrost is likely just above 57m. No signs of packer bypass or packer deflation.

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



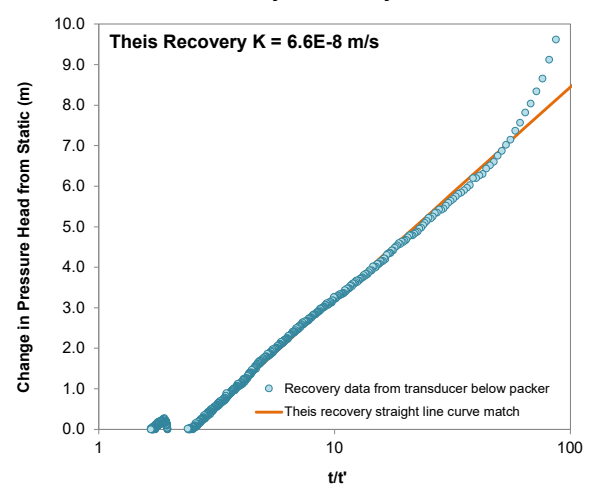
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			04-09-21 15:38		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-09-04 15:38	0.0	455.6		0	
2021-09-04 15:39	1.0	458.6	2.95	0	0.48
2021-09-04 15:40	2.0	461.6	3.00	0	0.48
2021-09-04 15:41	3.0	464.5	2.95	0	0.48
2021-09-04 15:42	4.0	467.5	2.95	0	0.48
2021-09-04 15:43	5.0	470.4	2.95	0	0.48
2021-09-04 15:51	13.0	470.4	0.00	200	141.15
2021-09-04 16:10	32.0	470.4	0.00	200	141.15
2021-09-04 16:25	47.0	470.4	0.00	205	144.67
2021-09-04 16:26	48.0	470.4	0.00	140	98.95
2021-09-04 16:27	49.0	471.5	1.06	130	91.92
2021-09-04 16:28	50.0	472.5	1.00	130	91.92
2021-09-04 16:29	51.0	473.5	0.99	130	91.92
2021-09-04 16:30	52.0	474.5	1.01	130	91.92
2021-09-04 16:31	53.0	475.5	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:32	54.0	476.5	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:33	55.0	477.5	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:34	56.0	478.5	1.04	128	90.51
2021-09-04 16:35	57.0	479.5	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:36	58.0	480.5	1.04	128	90.51
2021-09-04 16:37	59.0	481.6	1.01	128	90.51
2021-09-04 16:38	60.0	482.6	1.02	128	90.51
2021-09-04 16:39	61.0	483.6	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:40	62.0	484.6	1.00	128	90.51
2021-09-04 16:41	63.0	485.6	1.00	128	90.51

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	-67.9	
Rod Size	-	HQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	54.9	
Flow Rate	Test	L/min	1.01
	Leak		0.36
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		2.9E-8

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7EX4832L2-2
Drillhole ID 2	SRK2
Test Number	2
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	70.3
To Depth	m	93.0
Drilled Depth		93.0
Easting	m	574834.9
Northing	m	6841302.8

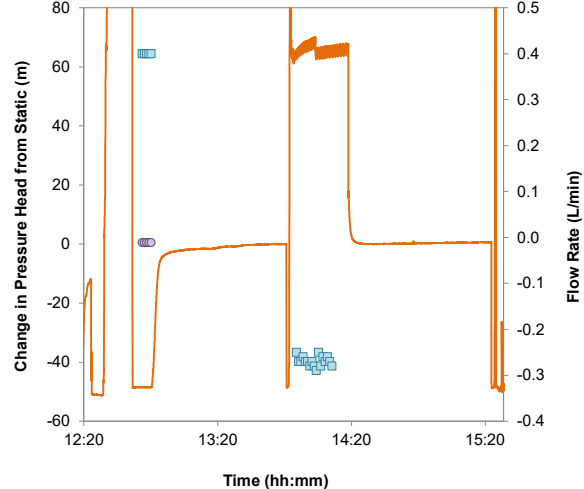
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	05-09-21 00:00
End	-	09-04-21 20:45
Supervisor	-	DMac
Water Table	m	0.0
Dip	°	55.0

Test Comments

Test purpose & type	Characterize jointed and mechanically broken rock with only minor narrow structures and slight increase in flow at casing
Drilling comments	Artesian conditions first encountered at ~60m
Testing fluid comments	Formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Fractured Ultramafics. Mod fracture frequency
Test quality	High

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- ▣ Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

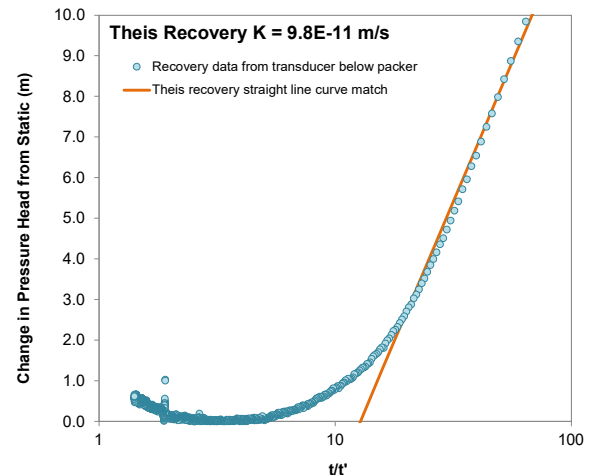
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			05-09-21 12:46		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-09-05 12:46	0.0	0.0		0	
2021-09-05 12:47	1.0	0.4	0.40	0	0.50
2021-09-05 12:48	2.0	0.8	0.40	0	0.50
2021-09-05 12:49	3.0	1.2	0.40	0	0.50
2021-09-05 12:50	4.0	1.6	0.40	0	0.50
2021-09-05 12:51	5.0	2.0	0.40	0	0.50
2021-09-05 13:52	66.0		#N/A	80	#N/A
2021-09-05 13:55	69.0	367.10	#N/A	170	#N/A
2021-09-05 13:56	70.0	366.85	-0.25	170	120.05
2021-09-05 13:57	71.0	366.58	-0.27	170	120.05
2021-09-05 13:58	72.0	366.31	-0.27	170	120.05
2021-09-05 13:59	73.0	366.05	-0.26	170	120.05
2021-09-05 14:00	74.0	365.78	-0.27	170	120.05
2021-09-05 14:01	75.0	365.51	-0.27	170	120.05
2021-09-05 14:02	76.0	365.23	-0.28	170	120.05
2021-09-05 14:03	77.0	364.96	-0.27	175	123.57
2021-09-05 14:04	78.0	364.68	-0.28	175	123.57
2021-09-05 14:05	79.0	364.39	-0.29	178	125.68
2021-09-05 14:06	80.0	364.14	-0.25	170	120.05
2021-09-05 14:07	81.0	363.86	-0.28	170	120.05
2021-09-05 14:08	82.0	363.60	-0.26	170	120.05
2021-09-05 14:09	83.0	363.33	-0.27	170	120.05
2021-09-05 14:10	84.0	363.07	-0.26	170	120.05
2021-09-05 14:11	85.0	362.80	-0.27	170	120.05
2021-09-05 14:12	86.0	362.52	-0.28	170	120.05

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	81.9	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	65.3	
Flow Rate	Test	L/min	0.28
	Leak		0.27
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.0E-10

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7EX4832L2-2
Drillhole ID 2	SRK2
Test Number	3
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	118.3
To Depth	m	138.0
Drilled Depth		138.0
Easting	m	574834.9
Northing	m	6841302.8

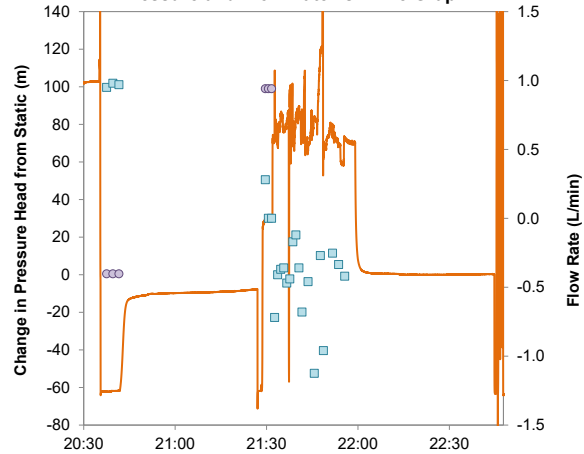
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	06-09-21 19:30
End	-	09-06-21 23:30
Supervisor	-	KJ
Water Table	m	0.0
Dip	°	55.0

Test Comments

Test purpose & type	Characterize 5 cm fault located at 134m
Drilling comments	Artesian conditions first encountered at ~60m
Testing fluid comments	Formation water
Geology, hydrogeology & rock mass	Fractured Sediments. Mod fracture frequency
Test quality	Low

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



- Pressure from surface gauge (manual readings, uncertainty shown by vertical bars)
- Pressure from transducer below packer (differential pressure in test zone)
- Flow rate from cumulative flow meter (time period of reading shown by horizontal bar)

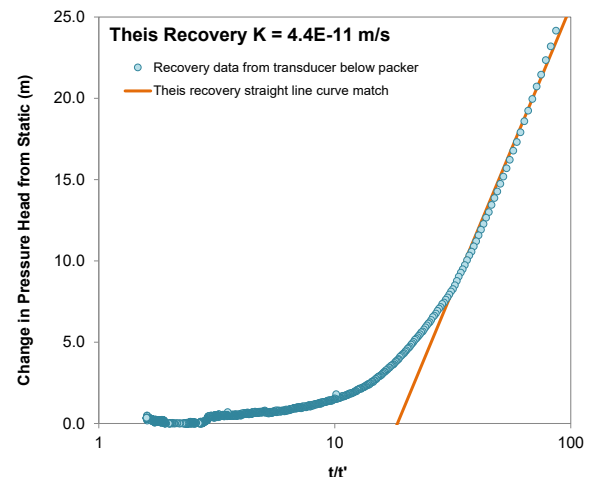
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			06-09-21 20:37		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-09-06 20:37	0.0	0.0		0	
2021-09-06 20:38	1.0		0.95	0	0.50
2021-09-06 20:40	3.0		0.98	0	0.50
2021-09-06 20:42	5.0		0.97	0	0.50
2021-09-06 21:29	52.0	164.1	#N/A	140	#N/A
2021-09-06 21:30	53.0	164.4	0.28	140	98.95
2021-09-06 21:31	54.0	164.4	0.00	140	98.95
2021-09-06 21:32	55.0	164.37	0.00	140	98.95
2021-09-06 21:33	56.0	163.65	-0.72	200	141.15
2021-09-06 21:34	57.0	163.24	-0.41	200	141.15
2021-09-06 21:35	58.0	162.87	-0.37	200	141.15
2021-09-06 21:36	59.0	162.51	-0.36	210	148.18
2021-09-06 21:37	60.0	162.04	-0.47	210	148.18
2021-09-06 21:38	61.0	161.60	-0.44	200	141.15
2021-09-06 21:39	62.0	161.43	-0.17	200	141.15
2021-09-06 21:40	63.0	161.31	-0.12	210	148.18
2021-09-06 21:41	64.0	160.95	-0.36	220	155.21
2021-09-06 21:42	65.0	160.27	-0.68	230	162.25
2021-09-06 21:44	67.0	159.35	-0.46	200	141.15
2021-09-06 21:46	69.0	157.10	-1.13	210	148.18
2021-09-06 21:48	71.0	156.56	-0.27	300	211.47
2021-09-06 21:49	72.0	155.60	-0.96	200	141.15
2021-09-06 21:52	75.0	154.84	-0.25	200	141.15
2021-09-06 21:54	77.0	154.17	-0.34	200	141.15
2021-09-06 21:56	79.0	153.33	-0.42	200	141.15

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	137.8	
Rod Size	-	NQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	70.5	
Flow Rate	Test	L/min	0.46
	Leak		0.45
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.1E-10

Recovery Curve Analysis



PACKER TEST AND RECOVERY (Version 2.12)



Location Description

Drillhole ID	7EX4832L2-2
Drillhole ID 2	
Test Number	4
Location	Raglan
Project Number	1CG037.000

From Depth	m	187.3
To Depth	m	203.3
Drilled Depth		203.3
Easting	m	574834.9
Northing	m	6841302.8

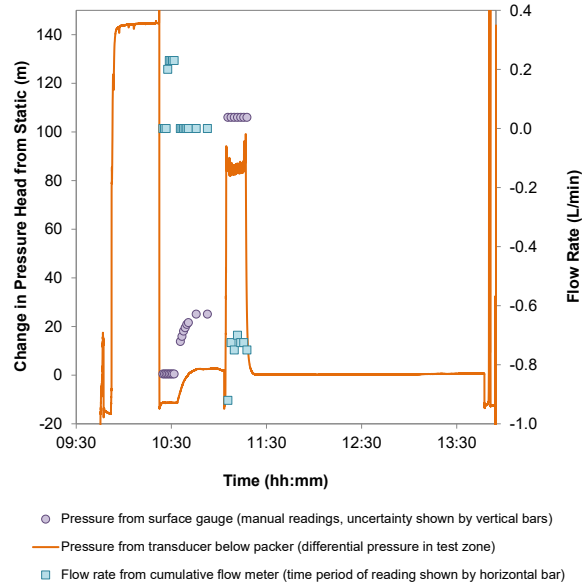
Date & Time (dd-mm-yy hh:mm)

Start	-	08-09-21 09:10
End	-	08-09-21 14:30
Supervisor	-	DM
Water Table	m	0.0
Dip	°	55.0

Test Comments

Test purpose & type	Testing narrow structures at depth in otherwise very competent rock
Drilling comments	
Testing fluid comments	Formation Water
Geology, hydrogeology & rock mass	Competent sediments. Fault and fracture zones at 190.02 - 190.37m and 197.35 - 197.38m
Test quality	Low

Pressure and Flow Rate vs. Time Graph



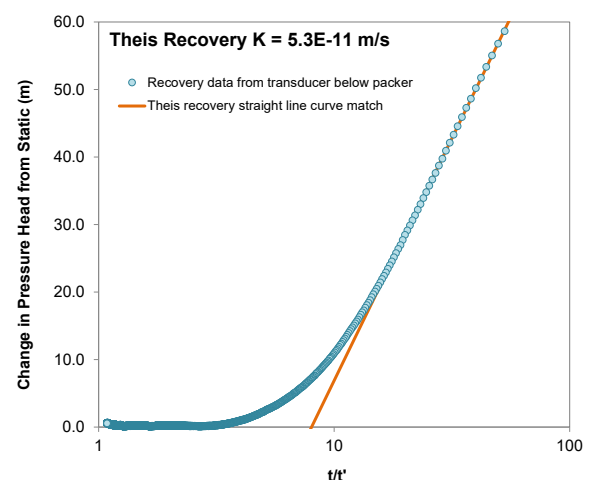
Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements			08-09-21 10:24		
Date/Time	Delta Time	Cum. Flow	Flow Rate	Pressure	
	min	L	L/min	psi	m
2021-09-08 10:24	0.0	535.5		0	
2021-09-08 10:25	1.0	535.5	0.00	0	0.50
2021-09-08 10:26	2.0	535.5	0.00	0	0.50
2021-09-08 10:27	3.0	535.5	0.00	0	0.50
2021-09-08 10:28	4.0	535.7	0.20	0	0.50
2021-09-08 10:29	5.0	535.9	0.23	0	0.50
2021-09-08 10:30	6.0	536.2	0.23	0	0.50
2021-09-08 10:31	7.0	536.4	0.23	0	0.50
2021-09-08 10:32	8.0	536.6	0.23	0	0.50
2021-09-08 10:36	12.0	536.6	0.00	19	13.86
2021-09-08 10:37	13.0	536.6	0.00	22	15.97
2021-09-08 10:38	14.0	536.6	0.00	25	18.08
2021-09-08 10:39	15.0	536.6	0.00	27	19.49
2021-09-08 10:40	16.0	536.6	0.00	29	20.89
2021-09-08 10:41	17.0	536.6	0.00	30	21.60
2021-09-08 10:46	22.0	536.6	0.00	35	25.11
2021-09-08 10:53	29.0	536.6	0.00	35	25.11
2021-09-08 11:06	42.0	524.7	-0.92	150	105.99
2021-09-08 11:08	44.0	523.2	-0.72	150	105.99
2021-09-08 11:10	46.0	521.7	-0.75	150	105.99
2021-09-08 11:12	48.0	520.3	-0.70	150	105.99
2021-09-08 11:14	50.0	518.9	-0.72	150	105.99
2021-09-08 11:16	52.0	517.4	-0.73	150	105.99
2021-09-08 11:18	54.0	515.9	-0.75	150	105.99
2021-09-08 11:30	66.0	0.0		37	

Summary of Test Results

Hydrojacking Pressure	psi	218.2	
Rod Size	-	HQ	
Marsh Funnel Time	s	26.0	
Surface Pressure	psi		
Downhole Pressure	m	118.8	
Flow Rate	Test	L/min	0.72
	Leak		0.70
Hydraulic Conductivity	Surface	m/s	-
	Downhole		1.5E-10

Recovery Curve Analysis



Appendix E Packer Field Sheets

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)



Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	01	Start:	31/07/21	15h00	Static water depth (m)	ARTESIAN
Other #:		FROM depth (m)	42 total	End:	31/07/21	22:18	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	48m	Test type:	Recession test		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	48m	Supervisor:	FL/CG		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: _____

Drilling comments: Water start flowing ~14/min @ 45m. Probably from joint 43.8-45.25m

Geology: Ultramafic Rock

Test Zone Fluids: Drilling with brine water 7%

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 20 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS yes

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 650 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 15 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: then Bypass Flow board.

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow No Flow from casing.
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect: Inspection: NO DAMAGE
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

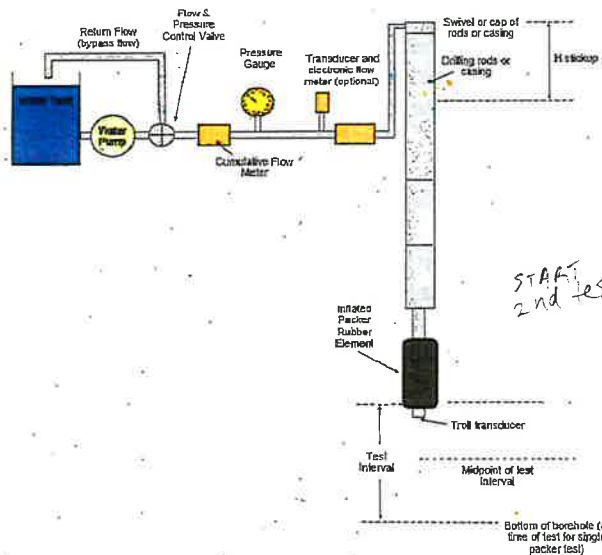


Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754 L3-1	Test N°:	01	(dd/mm/yy)	(hh:mm)	ARTESIAN	
Other #:		FROM depth (m):	43.3	31/JUL/21	15:15	Dip (°):	67
Location:	QPRIMA3000 RIG	TO depth (m):	48m	31/JUL/21	22:18	Rod Size:	NW3
Project #:		Drilled depth (m):	48m	Test type:	RECESSION	Height of Stick Up (m):	
				Supervisor:	FL/CG		

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	730.6	-
1	700	730.6	0
2	700	730.6	0
3	700	730.6	0
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	330	737.2	-
0.5	0	741.	
1	0	743.9	6.6
2	0	749.1	5.3
3	0	754.7	5.6
4	0	760.2	5.5
5	0	765.7	5.5
6	0	771.2	5.5
7	0	776.8	5.6
8	0	782.1	5.3
9	0	787.5	5.4
10	0	793.1	5.6
15	0	870.3	
20:25:00	330	820.8	0
20:30:00			
20:31:00	180	823.9	
20:35:00	180	835.9	3.0
20:40:00	180	850.6	2.94
20:50:45	180	865.4	2.96
20:50:00	180	879.9	2.9
21:00:00	180	909.1	2.92
21:10:00	180	938.0	2.89
21:20:00	180	966.85	2.89

Additional Comments:

2/15/15 Run in tool
 16h30 Pump tool.
 15h31 Int. tool.
 15h36 shear pin
 at 16h00 shut in with
 surface valve
 Switch with direct
 Rig pump
 15h47 shear pin
 with rig at 16h00 ps.
 15h45 start shut in
 Eng at 320 psi
 15h49 No water
 from casing, 330 psi
 16h01 330psi
 16h02 star flow
 test, Initial.
 16h16 No water from
 casing.
 16h18 star shut-in
 period. Change shift.
 20h30 start 2nd
 flow test.

Cont'd on next page

Water-Inflated Packer Testing Data Form

CONT'D PAGE 2 OF 2



Borehole Location

Test Interval

Date (dd/mm/yy)

Time (hh:mm)

Drillhole #: 7D4754L3-1
 Other #: _____
 Location: QAKIMAJURQ RASLA
 Project #: _____

Test N°: 1
 FROM depth (m): 43.3
 TO depth (m): 48.0
 Drilled depth (m): 48.0

Start: 31/07/21 15:15
 End: 31/07/21 22:18
 Test type: RECESSION
 Supervisor: FL/CG

Static water depth (m): ARTESIAN
 Dip (°): 67
 Rod Size: NO
 Height of Stick Up (m): _____

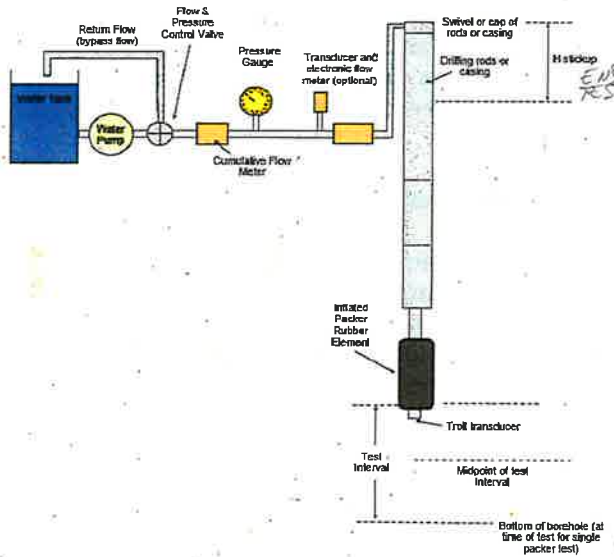
Rod Leak Test			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
31 JUL 2021			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
21:25:00	180	981.3	2.89
21:30:00	180	995.5	2.84
21:35:00	180	1009.7	2.84
21:40:00	180	1023.9	2.84
21:45:00			
21:45:30	330	1038.0	
21:47:00	330		
21:55:00	330		
22:15:00	330		
22:18:00			

Additional Comments:
21:45 THIRD SHUT IN
22:18 END OF SHUT IN
VALVE FULLY OPEN

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	02	01/09/21	7h 40	Static water depth (m)	ARTESIAN
Other #:		FROM depth (m)	42+tools = 43.5m	01/09/21		Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Rajlan	TO depth (m)	51m	Flow Recession		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:	QAKIMAJUR 2	Drilled depth (m)	51m	Supervisor:	FL	Test Fluid Viscosity (sec)	26

Target: More water coming from well.

Drilling comments: Water Return (circle) - Yes or No

Geology: Ultramafic, Some joints.

Test Zone Fluids: FORMATION WATER

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 15 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No Boire 7li
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 650 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: @ 1200 psi

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow No flow from casing.
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 1 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	Dip (°)	Rod Size	Height of Stick Up (m)
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°:	02	(dd/mm/yy)	(hh:mm)				
Other #:		FROM depth (m)	43.3	Start:	01/08/21	08:00			ARTESIAN
Location:	DAKINAJURD RFB	TO depth (m)	51.0	End:	01/08/21	13:40			67
Project #:		Drilled depth (m)	51.0	Test type:	RECESSION				NQ3
				Supervisor:	FL				

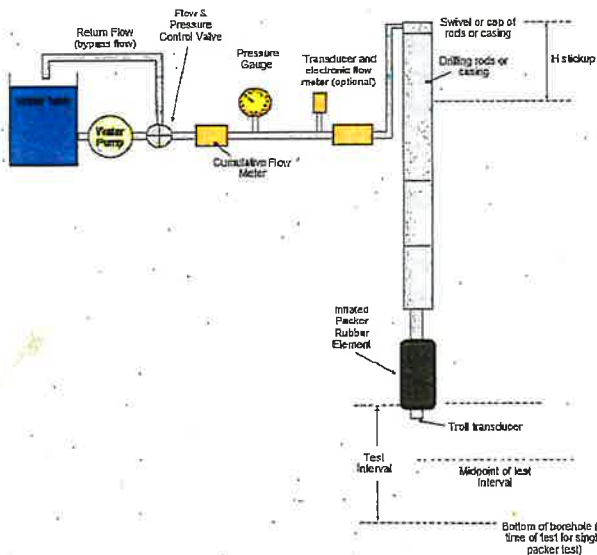
Rod Leak Test *9h06*

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	653.6	—
1	700	653.8	0.4
2	700	653.9	0.3
3	700	652.5	0.4
4	710	652.4	0.1
5			
6			

*1200
1500
1800
2100
2400
2700
3000
3300
3600
3900
4200
4500
4800
5100*

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Initial **Flow Rate Measurements** *9:34*

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	305	6665	—
0.5	0	6687	34
1	0	6697	30
2	0	6728	31
3	0	6758	30
4	0	6788	30
5	0	6818	30
10	—	—	—
15	—	7117	29.9
<i>Shut in</i> <i>9h50</i>			
0	300		
18	305		
21	305		
24	307		
26	308		
29	309		
30	310		
35	310		
37	310		
40	310		
41	310		

Additional Comments:

*9h00 start pump
Tool. in hole.
@ 400psi
9h04 L.A. Tool.
9h11 try shear pin.
@ 1000psi
Switch to 1st pump @ 200 psi
9h19 Initial shut in
@ 280psi
9h34 Initial Flow
9h50 Shut in
@ 300 psi
9h31 Start flow period*

Water-Inflated Packer Testing Data Form

PAGE 2 OF 2

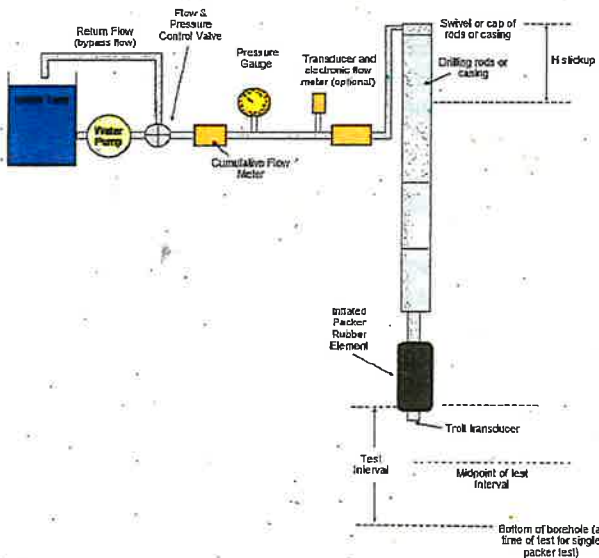


Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D475423-1	Test N°	02	01/08/21	08:00	ARTESIAN	
Other #:		FROM depth (m)	42 + 43.3	01/08/21	13:40	Dip (°)	
Location:	BAKIMASURQ RAGLAN	TO depth (m)	51m	RECESSION		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	51m	Supervisor:		Height of Stick Up (m)	
				FL			

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	210	122	-
1	205	138	16
2	205	152	14
3	205	167	15
4	205	182	15
5	205	196	14
6	205	211	15
7	205	225	14
8	204	240	15
9	204	254	14
10	203	269	15
15	203	343	14.8
20	202	414	14.2
30	201	559	14.8
42	201	733	14.5
50	201	848	14.375
60	201	992	14.4
Shut-in			
0	309		Pressure Pg.
1	308	15	310
2	309	20	310

310
310
310
310

Additional Comments:

9h32 Flow Period test
10h32 Shut-in
Long shut-in for
Clean rig asked
by foreman.
13:28 open @ 310psi
Valve end shut-in
13h40 feels DFT

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:		Test N°	03	01/08/21	20:00	Static water depth (m)	
Other #:	7D4754L3-1	FROM depth (m)	51.92 + 6.5 = 58.25	02/08/21	01:07	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	BAKIJAJURQ RAGLAN	TO depth (m)	57m	RECESSION		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	57m	CG		Test Fluid Viscosity (sec)	

ARTESIAN

Target: 54.0 54.47 and 55.52 - 55.73 m RZ (wobble zone)

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No ARTESIAN

Geology: ULTRAMAFIC

Test Zone Fluids: FORMATION WATER

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes (circle) or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 10 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2 rods and add 3rd rod
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 1.5 (min) 150 psi starting pressure
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 700 psi Inflation time= 9 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: 1100 psi pin broke

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving PULLED WIRELINE
Deflation time= > 5 min, Problems? YES, LIFTED UP RODS
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: bottom 40cm of packer a bit bulge
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

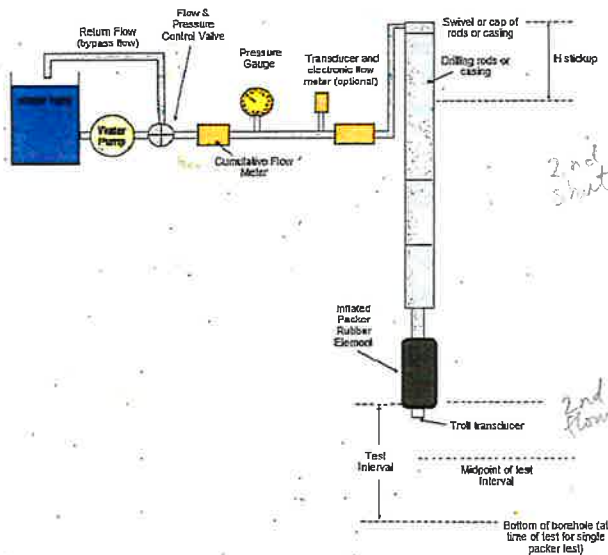
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°:	03	01/08/21	20:00	ARTESIAN	
Other #:		FROM depth (m):	53.25	02/08/21	01:07	Dip (°): 67	
Location:	QAKIMAJURO RAGUAN	TO depth (m):	57	Test type: RECESSION		Rod Size: NQ3	
Project #:		Drilled depth (m):	57	Supervisor: C GARDOIS		Height of Stick Up (m):	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
21:250	690	270	
21:291	690	269	0.25
21:302	690	269	0
21:313	690	268	1
21:324	690	268	0
21:335	690	267	1
21:346	690	267	0

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
22:07:00	280	266.5	0
22:08:00	0	272.0	5.5
22:09:00	0	276.9	4.9
22:10:00	0	281.9	5.0
22:11:00	0	286.9	5.0
22:12:00	0	291.8	4.9
22:13:00	0	296.8	5.0
22:14:00	0	301.8	5.0
22:15:00	0	306.8	5.0
22:16:00	0	311.7	4.9
22:17:00	0	316.8	5.1
22:18:00	280	321.7	4.9
22:21:00	280		
22:22:00	280		
22:26:00	280		
22:36:00	280		
22:41:00	280		
22:48:00		321.7	
22:49:00	145	324.5	2.8
22:50:00	145	327.3	2.8
22:51:00	145	330.2	2.9

Additional Comments:

21:25 Leak test

22:00 pin sheared

22:02 shut in 280 psi

22:07 started 1st flow test

22:18 2nd shut in 280 psi

22:49 2nd flow test started

23:51 3rd shut in started

2nd shut in

2nd flow test

Water-Inflated Packer Testing Data Form

CONT'D Page 2 OF 2

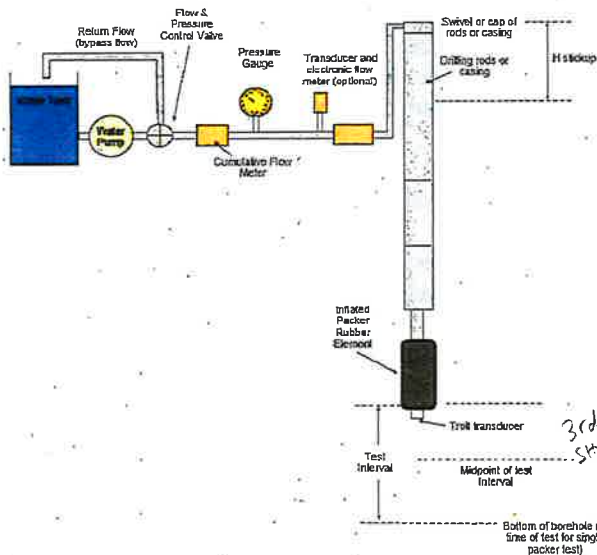


Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	70425423-1	Test N°:	3A	01/08/21	20:00	ARTESIAN	
Other #:		FROM depth (m):	53.25	02/08/21	01:07	Dip (°)	
Location:	RAGLAN OAK HAZARD	TO depth (m):	57	RECESSION		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m):	57	C. GARDOIS		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



3rd SHUT IN
END SHUT IN

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
22:52	145	333.0	2.8
22:54	145	338.7	2.9
22:55	145	341.5	2.8
22:56	145	344.3	2.8
22:57	145	347.1	2.8
22:58	145	350.0	2.9
22:59	145	352.8	2.8
23:00	145	355.6	2.8
23:05	145	369.6	2.8
23:10	145	383.6	2.8
23:15	145	397.5	2.8
23:20	145	411.5	2.8
23:25	145	425.4	2.8
23:30	145	439.3	2.8
23:35	145	453.2	2.8
23:40	145	467.2	2.8
23:45	145	481.0	2.8
23:50	145	494.9	
23:51		497.65	
23:51:30	280		
23:52	280		
01:06	280		
01:07			

Additional Comments:

01:07 END OF 3rd SHUT IN

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	04	Start:	02/09/21	08:40	Static water depth (m)	ARTESIAN
Other #:		FROM depth (m)	63+tools = 64.3m	End:	02/09/21	13:47	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	QAKIMAJURQ RAGLANTO	TO depth (m)	72m	Test type:	RECESSION		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	72m	Supervisor:	FL		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: RZ 67.74 - 69.10m

Drilling comments: Water Return (circle) - Yes or No Yes

Geology: ULTRAMAFIC

Test Zone Fluids: FORMATION WATER

Test Quality: Low Moderate High (circle) 50 big rod leak. New test #5 Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____(min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____(sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 650 psi Inflation time= 2 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow Yes
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= 1 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

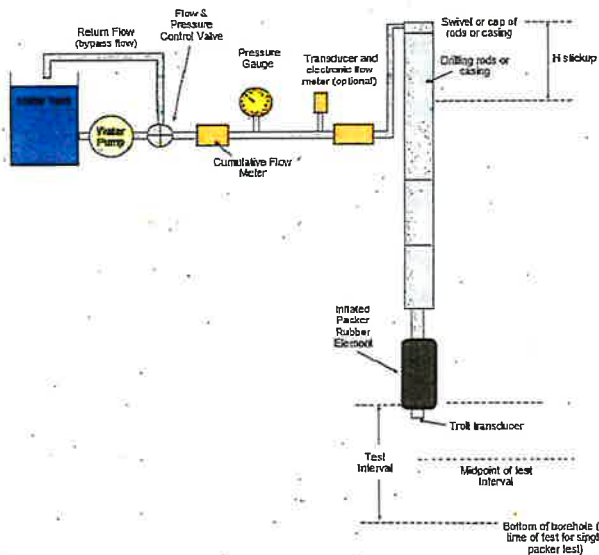
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	Dip (°)	Rod Size	Height of Stick Up (m)
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	04	(dd/mm/yy)	(hh:mm)				
Other #:		FROM depth (m)	64.3m	02/08/21	8h46				
Location:	Raslan	TO depth (m)	72m	02/08/21	14:42				
Project #:		Drilled depth (m)	72m	Test type:	Recession test	Supervisor:	Flavio		

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	650	933	-
1	700	923	10
2	700	913	10
3	710	903	10
4			
5			
6			

Before shear pin
No flow at 0 psi
Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
Initial	Flow imposed	9h42	-
0	140	8901	0
1	0	8949	48
2	0	8991	42
3	0	9033	42
4	0	9075	42
5	0	9117	42
10	0	9327	42
15	0	9533	41.2
16	0	9576	43
Shut in		9h58	Period
0	100		
1	110		
2	115		
3	115		
4	115		
7	115		
22	120		
30	120		
35	120		

Additional Comments:

9h46 Run tools in hole
 9h09 pump tests
 9h23 Shear pin open well
 9h24 close valve
 Initial shut in
 0.5 / 30psi
 1min 140psi
 3min 40psi
 4min 140psi
 5min 40psi
 13min 40psi
 17min 140psi
 10h06 water from casing ~ 304/min or more.
 9h42 Initial flow ~ 42 L/min
 9h59 Initial shut in ~ 120 Period
 10h37 Flow period

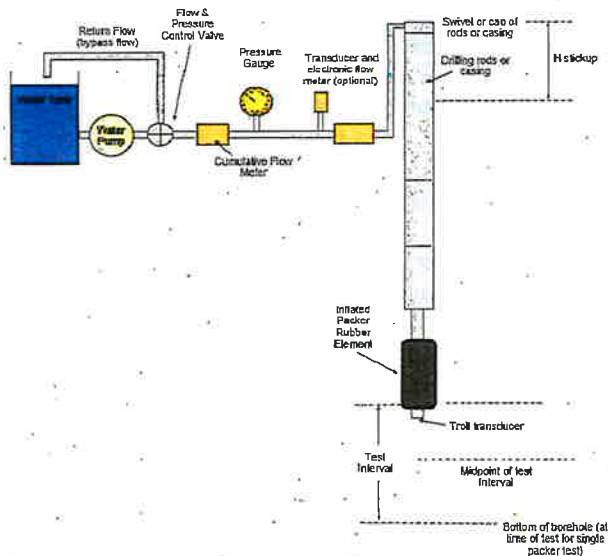
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	04	02/08/21	08:46	ARTESIAN	
Other #:	—	FROM depth (m)	64.3	End:	02/08/21	14:42	Dip (°)
Location:	RAGLAN QAQIMASORO	TO depth (m)	72.0	Test type:	RECESSION		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	72.0	Supervisor:	FL/CG		Height of Stick Up (m)
							0

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	120	19576	—
1	70	19596	20
2	70	19615	19
3	70	19633	18
4	70	19651	18
5	70	19669	18
6	70	19687	18
7	70	19706	19
8	70	19724	18
9	70	19742	18
10	69	19760	18
15	69	19851	18.2
20	69	19942	18.2
30	69	20124	18.2
40	69	20305	18.1
50	69	20480	17.5
60	69	20667	18.7
75	69	20938	18.1
11h52 shut in			
0	110		
1	115		
2	115		
3	116		
5	117		
60	119		

Additional Comments:

11h52 shut-in

13h47 stop shut-in

Start sampling

14h42 tools DEE

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:	FD 4754L3-1	Test N°	05	Start:	02/09/21	Static water depth (m)	
Other #:		FROM depth (m)	64.3	End:		Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Ruglen - FD	TO depth (m)	72.2	Test type:		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	72.2	Supervisor:		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: _____

Drilling comments: New test No. 4 for big rod leak. RZ 67.74-68.10m

Geology: Ultra mafic rock

Test Zone Fluids: _____

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods _____
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=_____psi Inflation time=_____min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=_____min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Add some wip on last Rod for seal.

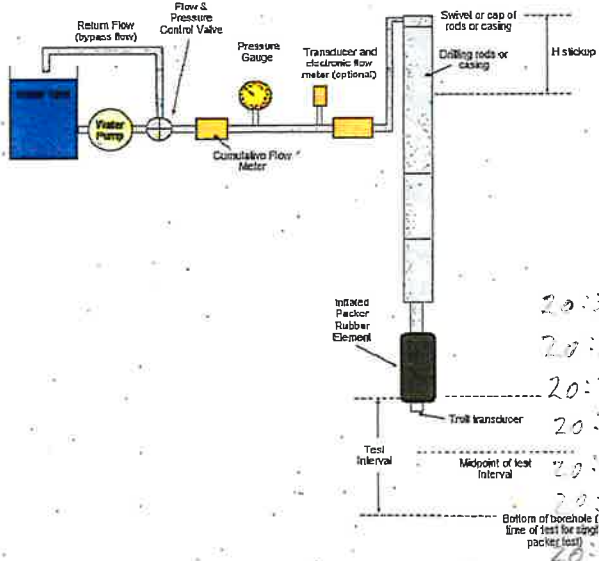
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)		
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°:	05	(dd/mm/yy)	02/08/21	(hh:mm)	15:34	ARTESIAN
Other #:		FROM depth (m)	64.3	End:	02/08/21	23:30	Dip (°)	67
Location:	RAGLAN-RAQIHAJ	TO depth (m)	72.0	Test type:	RECESSION		Rod Size	NB3
Project #:		Drilled depth (m)	72.0	Supervisor:	FL/CG		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	791.7	-
1	700	791.7	
2	700	791.7	
3	700	791.7	
4	700	791.7	
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
Initial Flow 16h07			
0	270	2783	
1	0	2832	49
2	0	2881	49
3	0	2926	45
4	0	2973	47
5	0	3018	45
6	0	3065	47
7	0	3111	46
8	0	3157	46
9	0	3203	46
10	0	3249	46
15	0	3479	45.8
Shut in 16h22			
0	240	3470	
0	260	3478.7	
1	135	3503	21
2	135	3530	27
3	135	3557	27
4	135	3585	28
5	135	3612	27
6	135	3640	

Additional Comments:

15h34 Run tools in hole
 15h56 Shut-in 10min
 16h06 try shear pin, pin shear @ 700psi
 16h07 Initial flow
 16h22 Shut in
 20h32 start 2nd flow

Water-Inflated Packer Testing Data Form

CONT'D PAGE 2



Borehole Location	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)
Drillhole #: 7D4754L3-1	Test N°: 05	Start: 02/08/21	15:34	ARTESIAN
Other #: _____	FROM depth (m): 64.3	End: 02/08/21	23:30	Dip (°): 67
Location: PASLAN-QAQIMM	TO depth (m): 72.0	Test type: RECESSION TEST		Rod Size: NQ3
Project #: _____	Drilled depth (m): 72.0	Supervisor: C. GARDOIS		Height of Stick Up (m): _____

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

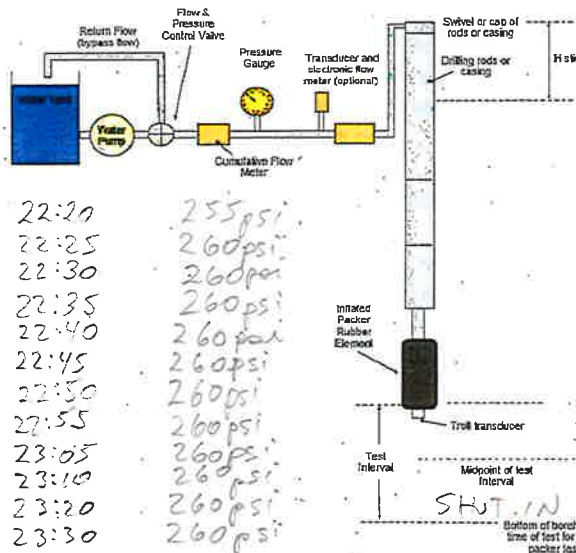
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
20:39/7	135	3667	27
20:40/8	135	3694	27
20:41/9	135	3721	27
20:42/10	135	3749	28
20:43/11	135	3776	27
20:44/12	135	3803	27
20:45/13	135	3830	27
20:46/14	135	3857	27
20:47/15	135	3884	27
20:52/20	135	4020	27
20:57/25	135	4155	27
21:02/30	135	4290	27
21:07/35	135	4425	27
21:12/40	135	4559	27
21:18/45	135	4720	27
21:22/50	135	4828	27
21:37/60	135	5097	27
21:43/71	135	5392	27
21:52/80	135	5634	27
22:02/90	135	5901	
22:03/0		5928.4	0

Additional Comments:

22:03 SHUT IN

23:30 FINISH TEST

Test Set Up



20:44/12	135	3803	27
20:45/13	135	3830	27
20:46/14	135	3857	27
20:47/15	135	3884	27
20:52/20	135	4020	27
20:57/25	135	4155	27
21:02/30	135	4290	27
21:07/35	135	4425	27
21:12/40	135	4559	27
21:18/45	135	4720	27
21:22/50	135	4828	27
21:37/60	135	5097	27
21:43/71	135	5392	27
21:52/80	135	5634	27
22:02/90	135	5901	
22:03/0		5928.4	0
22:03:30/0.5	250	5928.4	0
22:07/5	250		0
22:11/8	255		0
22:13/10	255		0

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	
Drillhole #:	7D 4754L3-1	Test N°	03/09/21	11:00	Static water depth (m)
Other #:		FROM depth (m)	03/09/21	14:30	Max.injection P=1.4xDepth (psi)
Location:	Raydon 7D	TO depth (m)	Recession		Planned Test Pressure (psi)
Project #:		Drilled depth (m)	FL		Test Fluid Viscosity (sec)

Target: 73.84 Joint with small gauge rock 1-4mm.

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: Ultramafic rock

Test Zone Fluids: Water from Formation

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=650 psi Inflation time= _____ min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 10 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow water from casing.
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

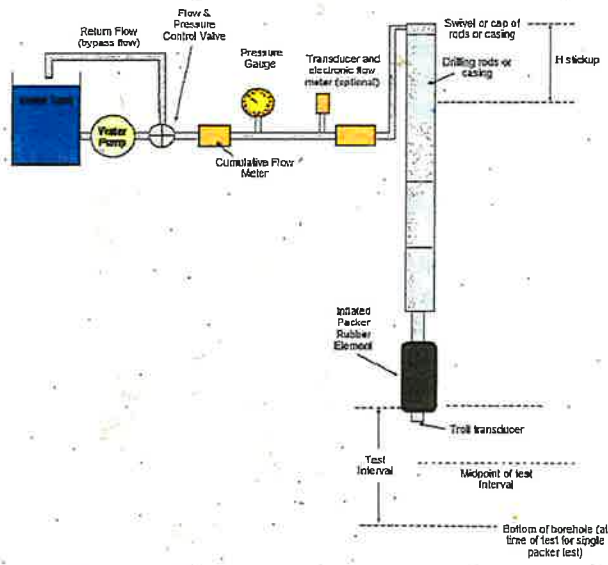
- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	06	03/08/21	11:02	ARFESIAN	
Other #:		FROM depth (m)	73.3	End:	03/08/21	Dip (°)	
Location:	OPKIMAJURQ RPS	TO depth (m)	78.0	Test type:	RECESSION	Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	78.0	Supervisor:	FL	Height of Stick Up (m)	
						67	
						N03	

Rod Leak Test			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	807.6	-
1	700	807.9	0.3
2	700	801.9	
3	700	801.4	0.5
4	700	801.0	0.4
5	700	800.7	0.3
6	700	800.3	0.4

17 Test Set Up Proceed if <0.5L/min



Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	12400	796.0	-
1	0	800.0	4
2	0	805.0	5
3	0	809.0	4
4	0	813.0	4
5	0	817.1	3.1
10	0	841.7	4.1
15		858.1	
15	shut in 200	858.1	
16	240		
17	240		
20	240		
25	240		
45	240		
	Flow test		
45	100	958.1	-
46	100	960.9	2.7
47	100	963.4	2.6
48	100	966.0	2.6
49	100	968.5	2.5
50	100	171.1	2.6
51	100	973.7	2.6
52	100	976.2	2.5
53	100	978.8	2.6

Additional Comments:

11:02 Run tools in hole
 pump tools
 pull out
 pump tools
 11:41 shut tools in
 11:59 shearpin
 12:00 Initial flow
 12:15 shut in
 12:45 flow test

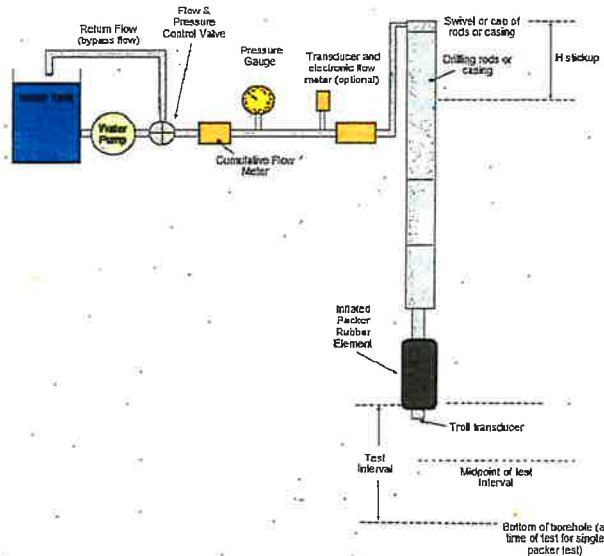
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	06	Start:	03/08/21	11:02	
Other #:		FROM depth (m)	73.3	End:	03/08/21	14:26	
Location:	QAKIMAJURQ	TO depth (m)	78.0	Test type:	RECESSION		
Project #:	KAGLKN	Drilled depth (m)	78.0	Supervisor:	FL		

Rod Leak Test			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Flow Rate Measurements				
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)				
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)	
55	100	993.8		
60	105	996.6	2.56	
71	109	924.2	2.51	
85	109	959.5	2.52	
90	Shut in		971.9	
91	240			
92	240			
95	240			
99	240			
100	240			
120	240			
127	240			
135	240			
	Stop shut in			

Additional Comments:

13h30 Shut in

14h26 & Tools DFP

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	07	Start:	4/08/21	01:45	Static water depth (m)	ARTESIAN
Other #:		FROM depth (m)	75.0+1.33 = 76.33	End:	04/08/21	13:00	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	84.0	Test type:	RECESSION		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	84.0	Supervisor:	CGARDAIS		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: VEINS AND FRACTURE ZONES 78.00-78.33, 78.61-78.76, 79.09-79.21 80.60-80.66, 80.75-80.83, 81.45-81.10

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: ULTRAMAFIC

Test Zone Fluids: GROUNDWATER FROM FORMATION

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3 removed
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 10s (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 700 psi Inflation time= 5 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow water from casing. Normal
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 1 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: change pin
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4750-3-1	Test N°	07	Start:	04/08/21	01:45	RECESSION
Other #:		FROM depth (m)	76.33	End:	04/08/21	13:00	Dip (°)
Location:	KAGLAN 7D	TO depth (m)	84.0	Test type:	RECESSION		Rod Size
Project #:	OPRIMAJURA	Drilled depth (m)	84.0	Supervisor:	CG/FL		Height of Stick Up (m)

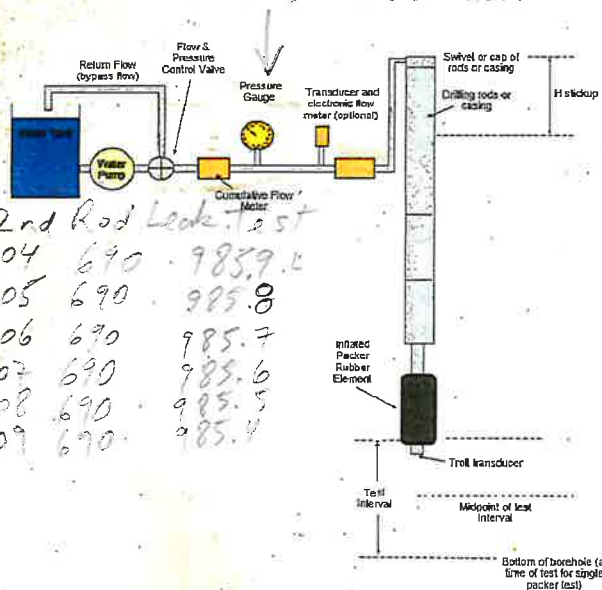
02:44
02:45
02:46
02:47
02:48

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	680	993	
1	680	991.2	
2	680	990.1	
3	680	989.0	
4	680	987.8	
5	680	986.7	
6			

155
570

Proceed if <math>< 0.5\text{L/min}</math>

Test Set Up CHANGED RODS THEN



2nd Rod Leak Test

04:04	690	985.4
04:05	690	985.8
04:06	690	985.7
04:07	690	985.6
04:08	690	985.5
04:09	690	985.4

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
04:34	240		
04:35	240		
7:39	240	@057.7	-
Initial Flow 7h41			
7:40	240	@057.7	-
1	15	6094	33
2	15	6127	33
3	15	6158	31
4	15	6190	32
5	15	6222	32
10	15	6380	
13	15	6474	31.
15	15	6536.6	
15 Shut-in 7:55			
16	220		
18	220		
35	230		
60	231		
78	231		
81	291		

Additional Comments:

04:28 pin shored
04:30 shut in

7:41 Initial Flow
7:55 Shut-in

etc

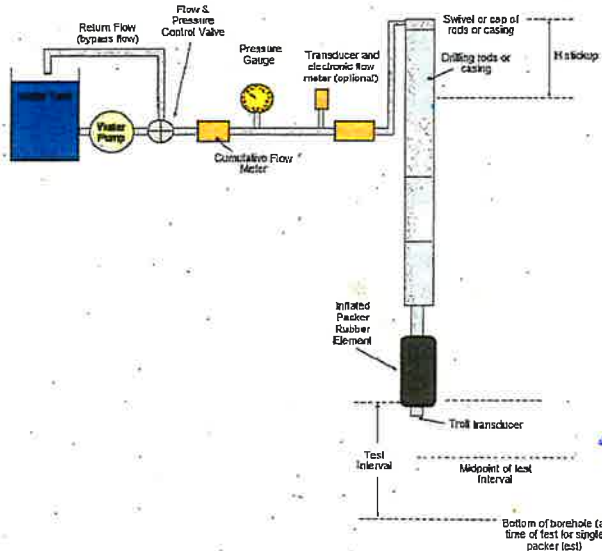
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	07	04/08/21	01:45	ARTESIAN	
Other #:		FROM depth (m)	76.33	04/08/21	13:00	Dip (°)	
Location:	QAKIMAJURQ RAGLAN	TO depth (m)	84.0	RECESSION		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	84.0	CG/FL		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
82	231	26536.6	-
83	120	26555	14
84	120	26574	19
85	120	26592	19
86	120	26612	20
87	119	26630	18
88	119	26649	19
89	119	26667	18
90	120	26686	19
91	119	26705	19
92	119	26724	19
93	118	26816	18.4
102	115	26911	19
112	113	27097	18.6
120	112	27246	18.6
130	111	27432	18.6
140	110	27618	18.6
150	110	27803	18.5
160	110	27989	18.6
170	225		
200	227		
250	229		
266			

Stop 110

266 sampling 29 stop shut in

9:08 Flow test
10:20 Shut in
12:05 sampling
Sampled
7D-7D4754L3-1-76.33-84m
0804 2021-76.3-84m

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	
Drillhole #: 7D4754L3-1	Test N°: 08	Start: 05/09/21	11:00	Static water depth (m) <input checked="" type="checkbox"/>
Other #:	FROM depth (m): 90.3m	End: 5/9/21	16:05	Max. injection P=1.4xDepth (psi) <input checked="" type="checkbox"/>
Location: Roglen 9D	TO depth (m): 105	Test type: Recession		Planned Test Pressure (psi) <input checked="" type="checkbox"/>
Project #:	Drilled depth (m): 105	Supervisor: F. Lavoie		Test Fluid Viscosity (sec) 26

Target: _____

Drilling comments: **Some broken zone 93.1 - 93.95m (slickensided probably vertical) 95.53 - 96.25 (vertical and horizontal structure) joint**

Geology: **Ultramafic Rock with Disseminated sulfur.**

Test Zone Fluids: **Water from formation**

Test Quality: **Low Moderate High (circle)** Shut In: **Yes** or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: **NA** or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or **No**
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods **5 rods and pull 1m rods for reach 90m**
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place **at 400 psi**
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=**1290** psi Inflation time=**1** min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = **10** min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=_____min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	08	Start:	09/08/21	11:00	
Other #:		FROM depth (m)	90.3	End:			67
Location:	Rajhan 7D	TO depth (m)	105	Test type:	Recession		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	105	Supervisor:	FL		Height of Stick Up (m)
							NQ

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	29145.0	—
1	700	29145.0	0
2	700	29145.0	0
3	700	29145.0	0
4	700	29145.0	0
5			
6			

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	240	29127	—
1	0	29143	16
2	0	29158	15
3	0	29173	15
4	0	29188	15
5	0	29203	15
10	0	29278	15
12	0	29322	
15	230	29352	14.4
16	230		
17	235		
Recession Flow Test			
80	100	29352.3	—
81	90	29363	11
Close valve little bit			
82	120	29372	
83	120	29381	9
84	120	29389	8
85	120	29398	9
86	120	408	8

Additional Comments:

11:02 Run tools in hole

11h22 Took Luf.

11h42 Bleed pressure for check packer 0min/66L

1min/101L → 154/min

11h47 try full tools.

11h57 check tool pull out.

Pin was sheared, probable when pump stop changed pin

12:11 Run tools in hole

12h18 leak test no.2

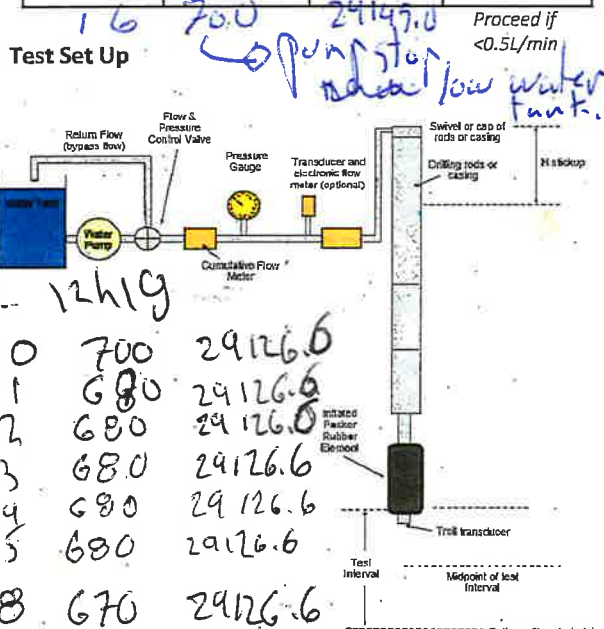
12h35 check packer in hole. Ok no flow

12h36 shear pin

12h36 Initial flow

12h53 shut in

13h57 Recession Flow Test.



Gauge Flashed 670 psi

Driller 700 psi

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location

Test Interval

Date
(dd/mm/yy)

Time
(hh:mm)

Drillhole #: 70475423-1

Other #: _____

Location: _____

Project #: _____

Test N° 08

FROM depth (m) 89+feet

TO depth (m) 105

Drilled depth (m) 105

Start: 90.3

End: _____

Test type: _____

Supervisor: FL

Date: 05/09/21

Time: 11:00

Static water depth (m) _____

Dip (°) _____

Rod Size _____

Height of Stick Up (m) _____

Rod Leak Test			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
87	120		
88	120	24123	8.5
90	120	24432	9
91	120	29441	9
93	120	29466	8.3
98	120	29508	8.4
100	120	29525	8.5
110	120	29610	8.5
122	120	29711	8.41
132	120	29795	8.4
145	120	29905	8.46
190	240		
205	240		
End shut in			

Additional Comments:

13h02 shut in

15h55 pressure in historic hole

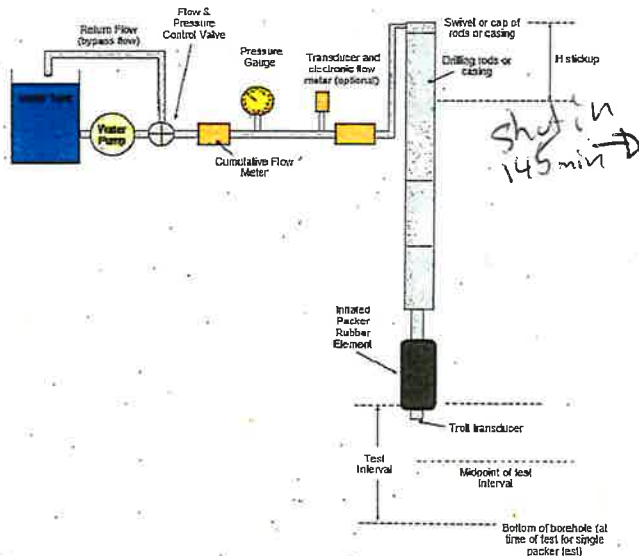
70475424-1 220psi

7047542-2 110psi

70475421-4 160psi

16h03 stop shut in

Test Set Up



Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)



Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	09	Start:	06/08/21	9:30	Static water depth (m)	
Other #:		FROM depth (m)	105	End:	06/08/21	16:00	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan 7D	TO depth (m)	123	Test type:	Recession test		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	123	Supervisor:	FLAVIA		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:
 Drilling comments:
 Geology:
 Test Zone Fluids:
 Test Quality:

Total water well flow increase of 3.8 gal/min from last measurement at 105m.	
Water Return (circle) – Yes or No	
Ultramafic Rock	
Water from Formation	
Low Moderate High (circle)	Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or **NO**
 Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 6
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
 List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=_____psi Inflation time=_____ min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
 Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
 Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
 Deflation time=_____min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
 Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

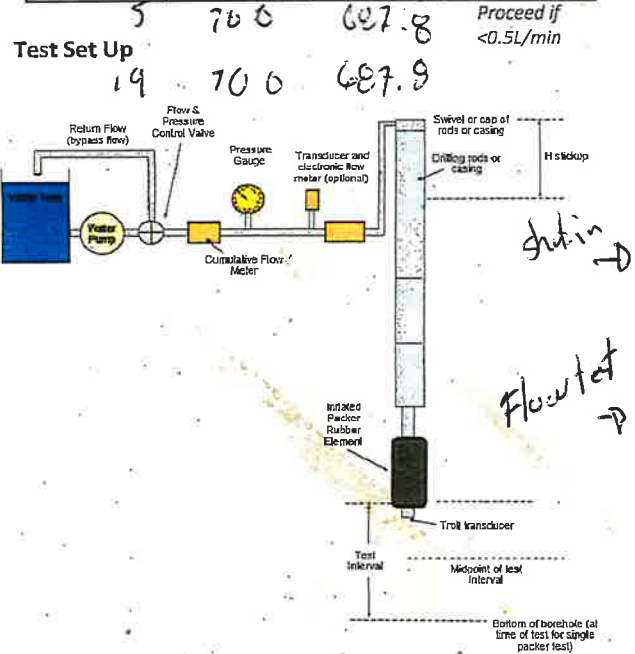
Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:		Test N ^o :	09	Start:			
Other #:		FROM depth (m):	106.3	End:		Dip (°)	
Location:		TO depth (m):	123	Test type:		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m):	123	Supervisor:		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	700	887.0	-
1	700	899.0	-
12h14 2 0	700	687.9	-
3 1	700	687.9	0
4 2	700	687.8	0.1
5 3	700	687.8	0
6 4	700	687.8	0

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	240	29 689.0	-
1	0	29 721.0	32
2	0	29 751	30
3	0	29 781	30
4	0	29 810	29
5	0	29 839	29
6	0	29 868	29
7	0	29 897	29
8	0	29 926	29
9	0	29 955	29
10	0	29 984	29
15	180	30 128	-
16	205	30 128	-
17	215	30 128	-
20	220	30 128	-
75	225	30 128	-
76	135	30 142	14
77	130	30 160	18
78	129	30 177	17
79	128	30 194	17
80	128	30 211	17
81	128	30 228	17
82	128	30 246	18
83	128	30 263	17

Additional Comments:

4h45 Tools in hole.
 9h50 Pump tools.
 Big rod break above pull
 out tool and check
 rods.
 2 rods Busted
 12h10 Run tools in hole
 12h10 Pump tools
 12h13 check packer still inf.
 12h14 Second Rod test
 12:32 Initial Flow test
 13h48 Flow test



Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)
Drillhole #:	7D4754L3-1	Test N°	09	06/09/21	09:30	
Other #:		FROM depth (m)	106.3	06/08/21	16:00	Dip (°)
Location:	Raylan 7D	TO depth (m)	123	Test type: Recession		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	123	Supervisor: Flavio		Height of Stick Up (m)

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
84	126	30 280	17
85	126	30 297	17
93	122	30 433	17
97	122	30 501	17
100	122	30 552	17
102	122	30 755	16.91
115	122	30 806	17
120	200	30 890	16.9
121	215		
200	215		
End Recovery 15h50			

Additional Comments:

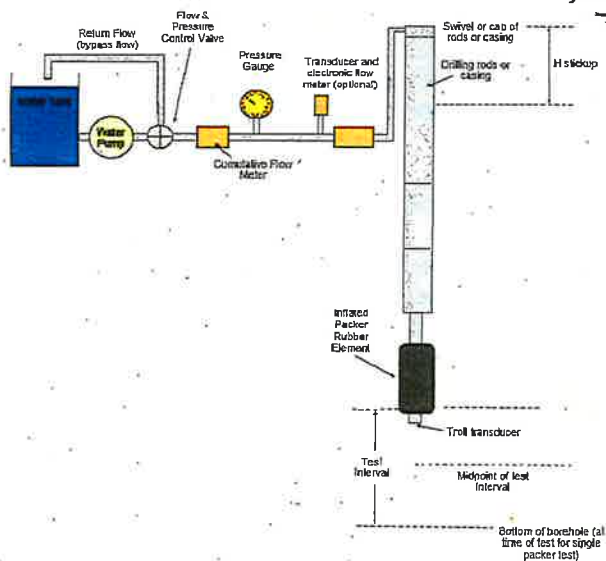
Historic hole @ 14/100 @ 15h59

7D4754L4-1 220psi 220psi

7D4754L1-4 160psi 160psi

7D4750 2 100psi 100psi

Test Set Up



shut in →

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)



Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:		Test N°	10	Start:	09/08/21	3:20	Static water depth (m)
Other #:		FROM depth (m)	127.3	End:	09/08/21	11:00	Max.injection P=1.4xDepth (psi)
Location:	Rayan 7D	TO depth (m)	138	Test type:	Keraton		Planned Test Pressure (psi)
Project #:		Drilled depth (m)	138	Supervisor:	MB/EC		Test Fluid Viscosity (sec)

Target: _____

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No _____

Geology: _____

Test Zone Fluids: _____

Test Quality: Low Moderate High (circle) _____ Shut In: Yes or No (circle) _____

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____(min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____(sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods _____
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=_____psi Inflation time=_____ min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time =_____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=_____min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

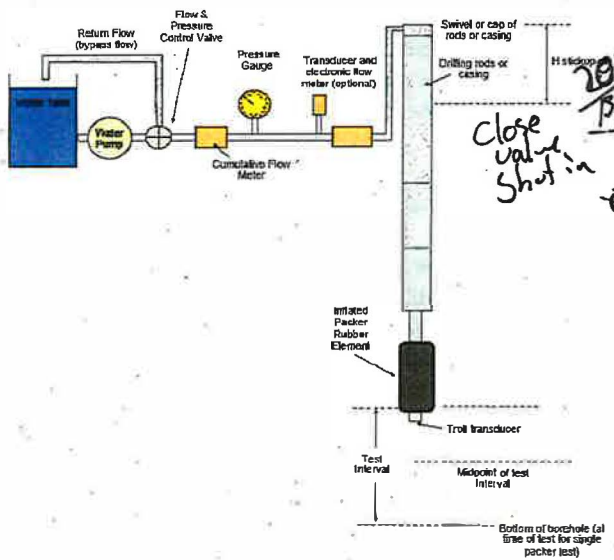
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	704754 L3-1	Test N°	10	Start:	09/08/21	3:20	
Other #:		FROM depth (m)	127.3	End:	09/08/21	11:00	Dip (°)
Location:	Ragan 70	TO depth (m)	138	Test type:	Recession		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	138	Supervisor:	MB/EL		Height of Stick Up (m)

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	0	35 425	
1	0	35 420.3	3.3
2	0	35 429.9	1.6
3	0	35 431.5	1.6
5	0	35 434.7	1.6
7	0	35 437.8	1.6
8	0	35 439.4	1.6
9	0	35 441.0	1.6
10	0	35 442.55	1.55
11.5	0	35 445.2	
15	0	35 450.2	1.53
16	160	-	-
Flow test 2h 32			
62	210	35 456.2	
63	100	35 451.1	Adjust value
64	90	35 451.9	0.9
65	90	35 452.8	0.8
67	90	35 454.5	0.85
68	90	35 459.3	0.7
70	90	35 454.5	
72	90	35 458.55	0.88
73	90	35 459.35	0.9
74	90	35 460.1	0.75
76	90	35 461.7	0.8

Additional Comments:

7h21 shear pie @ 700psi maybe

7h30 Initial flow test

7h37 flow meter OK

7h45 shut in

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	70 475463-1	Test N°	10	Start:			
Other #:		FROM depth (m)	127.3	End:		Dip (°)	
Location:	Roglan 70	TO depth (m)	138	Test type:		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	138	Supervisor:		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

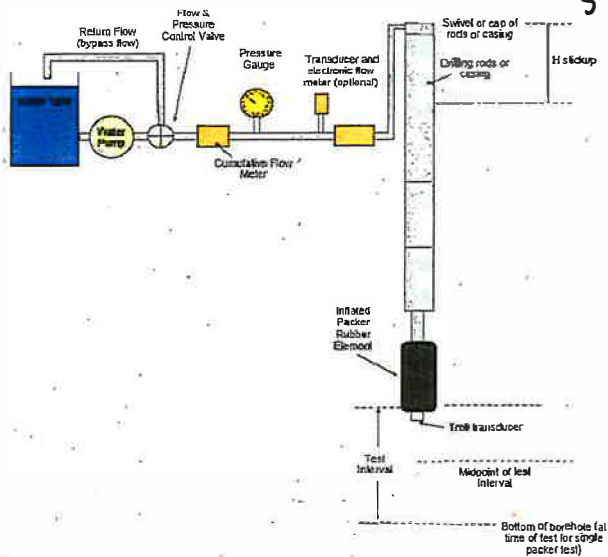
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
79	90	464.0	0.76
80 80	90	464.75	0.75
86 87	90	470.0	
96	90	476.6	
100	90 96	479.5	
108	96	485.4	
120			
120		494.05	0.73
121			
125	210	End shut in	

Additional Comments:

9h30 start Recovery

10h35 End shut in

Test Set Up



shut in

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758 L3-1	Test N°	01	Start:	Aug. 13, 2021	22:00	Static water depth (m)	no water
Other #:		FROM depth (m)	16.3	End:	Aug. 2021	02:50	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	99
Location:	Raylan	TO depth (m)	123	Test type:	Artesian check + injection		Planned Test Pressure (psi)	80 100
Project #:		Drilled depth (m)	123	Supervisor:	MB		Test Fluid Viscosity (sec)	27

Target:	Artesian flow check over entire interval and injection test		
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No		
Geology:	Ultramafics with a few small fracture zones and small brecciated zones		
Test Zone Fluids:	No flow No artesian water, drill fluid is 7% brine		
Test Quality:	Low	Moderate	High (circle)
			Shut In (Yes or No (circle))

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 10 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time 27 (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 36 (108 m)
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 150 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 13 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing *check for Artesian conditions (flow test) + shut in*

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow *Then*
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures *- tried using e-pins but didn't work*
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. *- then manually brought down while didn't work*
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist *work* and proceed slowly and carefully with problem solving *- pulled rods, stuck in bit*
- Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: *new shear pin, checked rest of packer, packer element (rubber) was damaged, stuck in bit*
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

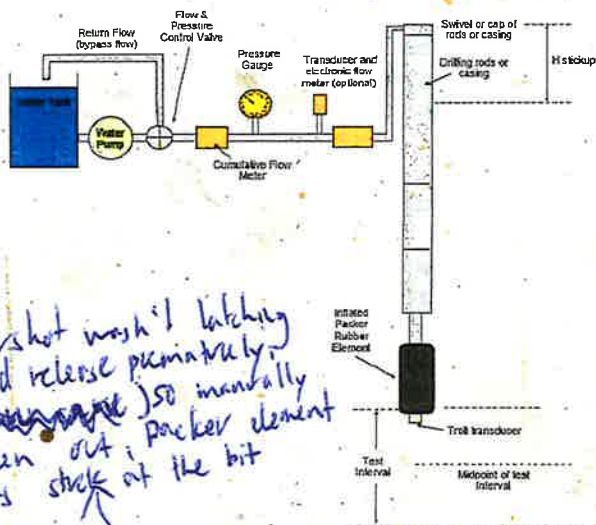
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758L3-1	Test N°	10301	Start:	Aug 13, 2021	22:00	no water
Other #:		FROM depth (m)	16.3	End:	Aug 14, 2021	02:50	-35°
Location:	Raglan	TO depth (m)	123	Test type:	Artesian flow check + Injection		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	123	Supervisor:	MB		Height of Stick Up (m)

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	100	46.45	-
1	100	45.80	0.65
2	100	45.24	0.56
3	100	44.70	0.54
4	100	44.12	0.58
5	100	43.58	0.54
6	100	43.02	0.56

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
23:26 Artesian flow test check			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	0	37.45	-
1	0	37.45	0
2	0	37.45	0
3	0	37.45	0
4	0	37.45	0
5	0	37.45	0
6	0	37.45	0
7	0	37.45	0
8	0	37.45	0
9	0	37.45	0
10	0	37.45	0

Start of injection test at: 23:49			
0	100	36.05	-
1	100	35.48	0.57
2	100	34.90	0.58
3	100	34.32	0.58
4	100	33.78	0.54
5	100	33.22	0.56
6	100	32.66	0.56
7	100	32.10	0.56
8	100	31.56	0.54
9	100	31.00	0.56
10	100	30.44	0.56

Additional Comments:

Packer pumped down

Packer sealed at: 23:00

Packer inflation at: 23:08 at 150 psi

1st shut-in: 23:10 to 23:23

Pin sheared at 23:25 at 800 psi

After pin sheared first filled with water then pump off for first flow test (check for artesian conditions) (none seen)

2nd shut-in at: 23:32 - 23:40

3rd Recovery with values open, pump off from: 23:55 to: 00:10

overshot wasn't latching (would release packer) 50 manually taken out, packer element was stuck at the bit

but didn't seem to have been latched and we couldn't pull out the wireline (possibly stuck?) so we pulled rods

Tried displacing with lowered wireline @ 21:05 again @ 1:30 started pulling rods out after trying to use vibrator 25 mins

← but hole is tight so couldn't. Tried pulling up on rods (went to 1500psi) to deflate packer but e-pins didn't break?

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4760L5-1	Test N°	01	Start:	Aug. 17, 2021	23:20	Static water depth (m)	
Other #:		FROM depth (m)	523	End:	Aug. 18, 2021		Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	63	Test type:	Artesian		Planned Test Pressure (psi)	/
Project #:		Drilled depth (m)	63	Supervisor:	MB		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:	
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No
Geology:	Sediments with a few rocky structures, water flow started at 54-57m with a structure at 60.75-60.88
Test Zone Fluids:	Brine
Test Quality:	Low Moderate High (circle) Shut In: <u>Yes</u> or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clear: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 12m (4 rods)
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection - a bit wavy in areas with a few bulges but smaller than tool joint diameter
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min) released into hole
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 200 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures ~0.5L/min
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
 - Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Leak: 10-15
 Flow: 5-15 (5 stable)
 Shut-in: 45 min
 2nd flow: 30-45
 2nd shut-in: 45 min

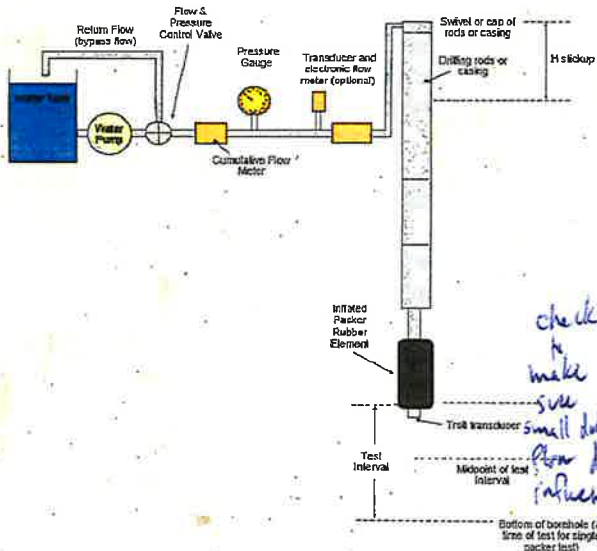


Borehole Location	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)
Drillhole #: 7D4760 LS-1	Test N°: 01	Start: Aug. 17, 2021	23:20
Other #:	FROM depth (m): 52.3	End: Aug. 18, 2021	
Location: Roglan	TO depth (m): 63	Test type: Artesian flow	
Project #:	Drilled depth (m): 63	Supervisor: MB	
		Static water depth (m)	
		Dip (°)	
		Rod Size	NQ
		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	500	42.2	
1	520	91.65	0.55
2	540	91.15	0.5
3	540	90.65	0.5
4	540	90.10	0.55
5	550	89.60	0.5
6	550	89.1	0.5

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm) 00:35 - 00:48			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	0.5 gauge	95.9	-
1	0.5	97.5	1.6
2	0.5	99	1.5
3	0.5	100.45	1.5
4	0.5	101.9	1.5
5	0.5	103.2	1.3
6	0.5 gauges	104.6	1.4
7	0.5 read	105.9	1.3
8	0.5 zero	107.3	1.4
9	0.5	108.6	1.3
10	0.5	109.9	1.3
11	0.5	111.2	1.3
12	0.5	112.5	1.3
00:48 - 00:50			
Check →	00:50 - 00:55		
0	0	16.1	-
1	0	17.4	1.3
2	0	18.6	1.2
3	0	19.8	1.2
5	0	22.1	1.2

Additional Comments:

Packer flooded down
 Then pumped into place
 isolation at 200-300 psi
 Rod leak / 1st shut-in:
 00:18 - 00:31
 at 550 psi

Pin stuck at: 00:32
 at: 900 psi

1st: flow test →
 gauges don't register
 pressure (est 0-5)

2nd shut-in
 00:47 - closed valve but then opened again
 00:48 stopped drill flow
 restarted test
 since there was still some (trickle)
 flow from drill but bypass
 was open so test still ok

2nd shut-in: 00:55 - 01:40

0	0 psi	10	10	95 psi
1	60 psi	15	15	100 psi
2	75 psi	20	20	102 psi
3	80 psi	25	25	105 psi
4	82 psi	30	30	108 psi
5	86 psi	35	35	

gauge 1.3

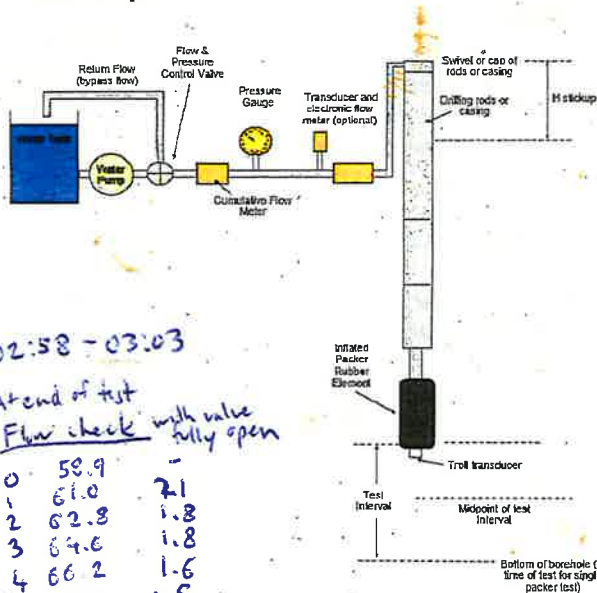
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4760 LS-1	Test N°	01	(dd/mm/yy)	Aug. 17, 2021	(hh:mm)	23:20
Other #:		FROM depth (m)	52.3	Start:	Aug. 17, 2021	23:20	
Location:		TO depth (m)	63	End:	Aug. 18, 2021	04:00	Dip (°)
Project #:		Drilled depth (m)	63	Test type:	Artesian (Recession)		Rod Size
				Supervisor:	MB		Height of Stick Up (m)
							NO

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



02:58 - 03:03

At end of test
Flow check with valve fully open

0	58.9	-
1	61.0	2.1
2	62.8	1.8
3	64.6	1.8
4	66.2	1.6
5	67.7	1.5

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	35	23.2	-
1	30	24.7	1.5
2	25	26.1	1.4
3	25	27.3	1.2
4	23	28.6	1.3
5	22	29.8	1.2
6	21	31.0	1.2
7	21	32.1	1.1
8	20	33.3	1.2
9	20	34.4	1.1
10	20	35.5	1.1
11	20	36.6	1.1
12	20	37.7	1.1
13	20	38.8	1.1
14	20	39.8	1.0
15	20	40.9	1.1
20	20	46.3	1.1
25	19	51.6	1.1
30	19	56.8	1.0

Additional Comments:

Last shut-in from 02:12 to 02:57

with valve closed

Min	Pressure	Min	Pressure
0	20	10	100
1	80	15	103
2	85	25	107
3	90	35	110
4	93	45	110
5	95		

opened valve @ 02:57:30

Quick check on flow rate for 5 min

02:58 - 03:03 (good)

Tried to lift deflation sub by hand then

Tried with wireline to pull

after 5 min, then tried

raising rods 5cm but didn't

notice that the B-pipe broke.

Let packer deflate another 15 mins

(unsure why it isn't deflating)

@ 03:40 tried again lifting rods

giving time and then

trying again to pull out with

wireline @ 03:53

↳ finally started coming

out @ 03:55

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

460 431

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:	7D47605-1	Test N°	02	Start:	Aug. 18, 2021	21:40	Static water depth (m)
Other #:		FROM depth (m)	76.3	End:			Max. injection P=1.4xDepth (psi)
Location:	Raglan	TO depth (m)	84	Test type:	Artesian (Recession)		Planned Test Pressure (psi)
Project #:		Drilled depth (m)	84	Supervisor:	MB		Test Fluid Viscosity (sec)

Target: Few structures at 78-81m, slightly higher flow, one structure at 81-84m

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: Sediments

Test Zone Fluids:

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clear NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3 (9m)
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection 2-3 small bulges at either end but
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds goes through bit
- Test seal ring and other O-rings check lithium greased deflation rub
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 1 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=_____psi Inflation time=_____min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=_____min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:	7D4760LS-1	Test N°	02A	Start:	Aug. 14, 2021	00:10	Static water depth (m)
Other #:		FROM depth (m)	76.3	End:			Max. injection P=1.4xDepth (psi)
Location:	Raglan	TO depth (m)	84	Test type:	Artesian (Recession)		Planned Test Pressure (psi)
Project #:		Drilled depth (m)	84	Supervisor:	MB		Test Fluid Viscosity (sec)

Target:	Structures at 78-81 and 81-84m, higher flow than last packer test.	
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No	
Geology:	Sediments	
Test Zone Fluids:	Brine	
Test Quality:	Low Moderate High (circle)	Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is Clear: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3 (129 m)
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection few bulges at ends not goes through bit
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= _____ psi Inflation time= _____ min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4760L5-1	Test N°	2B	Start:	19/08/21	12:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	76.3	End:	19/08/21	16:15	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	105
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	84.0	Test type:	SHUT IN / FLOW REC.		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:	1CG037.000	Drilled depth (m)	84.0	Supervisor:	D.M.		Test Fluid Viscosity (sec)	✓

Target: 3 NARROW FRACTURE ZONES BETWEEN 79 & 82 m.

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: SILICIFIED SEDIMENTS.

Test Zone Fluids: FORMATION WATER

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min) AFTER TRIPPING & RODS BACK IN FOLLOWING SURFACE TEST
- Test fluid viscosity: Yes or No
- Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: RED O-RING, MLR DRING, 800 PSI PIN
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time ~0.5 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 175 psi Inflation time= ~2 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 24 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: NO - PIN BREAK @ ~850 psi?

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow YES, WATER FLOWING @ 1.24 min BUT NOT PACKER BYPASS... IT'S FROM FORMATION ABOVE TEST ZONE.
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: NO PRESSION FLOW. BUT P up to 40 during shut in.
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. (20min) 2nd FLOW TEST O FLON, O P FINAL SHUT IN @ 2:51pm
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= 20 min, Problems? NO
- Remove packer tool & inspect:
 - Inspection: ALL GOOD.
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

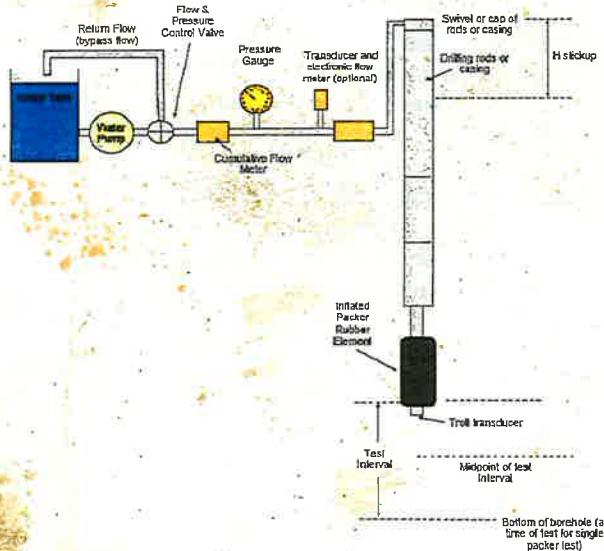
Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D 4760 L5 - 1	Test N°	2 B	19/08/21	12:30	0	
Other #:		FROM depth (m)	76.5	End:	19/08/21	Dip (°)	
Location:	DAGUAN	TO depth (m)	84.0	Test type:	FLOW RECESSON	-58	
Project #:		Drilled depth (m)	84.0	Supervisor:	JMAC	Rod Size	
						NQ	
						Height of Stick Up (m)	

12:57pm

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	200	44.17	—
1	200	44.10	0.07
2		44.01	0.09
3		43.95	0.06
4		43.88	0.07
5		43.82	0.06
6	✓	43.76	0.06

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
			13:20
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	0	47.5	—
1	0	47.5	0
2	0	47.5	0
9	0	47.5	0
10	0	47.5	0
SECOND FLOW TEST:			
70	0	48.5	0
71	0	48.5	0
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79	↓	↓	↓
80	0	48.5	0

Additional Comments:

NOTE: FLOW METER BACKWARD FOR RECESSON TESTING.

LEAK TEST GOOD. (200PSI FLOW 12:55pm to 13:06), INCREASED TO 750 PSI GRADUALLY, WATER OFF @ 13:12

PIN BREAK @ 13:19 (~850 PSI)

INITIAL FLOW TEST: 0 FLOW/10MIN

13:30 : SHUT IN.

13:49 : 15 psi

13:54 : 20 psi

13:59 : 25 psi

14:03 : 30 psi

14:10 : 35 psi

14:29 : 40 psi

14:30 FLOW TEST

↳ OPENED VALVE SLIGHTLY BUT ALL PRESSURE BED OFF.

14:51 : FINAL SHUT-IN

14:51 : 0 PSI, 15:00 : 0 PSI

15:04 : 10 psi 15:08 : 15 psi

15:12 : 20 psi 15:15 : 25 psi

15:18 : 30 psi 15:21 : 35 psi

15:26 : 40 psi 15:33 : 45 psi

15:36 ~45.5 psi

15:37 : OPEN VALVE.

15:39 : INJECTED FOR 2min @ 100PSI TO SEE RESPONSE. NO FLOW.

15:47 : DEFLATION BY WIRELINE (20min) ALL GOOD.

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)



Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	70476015-1	Test N°	3	Start:	20/08/21	10:00	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	85.3	End:	20/08/21	14:30	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	119
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	114.0	Test type:	SHUT IN / FLOW REC.		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:	ICG037	Drilled depth (m)	114.0	Supervisor:	DMAC		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: CHARACTERIZATION OF ROCKMASS ACROSS LARGER INTERVAL W/ MOD FF/M & VERY FEW MINOR STRUCTURES

Drilling comments: Water Return (circle) Yes or No - ARTESIAN

Geology: SILICIFIED SEDS

Test Zone Fluids: FORMATION WATER.

Test Quality: Low Moderate High (circle) Moderate Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No Yes
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 10
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: 250 PIN
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 5 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems) BUMP & SPIN THEN PERFECT SEAL
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 200 psi Inflation time= 2 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 22 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: FLOW TEST: ZERO FLOW

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow, YES FLOW OUT OF CASING FROM ABOVE TEST ZONE
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly) 2nd
Pressurizing problems?: FOR FLOW TEST, COULD NOT STABILIZE P.
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures BOKE BY E-PIN W/ 200PSI PRESSURE
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 20 min, Problems? Difficulty unlatching - EVENTUALLY CAME FREE
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: E-PIN BOKE BUT ELEMENT AGAIN W/ CORRESPONDING APPEARANCE.
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

↓
RINSED, CLEANED W/ FRESH WATER!

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4760LS-1	Test N°	3	20/08/21	10:00	0	
Other #:		FROM depth (m)	85.3	20/08/21	14:30	-58	
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	114.0	Test type:	FLOW REPRESSION/SPLIT IN		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	114.0	Supervisor:	DMAC		Height of Stick Up (m)
						2.4m	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	300	43.52	—
1	300	43.51	0.01
2	300	43.51	0
3	300	43.51	0
4	300	43.51	0
5	300	43.51	0
6			

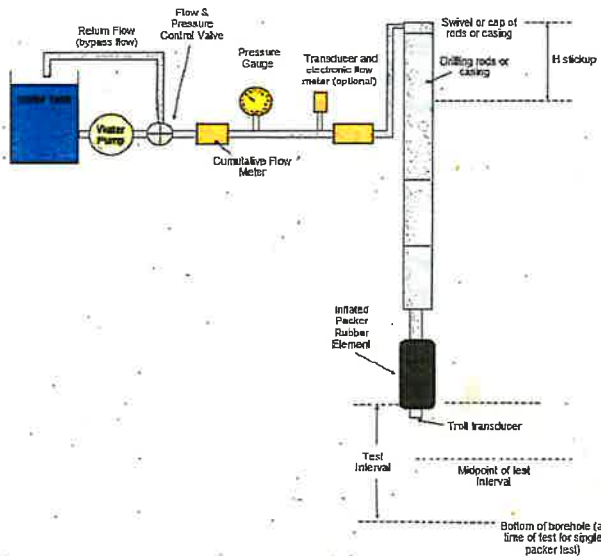
Proceed if <0.5L/min

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
11:15			
0	0	46.20	
1	0	46.35	0.15
2	0	46.37	0.02
3	0	46.37	0.0
4	0	46.37	0
5	0	46.37	0
6	0	46.37	0
7	0	46.37	0
64	40-50	* MANUAL MEASUREMENTS	0.22
66	30-35		0.20
69	25-30		0.18
72	23		0.14
77	25		~0.17
84	17-20		0.10

Additional Comments:

10: : INFLATED
 10:51 - 11:14 : LEAK TEST / SPLIT IN
 11:14 PIN BREAK
 11:15 - 11:23 : FLOW TEST
 11:23 - 12:30 : SPLIT IN
 12:30 - 12:57 : FLOW TEST
 COULD NOT STABILIZE PRESSURE... FLOW TOO LOW TO MEASURE W/ FLOW METER TOOK MANUAL REPT MEASUREMENTS
 12:57 - 12:43 : SPLIT IN
 13:45 - 13:49 : INJECTION @ 100 PSI (SHOULD HAVE TRIED HIGHER PRESSURE IN HAND SIGHT)
 13:53 : BROKE E-PIN WHILE PRESSURED UP @ ~200 PSI.
 14:15 : PULLING WIRELINE BUT EXPERIENCING HIGH TENSION. LIFTED RODS A BIT, ETC AND CAME FREE.

Test Set Up



* PACKER ELEMENT AGAIN WITH CORKSCREW APPEARANCE UPON REMOVAL

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D 4758 L2-2	Test N°	1	Start:	25/08/21	8:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	37.3	End:	25/08/21	13:20	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	42m	Test type:	FLOW RESSION / S.I		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	42m	Supervisor:	D. MacDONNELL		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: ARTESIAN FLOW FROM 37.50 - 42 M.

Drilling comments: Water Return (circle) - ~~Yes~~ or No

Geology: UGTRAMATICS, MOD-HIGH FF/M, SOME FRACTURE ZONES.

Test Zone Fluids: FORMATION FLUIDS

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut in: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 60 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time 30.2 (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection (UNAVY BUT OIL)
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds: RE-GREASED
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 500 PIN
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 2 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=200 psi Inflation time=0.5 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures → 0 LEAK @ 300PSI
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow AFTER INFLATION, NO FLOW @ CASING.
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= _____ min, Problems? UNABLE TO DEFLATE BY E-PIN.
- Remove packer tool & inspect: OK
Inspection: OK - E-PIN NOT BROKEN. CHECKED TAM VALVE. ALL GOOD
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location	Drillhole #:	7D4758 L2-2	Test N°	3	Date (dd/mm/yy)	25/08/21	Time (hh:mm)	8:30	Static water depth (m)	0
	Other #:		FROM depth (m)	37.3		25/08/21		13:20	Dip (°)	-73
	Location:	RAGLAN	TO depth (m)	42.0	Test type:	FLOW RESSIONS, SHUT IN			Rod Size	NØ
	Project #:		Drilled depth (m)	42.0	Supervisor:	D. MACDONNELL			Height of Stick Up (m)	2.70m to TOP

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	300	41.65	—
1	300	" "	0
2	300	" "	0
3	300	" "	0
4	300	" "	0
5	300	" "	0
6	300	" "	0

Proceed if <0.5L/min

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
9:55			
0	0	052.5	—
1	0	071.8	19.3
2	0	090.5	18.7
3	0	108.4	17.9
4	0	126.4	18.0
5	0	144.2	17.8
6	0	162.0	17.8
7	0	179.6	17.6
8	0	197.2	17.6
9	0	214.8	17.6
10	0	232.3	17.5
11	0	249.7	17.4
12	0	267.1	17.4
13	0	284.5	17.4
14	0	302.9	17.4
15	0	319.3	17.4
16	0	336.7	17.4
10:52 am	120	351.5	—
58	115	363.6	12.1
59	112	375.4	11.8
60	110	387.2	11.8
61	110	399.0	11.8
62	110	410.7	11.7
63	110	422.4	11.7
64	110	434.0	11.6

Additional Comments:

RELEASE @ 9:19am, SEALS @ 9:23

PERFECT SEAL.

9:33:30 START INFL.

9:35:30 INFLATED

ONLY TRICKLE @ CASING NOW

100% ~ 5L to FILL. @ ~ 200psi

9:51: BALKED OFF P to check that packer is NOT DELUATING

↳ NO CHANGE IN FLOW @ CASING

STILL TRICKLE... MUST BE FROM ABOVE TEST ZONE.

10:11:36 : SHUT IN.

INITIAL P: 200psi.

10:15 : 230psi.

10:30 : 2834 psi

10:52: FLOW TEST @ 100-120 psi

11:21 SHUT IN.

220 psi @ FIRST.

12:08 OPENED VALVE FOR SAMPLE:

12:08-12:18 SAMPLING.

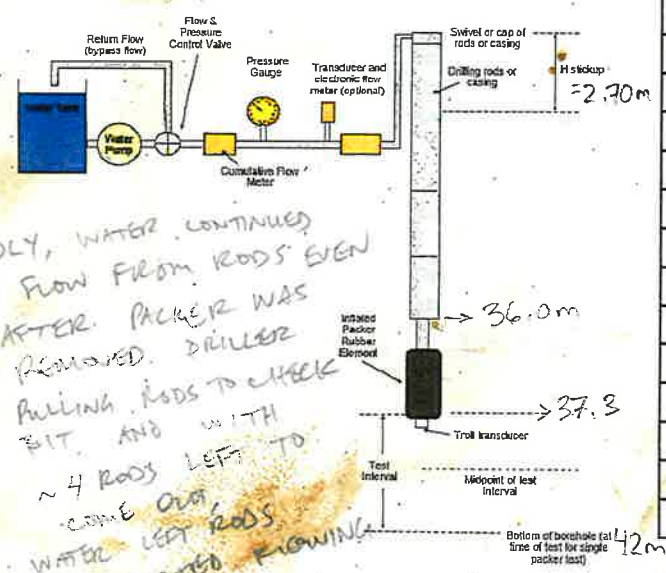
12:29 LIFTED RODS TO BREAK E-PIN WITH ~250psi pressure

Put on NOT FREE P.N

BREAK: 100% 2 RODS OFF-

12:48 Going in w/ WIRELOG COMING UP.

Test Set Up



* ODDLY, WATER CONTINUED TO FLOW FROM RODS EVEN AFTER PACKER WAS REMOVED. DRILLER PULLING RODS TO CHECK BIT AND WITH ~4 RODS LEFT TO COME OUT WATER LEFT RODS AND STARTED FLOWING @ CASING.

65	110	445.7	11.7
66	110	457.4	11.7
67	~108	469.0	11.6
68	~108	480.6	11.6

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	02	Start:	25/08/21	20:00	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	43.3	End:	26/08/21	2:00	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	48.0	Test type:	Flow Recession/ST		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	48.0	Supervisor:	DMac/KJEL		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: Artesian Flow from 43.3 - 48m

Drilling comments: Water Return (circle) - Yes or No Artesian Flow

Geology: Ultramafic

Test Zone Fluids: Formation Fluids

Test Quality: Low Moderate High (circle) High Shut In: Yes or No (circle) Yes

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____(min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time 31.8 (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 800 pin, shear pin
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 6 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 300 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow No flow from casing
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. → wait 15
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= _____ min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect: Missing Emergency Deflation O-ring
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

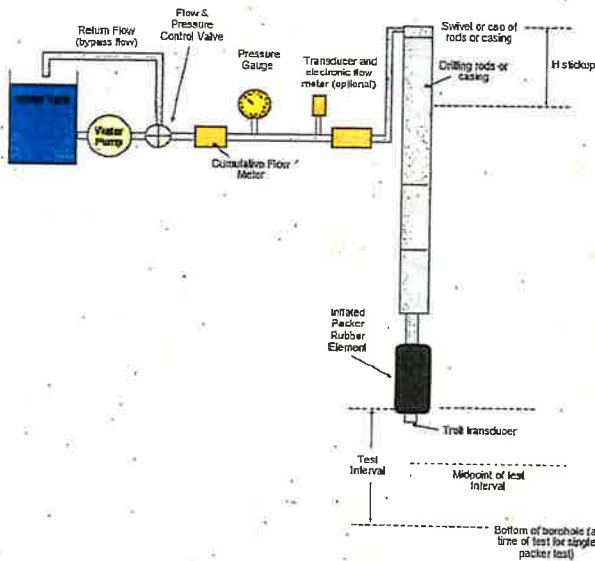
Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	02	(dd/mm/yy)	25/08/21	(hh:mm)	20:00
Other #:		FROM depth (m)	43.3	End:	26/08/21	2:00	Dip (°)
Location:	Raglan	TO depth (m)	48.0	Test type:	Recession test / S.I		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	48.0	Supervisor:	DMac/KJEL		Height of Stick Up (m)
							0
							-73°
							NØ
							2.70

Rod Leak Test 20:48

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	400	36027.0	0
1	400	36022.0	0
2	400	36022.0	0
3	400	36022.0	0
4	400	36022.0	0
5			
6			

Proceed if <0.5L/min

Test Set Up



Flow Rate Measurements 21:04

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm) 25/08/21

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	—	36053	
1	—	36092	39
2	—	36130	38
3	—	36168	38
4	—	36205	37
5	—	36243	38
6	—	36280	37
7	—	36317	37
8	—	36354	37
9	—	36391	37
10	—	36328	37
11	—	36365	37
22:35	110	36476.2	
1	92	36496	20
2	93	36520	24
3	94	36544	24
4	95	36568	24
5	96	36591	23
6	97	36614	23
7	98	36638	24
8	99	36661	23
9	100	36685	24
10	101	36708	23
11	102	36731	23
12	103	36755	24

Additional Comments:

Release @ 20:23
 Sealed @ 20:37
 ↳ No leaks visible
 Leak test @ 20:48
 ↳ blocked off pressure
 and packer stayed inflated
 Start Initial Flow test @ 21:04
 Break pin @ 21:03
 ↳ @ ~975 psi
 Shut in @ 21:16
 ↳ initial = 200 psi
 Long shut as had to drop Dave off on surface
 22:32 pressure = 220 psi
 22:35 Flow test @ 110 psi - 99 psi
 23:12 Shut - IN
 Initial = 210 psi
 23:47 = 220 psi
 00:00 OPENED VALVE FOR SAMPLE
 00:07 FIELD PARAMETERS
 PRESSURE UP TO 350 PSI
 00:15 Lifted Rod to break
 Friction pin. Worked 1st try
 wait 15 min to de-flate
 00:30 Tried to pull up
 stuck on bit
 00:50 still stuck

104	100	778	23
105	100	801	23
106	100	825	24
107	100	848	23

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	704758L2-2	Test N°	02	25/08/21	20:00	0	
Other #:		FROM depth (m)	43.3	26/08/21	8:00	Dip (°)	
Location:		TO depth (m)	48	Test type: Flow Rec / Shut In		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	48	Supervisor: DMac / KJel		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

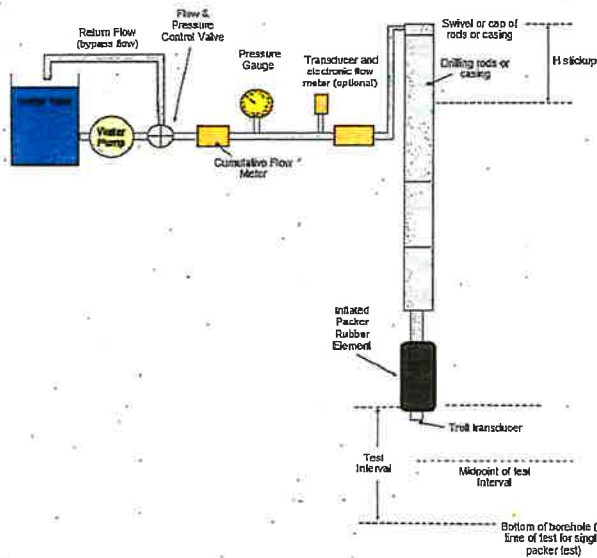
Proceed if <0.5L/min

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
21:04			
108	100	871	23
109	100	894	23
110	100	917	23
111	100	941	24
112	100	964	23
113	100	987	23
114	100	37011	24
115	100	37034	23
116	99	057	23
117	99	080	23
118	99	103	23
119	99	127	24
120	100	150	23
121	100	173	23
122	100	196	23
123	100	219	25
124	99	242	23
125	99	265	23
126	99	289	24
127	99	312	23
128	99	335	23

Additional Comments:

Can't get packer
 unfree with wireline
 - Spun half turn
 - shook rods
 - Tannick says
 stuck on rubber
 1:26 pull rods
 1:55 Nothing appears stuck
 2:07 pull packer with
 wire line -> not stuck
 out at 8:10

Test Set Up



Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D 4758L2-2	Test N°	03	Start:	26/08/21	11:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	46.3	End:	26/08/21	16:30	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	BAGLAN 1050 WL	TO depth (m)	60.0	Test type:	FLOW RECESSION/SHUT IN		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	60.0	Supervisor:	D. MacDONNELL		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:
Drilling comments:
Geology:
Test Zone Fluids:
Test Quality:

INCREASE IN ARTESIAN FLOW FROM 48-60M (+20L) ACROSS MODELLED "WATER FAULT"	
Water Return (circle) - Yes or No	
Geology: ULTRAMAFICS w/ MOD - HIGH FF/M AND LOCAL NARROW PEBBLE ZONES. SUBSIDED JS COMMON.	
Test Zone Fluids: FORMATION WATER	
Test Quality: Low Moderate High (circle)	Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 15 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time 30 (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 5
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection → SLIGHTLY WAVY BUT OK - SLIGHT BEND NOTICED IN MANDREL THOUGH.
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 800 PIN, E-PIN
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time N/A (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=250 psi Inflation time=0.5 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: NO. PACKER INFLATED w/ ~4.5L WATER AND HELD.

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: N/A
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. (20 MINS)
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=20 min, Problems? YES - HAD TO PULL RODS - BUT STUCK ON LANDING SHOULDER AGAIN - HAD TO STRIKE w/ HAMMER TO REMOVE
- Remove packer tool & inspect: v. small leak @ top of rods. NO LEAK AFTER INFLATION THOUGH.
- Inspection: OK.
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)
Drillhole #: 7D 4758 L2-2	Test N°: 3	26/08/20	11:30	0
Other #:	FROM depth (m): 46.3	End: 26/08/21	16:30	Dip (°): -73
Location: RAGLAN	TO depth (m): 60.0	Test type: Flow Recession SHUT IN	Supervisor: D. MacDONNELL	Rod Size: NO
Project #:	Drilled depth (m): 60.0			Height of Stick Up (m): 2.7m

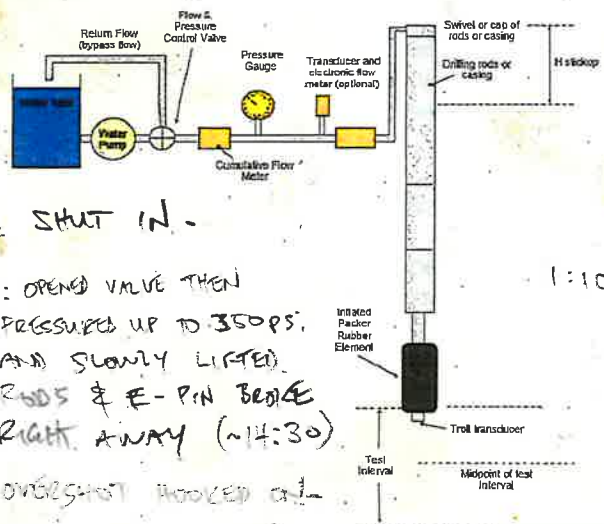
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	400	524.65	→
1	400	"	0
2	400	"	0
3	400	"	0
4	400	"	0
5	400	"	0
6	400	"	0

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
12:12			
0	0	558.5	—
1	0	593.5	35.0
2	—	628.5	35.0
3	—	663.5	35.0
4	—	698	34.5
5	—	733	35.0
6	—	767.5	34.5
7	—	802.0	34.5
8	—	837.0	35.0
9	—	871.5	34.5
10	—	906.0	34.5
11	—	940.5	34.5
12	—	975.5	35.0
58	—	989.85	—
59	115	1007.3	17.45
60	115	1027.0	19.7
61	115	1046.5	19.5
62	115	1065.9	19.4
63	115	1085.4	19.5
64	115	1104.8	19.4

Δ time	P	L	Q
69	115	201.9	19.5
70	113	221.4	19.5
71	113	240.7	19.3
72	113	260.0	19.3
73	113	279.4	19.4
74	113	298.7	19.3
75	113	318.0	19.3
76	113	337.4	19.4
77	113	356.8	19.4
78	113	376.2	19.4
79	113	395.6	19.4
80	113	414.9	19.4
81	112	434.2	19.3
82	113	453.6	19.4
83	113	472.8	19.2
84	113	492.1	19.3
85	113	511.4	19.3

12:00

12:07 Test Set Up
12:08



13:41 : SHUT IN.

~14:29 : OPENED VALVE THEN PRESSURED UP TO 350PSI AND SLOWLY LIFTED RODS & E-PIN BEHIND RIGHT AWAY (~14:30)

15:50 OVERSHOT HOOKED ON

PAUSED RODS TO ROUTE PACKER LANDING SHOULDERS STRUCK TO BIT.

Proceed if <0.5L/min

1:10

↗

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)		
Drillhole #:	7D4758L2-Z	Test N°	04	27/08/21	8:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	73.3	27/08/21	13:15	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	87.0	FLOW RESSION/SHUT-IN		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:	ICG037.000	Drilled depth (m)	87.0	D. MAZDONKIEU		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: Lower FF/M + 10cm MS

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: ULTRAMAFIC

Test Zone Fluids: FORMATION WATER

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes (circle) or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or FLUSHED WITH ARTESIAN FLOW FOR 20 mins (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
- Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 5
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection → NEW
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds SMOOTH AS CAN BE
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: BIT SUB, MANDREL, E-PIN, ROD PIN, PACKER GLAND.
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place → UP TO 200 PSI.
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=~275psi Inflation time=0.5 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 54 min, 60 min.
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: NO.

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure, ~95
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly.
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: N/A.
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time=20 min, Problems? NO. DEFLATED BY E-PIN W/ 375psi.
- Remove packer tool & inspect:
- Inspection: ALL GOOD - NO MARKS OR WAVES ON ELEMENT.
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

FRANCOIS & Paul
 STOPPED BY: SAID SOME WATER
 RUNNING ON WALLS @ 1080 LEVEL.

315

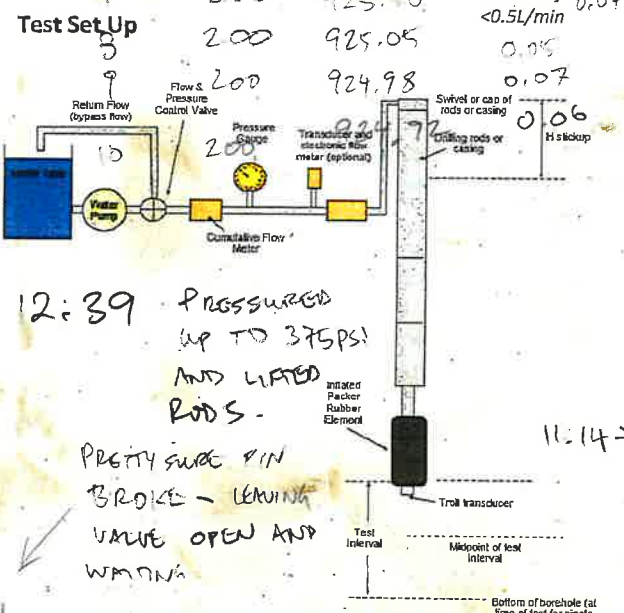
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758.L2.2	Test N°	04	27/08/21	8:30	0	
Other #:		FROM depth (m)	73.3	End:	27/08/21	Dip (°)	
Location:	RAGLAN	TO depth (m)	87.0	Test type:	FLOW RECESSION / SHUT-IN	Rod Size	
Project #:	1CG037.000	Drilled depth (m)	87.0	Supervisor:	DMA	Height of Stick Up (m)	
						NO	
						2.7	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	400	925.45	—
1	400	925.37	0.08
2	400	925.28	0.09
3	400	925.20	0.08
4	400	925.12	0.08
5	200	925.18	—
6	200	925.17	0.01
7	200	925.10	0.07
8	200	925.05	0.05
9	200	924.98	0.07

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)		10:05	
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
10:05	0	930.1	—
1	—	942.6	12.5
2	—	955.0	12.4
3	—	967.4	12.4
4	—	979.8	12.4
5	—	992.2	12.4
6	—	1004.5	12.3
7	—	1016.9	12.4
8	—	1029.3	12.4
9	—	1041.9	12.6
10	—	1054.3	12.4
11	—	1066.5	12.2
12	—	1078.7	12.2
13	—	1091.0	12.3
14	—	1103.3	12.3
15	—	1115.6	12.3
11:15	95	1121.2	—
11:16	95	1128.0	6.8
11:17	95	1135.0	7.0
11:18	95	1141.9	6.9
11:19	95	1148.8	6.9
11:20	95	1155.6	6.8
11:21	95	1162.5	6.9
11:22	95	1169.3	6.8

NEW MANDREL, NEW GLAND, NEW BIT SUB/SHOULDER PUMPED PACKER.
SEALED @ ~9:40:45.
NO LEAK. 9:41-9:51
↳ LETTING TRAVEL PULVER COLLECT P DATA.
START L: 928.9L 925.8
PIN BREAK @ 10:04:30 @ 950psi
INITIAL FLOW TEST: 10:05-10:20
SHUT IN: 10:20-11:14
↳ 174PSI START. 10:32:17 6 psi
10:56: 177 psi
FLOW TEST: 11:14 -
time P L Q
11:23 95 176.2 6.9
11:24 " 183.0 6.8
11:25 " 189.85 6.85
11:26 " 196.7 6.85
11:27 " 203.55 6.85
11:28 " 210.40 6.85
11:29 " 217.3 6.90
11:30 " 224.2 6.9
11:31 " 231.15 6.95
11:32 " 238.05 6.90
11:33 " 244.95 6.9
11:34 " 251.8 6.85
11:35 " 258.7 6.90



12:39 PRESSURED UP TO 375PSI AND LIFTED RODS.

PRETTY SURE PIN BROKE - LEAVING VALVE OPEN AND WAITING

11:14 → PREVIOUSLY OPEN VALUE FOR FLOW TEST.

12:35: OVERSHOT GOING IN.

@12:43 TRIED P & AGAIN JUST IN CASE BUT COULDN'T GET TO NEARLY WHERE IT WAS BEFORE SO DEFINITELY FRANKING.

11:35: SHUT-IN (174psi)

12:35 11:54am: 175psi

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	05	28/08/21	00:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	97.3	28/08/21	4:00	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Roglan	TO depth (m)	105.0	Flow Recession/ST		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	105.0	K Jellicoe		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:	High Competent Rock					
Drilling comments:	Water Return (circle) - Yes or No					
Geology:	Ultramafic - few fractures					
Test Zone Fluids:	B Formation Fluid					
Test Quality:	Low	Moderate	High (circle)	Shut In: (circle) Yes or No (circle)		

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clear: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No (circle)
 - Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 3
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 4 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump.

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
 - Packer inflation (P=400 psi Inflation time= 1 min)
 - Measure system leak flow rate at planned test pressures
 - Shut in Test time = 45 min
 - Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow No flow from casing
- Pressurize system to planned test pressure.
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. -waited 15 min
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= 1 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
 - Inspection: All good. Replace: 800 pin E-shear pin
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Deflated quickly
water from formation
me flow instantly

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date		Time			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	05	Start:	28/08/21	00:30	Static water depth (m)	0m	
Other #:		FROM depth (m)	97.3	End:	28/08/21	00:30	Dip (°)	-73	
Location:	Raglan	TO depth (m)	105.0	Test type:	Flow Recession / S.I.		Rod Size	NQ	
Project #:		Drilled depth (m)	105.0	Supervisor:	K Jellicoe		Height of Stick Up (m)	2.70	

852.2 Rod Leak Test

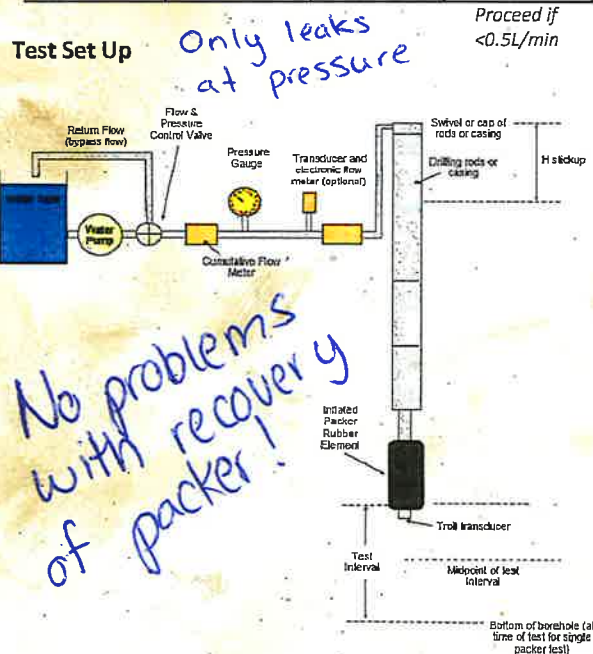
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	500	847.8	
1	500	847.6	0.2
2	500	847.4	0.2
3	500	847.2	0.2
4	500	847.0	0.2
5	500	846.8	
6			

Flow Rate Measurements

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
1:06 28/08/21			
0	-	850.9	
1	-	849.4	
1	-	853.9	3
2	-	857.4	3.5
3	-	860.9	3.5
4	-	864.4	3.5
5	-	867.9	3.5
6	-	871.85	3.6
7	-	875.1	3.6
8	-	878.6	3.5
9	-	882.2	3.6
94	110	882.2	
95	110	884.9	2.7 ^x
96	110	886.0	1.1
97	110	887.1	1.1
98	110	888.3	1.2
99	110	889.5	1.2
100	110	890.7	1.2
101	110	891.9	1.2
102	110	893.1	1.2
103	110	894.3	1.2
104	110	895.5	1.2
105	110	896.7	1.2
106	110	897.9	1.2
107	110	899.1	1.2
108	110	900.3	1.2

Additional Comments:

Can't release. Need to pump down.
 Start pumping @ 00:44
 Seated at 00:48
 ↳ No leaks visible at rods.
 Leak test @ 00:58
 ↳ bladder inflated ~1 min
 ↳ back off pressure and
 Break pin @ 1:06 ~ 980 psi
 Start Initial flow test @ 1:06
 Shut In @ 1:15
 ↳ initial = 150 psi
 final = 165 psi
 Flow test @ 110-110 psi
 Shut IN @ 2:30
 ↳ initial = 155 psi
 ↳ final = 167 psi
 Field parameter sample @
 and at 3:10
 Pressure up to 350 psi
 Lift rods @ 3:14
 E-pin broke first try
 wait 15 min to deflate
 pull up packer @ 3:29



Only leaks at pressure
 Proceed if <0.5L/min
 No problems with recovery of packer!

109	110	901.5	1.2
110	110	902.7	1.2
111	110	903.9	1.2
112	110	905.2	1.3

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	06	Start:	28/08/21	19:45	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	121.3	End:	29/08/21	19:45	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	132.0	Test type:	Injection/S.I.00:15		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	132.0	Supervisor:			Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:	Competent Rock	
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No	
Geology:	Ultramafic	
Test Zone Fluids:	Formation Fluids	
Test Quality:	Low Moderate High (circle)	Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No (circle) _____
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 4
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 800 pin, E-pin
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit) Drillers greased
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 10 (min) Had to spin rod 1/2 turn to seat
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 300 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 45 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow water flowing from casing < 0.05 l/min
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 12 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: Bladder starting to show bumps
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	06	28/08/21	19:45	0	
Other #:		FROM depth (m)	121.3	29/08/21	00:15	73	
Location:	Raglan	TO depth (m)	132.0	Test type:	Injection / S.I.	Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	132.0	Supervisor:	K Jellicoe	Height of Stick Up (m)	
						2.70	

Rod Leak Test 8:34			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	41.2	550	1.1
1	40.1	550	1.3
2	38.8	550	1.2
3	37.6	550	1.2
4	36.4	550	1.2
5	35.2	550	1.2
6	33.9	550	1.3

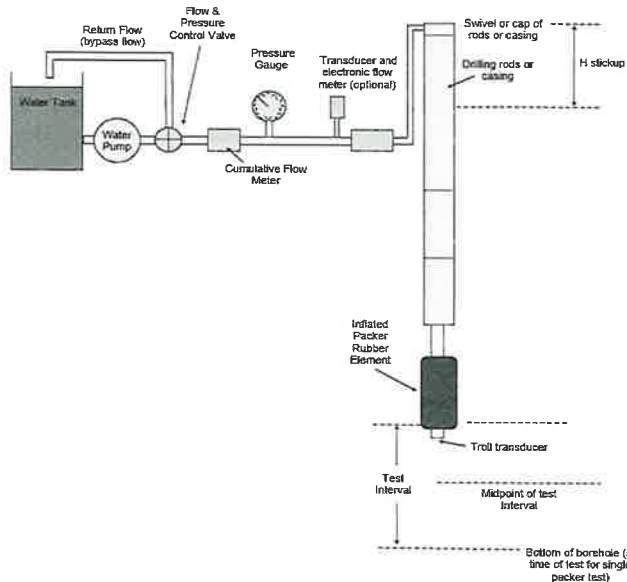
Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	0	30.72	0
1	0	30.72	0
2	0	30.72	0
3	0	30.72	0
4	0	30.72	0
5	0		
Used bucket to measure flow			
@20:54 Time to fill 1L = 3min 21sec			
@20:58 Time to fill 1L = 3min 19sec			
60	31.4	270	0.34/min
61	29.9	270	
62	29.3	270	0.6
63	28.6	270	0.7
64	27.8	270	0.6
65	27.1	270	0.7
66	26.4	270	0.7
67	25.6	270	0.8
68	24.9	270	0.7
69	270	24.1	0.8
70	270	23.3	0.8
71	270	22.5	0.8

Additional Comments:

Release packer @ 20:08
 ↳ won't go down. Will pump
 Begin pumping @ 20:10
 Seated @ 20:24
 ↳ had to spin rods 1/2 turn to seat
 ↳ some water flowing from rods
 Leak test @ 20:31
 ↳ leak on swivel @ pressure
 Break pin @ 8:48, 900psi
 Flow Rate test @ 20:54
 • No flow on meter?
 Fill bucket @ 20:54
 Time to fill 1L = 3min 21sec
 3min 19sec

Shut IN @ 21:02
 @ 21:05 = 35 psi
 @ 21:15 = 45 psi
 @ 21:30 = 45 psi
 @ 21:47 (final) = 44 psi
 will do injection test due to low flow
 Inject @ 270 psi
 ↳ visible leak at rods

Test Set Up No leak at <100 psi Proceed if <0.5L/min



72	270	21.8	0.7
73	270	21.1	0.7
74	270	20.3	0.8
75	350	19.3	1.0
76	270	18.5	0.8
77	270	17.8	0.7

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	07	Start:	29/08/21	00:15	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	100.3	End:	29/08/21	04:00	Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	132.0	Test type:	Recession		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	132.0	Supervisor:	K Jellicoe		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:	
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No
Geology:	Ultramafic
Test-Zone Fluids:	Formation Fluids
Test Quality:	Low Moderate <u>High</u> (circle) Shut In: <u>Yes</u> or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clear: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 7
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 800 pin, E pin
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit) Drillers greased
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 4 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 300 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 45 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 19 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: _____
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	07	29/08/21	00:15	0	
Other #:		FROM depth (m)	100.3	29/08/21	04:00	73	
Location:	Raglan	TO depth (m)	132.0	Test type:	Recession	Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	132.0	Supervisor:	K Jellicoe	Height of Stick Up (m)	
						2.70	

Rod Leak Test 12:35			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	380	960.2	
1	380	959.7	0.5
2	380	959.2	0.5
3	380	958.7	0.5
4	380	958.1	0.6
5	380	957.5	0.6
6	380	956.9	0.6

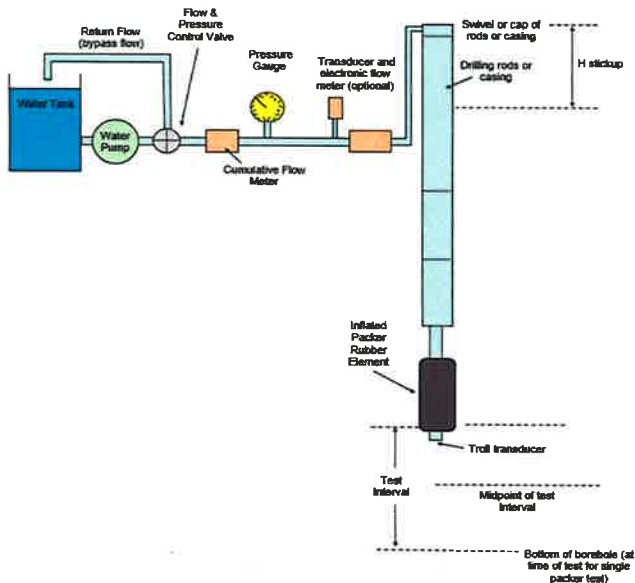
Proceed if
<0.5L/min

Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			00:47
29/08/21			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	82	960.2	960.9 6.6
1	80	959.7	967.5 6.3
2	80	959.2	973.8 6.3
3	80	958.7	980.1 6.3
4	79	958.1	986.4 6.3
5	79	957.5	992.7 6.3
6	78	956.9	990.0 6.3
7	78	956.4	1005.2 6.3
8	78	955.8	1011.5 6.3
9	77	955.2	1017.6 6.1
10	77	954.6	1023.9 6.3
11	0	1030.0	6.1
12	0	1036.2	6.2
73	82	1037.1	4.2
74	80	1041.3	3.6
75	80	1044.9	3.5
76	80	1048.4	3.6
77	79	1082.0	3.5
78	79	1055.5	3.5
79	78	1059.0	3.5
80	78	1062.5	3.5

Additional Comments:

pump down packer @ 00:29
 seated @ 00:33
 Leak test @ 00:35
 Break pin @ 00:47, 900 psi
 Flow test @ 00:47
 Shut IN @ 1:00
 initial = 130 psi
 final = 157 psi
 Flow test @ 1:45
 Field parameter @ 2:24
 Final shut In @ 2:25
 initial = 135 psi
 final = 156 psi
 Break E-pin @ 3:11
 wait 14 min to deflate
 pull packer @ 3:25
 ↳ packer stuck
 wait 5 min to deflate
 pull packer @ 3:30
 ↳ Good!
 Packer on surface @ 3:32

Test Set Up



Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N ^o	08	Start:	29/08/21	20:00	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	136.3	End:			Max.injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	156.0	Test type:	Flow Recession / ST.		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	156.0	Supervisor:	K Jellicoe		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target: Potential Faults between 141 - 156

Drilling comments: Water Return (circle) – Yes or No

Geology: Sediments

Test Zone Fluids: Formation Fluids

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or _____ (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 7
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 84 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 300 psi Inflation time= 1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 45 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate. 15 min
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 12 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: Replace 800 pin, E pin
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

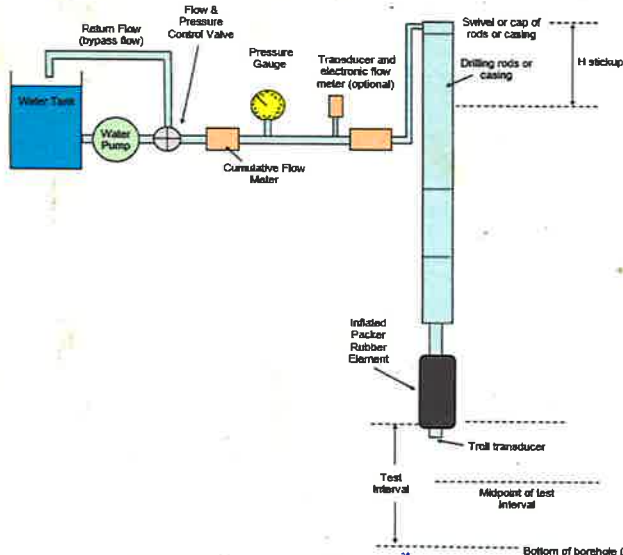
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date	Time	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7D4758L2-2	Test N°	08	(dd/mm/yy)	29/08/21	20:00	0
Other #:		FROM depth (m)	136.3	End:		00:20	73
Location:	Raglan	TO depth (m)	156.0	Test type:	Flow Recession/SI		Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)	156.0	Supervisor:	K Jelliooe		Height of Stick Up (m)
							2.70

Rod Leak Test			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	200	497.5	
1	200	496.2	1.3
2	200	494.9	1.3
3	200	493.6	1.3
4	100	492.95	0.65
5	100	492.25	0.7
6	100	491.55	0.7

Proceed if
<0.5L/min

Test Set Up



Flow Rate Measurements			
Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			29/08/21 20:50
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	—	489.7	
1	—		
2	—	490.65	0.48
3	—	491.1	0.45
4	—	491.6	0.50
5	—	492.1	0.50
6	—	492.56	0.46
7	—	493.05	0.5149
8	—	493.55	0.5
9	—	494.05	0.5
10	—	494.55	0.5
78	—	494.7	0.7
79	100	494.0	0.7
80	100	493.34	0.66
81	100	492.67	0.67
82	100	491.99	0.68
83	100	491.32	0.67
84	100	490.65	0.67
85	100	489.98	0.67
86	100	489.30	0.68
87	100	488.64	0.66

Additional Comments:

Packer pumped down @ 20:33
 Seated @ 20:37
 ↳ small leak from rods water flowing out
 Inflate @ 20:41
 502.8 - 489.5
 Leak test @ 20:43
 Break pin @ 20:50
 1000 psi
 Flow Rate @ 20:50
 Shut IN @ 21:01
 Final = 50 psi
 Injection start @ 22:08
 100 psi
 200 psi @ 22:38
 Shut IN @ 23:12
 final psi = 52
 Break pin @ 00:00
 Pull packer @ 00:12
 ↳ no issues
 Packer out @ 00:18

89 100 487.29 0.68 93 100 484.60 0.68 97 100 481.89 0.68 107 100 475.05 0.68
 91 100 485.95 0.67 95 100 483.24 0.68 102 100 478.48 0.68

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location

Test Interval

Date
(dd/mm/yy)

Time
(hh:mm)

Drillhole #: 7EX4832LZ-2
 Other #: SRK-02
 Location: RAGIAN
 Project #: 166037.000

Test N°: 01
 FROM depth (m): 58.3
 TO depth (m): 64.0
 Drilled depth (m): 64.0

Start: 04/09/21 15:00
 End: 04/09/21 20:45
 Test type:
 Supervisor: DNAI / KJel

Static water depth (m): 0
 Max. injection P=1.4xDepth (psi): ~70
 Planned Test Pressure (psi):
 Test Fluid Viscosity (sec):

Target:
 Drilling comments:
 Geology:
 Test Zone Fluids:
 Test Quality:

BASE OF PERMAFROST.
 Water Return (circle) Yes or No HIT ARTESIAN CONDITIONS @ ~63m (possibly source) - MEASURED @ CASING @
ULTRAMAFICS. FAULT & FRAC ZONE @ 60.16-60.55m, Mod-HIGH PF/m.
FORMATION WATER
 Low Moderate High (circle) Shut In Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 5 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
- Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 2.5
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection WAVY BUT OK
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds SMOOTH
- Test seal ring and other O-rings check
- List of replaced parts: 500 psi pin, MLR O-RING
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure. 3:27 START INFL. 459.3L → 455.6
- Packer tool travel time 3 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 150 psi Inflation time= 305 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = _____ min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
- Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
- Deflation time= 5 min, Problems? Epin would break used wireline
- Remove packer tool & inspect: Inspection: 800 psi pin
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

Water-Inflated Packer Testing Data Form

4:45

Drillhole #:	Borehole Location	Test N ^o	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)
Other #:		FROM depth (m)				Dip (°)
Location:		TO depth (m)				Rod Size
Project #:		Drilled depth (m)				Height of Stick Up (m)

Drillhole #: **TEX 4832 L2-2** Test N^o: **01** Start: **4/09/21 15:00** Static water depth (m): **0**
 Other #: **SRK-2** FROM depth (m): **58.3** End: **4/09/21 20:45** Dip (°): **-55**
 Location: **EMILLAN** TO depth (m): **64.0** Test type: **FLOW RECESSION/SHUT-IN** Rod Size: **N10**
 Project #: **1CG037.000** Drilled depth (m): **64.0** Supervisor: **DMAC/KEL** Height of Stick Up (m): **2.50**

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	200	455.0	—
1	200	454.68	0.32
2	200	454.05	0.63
3	200	453.45	0.60
4	200	452.85	0.60
4.5	100	452.67	—
5.0	100	452.52	0.36 min

Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
3:38 pm			
0	—	455.6	—
1	—	452.55	2.95
2	—	461.55	3.00
3	—	464.5	2.95
4	—	467.45	2.95
5	—	470.4	2.95
13	200	—	—
32	200	—	—
48	140	470.4	—
49	130	471.46	1.06
50	130	472.46	1.00
51	130	473.45	0.99
52	130	474.46	1.01
53	~128	475.46	1.00
54	128	476.46	1.00
55	128	477.46	1.00
56	128	478.5	1.04
57	128	479.5	1.00
58	128	480.54	1.04
59	128	481.55	1.01
60	128	482.57	1.02

Additional Comments:

Dumped down.

3:37: PIN BREAK @ ~700

3:43pm SHUT-IN.

3:51pm 200psi

4:10pm 200psi

FLOW @ CASING MEASURED AS 0.57 L/min - MUST BE FROM ABOVE TEST ZONE. (PACKER IS STILL INFLATED)

4:25: ~205 psi

4:26pm FLOW TEST

Δ Time	P	L	Flow Rate
63	128	485.57	1.00
64	128	486.57	1.00
65	128	487.57	1.00
66	128	488.58	1.01
67	128	489.6	1.02
68	128	490.6	1.00

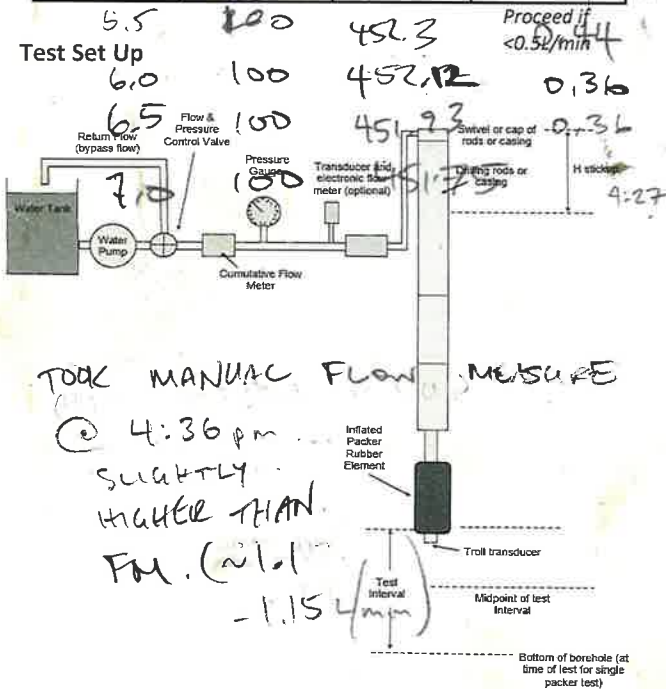
Gotta go! (BLAST @ 5pm)

Shut in @ 8:15pm

final = 208psi

Break Epin @ 8:16pm

↳ Epin not breaking use wireline



TOOK MANUAL FLOW MEASURE @ 4:36pm SLIGHTLY HIGHER THAN FM. (~1.1 L/min)

On surface @ 20:29

Drillers pulled packer up by hand

immediately after wireline deflate

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location

Test Interval

Date
(dd/mm/yy)

Time
(hh:mm)

Drillhole #: 7EX 4832 L2-2

Other #: SRK 2

Location: RAGLAN

Project #:

Test N^o: 02

FROM depth (m): 70.3

TO depth (m): 93.0

Drilled depth (m): 93.0

Start: 05/09/21 12:00

End: 05/09/21 16:00

Test type: Flow Rec / Shut-in / Inj.

Supervisor: D MACDONNELL

Static water depth (m): 0

Max. injection P=1.4xDepth (psi): 98

Planned Test Pressure (psi):

Test Fluid Viscosity (sec):

Target:

Drilling comments: Water Return (circle) - Yes or No ARTESIAN. SLIGHT INCREASE IN LAST 30M

Geology: SEDIMENTS - FRACTURED (LOW to MOD) w/ FEW NARROW FRAC ZONES AND MOSTLY TIGHT JOINTS

Test Zone Fluids: FORMATION WATER FOR FLOW TEST. BEING (7%) FOR INJECTION.

Test Quality: Low Moderate High (circle) Shut In: Yes or No (circle)

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 10 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 8
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection → WAVY BUT OK
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: 500 PIN
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time _____ (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place → HEAD TO BUDGE RODS
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P= 150 psi Inflation time= 0.5 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 60 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
- Pressurizing problems?: _____
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time= 10 min, Problems? CAN'T DEFLATE BY E-PIN
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: OK
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

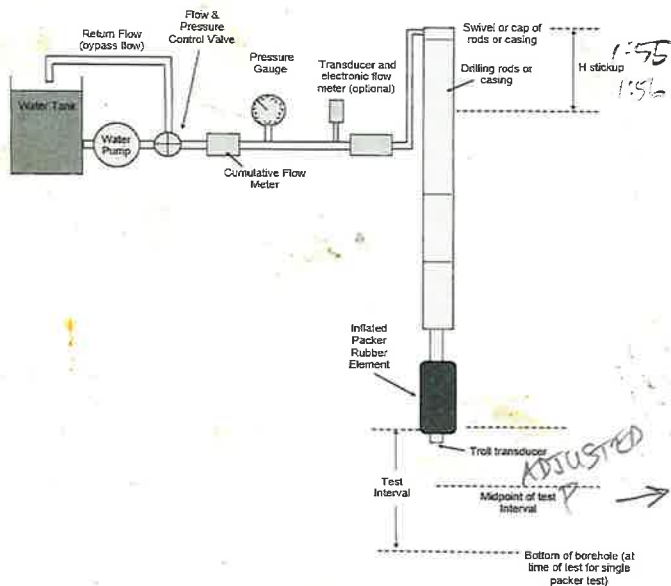
Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location	Test Interval	Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)
Drillhole #: 7EX4832L2 2	Test No: 02	Start: 05/09/21	12:00	0
Other #: SRK 2	FROM depth (m): 70.3	End: 05/09/21	16:00	Dip (°): -55
Location: RAGLAN	TO depth (m): 93.0	Test type: Flow/SHUT IN/INJECTION		Rod Size: NQ
Project #: 1CG037.00	Drilled depth (m): 93.0	Supervisor: D. MCDONNELL		Height of Stick Up (m): 2.5

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	200	369.9	
1	200	369.5	0.4
2	200	369.1	0.4
3	100	368.85	
4	100	368.57	0.28
5	100	368.28	0.29
6	100	368.02	0.26

367.74 Proceed if <0.5L/min 0.28

Test Set Up



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
12:46			
0	—	0	—
1	—	0.4	0.4
2	—	0.8	0.4
3	—	1.2	0.4
4	—	1.6	0.4
5	—	2.0	0.4
66	80 psi		
69		367.1	
70	170	366.85	0.25
71	170	366.58	0.27
72	170	366.31	0.27
73	170	366.05	0.26
74	170	365.78	0.27
75	170	365.51	0.27
76	170	365.23	0.28
77	175	364.96	0.27
78	175	364.68	0.28
79	178	364.39	0.29
80	170	364.14	0.25
81	170	363.86	0.28
82	170	363.60	0.26
83	170	363.33	0.27

Additional Comments:

PIN BREAK @ 12:43 @ 750 psi
 INITIAL FLOW V LOW
 ↳ MEASURED MANUALLY
 12:52 → SHUT-IN (80 psi)
 13:52 : END SHUT-IN
 13:58 START INJECTION
 (NOTE: F.M. IS BACKWARDS)
 Δ Time P L Q
 83 170 363.07 0.26
 84 170 362.80 0.27
 85 170 362.52 0.25
 86 170 362.26 0.26
 87 170 361.98 0.28
 88 170 361.72 0.26
 89 170 361.45 0.27
 90 170 361.17 0.28
 91 170 360.90 0.27
 92 170 360.62 0.28
 93 170 360.35 0.27
 ↳ SHUT IN - 12:00
 TRIED TO SHUT IN @ SAME TIME AS DRILLER SHUT OFF PUMP.
 2:21 : 90 psi
 2:22 85 psi
 2:23
 2:12 80 psi

Water-Inflated Packer Testing Checklist (Downhole Test)

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)			
Drillhole #:	7EX4832L2-2	Test N°	03	Start:	06/09/21	19:30	Static water depth (m)	0
Other #:		FROM depth (m)	118.3	End:	06/09/21	23:30	Max. injection P=1.4xDepth (psi)	
Location:	Raglan	TO depth (m)	138.0	Test type:	Injection		Planned Test Pressure (psi)	
Project #:		Drilled depth (m)	138.0	Supervisor:	K Jellicoe		Test Fluid Viscosity (sec)	

Target:	5cm Fault at 134m	
Drilling comments:	Water Return (circle) – Yes or No	
Geology:	Sediments, tight joints	
Test Zone Fluids:	Formation Fluids	
Test Quality:	Low (circle) Moderate High (circle)	Shut In (Yes or No (circle))

1. Test Zone Preparation

- Flush hole before pulling rods until water is clean: NA or 15 (min)
- Test fluid viscosity: Yes or No
Water or marsh funnel time _____ (sec)
- Rods pulled up and depth verified with drillers: # rods 7
- Oriented core run? Check if orientation sub extension is on SWPS

2. Inspection of Packer Equipment

- Packer element rubber inspection
- Deflation valve opens/closes and mandrel holds
- Test seal ring and other O-rings check
List of replaced parts: _____
- Tool landing ring greased (grease packer rubber also if previous test had problems going through drill bit)
- Injection valve reset or shear pin replaced (open and check if not sure)
- Pressure transducers started and installed in packer tool

3. Assembly and Installation Downhole

- Remind (or instruct) drillers about what the installation plan is if new drillers on site
- SWPS components connected correctly?
- Verify depth to water and packer tool insertion procedure.
- Packer tool travel time 6 (min)
 - Optional: Tool lowered with wireline
 - Optional: Tool pumped into place
- Landing ring seal test; (no seal, leaky, good seal, landing problems)
- Connect the flow meter system components

4. Inflation

- Remind the drillers not to move or rotate rods during test.
- open bypass and shutoff valves, start pump

- close bypass partially, check that flow system pressure gauges responding before increasing pressure
- Packer inflation (P=300 psi Inflation time=1 min)
- Measure system leak flow rate at planned test pressures
- Shut in Test time = 45 min
- Start injection (shear pin or IVA valve open, etc)
Problems?: _____

5. Injection Testing

- During test, observe for water outflow from casing (if possible) to check for packer bypass flow
- Pressurize system to planned test pressure
 - if cannot achieve, do the test at any constant pressure with steady and sustainable flow rate, so as not to empty the water tank too quickly
- Record flow and pressure at time steps (at least 10 min or maximum 30 min if flow rate stabilizing slowly)
Pressurizing problems?: Pump varied a lot during test
- Stop pump and do shut-in test or static zone pressure measurement

6. Deflation & Removal

- Follow deflation and unlatching procedures
- Make sure to wait a minimum of 1min to deflate.
- If there are unlatching problems, refer to manual and trouble shooting checklist and proceed slowly and carefully with problem solving
Deflation time=3 min, Problems? _____
- Remove packer tool & inspect:
Inspection: Replaced 500 psi pin
- Remove P sensor, prepare SWPS tool for next test, clean up.
- Retest fluid viscosity if not using fresh water

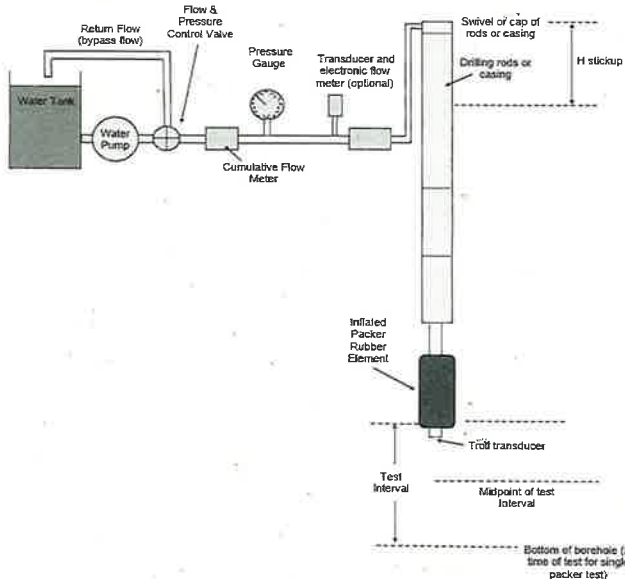
Packer released @ 20:00

Water-Inflated Packer Testing Data Form

Borehole Location		Test Interval		Date (dd/mm/yy)	Time (hh:mm)	Static water depth (m)	
Drillhole #:	7EX4832L2-2	Test No°	03	06/09/21	19:30	0	
Other #:		FROM depth (m)	118.3	06/09/21	23:30	55	
Location:	Raglan	TO depth (m)	138.0	Injection		Rod Size	
Project #:		Drilled depth (m)	138.0	Supervisor: K Jellicoe		Height of Stick Up (m)	

Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	200	168.20	
1	200	167.35	0.85
2	200	166.43	0.87
3	200	165.50	0.93
4	100	165.29	0.21
5	100	164.58	0.71
6	100	164.05	0.53

Test Set Up
 7 100 163.59 Proceed if <0.5L/min 0.46
 8 100 163.10 0.49



Start Time of Manual Measurements (dd/mm/yy hh:mm)			
			20:37 06/09/21
Δ Time (min)	Pressure (psi)	Cum. Flow (L)	Flow Rate (L/min)
0	-	164.09	
8:38	-	1L in 57sec	0.95
8:40	-	1 liter in 59sec	0.98
8:42	-	1 liter in 58 sec	0.97
52	140	164.09	
53	140	164.37	0.26
54	140	164.37	-
55	140	164.37	-
56	200	163.65	0.72
57	200	163.24	0.41
58	200	162.87	0.37
59	210	162.51	0.36
60	210	162.04	0.47
61	200	161.60	0.44
62	200	161.43	0.17
63	210	161.31	0.12
64	220	160.95	0.46
65	230	160.59	0.46
7067	200	160.27	0.42
69	210	159.35	0.920.46

Additional Comments:
 Start flushing @ 19:35
 Sealed @ 8:27
 Leak test @ 20:28
 Break pin @ 20:26 780
 Shut in @ 20:42
 final = 90 psi
 # Injection @ 21:28 @ 200
 Δ71 200 157.10 1.13
 Δ73 200 156.56 0.27
 Δ75 200 155.60 0.48
 Δ77 200 154.84 0.38
 Δ79 200 154.17 0.34
 Δ81 200 153.33 0.42
 Flow meter sticking?
 Shut-IN @ 10:00
 final = 98 psi
 Try deflate @ 21:45
 Epin won't break
 Drillers hand pulled
 up packer ~ 10ft
 by hand
 use wireline to pull
 @ 10:58
 On surface @ 23:02

Appendix F VWP Cal Sheets



Monitor
with
Confidence

Calibration Record

RST Instruments Ltd., 11545 Kingston St., Maple Ridge, British Columbia, Canada V2X 0Z5
Tel: 604 540 1100 • Fax: 604 540 1005 • Toll Free: 1 800 665 5599 (North America only)
e-mail: info@rstinstruments.com • Website: www.rstinstruments.com

Vibrating Wire Piezometer

Customer: SRK CONSULTING (CANADA) INC.
Sales Order: 228621
Customer ID:
Model: VW2100-7.5-HD
Serial Number: VW112760
Mfg Number: P112760
Range: 7.5 MPa
Cable Length: 30 meters
Cable Marking: 827602 m to 827632 m
Cable Type: EL380004
Cable Colour Code: Red/Black (Coil) Green/White (Thermistor)
Thermistor Type: 3K

Applied Pressure (MPa)	First Reading (B units)	Second Reading (B units)	Average Reading (B units)	Calculated Linear (MPa)	Linearity Error (%FS)	Calculated Polynomial (MPa)	Polynomial Error (%FS)
0.000	8905	8907	8906	0.004	0.05	0.001	0.01
1.500	8062	8063	8063	1.500	-0.00	1.501	0.01
3.000	7220	7221	7220	2.994	-0.08	2.996	-0.05
4.500	6372	6373	6373	4.498	-0.03	4.500	0.01
6.000	5524	5524	5524	6.004	0.05	6.004	0.06
7.500	4680	4680	4680	7.501	0.01	7.498	-0.03
Max Error (%)					0.08		0.06

Linear Calibration Factor: CF = 1.7740e-03 MPa/B unit
Temperature Correction Factor: Tk = 1.5745e-04 MPa/°C rise

Polynomial Gauge Factor:
A = -1.2841e-09 MPa/(B unit)² B = -1.7566e-03 MPa/B unit C = calculate (see below) MPa

Users must establish site zero readings for calculation purposes
Polynomial C = $-[A(L_0^2) + B(L_0)]$

Pressure is calculated with the following equations:

Linear: $P = CF(L_0 - L) - Tk(T_0 - T) + (S_0 - S)$

Polynomial: $P = A(L^2) + B(L) + C - Tk(T_0 - T) + (S_0 - S)$

L_0 , L = initial (installation) and current readings, in B units

T_0 , T = initial (installation) and current temperature, in °C

S_0 , S = initial (installation) and current barometric pressure readings, in MPa

B units = Hz²/1000 ie: 1700 Hz = 2890 B units

Shipped Zero Readings:	Date	VW Reading (B Units)	Temperature (°C)	Baro (mbar)
	16 Jul 2021	8903	21.8	1016.0

This instrument has been calibrated using standards traceable to the NIST in compliance with ANSI Z540-1

Technician: Ora Nygren Date: 16/07/2021

Approved: Kailah Toews Date: 16/07/2021



Monitor
with
Confidence

Calibration Record

RST Instruments Ltd., 11545 Kingston St., Maple Ridge, British Columbia, Canada V2X 0Z5
Tel: 604 540 1100 • Fax: 604 540 1005 • Toll Free: 1 800 665 5599 (North America only)
e-mail: info@rstinstruments.com • Website: www.rstinstruments.com

Vibrating Wire Piezometer

Customer: SRK CONSULTING (CANADA) INC.
Sales Order: 228621
Customer ID:
Model: VW2100-7.5-HD
Serial Number: VW112770
Mfg Number: P112770
Range: 7.5 MPa
Cable Length: 85 meters
Cable Marking: 502320 m to 502405 m
Cable Type: EL380004
Cable Colour Code: Red/Black (Coil) Green/White (Thermistor)
Thermistor Type: 3K

Applied Pressure (MPa)	First Reading (B units)	Second Reading (B units)	Average Reading (B units)	Calculated Linear (MPa)	Linearity Error (%FS)	Calculated Polynomial (MPa)	Polynomial Error (%FS)
0.000	8762	8763	8763	0.000	0.00	0.000	0.00
1.500	7930	7930	7930	1.501	0.01	1.501	0.01
3.000	7100	7100	7100	2.998	-0.02	2.998	-0.02
4.500	6267	6267	6267	4.500	-0.00	4.500	-0.00
6.000	5433	5434	5433	6.003	0.04	6.003	0.04
7.500	4604	4604	4604	7.498	-0.02	7.499	-0.02
Max Error (%)					0.04		0.04

Linear Calibration Factor: CF = 1.8029e-03 MPa/B unit
Temperature Correction Factor: Tk = 2.0282e-04 MPa/°C rise

Polynomial Gauge Factor:
A = 7.8419e-11 MPa/(B unit)² B = -1.8039e-03 MPa/B unit C = calculate (see below) MPa

Users must establish site zero readings for calculation purposes
Polynomial C = $-[A(L_0^2) + B(L_0)]$

Pressure is calculated with the following equations:

Linear: $P = CF(L_0 - L) - Tk(T_0 - T) + (S_0 - S)$

Polynomial: $P = A(L^2) + B(L) + C - Tk(T_0 - T) + (S_0 - S)$

L_0 , L = initial (installation) and current readings, in B units

T_0 , T = initial (installation) and current temperature, in °C

S_0 , S = initial (installation) and current barometric pressure readings, in MPa

B units = Hz²/1000 ie: 1700 Hz = 2890 B units

Shipped Zero Readings:	Date	VW Reading (B Units)	Temperature (°C)	Baro (mbar)
	16 Jul 2021	8761	21.6	1016.0

This instrument has been calibrated using standards traceable to the NIST in compliance with ANSI Z540-1

Technician: Ora Nygren Date: 16/07/2021

Approved: Kailah Toews Date: 16/07/2021



Monitor
with
Confidence

Calibration Record

RST Instruments Ltd., 11545 Kingston St., Maple Ridge, British Columbia, Canada V2X 0Z5
Tel: 604 540 1100 • Fax: 604 540 1005 • Toll Free: 1 800 665 5599 (North America only)
e-mail: info@rstinstruments.com • Website: www.rstinstruments.com

Vibrating Wire Piezometer

Customer: SRK CONSULTING (CANADA) INC.
Sales Order: 228621
Customer ID:
Model: VW2100-7.5-HD
Serial Number: VW112804
Mfg Number: P112804
Range: 7.5 MPa
Cable Length: 45 meters
Cable Marking: 827328 m to 827373 m
Cable Type: EL380004
Cable Colour Code: Red/Black (Coil) Green/White (Thermistor)
Thermistor Type: 3K

Applied Pressure (MPa)	First Reading (B units)	Second Reading (B units)	Average Reading (B units)	Calculated Linear (MPa)	Linearity Error (%FS)	Calculated Polynomial (MPa)	Polynomial Error (%FS)
0.000	8856	8857	8857	0.014	0.19	-0.001	-0.02
1.500	8018	8019	8019	1.500	-0.01	1.503	0.04
3.000	7179	7180	7180	2.988	-0.17	3.000	-0.00
4.500	6334	6335	6335	4.486	-0.19	4.498	-0.02
6.000	5482	5483	5482	5.997	-0.04	6.000	0.00
7.500	4625	4626	4625	7.516	0.21	7.500	0.01
Max Error (%)					0.21		0.04

Linear Calibration Factor: CF = 1.7730e-03 MPa/B unit
Temperature Correction Factor: Tk = 4.8535e-04 MPa/°C rise

Polynomial Gauge Factor:
A = -6.4905e-09 MPa/(B unit)² B = -1.6855e-03 MPa/B unit C = calculate (see below) MPa

Users must establish site zero readings for calculation purposes
Polynomial C = -[A(L₀²) + B(L₀)]

Pressure is calculated with the following equations:

Linear: P = CF(L₀ - L) - Tk(T₀ - T) + (S₀ - S)

Polynomial: P = A(L²) + B(L) + C - Tk(T₀ - T) + (S₀ - S)

L₀, L = initial (installation) and current readings, in B units

T₀, T = initial (installation) and current temperature, in °C

S₀, S = initial (installation) and current barometric pressure readings, in MPa

B units = Hz²/1000 ie: 1700 Hz = 2890 B units

Shipped Zero Readings:	Date	VW Reading (B Units)	Temperature (°C)	Baro (mbar)
	16 Jul 2021	8857	21.6	1016.0

This instrument has been calibrated using standards traceable to the NIST in compliance with ANSI Z540-1

Technician: Ora Nygren Date: 16/07/2021

Approved: Kailah Toews Date: 16/07/2021

Appendix G Cross-hole Flow Testing Field Sheets



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: <u>J. Tuleau</u>	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>7D4754L1-4</u>	Initial Shut In Period	<u>19:30</u>	<u>19:48</u>
Date: <u>2020-09-25</u>	Flow Period	<u>19:48</u>	<u>20:49</u>
Location: <u>7C/7D 1050</u>	Final Shut In Period	<u>20:50</u>	<u>—</u>

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min) <small>min:s</small>	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min) <small>min:s</small>	Cross Hole ID		
							7D4758L2		7D4758L1-2
							Pressure (psi)	Pressure (psi)	Pressure (psi)
0 (pre-test)	<u>19:48</u>	<u>0</u>	<u>125</u>	<u>—</u>	0 (pre-test)	<u>19:44</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
0.5	<u>0:30</u>	<u>24.46</u>	<u>0</u>		15	<u>14:55</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
1	<u>1</u>	<u>28.9</u>	<u>0</u>		20	<u>19:11</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
1.5	<u>1:30</u>	<u>28.3</u>	<u>0</u>		25	<u>26:12</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
2	<u>2</u>	<u>27.9</u>	<u>0</u>		30	<u>30:31</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
2.5	<u>2:30</u>	<u>28.1</u>	<u>0</u>		35	<u>35:38</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
3	<u>3</u>	<u>28</u>	<u>0</u>		40	<u>40:39</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
3.5	<u>3:03</u>	<u>27.99</u>	<u>0</u>		45	<u>46:04</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
4	<u>4</u>	<u>27.9</u>	<u>0</u>		50	<u>52:17</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
4.5	<u>4:3</u>	<u>27.7</u>	<u>0</u>		55	<u>55:04</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
5	<u>5:02</u>	<u>28.5</u>	<u>0</u>		60 (1 hr)	<u>60:30</u>	<u>200</u>		<u>85</u>
5.5	<u>5:33</u>	<u>27.4</u>	<u>0</u>		65				
6	<u>6:00</u>	<u>27.6</u>	<u>0</u>		70				
6.5	<u>6:34</u>	<u>27.5</u>	<u>0</u>		75				
7	<u>7</u>	<u>27.5</u>	<u>0</u>		80				
7.5	<u>7:30</u>	<u>27.4</u>	<u>0</u>		85				
8	<u>8:00</u>	<u>27.4</u>	<u>0</u>		90				
8.5	<u>8:30</u>	<u>27.4</u>	<u>0</u>		95				
9	<u>9</u>	<u>27.4</u>	<u>0</u>		100				
9.5	<u>9:30</u>	<u>27.36</u>	<u>0</u>		105				
10	<u>10</u>	<u>27.5</u>	<u>0</u>		110				
12	<u>12</u>	<u>27.25</u>	<u>0</u>		115				
14	<u>14</u>	<u>27.18</u>	<u>0</u>		120 (2 hrs)				
16	<u>16</u>	<u>27.18</u>	<u>0</u>						
18	<u>18</u>	<u>27.11</u>	<u>0</u>						
20	<u>20</u>	<u>27.05</u>	<u>0</u>						
25	<u>25</u>	<u>27.04</u>	<u>0</u>						
30	<u>29:53</u>	<u>26.96</u>	<u>0</u>						



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: <u>S. Tuleau</u>	Time	From	To
Test Well ID: <u>7047541-4</u>	Initial Shut In Period		
Date: <u>2021-09-25</u>	Flow Period		
Location: <u>7C/7D 1050</u>	Final Shut In Period		

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							7047541-4	7047582-2	7047582-2
35	35	26.91	0		Final Shut In (Recovery)				
40	40	26.83	0		15	17:21	0	200	85
45	45	26.8	0		20	20:51	0	200	85
50	50	26.76	0		25	25	0	200	85
55	55:03	26.74	0		30	30	0	200	85
60 (1 hr)	60:53	26.7	0						
70									
80									
90									
100									
120 (2 hrs)									

Final Shut In (Recovery)

Notes/Comments:

1	1	0	100		precision nanometre c/e 50 PSI.				
2	2:22	0	100						
3	3:09	0	125						
4	4:01	0	125						
5	5:05	0	125						
6	6:30	0	125						
7	7:24	0	125						
8	8:20	0	125						
9	9:16	0	125						
10	10:00	0	125						
11	11	0	125						
12	12	0	125						
13	13	0	125						
14	14	0	125						
15	15	0	125						
20	20	0	125						
25	25:46	0	125						
30	29:50	0	125						
35									



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: <u>J. Tuleau</u>	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>7D475812-2.</u>	Initial Shut In Period	<u>18:28</u>	<u>18:38</u>
Date: <u>2021-09-26</u>	Flow Period	<u>18:39</u>	<u>19:40</u>
Location: <u>7C/7D 1050</u>	Final Shut In Period	<u>19:40</u>	<u>-</u>

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min):s	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min) min:s.	Cross Hole ID		
							<u>7D4758 11-4</u>	<u>7D4758 11-2</u>	
							Pressure (psi)	Pressure (psi)	Pressure (psi)
0 (pre-test)	18:39	0	200		0 (pre-test)	18:38	125	70	
0.5	0:30	55.09	60		15	15:02	125	70	
1	1	52.98	60		20	20:28	125	70	
1.5	1:38	51.36	60		25	25:24	125	70	
2	2	50.95	60		30	30:25	125	70	
2.5	2:3	50.26	60		35	35:34	125	70	
3	3:00	49.68	60		40	40:27	125	70	
3.5	3:32	49.23	50		45	45:32	125	70	
4	4	48.86	50		50	50:46	125	70	
4.5	4:33	48.46	40		55	55:32	125	70	
5	5	48.11	40		60 (1 hr)	60:25	125	70	
5.5	5:3	47.78	40		65				
6	6	47.48	40		70				
6.5	6:33	47.08	40		75				
7	7	46.96	40		80				
7.5	7:33	46.71	40		85				
8	8	46.54	40		90				
8.5	8:3	46.28	40		95				
9	9	46.07	40		100				
9.5	9:32	45.85	40		105				
10	10	45.71	40		110				
12	12:0	45.08	40		115				
14	14:17	44.44	40		120 (2 hrs)				
16	16:02	44.06	40						
18	18:04	43.64	40						
20	20	43.32	40						
25	25	42.55	40						
30	30	41.97	35						



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: <u>J. Tuleau</u>	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>7D4758 LT-2</u>	Initial Shut In Period	-	-
Date: <u>2021-09-26</u>	Flow Period	<u>22:10</u>	<u>23:11</u>
Location: <u>7C/7D 1050</u>	Final Shut In Period	<u>23:12</u>	-

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:					Planned Time (min)	Actual Time (min) min:s	Cross Hole ID		
							7D4758 LT-2	7D4754 LT-4	
Planned Time (min)	Actual Time (min):s	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH			Pressure (psi)	Pressure (psi)	Pressure (psi)
0 (pre-test)	22h09	0	70		0 (pre-test)	22h09	200	125	
0.5	0:31	9.64	0		15	15	200	125	
1	1	9.48	0		20	20:17	200	125	
1.5	1:30	9.34	0		25	25:26	200	125	
2	2	9.28	0		30	30:14	200	125	
2.5	2:30	9.3	0		35	35:17	200	125	
3	3	9.28	0		40	40:27	200	125	
3.5	3:32	9.24	0		45	45:22	200	125	
4	4:05	9.21	0		50	51:10	200	125	
4.5	4:30	9.22	0		55	55:57	200	125	
5	5	9.22	0		60 (1 hr)	60:12	200	125	
5.5	5:42	9.22	0		65				
6	6	9.22	0		70				
6.5	6:3	9.22	0		75				
7	7	9.22	0		80				
7.5	7:30	9.21	0		85				
8	8	9.2	0		90				
8.5	8:30	9.22	0		95				
9	9:02	9.19	0		100				
9.5	9:31	9.22	0		105				
10	10	9.19	0		110				
12	12	9.21	0		115				
14	14	9.19	0		120 (2 hrs)				
16	16	9.2	0						
18	18	9.17	0						
20	20	9.22	0						
25	25:09	9.21	0						
30	30	9.17	0						



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: <u>J. Tulcan</u>	Time	From	To
Test Well ID: <u>7D475821-2</u>	Initial Shut In Period	-	-
Date: <u>2021-09-26</u>	Flow Period	<u>22:10</u>	<u>23:11</u>
Location: <u>7C/7D 1050</u>	Final Shut In Period	<u>23:12</u>	-

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min): <u>5</u>	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							<u>7D4758 2-2</u>	<u>7D4759 1-4</u>	
35	<u>35</u>	<u>9.18</u>	<u>0</u>		<i>Final Shut In (Recovery)</i>				
40	<u>40</u>	<u>9.20</u>	<u>0</u>		15	<u>15:20</u>	<u>200</u>	<u>125</u>	
45	<u>45:02</u>	<u>9.20</u>	<u>0</u>		20	<u>20:19</u>	<u>200</u>	<u>125</u>	
50	<u>50:37</u>	<u>9.19</u>	<u>0</u>		25	<u>25:21</u>	<u>200</u>	<u>125</u>	
55	<u>55</u>	<u>9.22</u>	<u>0</u>		30	<u>29:03</u>	<u>200</u>	<u>125</u>	
60 (1 hr)	<u>60</u>	<u>9.18</u>	<u>0</u>						
70									
80									
90									
100									
120 (2 hrs)									
<i>Final Shut In (Recovery)</i>					Notes/Comments:				
1	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>50</u>		<i>Prevision de nanometre a 20 PSI</i>				
2	<u>2:09</u>	<u>0</u>	<u>50</u>						
3	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>50</u>						
4	<u>4</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
5	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
6	<u>6</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
7	<u>7</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
8	<u>8</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
9	<u>9</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
10	<u>10:06</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
11	<u>11:12</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
12	<u>12</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
13	<u>13</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
14	<u>14</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
15	<u>15</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
20	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
25	<u>25</u>	<u>0</u>	<u>60</u>						
30	<u>29:43</u>	<u>0</u>	<u>70</u>						
35									



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: _____ Time _____ From _____ To _____
 Test Well ID: FD4758L2-2 Initial Shut In Period _____
 Date: 11 Oct 2021 Flow Period _____
 Location: 1050 Final Shut In Period _____

#4
P. 1/2

492726-1 475421-4 475821-2

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID: _____

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							#1 Pressure (psi)	#2 Pressure (psi)	#3 Pressure (psi)
0 (pre-test)	18:20	50.6	172		0 (pre-test)	18:20	176	85	48
0.5		45.9	48		15	18:35	174	76	43
1	18:21	43.6	44		20	18:40	173	74	43
1.5		42.3	41		25	18:45	171	74	43
2	18:22	41.8	40		30	18:50	170	73	42
2.5		41.2	39		35	18:55	169	72	42
3	18:23	40.6	39		40	19:00	168	72	41
3.5		40.2	39		45	19:05	167	72	41
4	18:24	39.9	36		50	19:10	166	72	40
4.5		39.6	36		55	19:15	165	71	40
5	18:25	39.5	35		60 (1 hr)	19:20	165	71	40
5.5		38.9	35		65	19:25	164	70	40
6	18:26	38.8	35		70	19:30	164	70	40
6.5		38.7	34		75	19:35	163	70	40
7	18:27	38.3	34		80	19:40	162	70	40
7.5		38.3	34		85	19:45			
8	18:28	38.1	34		90	19:50			
8.5		37.9	32		95	19:55			
9	18:29	37.8	32		100	20:00			
9.5		37.6	32		105	20:05			
10	18:30	37.5	32		110	20:10			
12	18:32	37.0	30		115	20:15			
14	18:34	36.5	30		120 (2 hrs)	20:20			
16	18:36	36.2	30			20:25	160	68	40
18	18:38	35.8	30						
20	18:40	35.5	27						
25	18:45	35.0	25						
30	18:50	34.5	25						

CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: _____ **Time** _____ **From** _____ **To** _____
 Test Well ID: 704758L2.2 Initial Shut In Period _____
 Date: _____ Flow Period _____
 Location: _____ Final Shut In Period _____

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID: _____

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							#1 Pressure (psi)	2 Pressure (psi)	3 Pressure (psi)
35	18:55	34.1	25		Final Shut In (Recovery)				
40	19:00	33.8	25		15	20:40	160	74	41
45	19:05	33.6	25		20	20:45	161	74	41
50	19:10	33.3	20		25	20:50	162	76	42
55	19:15	33.2	20		30	20:55	163	77	43
60 (1 hr)	19:20	33.1	20		60	21:25	166	79	44
70	19:30	32.6	20		90	21:55	169	80	44
80	19:40	32.5	20		120	22:25	170	81	45
90	19:50	-	-		150	22:55	171	81	46
100	20:00	-	-		180	23:25	172	82	46
120 (2 hrs)	20:25	31.6	20		240	0:25	173	83	46

Final Shut In (Recovery)

Notes/Comments:

	Time	Flow	psi		Time	Flow	psi
1	20:16	0	115	50	21:15	0	156
2	20:27	0	120	60	21:25	0	160
3	20:28	0	120	70	21:35	0	160
4	20:29	0	122	80	21:45	0	163
5	20:30	0	125	90	21:55	0	163
6	20:31	0	130	100	22:05	0	164
7	20:32	0	135	110	22:15	0	165
8	20:33	0	135	120	22:25	0	165
9	20:34	0	135	130	22:35	0	165
10	20:35	0	137	140	22:45	0	166
11	20:36	0	140	150	22:55	0	166
12	20:37	0	140	160	23:05	0	166
13	20:38	0	142	170	23:15	0	167
14	20:39	0	142	180	23:25	0	167
15	20:40	0	142	240	0:25	0	168
20	20:45	0	145				
25	20:50	0	150				
30	20:55	0	152				
35	21:00	0	154				

40 21:05 0 155
 45 21:10 0 156

suite



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

#2

Name:	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>475421-4</u>	Initial Shut In Period		
Date: <u>11 Oct 2021</u>	Flow Period		
Location: <u>1250</u>	Final Shut In Period		

475421 47581.2 47581.2

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							1	3	4
							Pressure (psi)	Pressure (psi)	Pressure (psi)
0 (pre-test)	12:10PM	24.5	84		0 (pre-test)	12:10	177	48	172
0.5		22.2	26		15	12:25	175	34	168
1	12:11PM	21.8	26		20	12:30	174	34	168
1.5		21.8	24		25	12:35	173	34	167
2	12:12PM	21.4	24		30	12:40	172	34	167
2.5		21.3	23		35	12:45	-	34	165
3	12:13	21.2	23		40	12:50	-	34	165
3.5		21.2	23		45	12:55	-	34	165
4	12:14	21.1	23		50	13:00	-	34	165
4.5		21.1	23		55	13:05	-	34	165
5	12:15	21.0	23		60 (1 hr)	13:10	172	34	165
5.5		21.0	23		65				
6	12:16	20.9	23		70				
6.5		20.9	23		75				
7	12:17	20.9	23		80				
7.5		20.9	23		85				
8	12:18	20.9	23		90				
8.5		20.8	23		95				
9	12:19	20.8	23		100				
9.5		20.8	23		105				
10	12:20	20.8	23		110				
12	12:22	20.8	23		115				
14	12:24	20.8	23		120 (2 hrs)				
16	12:26	20.7	23						
18	12:28	20.7	23						
20	12:30	20.6	22						
25	12:35	20.6	22						
30	12:40	20.6	22						



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

#12

Name: _____	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>4754L1-4</u>	Initial Shut In Period		
Date: _____	Flow Period		
Location: _____	Final Shut In Period		

4827L6-1 4758L1-2 4758L2-2

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							#1 Pressure (psi)	#3 Pressure (psi)	#4 Pressure (psi)
35	12:45 PM	20.5	22		Final Shut In (Recovery)				
40	12:50	20.5	22		15	13:25	172	47	168
45	12:55	20.4	22		20	13:30	174	48	168
50	13:00	20.4	22		25	13:35	174	48	169
55	13:05	20.4	22		30	13:40	174	48	170
60 (1 hr)	13:10	20.4	22		40	13:50	174	48	170
70					60	14:10	176	48	172
80					90	14:40	176	48	172
90					120	15:10	176	48	172
100									
120 (2 hrs)									

Final Shut In (Recovery)					Notes/Comments: time psi		
1	13:11	0	75		40	13:50	84
2	13:12	0	78		45	13:55	84
3	13:13	0	80		50	14:00	84
4	13:14	0	81		55	14:05	84
5	13:15	0	82		60	14:10	84
6	13:16	0	82		65	14:15	84
7	13:17	0	82		70	14:20	84
8	13:18	0	82		75	14:25	85
9	13:19	0	82		80	14:30	85
10	13:20	0	83		85	14:35	85
11	13:21	0	83		90	14:40	85
12	13:22	0	83		95	14:45	85
13	13:23	0	83		100	14:50	85
14	13:24	0	83		105	14:55	85
15	13:25	0	83		110	15:00	85
20	13:30	0	83		115	15:05	85
25	13:35	0	84		120	15:10	85
30	13:40	0	84				
35	13:45	0	84				

suite



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name:	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID: <u>704758L1-2</u>	Initial Shut In Period		
Date: <u>11 Oct 2021</u>	Flow Period		
Location: <u>1050</u>	Final Shut In Period		

482267 | 544-4 | 5812-2

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							#1 Pressure (psi)	#2 Pressure (psi)	#4 Pressure (psi)
0 (pre-test)	15:10	9.8	48		0 (pre-test)	15:10	176	85	172
0.5		8.7	0		15	15:25	176	80	172
1	15:11	8.6	0		20	15:30	176	80	172
1.5		8.5	0		25	15:35	176	80	172
2	15:12	8.5	0		30	15:40	176	80	172
2.5		8.4	0		35	15:45	176	79	172
3	15:13	8.5	0		40	15:50	176	79	172
3.5		8.4	0		45	15:55	176	79	172
4	15:14	8.4	0		50	16:00	176	79	172
4.5		8.4	0		55	16:05	176	79	172
5	15:15	8.4	0		60 (1 hr)	16:10	176	79	172
5.5		8.4	0		65				
6	15:16	8.5	0		70				
6.5		8.5	0		75				
7	15:17	8.5	0		80				
7.5		8.5	0		85				
8	15:18	8.4	0		90				
8.5		8.4	0		95				
9	15:19	8.4	0		100				
9.5		8.4	0		105				
10	15:20	8.4	0		110				
12	15:22	8.4	0		115				
14	15:24	8.4	0		120 (2 hrs)				
16	15:26	8.4	0						
18	15:28	8.4	0						
20	15:30	8.4	0						
25	15:35	8.4	0						
30	15:40	8.4	0						



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name:	<u>Time</u>	<u>From</u>	<u>To</u>
Test Well ID:	Initial Shut In Period		
Date:	Flow Period		
Location:	Final Shut In Period		

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							1	2	4
							Pressure (psi)	Pressure (psi)	Pressure (psi)
35	15:45	8.4	0		<i>Final Shut In (Recovery)</i>				
40	15:50	8.4	0		15	16:25	176	85	172
45	15:55	8.4	0		20	16:30	176	85	172
50	16:00	8.4	0		25	16:35	176	85	172
55	16:05	8.4	0		30	16:40	176	85	172
60 (1 hr)	16:10	8.4	0		35	16:45	176	85	172
70	16:20				120	18:10	176	85	172
80									
90									
100									
120 (2 hrs)									

<i>Final Shut In (Recovery)</i>					<u>Notes/Comments:</u>				
1	16:11	0	43		120	18:10	0	48	
2	16:12	0	44						
3	16:13	0	45						
4	16:14	0	45						
5	16:15	0	46						
6	16:16	0	46						
7	16:17	0	46						
8	16:18	0	46						
9	16:19	0	46						
10	16:20	0	46						
11	16:21	0	46						
12	16:22	0	46						
13	16:23	0	46						
14	16:24	0	47						
15	16:25	0	47						
20	16:30	0	47						
25	16:35	0	47						
30	16:40	0	48						
35	16:45	0	48						

↳ Suite



CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Name: _____ Time _____ From _____ To _____
 Test Well ID: 704887 LL-1 Initial Shut In Period _____
 Date: 11 Oct 2021 Flow Period _____
 Location: 1060 Final Shut In Period _____

47581-1-4 47581-1-2 47581-2-2

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID: _____

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							Pressure (psi) 2	Pressure (psi) 3	Pressure (psi) 4
0 (pre-test)	10:00 AM	7.5	180		0 (pre-test)	10h AM	84	48	175
0.5	:30	7.5	0		15	10h15	84	48	174
1	10:01	7.5	0		20	10h20	84	48	174
1.5		7.5	0		25	10h25	84	48	174
2	10:02	7.5	0		30	10h30	84	48	174
2.5		7.5	0		35	10h35	84	48	174
3	10:03	7.5	0		40	10h40	84	48	174
3.5		7.5	0		45	10h45	84	48	173
4	10:04	7.5	0		50	10h50	84	48	172
4.5		7.5	0		55	10h55	84	48	171
5	10:05	7.5	0		60 (1 hr)	11h	84	48	171
5.5		7.5	0		65				
6	10:06	7.5	0		70				
6.5		7.5	0		75				
7	10:07	7.5	0		80				
7.5		7.5	0		85				
8	10:08	7.5	0		90				
8.5		7.5	0		95				
9	10:09	7.5	0		100				
9.5		7.5	0		105				
10	10:10	7.5	0		110				
12		7.5	0		115				
14	10:14	6.8	0		120 (2 hrs)				
16	10:16	6.6	0						
18	10:18	6.6	0						
20	10:20	6.6	0						
25	10:25	6.5	0						
30	10:30	6.5	0						

CROSS HOLE FLOW TESTING FIELD SHEET

Test #1
P2/2

Name: _____ Time _____ From _____ To _____
 Test Well ID: 704922161 suite Initial Shut In Period _____
 Date: _____ Flow Period _____
 Location: _____ Final Shut In Period _____

FLOW AND PRESSURE RECORDS

Flowing Hole ID:

Planned Time (min)	Actual Time (min)	Flow Rate (US/gpm)	Pressure (psi)	pH	Planned Time (min)	Actual Time (min)	Cross Hole ID		
							704922161 11-4	11-2	12-2
35	10:35	6.5	0		Final Shut In (Recovery)				
40	10:40	6.5	0		15	11h15	84	48	171
45	10:45	6.5	0		20	11h20	84	48	172
50	10:50	6.5	0		25	11h25	84	48	172
55	10:55	6.5	0		30	11h30	84	48	172
60 (1 hr)	11:00	6.5	0		35	11h35	84	48	172
70					40	11h40	84	48	172
80					45	11h45	84	48	172
90					50	11h50	84	48	172
100					55	11h55	84	48	172
120 (2 hrs)					60	12h	84	48	172
Final Shut In (Recovery)					Notes/Comments: flow psi				
1	11:01 AM	0	130		40	11h40	0	176	
2	11:02	0	150		45	11h45	0	176	
3	11:03	0	158		50	11h50	0	176	
4	11:04	0	162		55	11h55	0	177	
5	11:05	0	166		60	12h00	0	177	
6	11:06	0	168						
7	11:07	0	168						
8	11:08	0	169						
9	11:09	0	171						
10	11:10	0	171						
11	11:11	0	172						
12	11:12	0	172						
13	11:13	0	172						
14	11:14	0	172						
15	11:15	0	173						
20	11:20	0	173						
25	11:25	0	174						
30	11:30	0	175						
35	11:35	0	175						

40
45
50
55
60
suite

Appendix H Sampling Field Data Compilation

Table 1: Field notes collected during water sampling events

Sample Location	Sample ID	Date	Start Flow Time	End Flow Time	Time YSI Probed	Depth (m)		Total Volume Removed	Hole Depth	Temperature	pH	ORP	SPC	DO	TDS	Turbidity	Flow Rate (L/min)	Comments	
						From	To												
7D4754L3-1	7D_7D4754L3-1_07312021_43.3-48	31-Jul-21	-	-	-	43.3	48.0	410	48	2.4	10.39	-51.5	4648	3.56	-	7.75	-	Taken during packer test #1	
7D4754L3-1	7D_7D4754L3-1_08022021_64.3-72	02-Aug-21	-	-	-	64.3	72.0	2267	72	0.1	9.88	-39.9	3062	6.48	-	10.91	-	Taken during packer test #4	
7D4754L3-1	7D_7D4754L3-1_08042021_76.3-84	04-Aug-21	-	-	-	76.3	84.0	2566	84	0.2	9.66	-8	1497	6.3	-	2.17	-	Taken during packer test #7	
7D4754L3-1	7D_7D4754L3-1_08072021_126.3-138	07-Aug-21	-	-	-	126.3	138.0	1750	138	0.7	9.72	-88	1320	2.73	-	1.23	-	Taken while packer seated at 127.3 mbgs but deflated prematurely so the sample will not be confined to the intended zone. Not sent to lab.	
7D 1050 SS Vent Seep 01	7D_1050VENTSS_SEEP_082221	22-Aug-21	-	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A	2.5	9.48	-68.7	4482	3.62	-	2.59	0.3	Taken from seep near drill hole 7D4758L2 on East side of drift. Flowing at 0.27L/min but also flowing along rockwall for several m from casing.	
7D 1050 SS Vent Seep 01	7D_1050VENTSS_SEEP_082221	23-Aug-21	-	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A	2.3	9.73	-100.8	4460	3.26	-	5.21	0.3	Taken from same seep as above	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	24-Aug-21	-	-	11:02:00 AM	-	-	N/A	18	14	7.96	99.8	85206	5.43	55384	9.86	-	From drillers' brine tank during drilling of 7D4758L2-2	
Drill return fluid (cuttings) from 7D4758L2-2	No sample collected	24-Aug-21	-	-	11:32:00 AM	15.0	18.0	N/A	18	14.2	8.73	-62.9	83422	0.69	54224	131.76	-	Collected at casing	
7D 1050 SS Vent Seep 01	7D_1050 SS Vent Seep_01	24-Aug-21	-	-	9:01:00 AM	-	-	N/A	N/A	1.8	9.63	-78.8	4435	3.58	2883	5.12	0.3	Flowing at 0.3L/min out of seep (small projection out of wall)	
7D4758L2-2	No sample collected	25-Aug-21	-	-	8:13:00 AM	3.0	42.0	270	42	1.2	9.69	-52.5	4334	2.27	2817	6.44	18.0	Probed before start of drilling after checking flow rate from casing.	
7D4758L2-2	No sample collected	25-Aug-21	-	-	11:07:00 AM	37.3	42.0	486	42	1.7	9.76	-39.3	4249	3.21	2762	126.64	17.4	Probed during packer test #1 flow test at 7D4758L2-2	
7D4758L2-2	7D4758L2-2_082521_37.3-42.0m	25-Aug-21	-	-	12:16:00 PM	37.3	42.0	750	42	6.1	9.51	-57	4150	3.42	2698	212.13	17.4	Samples collected during packer test #1 at 7D4758L2-2	
7D4758L2-2	No sample collected	26-Aug-21	-	-	12:00:00 AM	43.3	48.0	1350	48	6	9.72	-53.4	3798	3.94	2469	96.18	37.0	Sample taken after packer test	
7D4758L2-2	No sample collected	26-Aug-21	-	-	12:28:00 PM	46.3	60.0	451	60	2.5	9.61	-52.6	3799	4.07	2469	16.27	35.0	Probed during packer test 03 at 7D4758L2-2 (46.5-60.0m)	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	26-Aug-21	-	-	12:51:00 PM	-	-	N/A	60	12.2	7.93	77.7	83502	6.09	54276	11.29	-	From drillers' brine tank during packer test 03 at 7D4758L2-2 (46.5-60.0m)	
7D4758L2-2	No sample collected	27-Aug-21	-	-	10:20:00 PM	0.0	102.5	5940	102.5	2.3	9.33	-71.9	3039	2.93	1976	23.57	132.0	Probed flowing borehole after drillers pulled rods to clean bit. Hole flowed for 45 minutes @ ~132 L/min before sample was taken	
7D 1050 SS Vent Seep 01	No sample collected	27-Aug-21	-	-	11:43:00 AM	-	-	N/A	N/A	2.4	9.43	-34.2	4406	5.26	2864	0.5	0.5	Flowing at 0.5L/min out of seep (small projection out of wall)	
7D4758L2-2	No sample collected	28-Aug-21	-	-	2:29:00 AM	97.3	105.0	30	105	7.6	8.16	38.1	58891	5.6	38279	27.11	3.5	Probed after packer flow test	
7D4758L2-2	No sample collected	28-Aug-21	-	-	3:10:00 AM	97.3	105.0	73	105	9.6	8.16	-18.3	48401	3.91	31461	281.24	3.5	Probed after packer test shut in to confirm the first sample. Probe and container were rinsed with de-mineralized water before each sample	
7D4758L1-2	No sample collected	28-Aug-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.7	65 psi	
7D4754L1-4	No sample collected	28-Aug-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91.0	120 psi
7D4758L2-2	No sample collected	29-Aug-21	-	-	9:55:00 AM	0.0	132.0	5880	132	3	9.3	-41.1	3360	5.07	2184	6.73	147.0	Flowing with valve open at casing for 40mins before drilling and after 2 packer tests overnight. Should be well flushed.	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	29-Aug-21	-	-	10:10:00 AM	-	-	N/A	132	11.9	7.86	94.5	81613	5.27	53048	25.88	-	From drillers' brine tank at start of drilling	
7D4754L1-4	7D4754L1-4_090221	02-Sep-21	9:03:00 AM	9:35:00 AM	9:06:00 AM	-	-	2400	-	1.8	9.73	-71.7	5432	6.15	3531	9.62	107.4	Start sample collection at 9:25am Sept 2nd, 2021. Glencore hole with valve and gauge installed. Valve opened at 9:03am.	
7D4754L1-4	7D4754L1-4_090221	02-Sep-21	9:03:00 AM	9:35:00 AM	9:20:00 AM	-	-	2400	-	1.6	9.8	-83.5	5020	6.85	3263	4.5	107.4	Start sample collection at 9:25am Sept 2nd, 2021. Glencore hole with valve and gauge installed. Valve opened at 9:03am.	
7D4758L2-2	7D4758L2-2_090221	02-Sep-21	9:42:00 AM	10:13:00 AM	9:46:00 AM	3.0	156.0	3895	156	0.8	9.76	-72.6	3108	9.58	2020	0.48	193.2	Sample collected at 10:01am	
7D4758L2-2	7D4758L2-2_090221	02-Sep-21	9:42:00 AM	10:13:00 AM	9:57:00 AM	3.0	156.0	3895	156	0.6	9.74	-66.7	3089	9.16	2008	0.07	193.2	Sample collected at 10:01am	
7D4758L1-2	7D4758L1-2_090221	02-Sep-21	10:29:00 AM	10:47:00 AM	10:31:00 AM	3.0	120.0	605	120	0.7	9.97	-106.4	4395	3.29	2857	2.08	33.6	Sample collected at 10:40am	
7D4758L1-2	7D4758L1-2_090221	02-Sep-21	10:29:00 AM	10:47:00 AM	10:36:00 AM	3.0	120.0	605	120	0.9	9.95	-131.7	4380	3.54	2847	6.64	33.6	Sample collected at 10:40am	
7D 1050 SS Vent Seep 01	No sample collected	02-Sep-21	-	-	11:12:00 AM	-	-	N/A	N/A	1.6	9.79	-126.7	4316	3.72	2805	-0.04	0.3	Flowing at 0.3L/min out of seep (small projection out of wall). See video on Sharepoint "7D 1050 Vent SS Seep01_20210902.mov"	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	04-Sep-21	-	-	8:29:00 AM	-	-	-	51	13.8	7.3	92.3	55115	6.52	35824	22.95	-	From drillers' brine tank during drilling of 7EX4832L2-2	
7D 1050 SS Vent Seep 01	No sample collected	04-Sep-21	-	-	1:05:00 PM	-	-	-	N/A	1.7	9.68	-77.3	4312	4.86	2803	2.38	0.25		
7D 1050 SS Vent Seep 02	No sample collected	04-Sep-21	-	-	-	-	-	-	N/A	5.1	9.81	-37.6	4409	6.47	2866	0.15	0.16		
7EX4832L2-2 Drill Site	7EX4832L2-2_090521_DF	05-Sep-21	-	-	4:43:00 PM	-	-	-	-	13.6	7.48	29.3	51861	7.5	33710	18.83	-	From drillers' brine tank during drilling of 7EX4832L2-2	
Raglan Site Demineralized Water from Lab	7EX4832L2-2_090521_FB	05-Sep-21	-	-	5:00:00 PM	-	-	-	-	19	7.53	64.5	4.3	9.09	3	-0.7	-		
7EX4832L2-2 Groundwater	No sample collected	06-Sep-21	7:45:00 AM	8:00:00 AM	7:57:00 AM	3	117	130	117	5.7	8.58	-274.6	4749	1.82	3087	216.02	8.43	Did not flow long enough to collect sample (would need ~110mins)	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	06-Sep-21	-	-	2:20:00 PM	-	-	-	-	14.2	7.67	87.6	52526	8.21	34142	141.74	-	From drillers' brine tank during drilling of 7EX4832L2-2 (while drilling 129-132m)	
Drill Return Fluid (cuttings) from 7EX4832L2-2	No sample collected	06-Sep-21	-	-	2:40:00 PM	129	132	2L	132	12.6	7.24	-157.4	45038	1.56	29274	506.06	-	From return water at casing during drilling.	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	06-Sep-21	-	-	8:12:00 PM	-	-	-	-	13.8	7.69	60.3	52261	10.21	33969	101	-	From driller's brine tank while waiting for packer test to begin (138m)	
Drillers Tank (Brine)	No sample collected	07-Sep-21	-	-	8:47:00 AM	-	-	-	-	13.5	7.69	45.6	52701	5.4	34256	5.26	-	From drillers' brine tank during drilling of 7EX4832L2-2 (while drilling 156-158m)	
7D 1050 SS Vent Seep 01	No sample collected	07-Sep-21	-	-	1:30:00 PM	-	-	-	-	2.3	9.51	-65.9	4318	4.63	2806	1.87	0.325		
7D4754L1-4	No sample collected	07-Sep-21	1:27:00 PM	1:37:00 PM	1:37:00 PM	-	-	-	-	1	9.85	-92.9	5201	3.59	3381	153.99	117.7		
7D4758L1-2	No sample collected	07-Sep-21	1:41:00 PM	1:49:00 PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	measured manually (did not have correct fittings for digital flow meter)	
7D 1050 SS Vent Seep 02	No sample collected	07-Sep-21	-	-	-	-	-	-	-	3.6	9.71	-79	4080	6.35	2652	0.32	0.125	Noticed that this seep decreased (the projection point stopped) when the valve for hole	
7D4758L2-2	No sample collected	07-Sep-21	8:07:00 PM	9:00:00 PM	9:00:00 PM	3	156	11700	156	2.8	9.86	-71.2	2948	1.64	1916	59.76	184	Pressure = 240 psi. Flow at opening - 68 gpm down to 48.6 gpm after 53 minutes	
7D4758L1-2	No sample collected	08-Sep-21	8:22:00 PM	8:37:00 PM	8:37:00 PM	3	120	534	120	1.6	9.8	-105.1	4318	2.1	2807	7.45	35.6		
7EX4832L2-2	7EX4832L2-2_090821	08-Sep-21	3:20:00 PM	9:00:00 PM	9:02:00 PM	3	203.5	4446	203.5	1.9	9.23	-357.8	2871	2.11	1866	1.77	11.4	Sample collected at 21:12	
Drillers Tank (Brine)	7EX4832L2-2_090821_DF	08-Sep-21	-	-	9:30:00 PM	-	-	-	-	14	7.79	36.7	64676	6.57	42040	11.64	-	Sample taken at 21:45	

Notes: 1. Depth - Meters along drill hole

Appendix I Drillhole Profiles

LEGEND

● Piezometric Elevation (December 8, 2021)

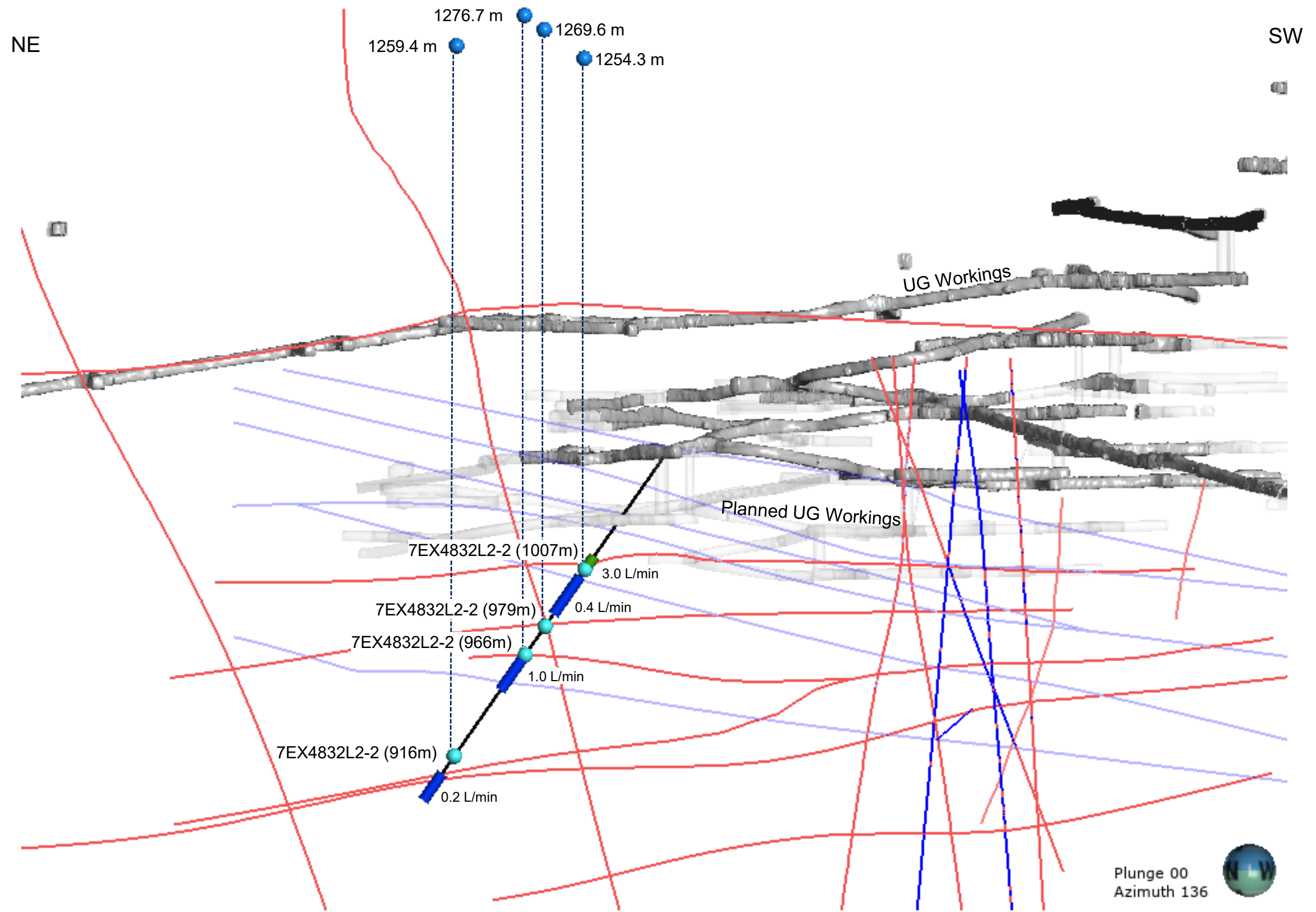
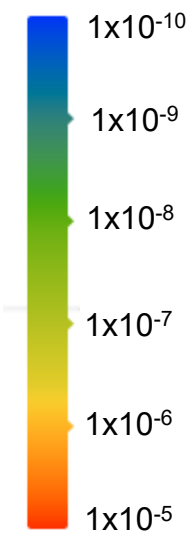
● VWP Location

— Modelled Structure

— Water Seam

— Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)



Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).

		2021 Field Investigation		
		7EX4832L2-2 Section		
Job No: 1CA037.000 Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx	Raglan	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 1

LEGEND

● Piezometric Elevation (December 8, 2021)

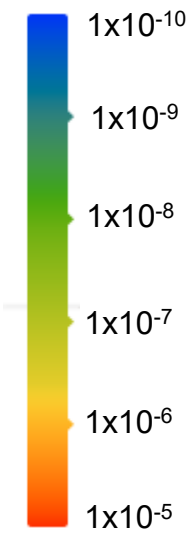
● VWP Location

— Modelled Structure

— Water Seam

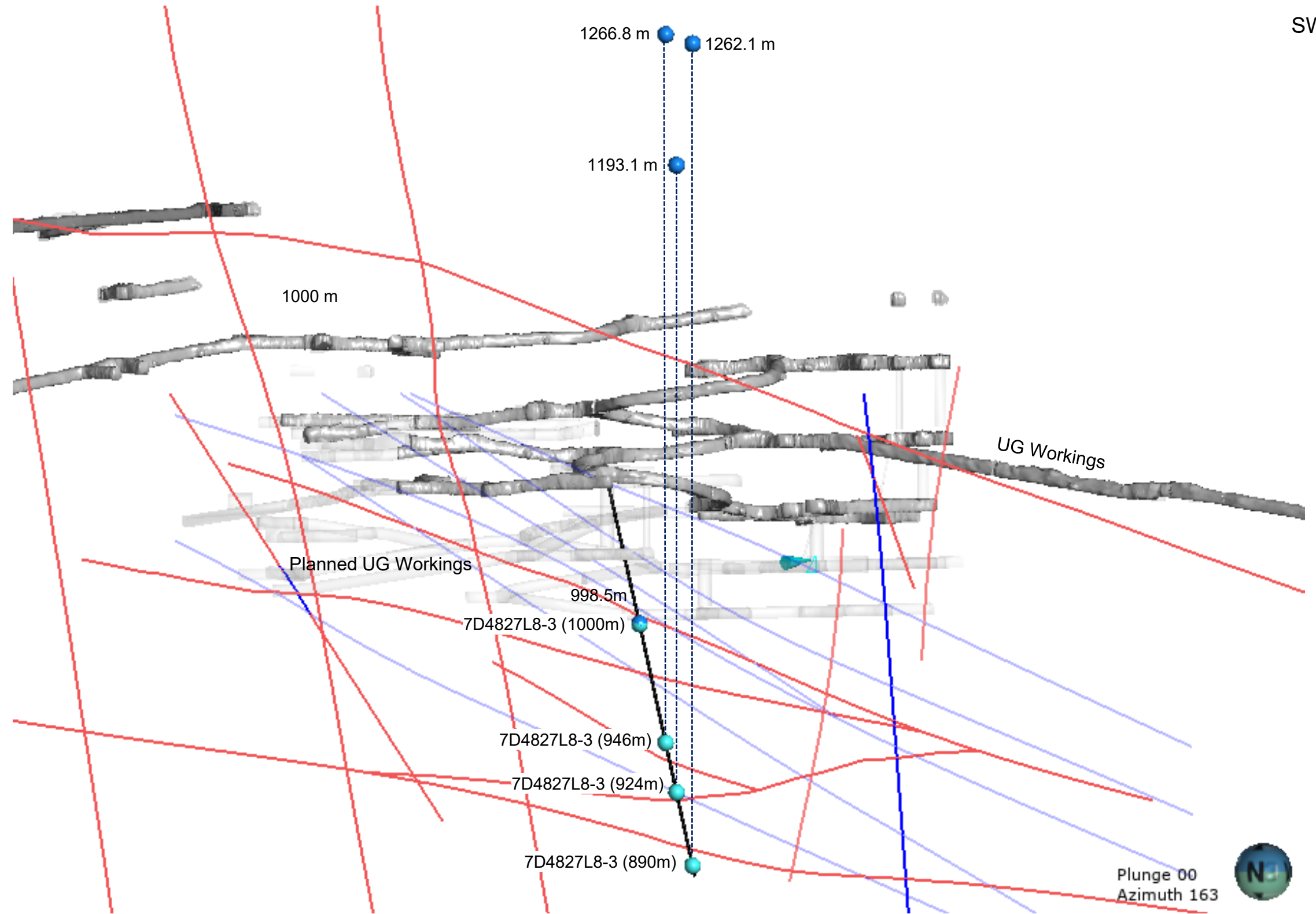
— Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)



NE

SW



Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).

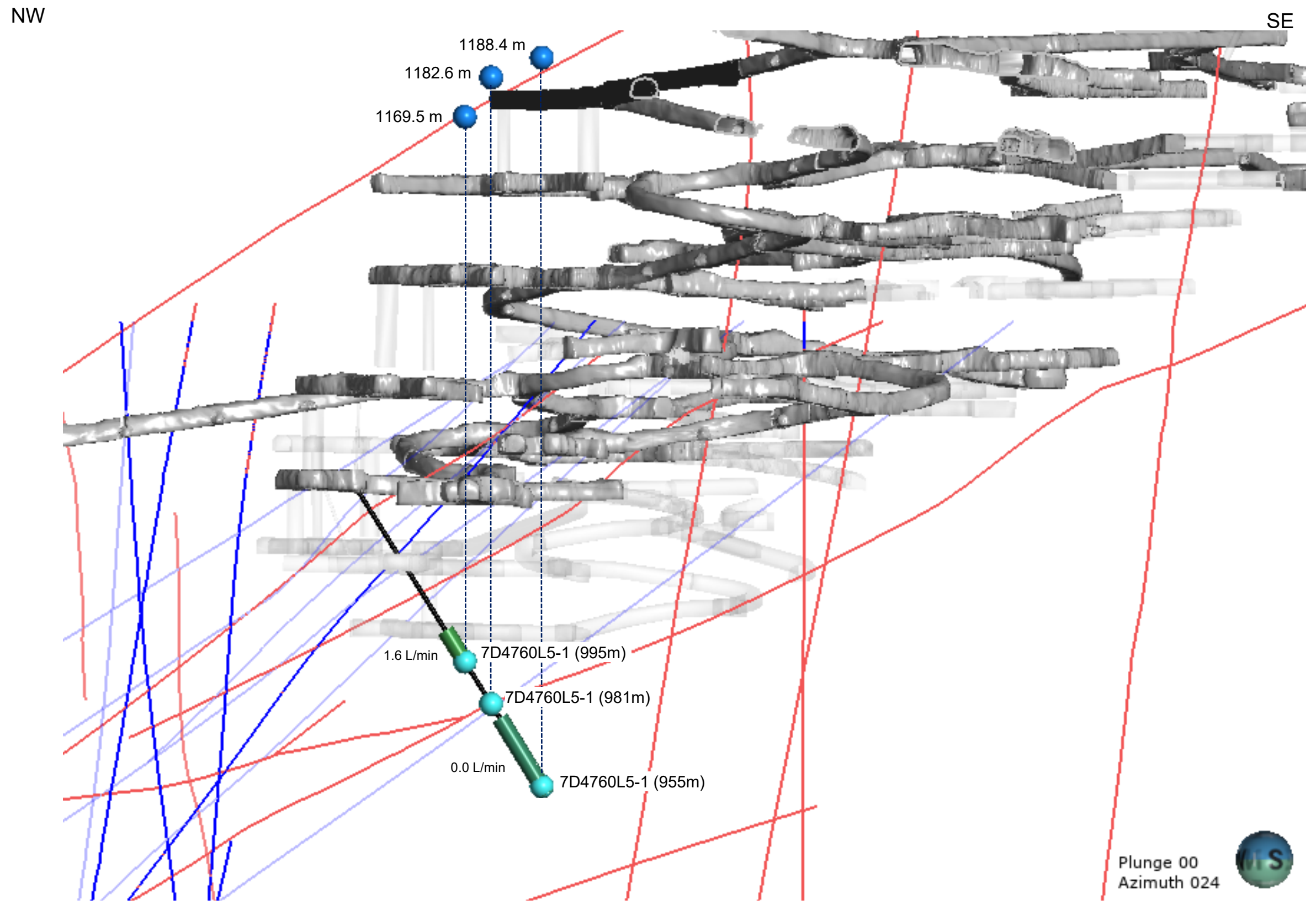
		2021 Field Investigation		
		7D4827L8-3 Section		
Job No: 1CA037.000 Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx	Raglan	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 2

LEGEND

- Piezometric Elevation (October 13, 2021)
- VWP Location
- Modelled Structure
- Water Seam
- Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)

1×10^{-10}
 1×10^{-9}
 1×10^{-8}
 1×10^{-7}
 1×10^{-6}
 1×10^{-5}



Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
 2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).

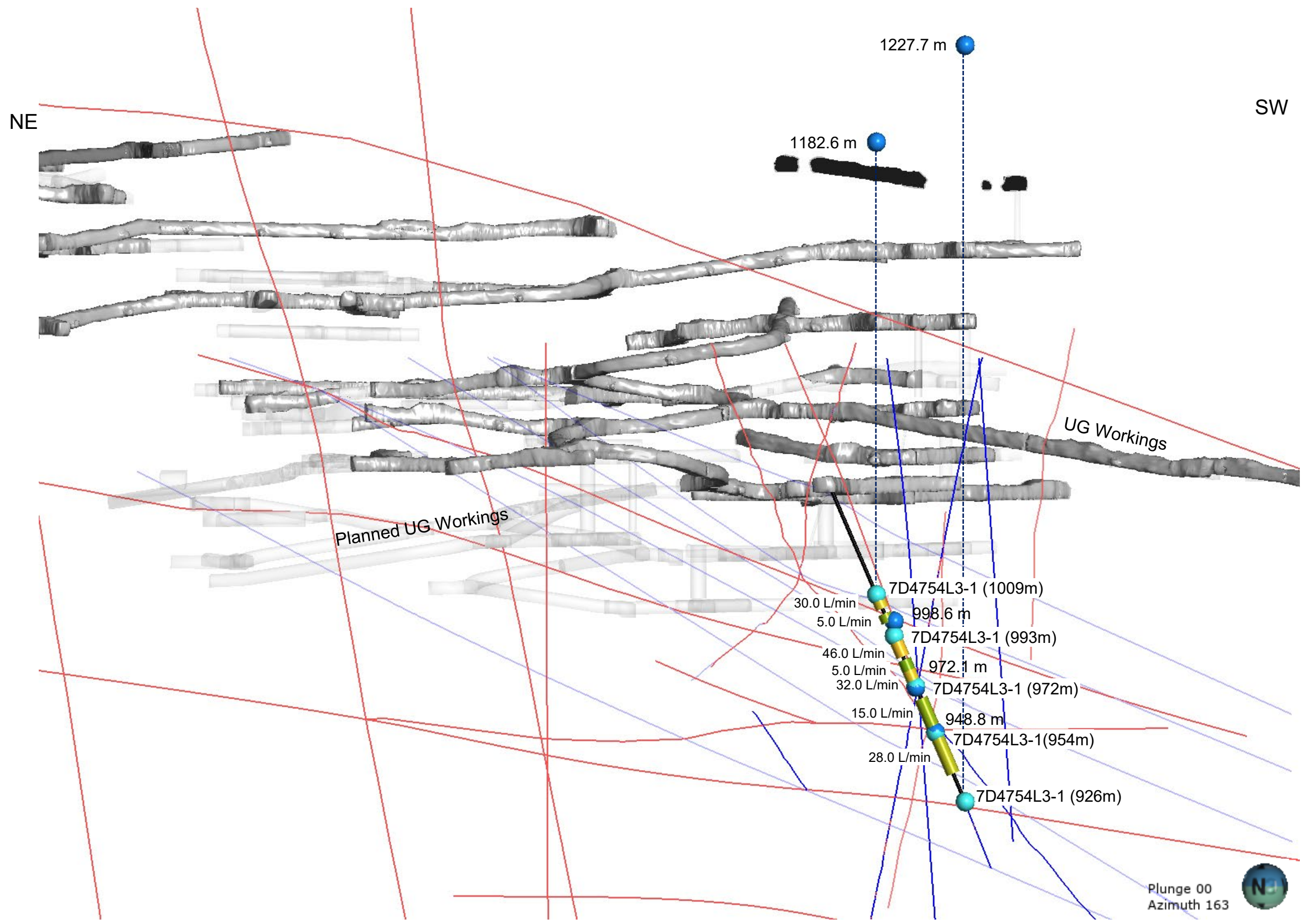
		2021 Field Investigation		
		7D4760L5-1 Section		
Job No: 1CA037.000 Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx	Raglan	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 3

LEGEND

- Piezometric Elevation (December 8, 2021)
- VWP Location
- Modelled Structure
- Water Seam
- Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)


1×10^{-10}
 1×10^{-9}
 1×10^{-8}
 1×10^{-7}
 1×10^{-6}
 1×10^{-5}



Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
 2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).

		2021 Field Investigation		
		7D4754L3-1 Section		
Job No: 1CA037.000 Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx	Raglan	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 4

LEGEND

 Piezometric Elevation (December 8, 2021)

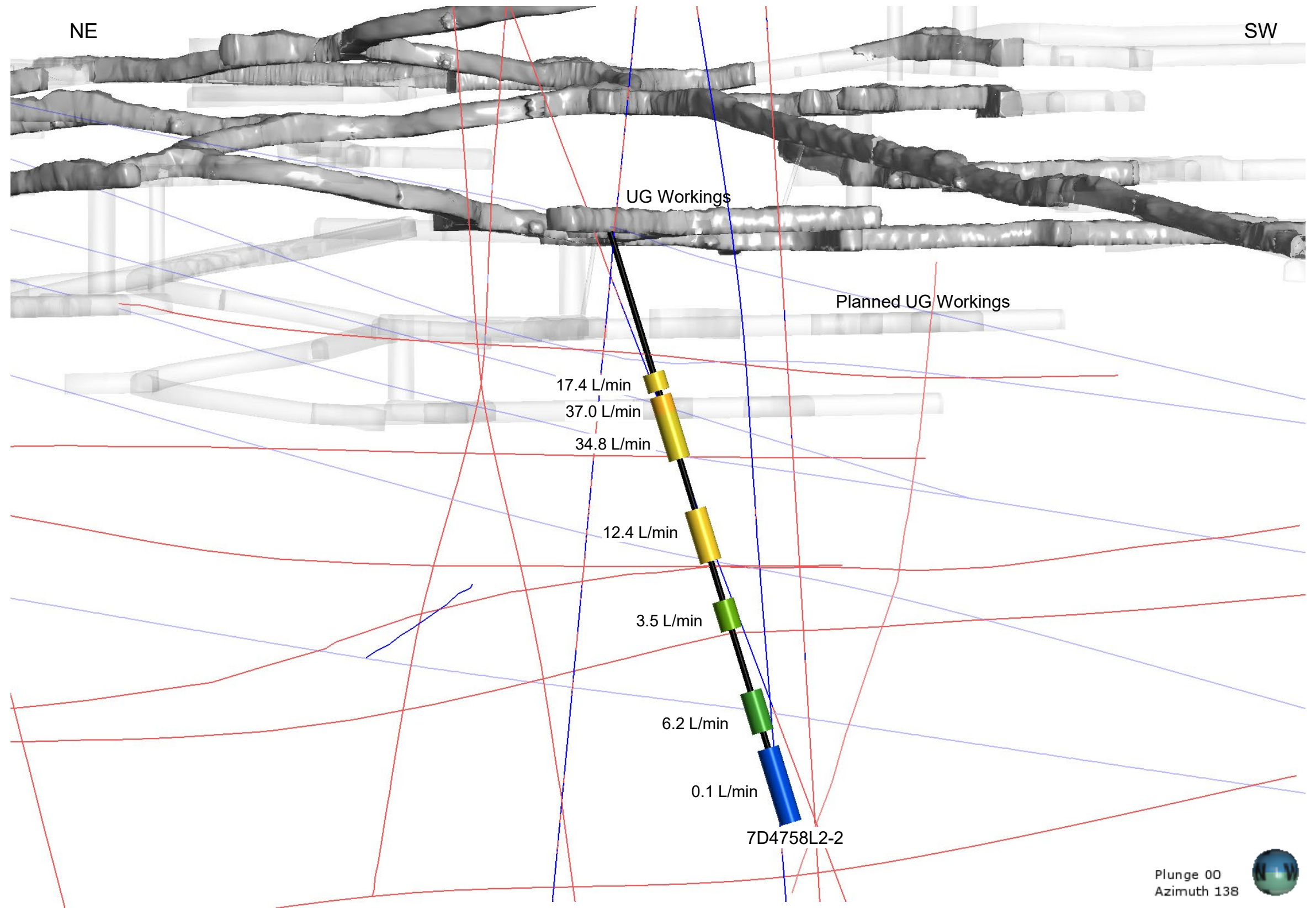
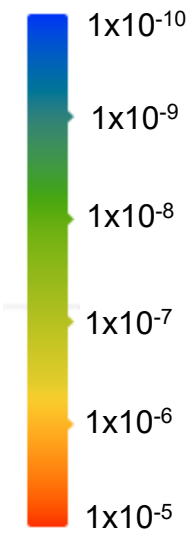
 VWP Location

 Modelled Structure

 Water Seam

 Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)



Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).



2021 Field Investigation

7D4758L2-2 Section

Job No: 1CA037.000
Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx

Raglan

Date: Dec 2021
Approved: BL
Figure: 5

LEGEND

● Piezometric Elevation (December 8, 2021)

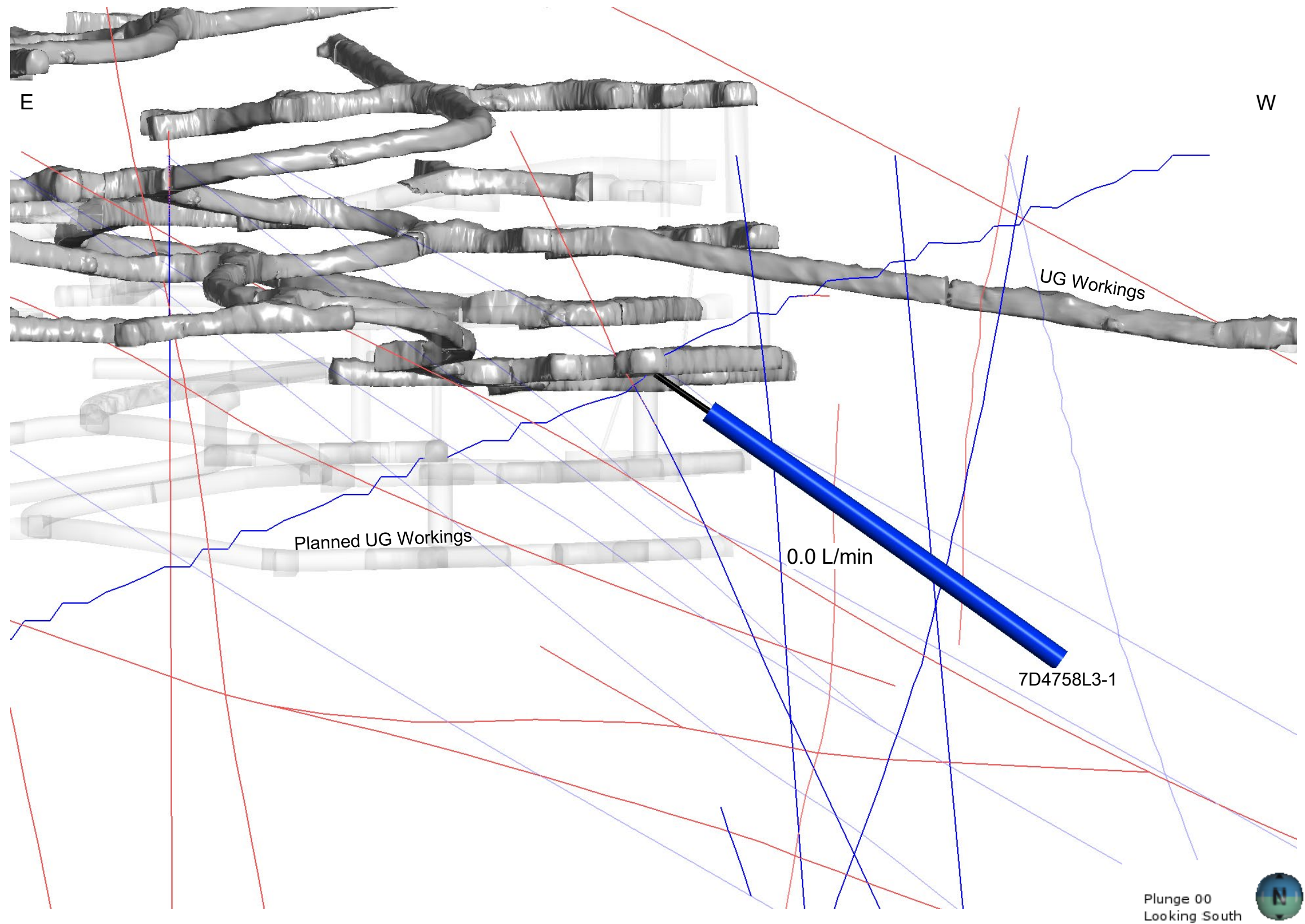
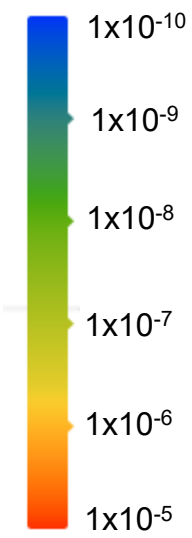
● VWP Location

— Modelled Structure

— Water Seam

— Steep Water Seam

Hydraulic Conductivity (K) (m/s)



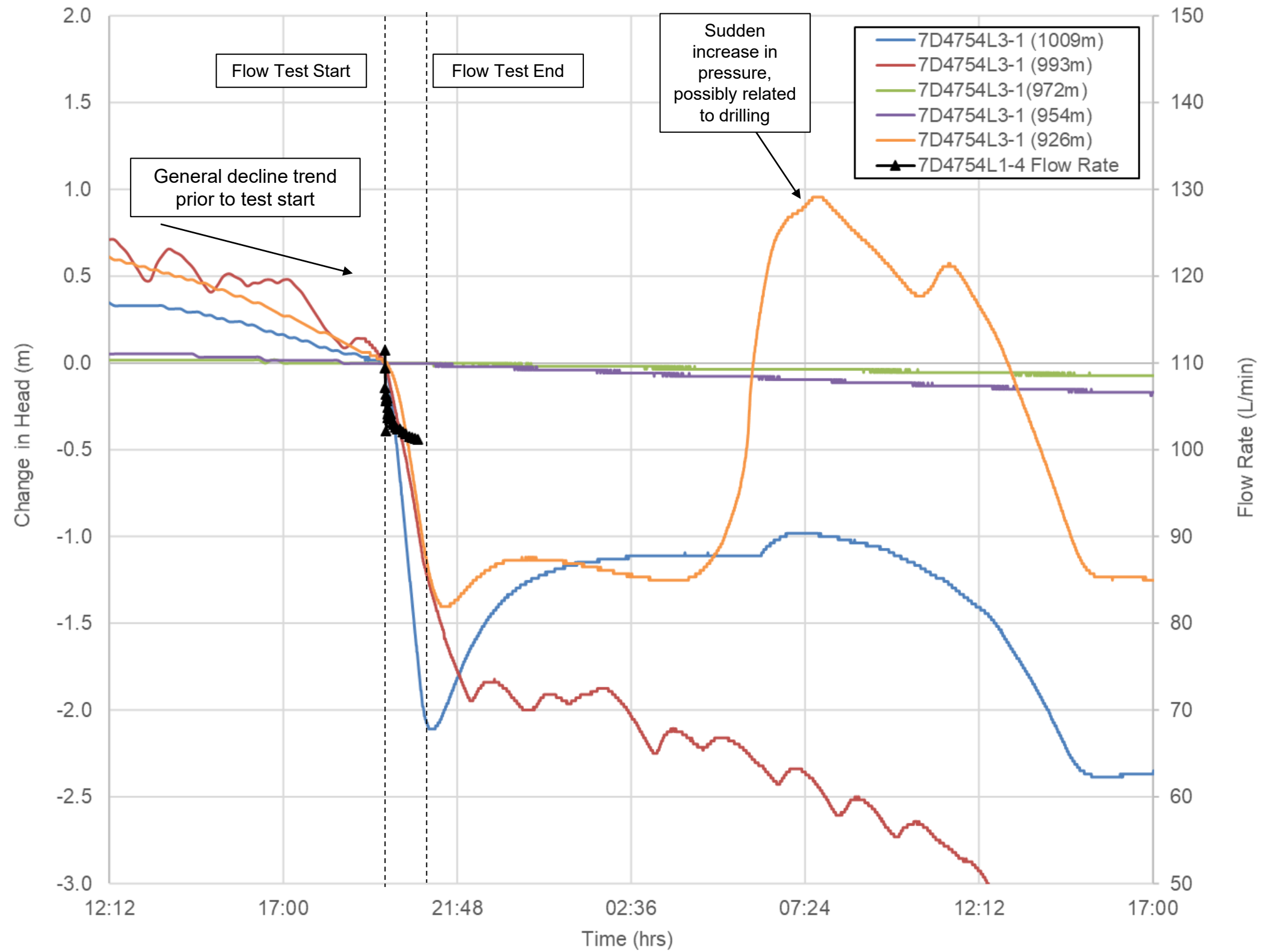
Note: 1. Section is cut 200 meters thick.
2. Structures/seams shown are from the updated structural review (SRK, 2022).

	GLENCORE	2021 Field Investigation		
		7D4758L3-1 Section		
Job No: 1CA037.000 Filename: Raglan_PackerTesting_Figures.pptx	Raglan	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 6

Appendix J Cross-hole Flow Response Plots

Test Series: 1.1
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 101 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-25 19:48:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-25 20:48:53 PM

Monitored Hole: 7D4754L3-1

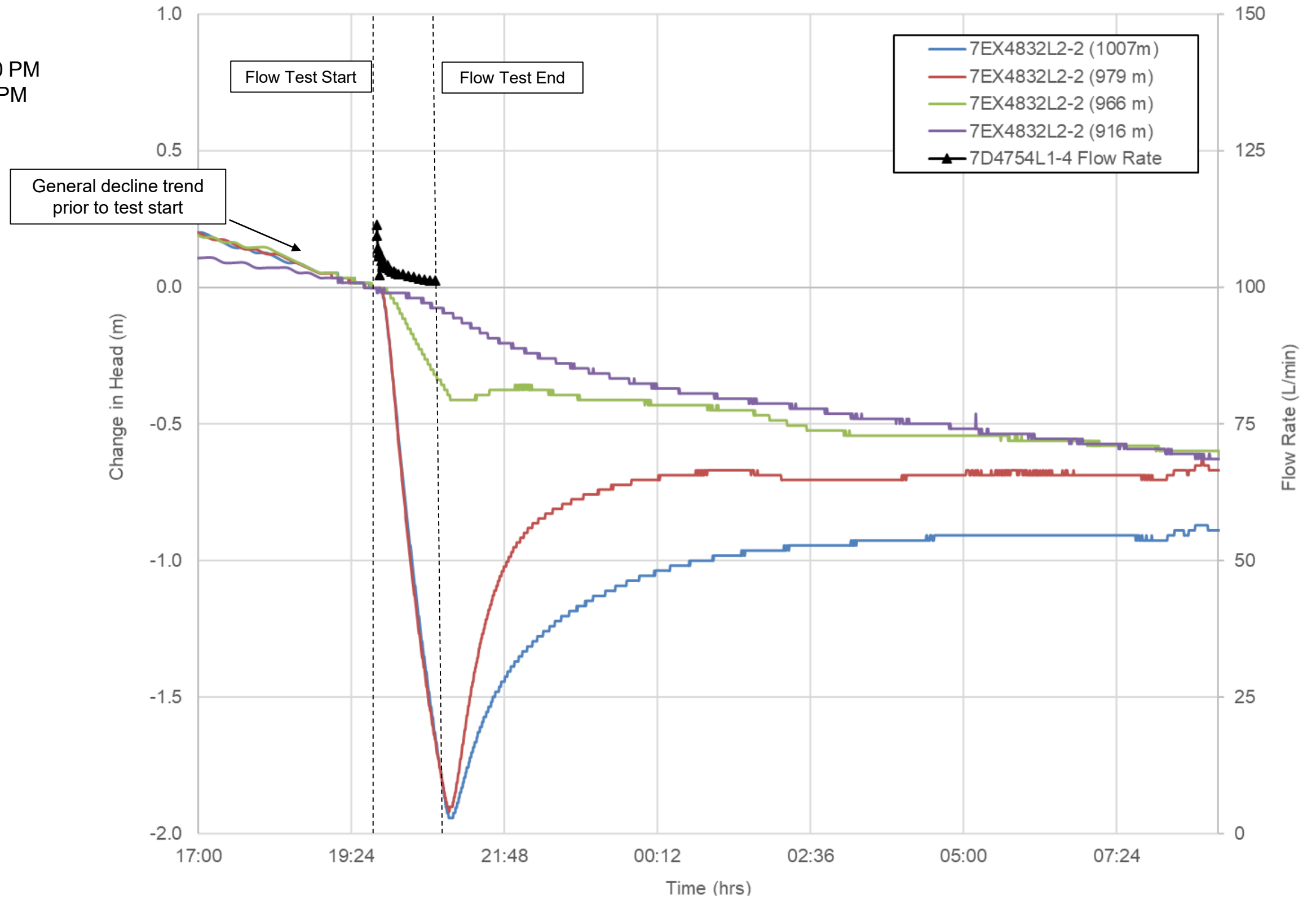


Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

 Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	 Raglan Mine	Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.1 Responses: 7D4754L1-4 (101 L/min)		
		Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 1

Test Series: 1.1
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 101 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-25 19:48:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-25 20:48:53 PM

Monitored Hole: 7EX4832L2-2

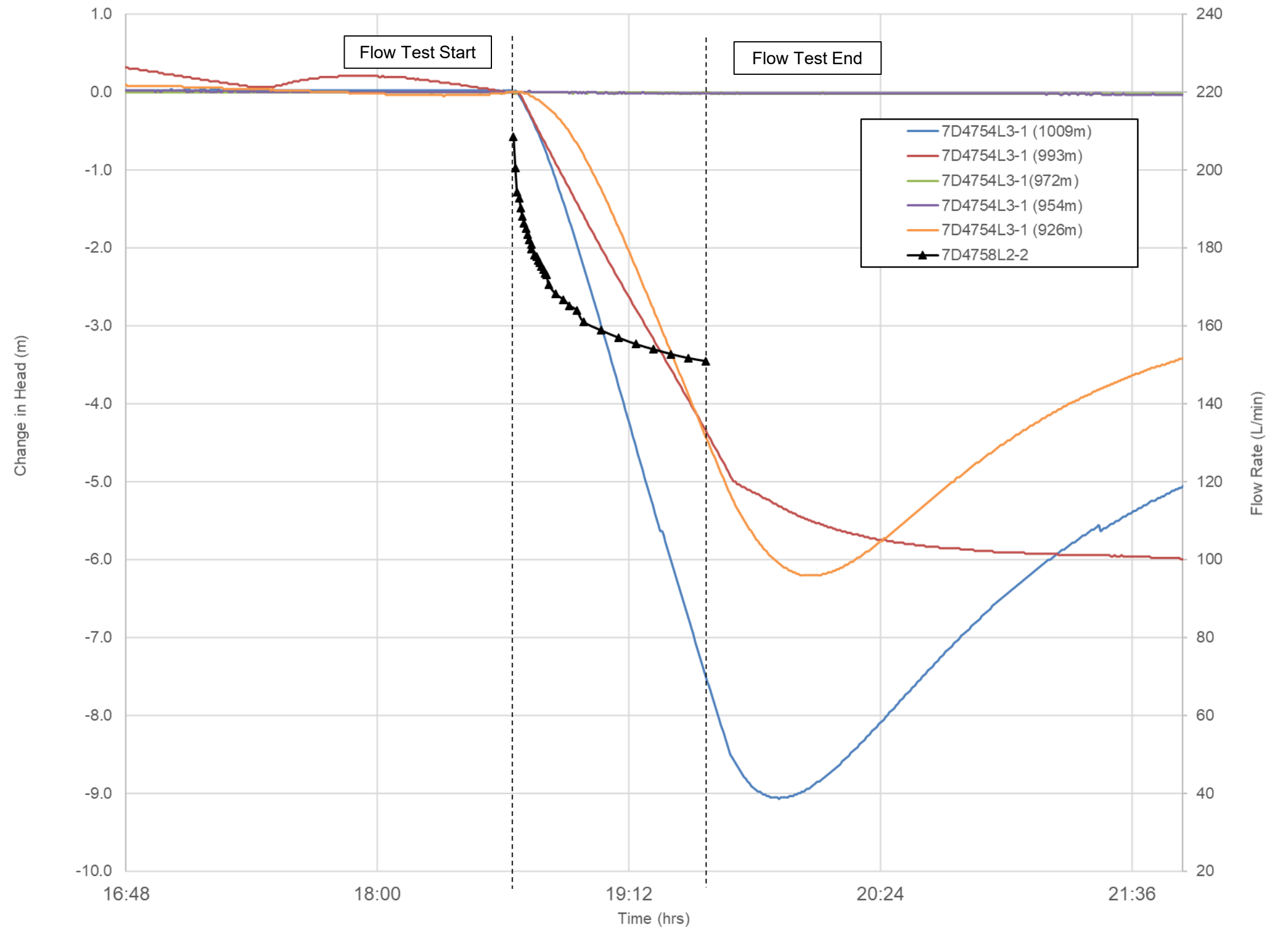


Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.1 Responses: 7D4754L1-4 (101 L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 2

Test Series: 1.2
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 151 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-26 18:39:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-26 19:39:00 PM

Monitored Hole: 7D4754L3-1

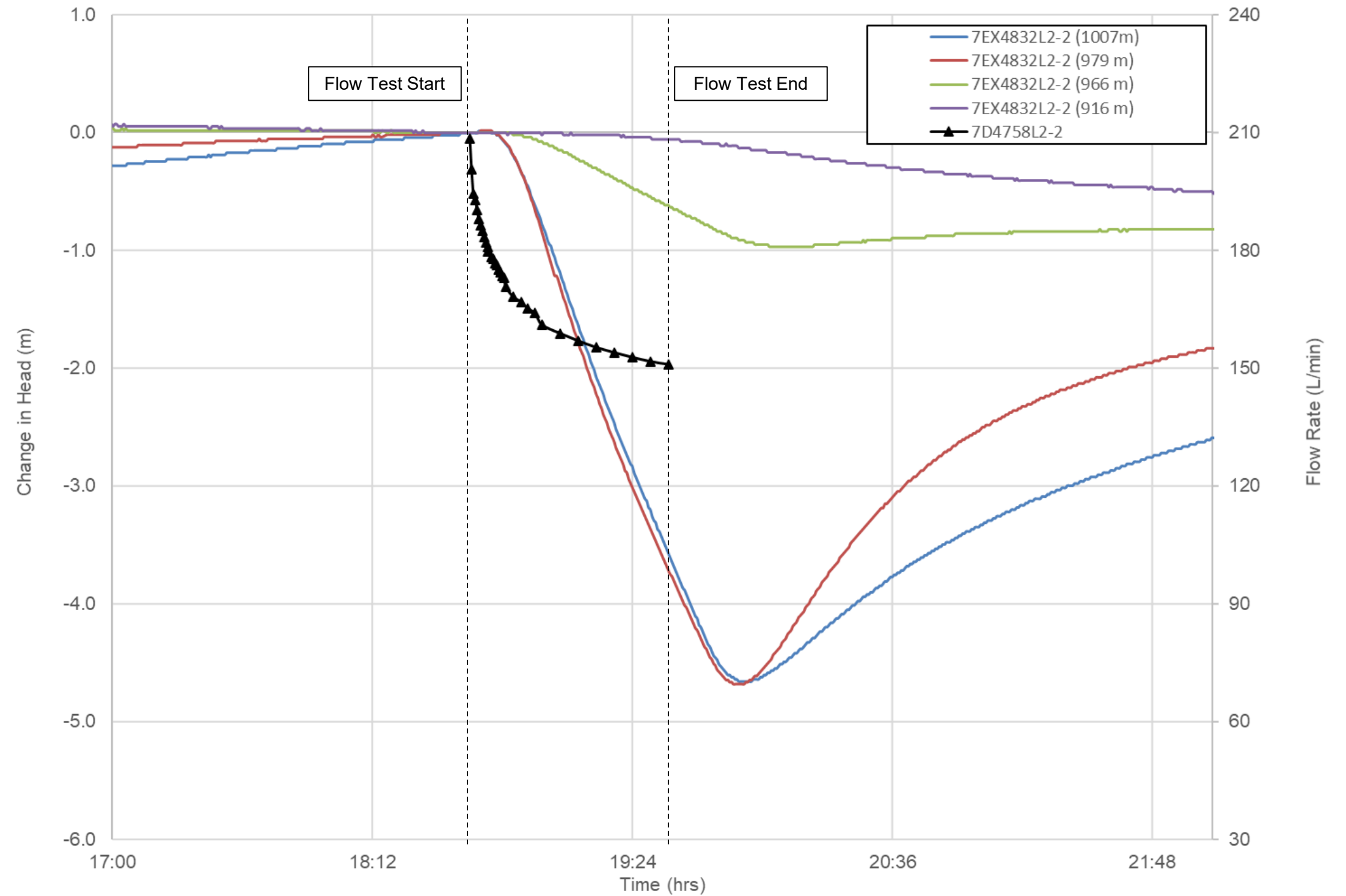


Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

 Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	 Raglan Mine	Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.2 Responses: 7D4758L2-2 (151 L/min)		
		Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 3

Test Series: 1.2
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 151 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-26 18:39:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-26 19:39:00 PM

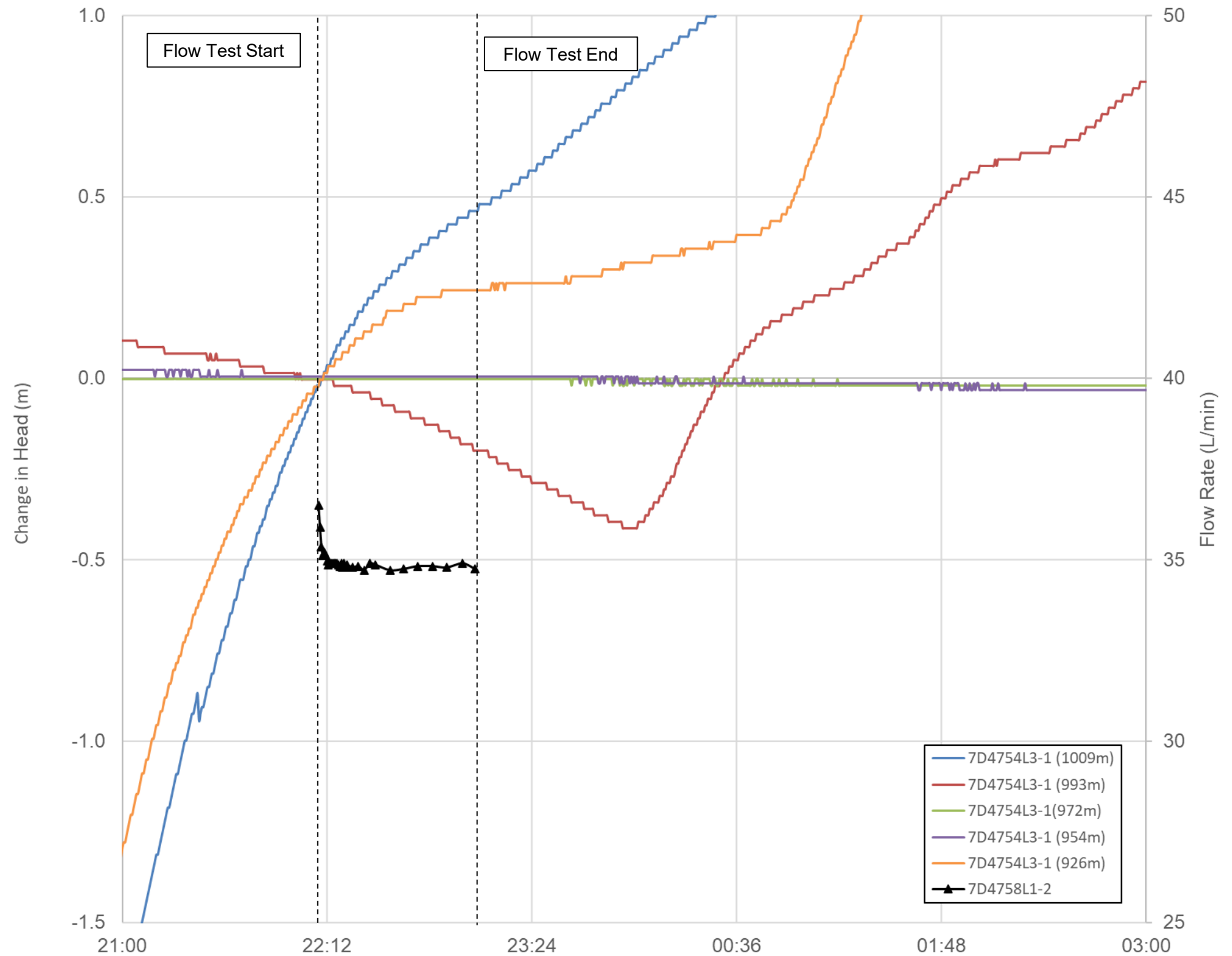
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 1.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 35 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-26 22:09:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-26 23:09:00 PM

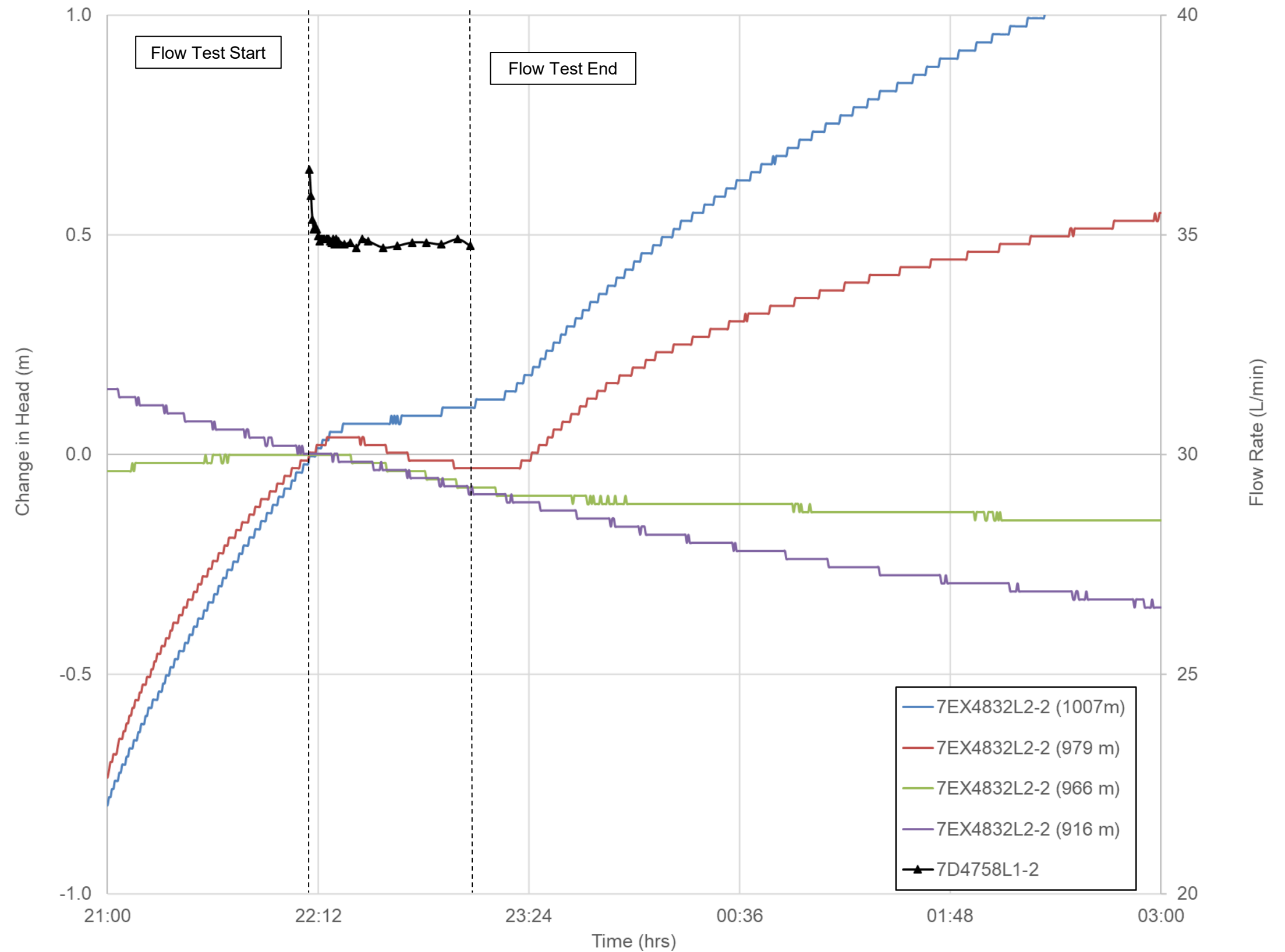
Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 1.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 35 L/min
 Flow Test Start: 2021-09-26 22:09:00 PM
 Flow Test End: 2021-09-26 23:09:00 PM

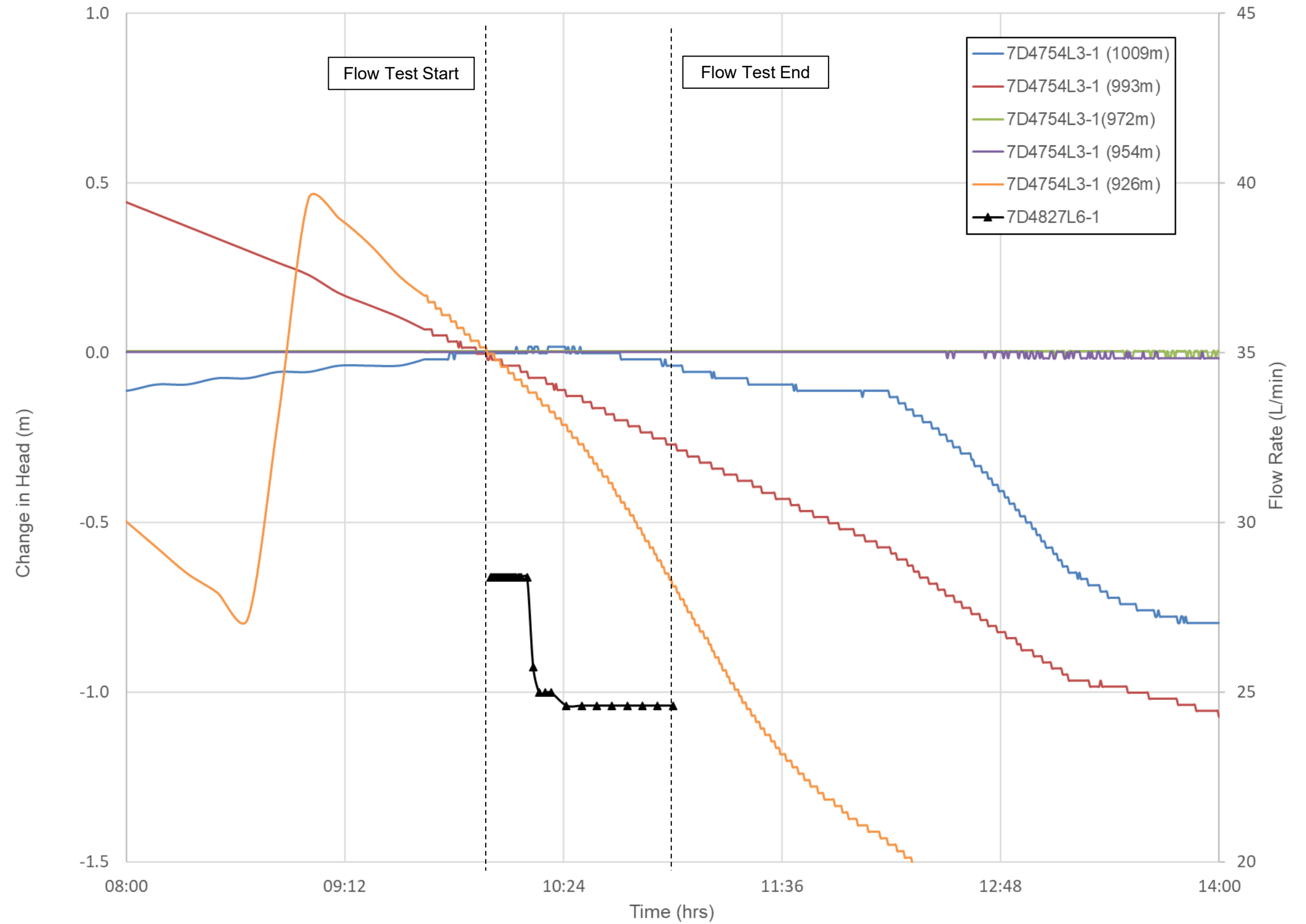
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.1
 Flowing Hole: 7D4827L6-1
 Flow Rate: 25 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 10:00:00 AM
 Flow Test End: 2021-10-11 11:00:00 AM

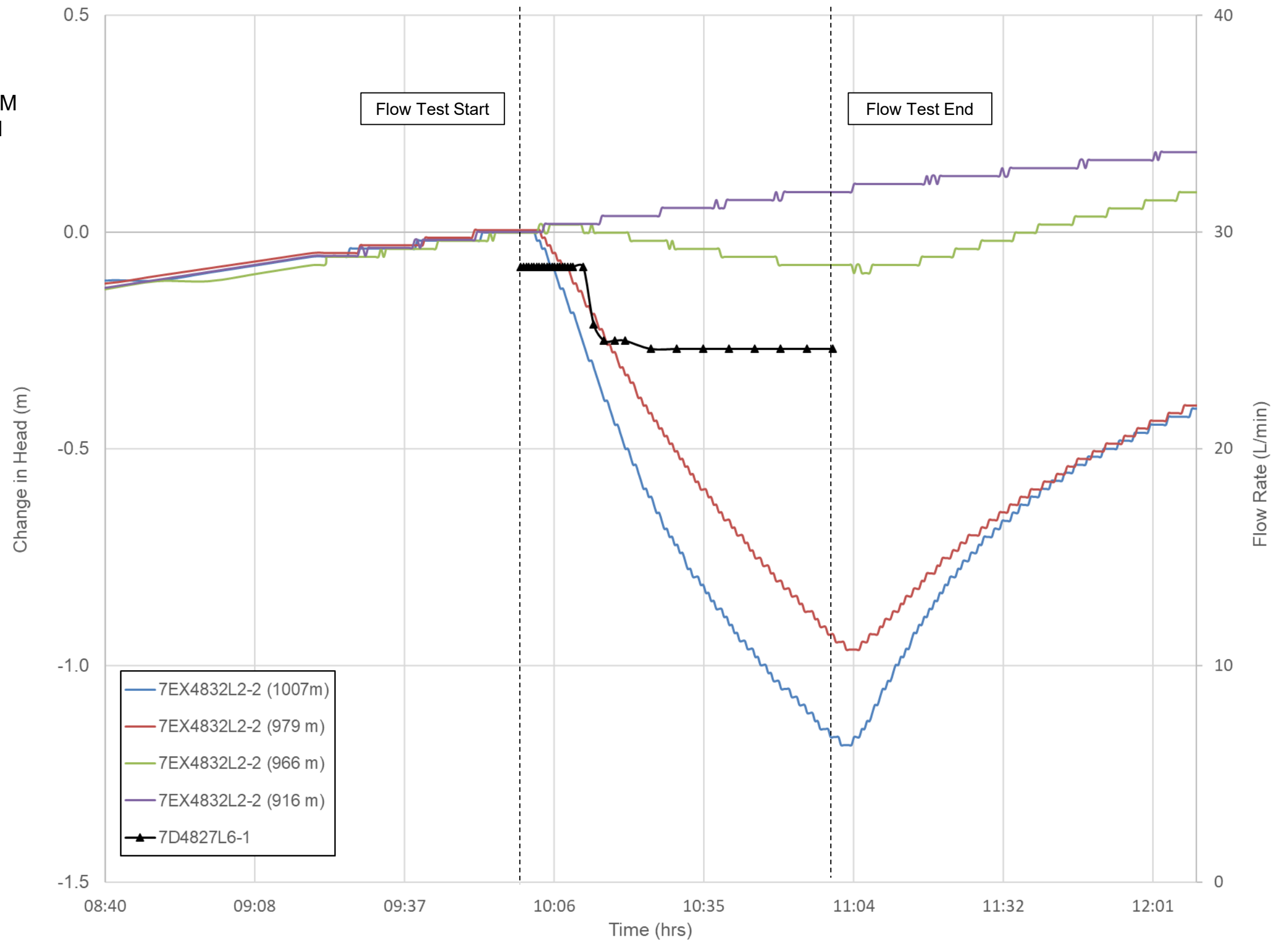
Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.1
 Flowing Hole: 7D4827L6-1
 Flow Rate: 25 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 10:00:00 AM
 Flow Test End: 2021-10-11 11:00:00 AM

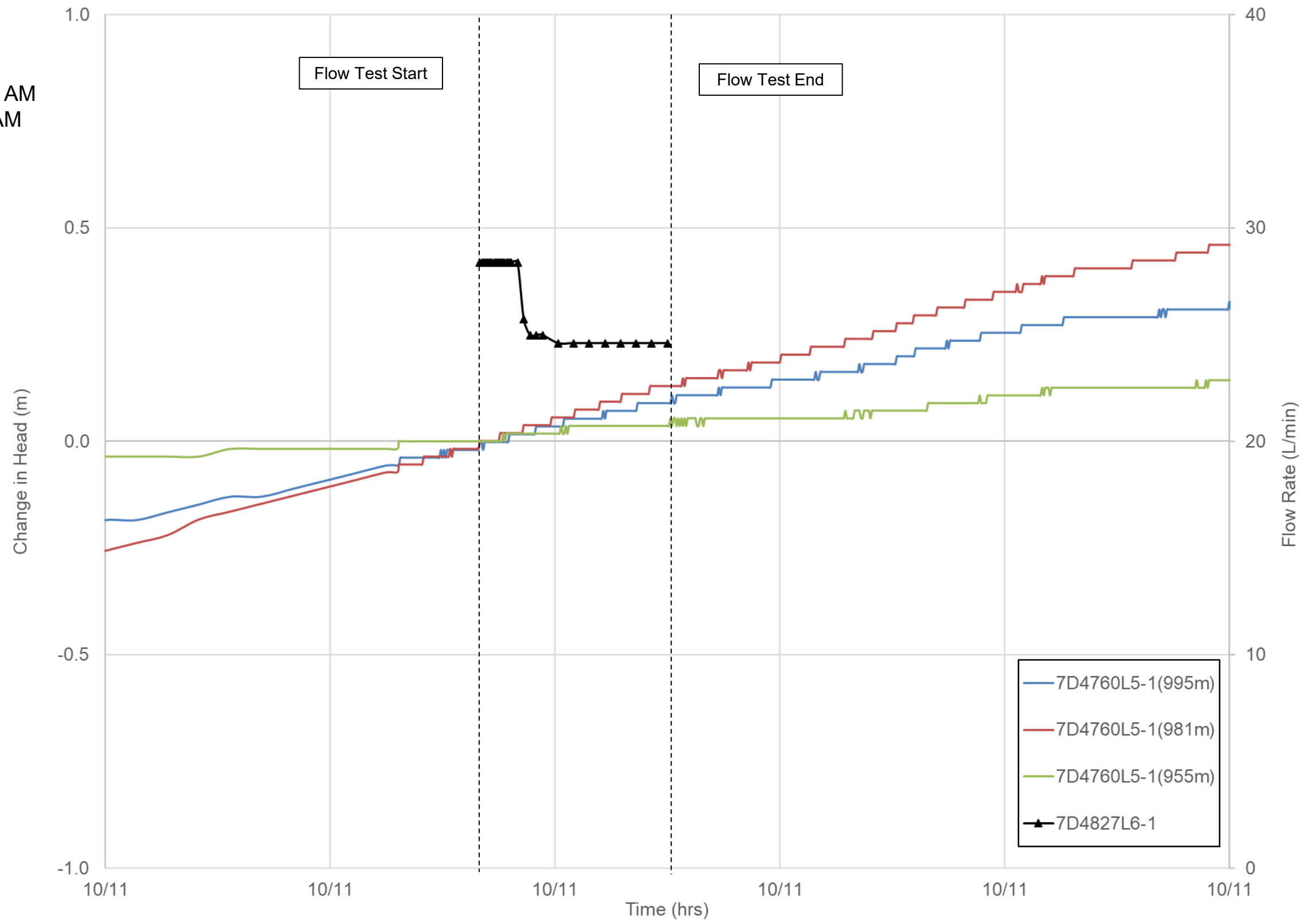
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.1
 Flowing Hole: 7D4827L6-1
 Flow Rate: 25 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 10:00:00 AM
 Flow Test End: 2021-10-11 11:00:00 AM

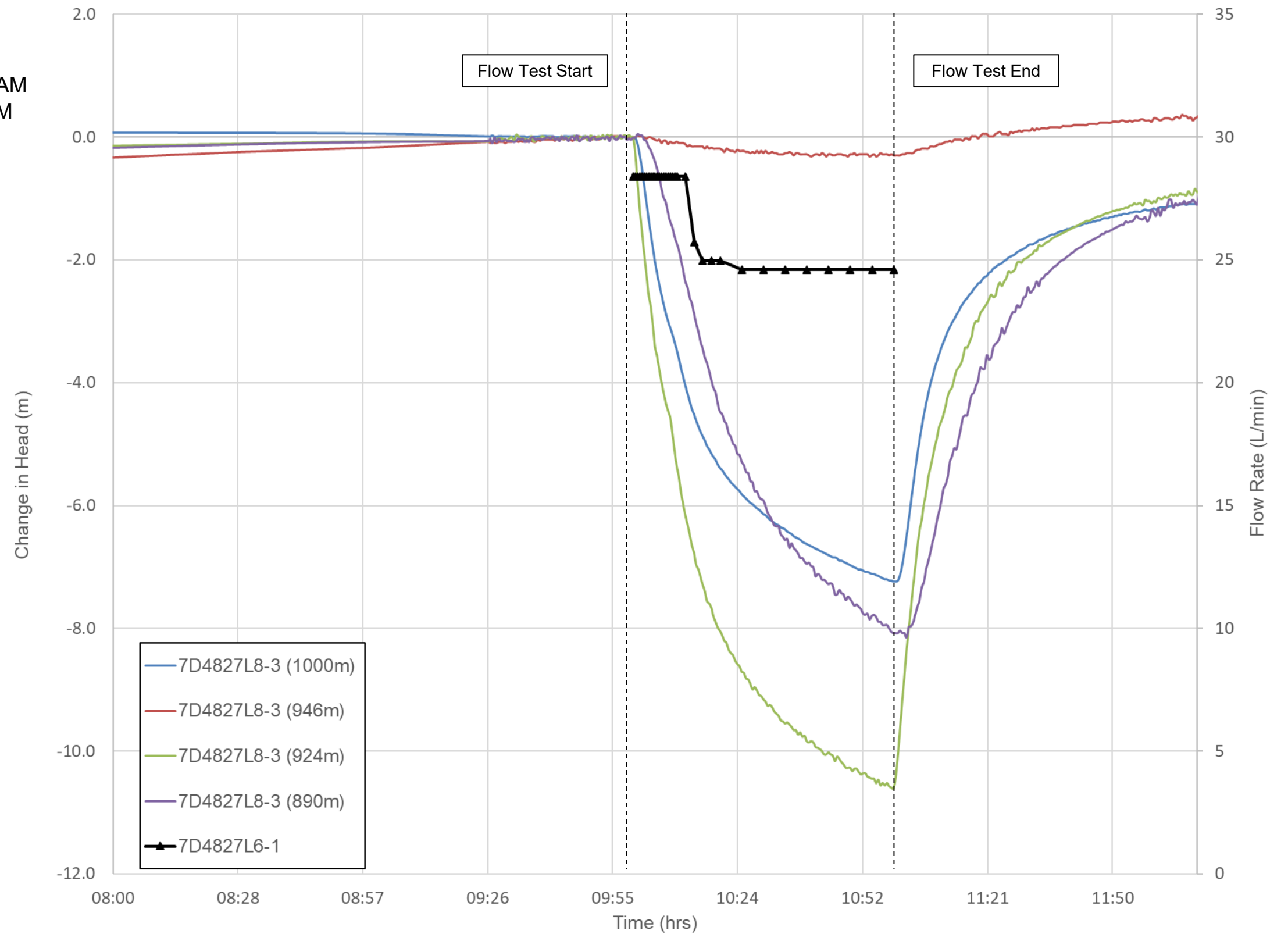
Monitored Hole: 7D4760L6-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.1
 Flowing Hole: 7D4827L6-1
 Flow Rate: 25 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 10:00:00 AM
 Flow Test End: 2021-10-11 11:00:00 AM

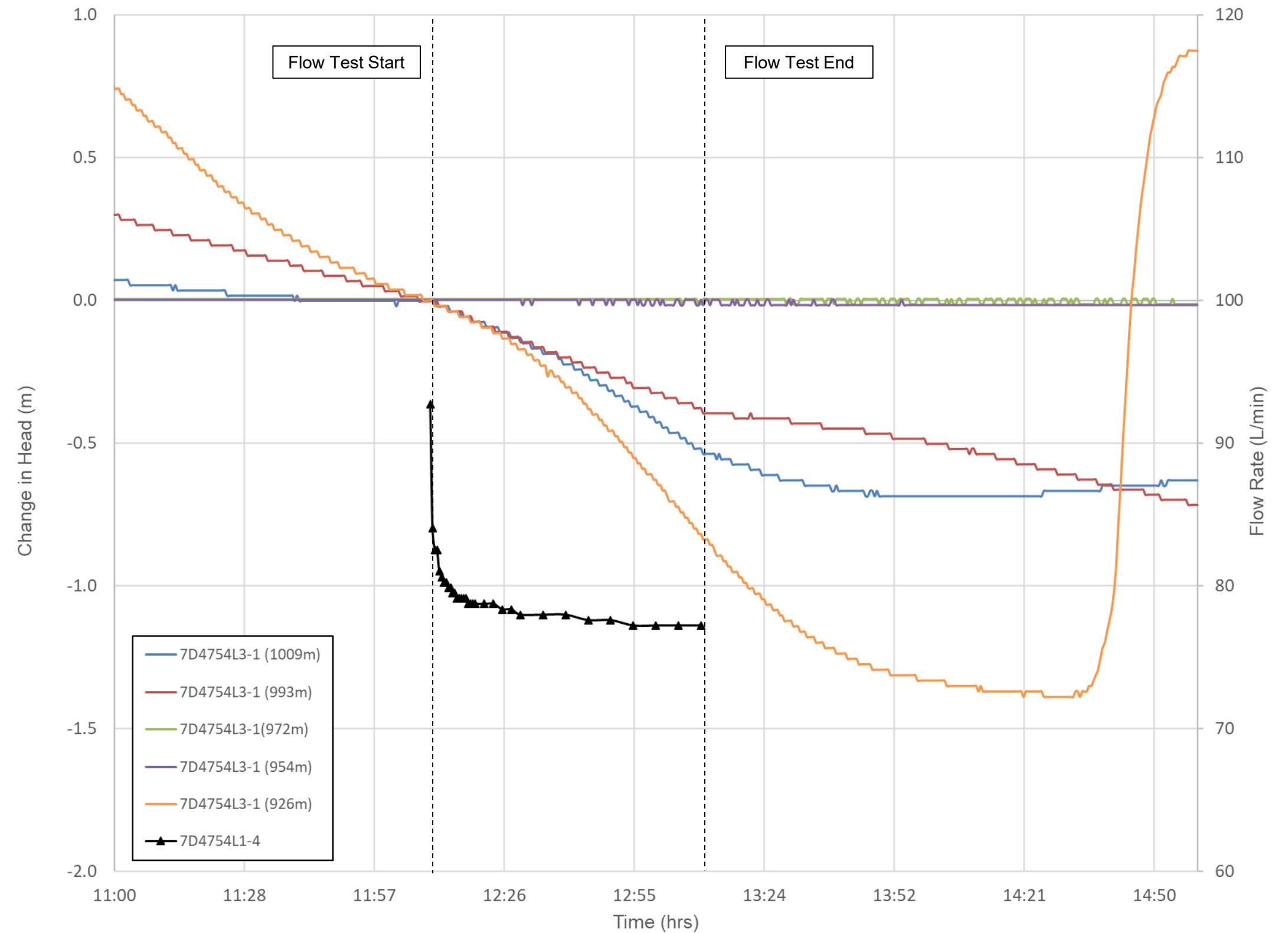
Monitored Hole: 7D4827L8-3



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.2
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 32 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 12:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 13:10:00 PM

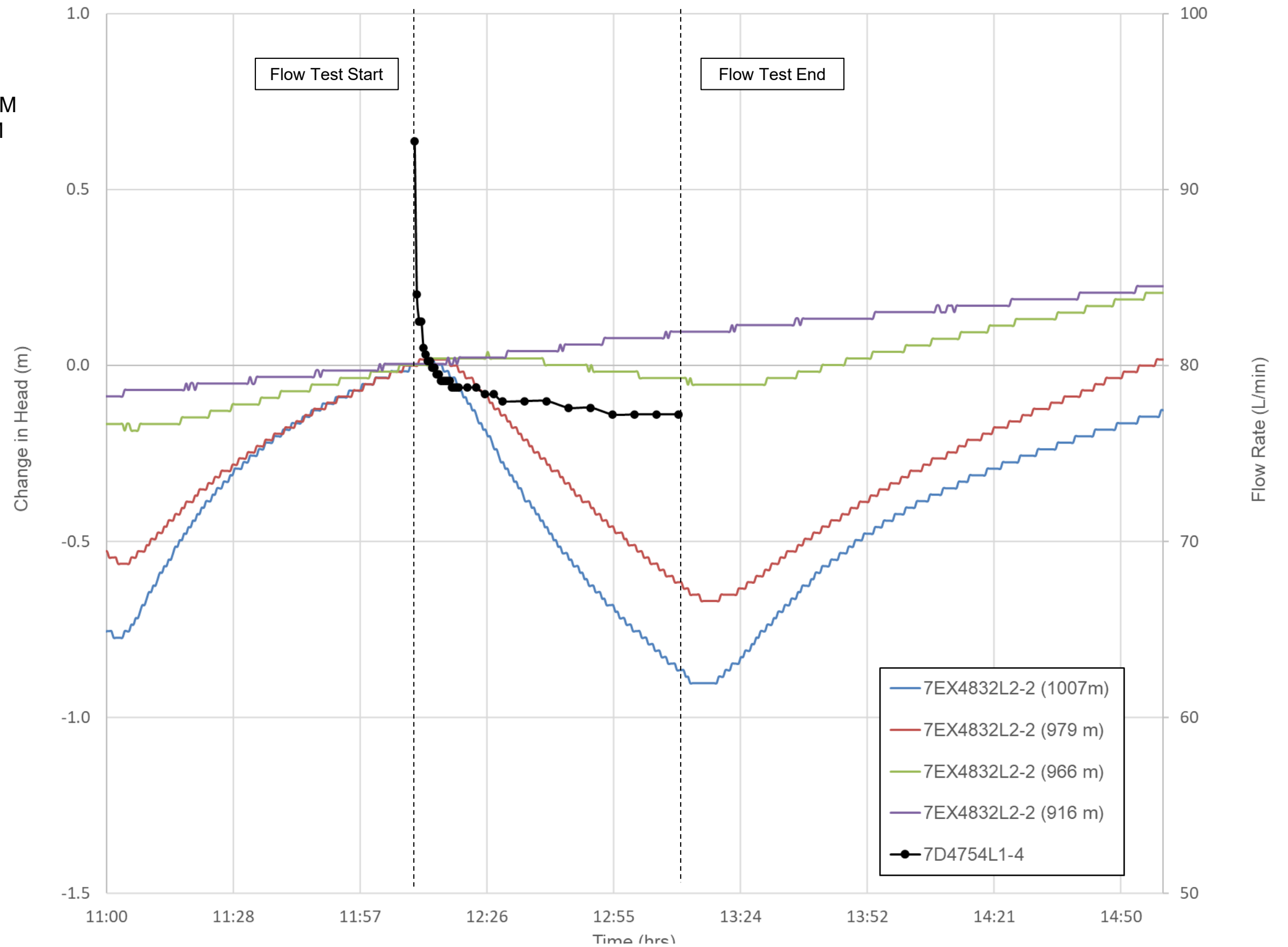
Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.2
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 32 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 12:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 13:10:00 PM

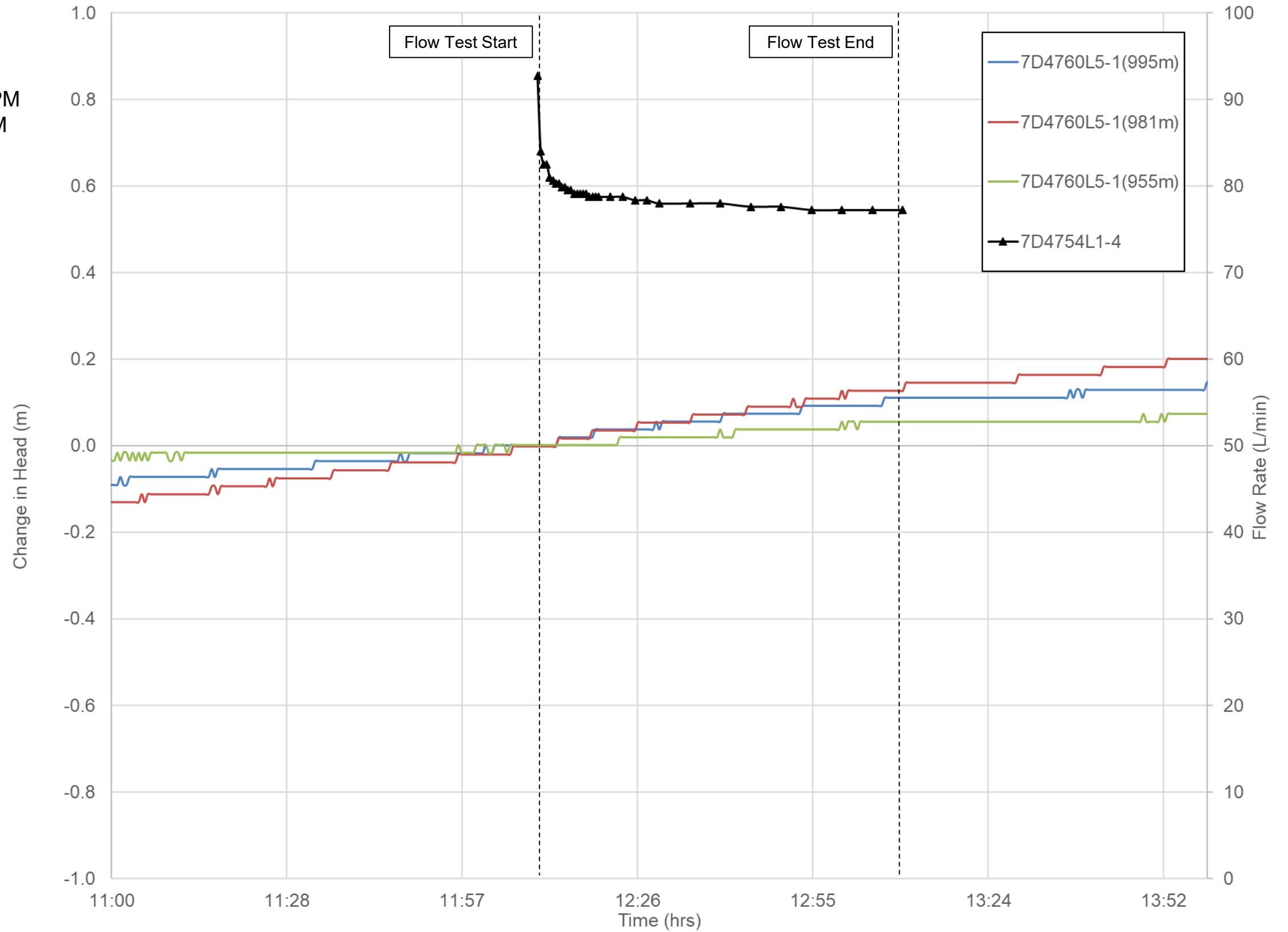
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.2
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 32 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 12:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 13:10:00 PM

Monitored Hole: 7D4760L5-1

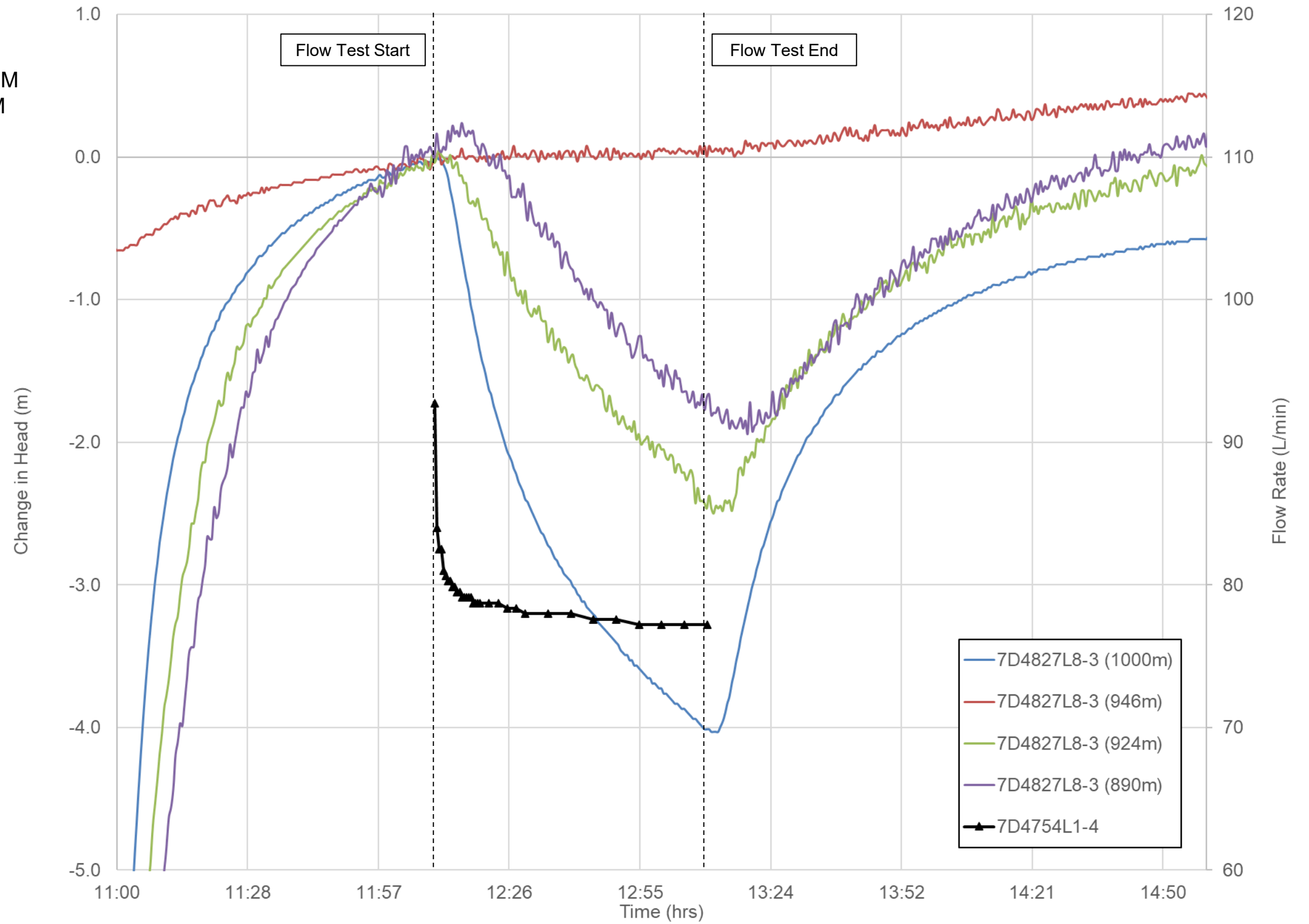


Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

 Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	 Raglan Mine	Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 2.2 Responses: 7D4754L1-4 (32L/min)		
		Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 13

Test Series: 2.2
 Flowing Hole: 7D4754L1-4
 Flow Rate: 32 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 12:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 13:10:00 PM

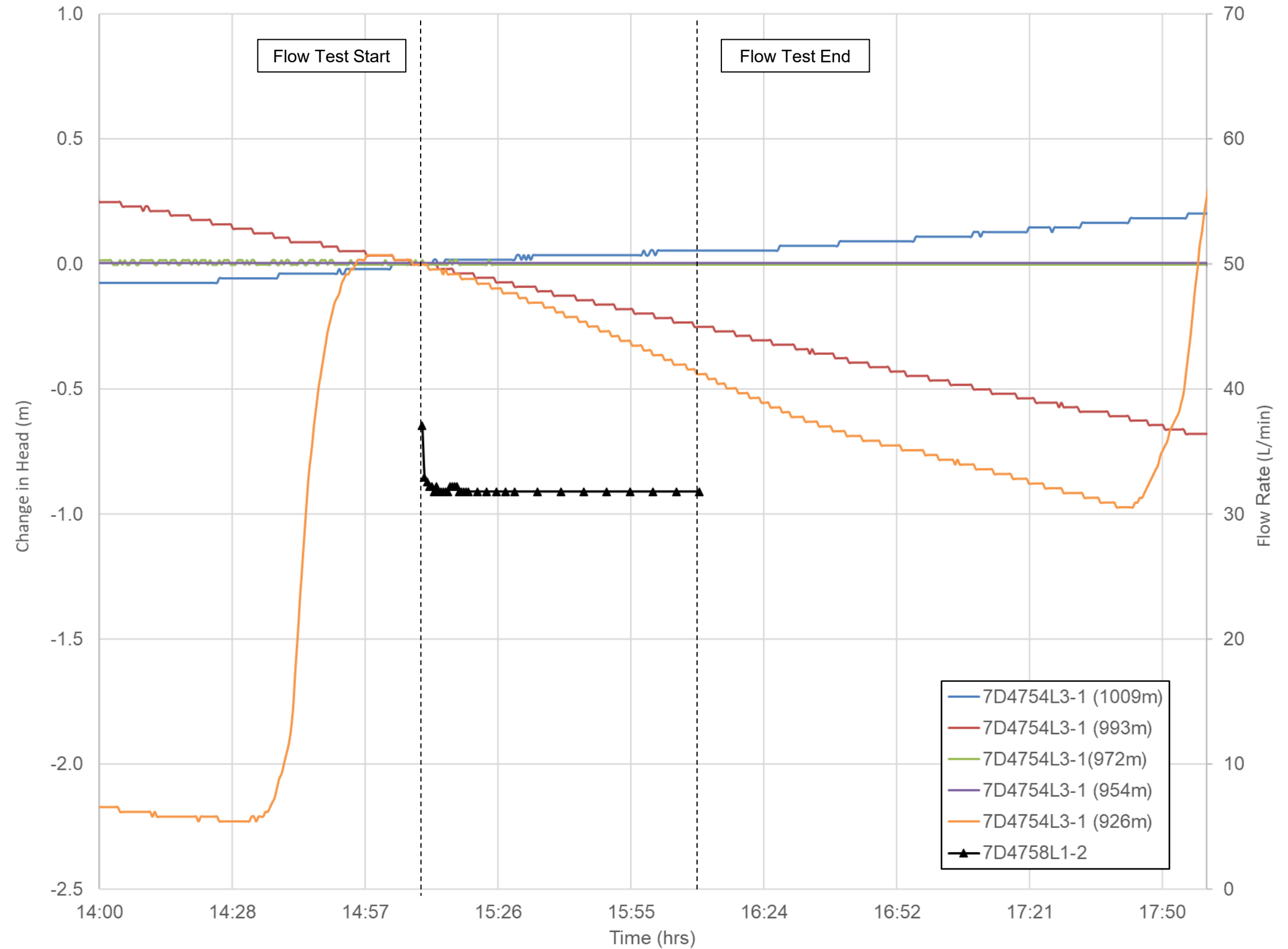
Monitored Hole: 7D4827L8-3



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 77 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 15:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 16:10:00 PM

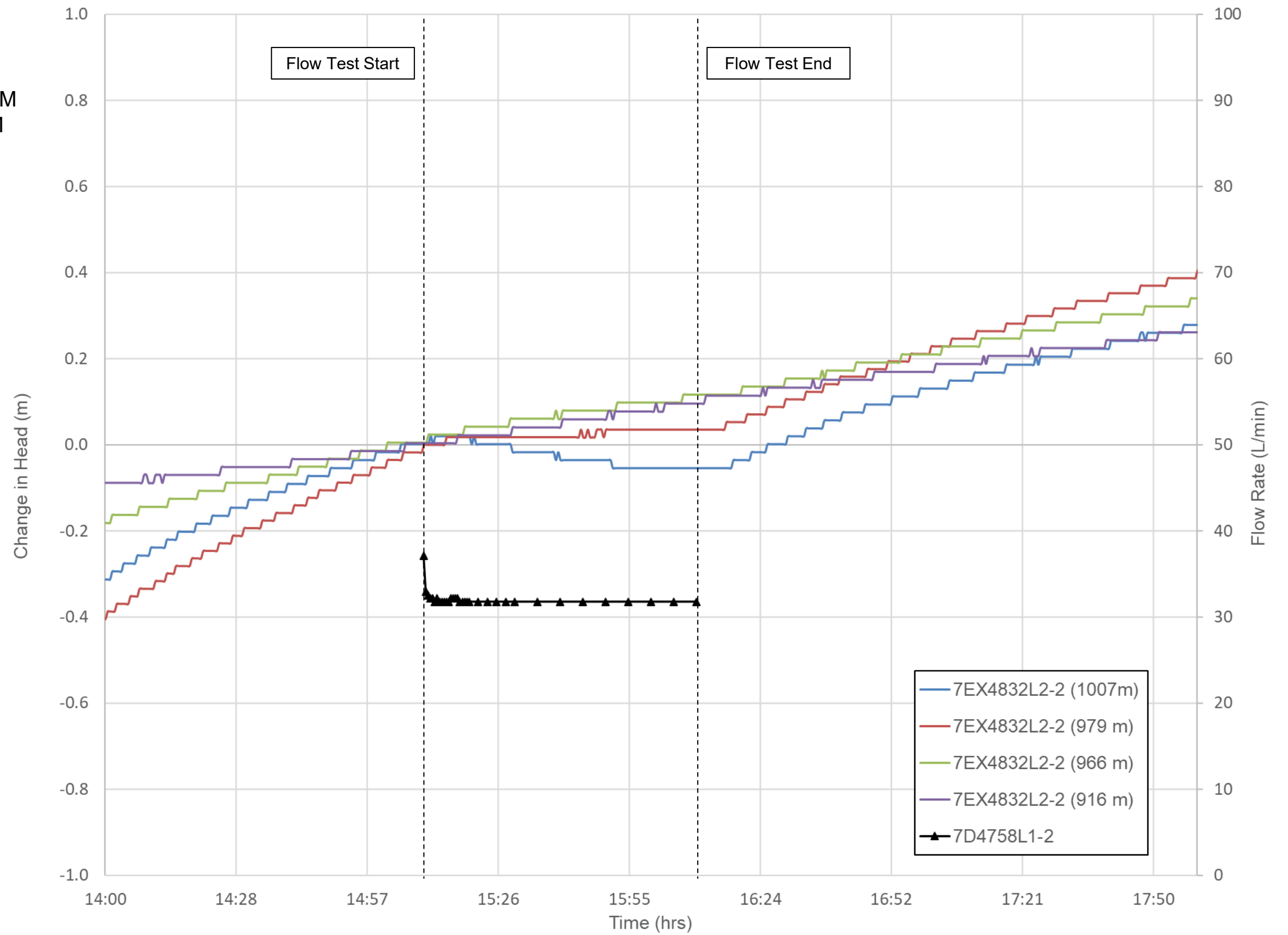
Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 77 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 15:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 16:10:00 PM

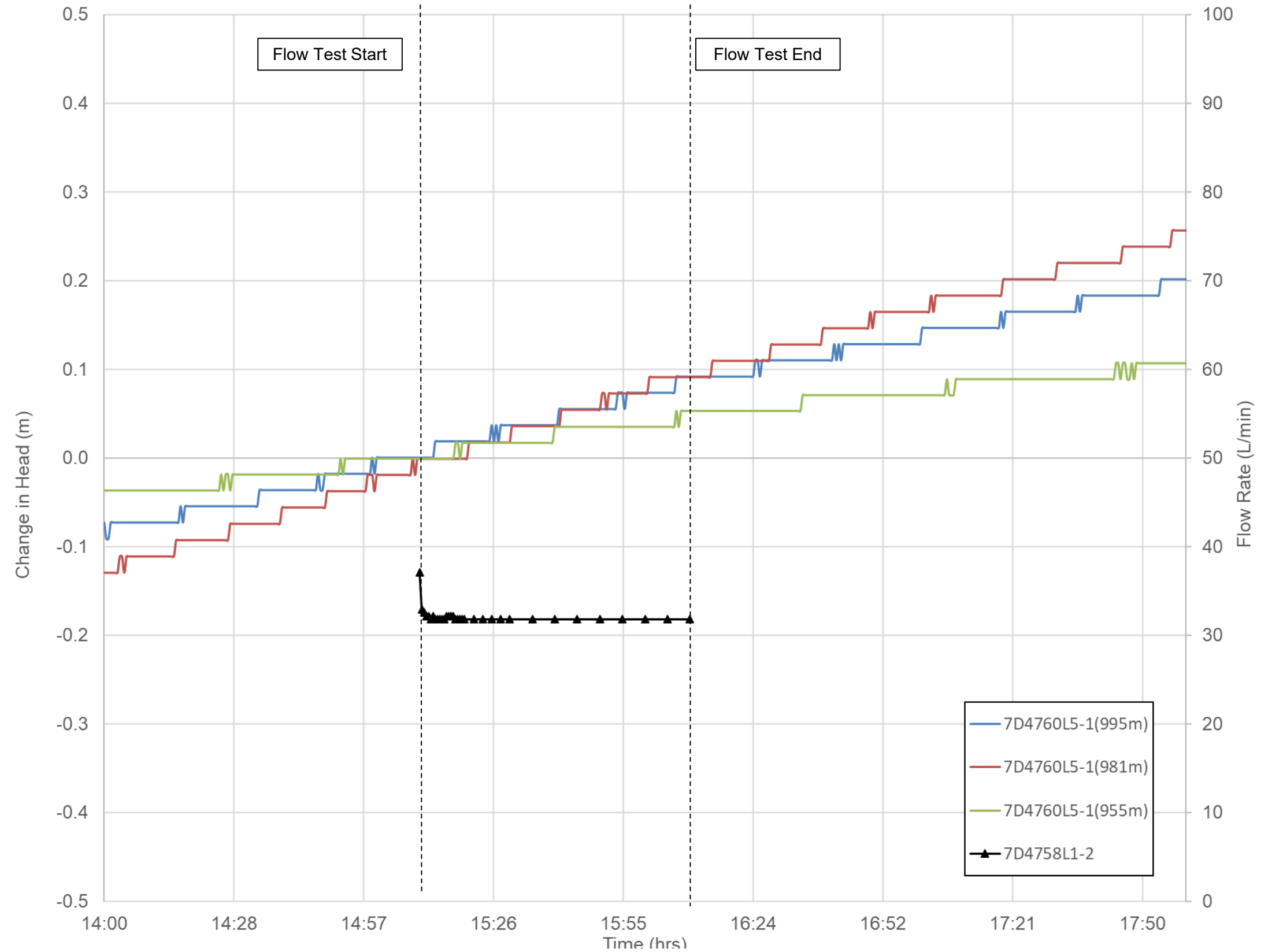
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 77 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 15:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 16:10:00 PM

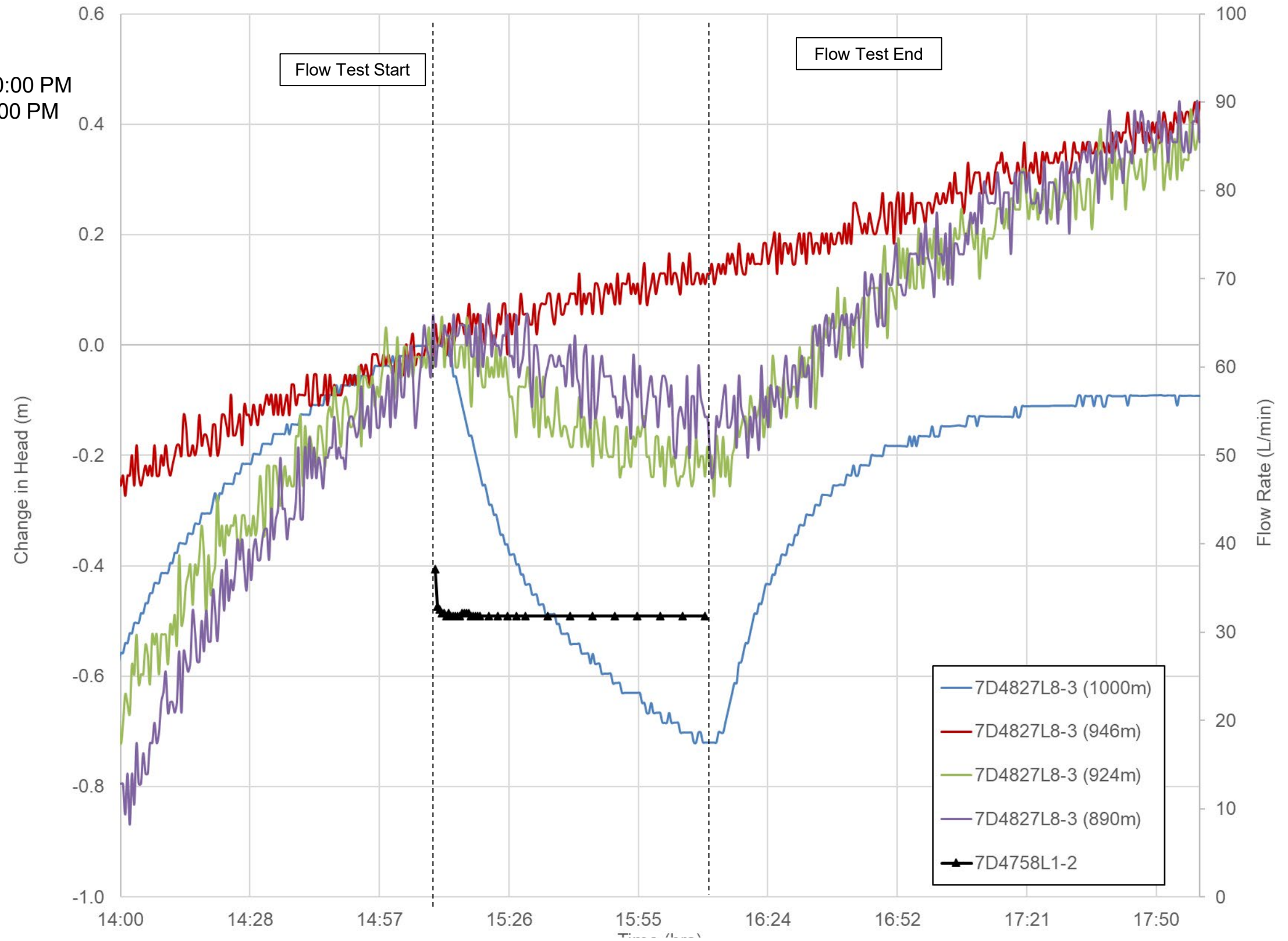
Monitored Hole: 7D4760L5-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.3
 Flowing Hole: 7D4758L1-2
 Flow Rate: 77 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 15:10:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 16:10:00 PM

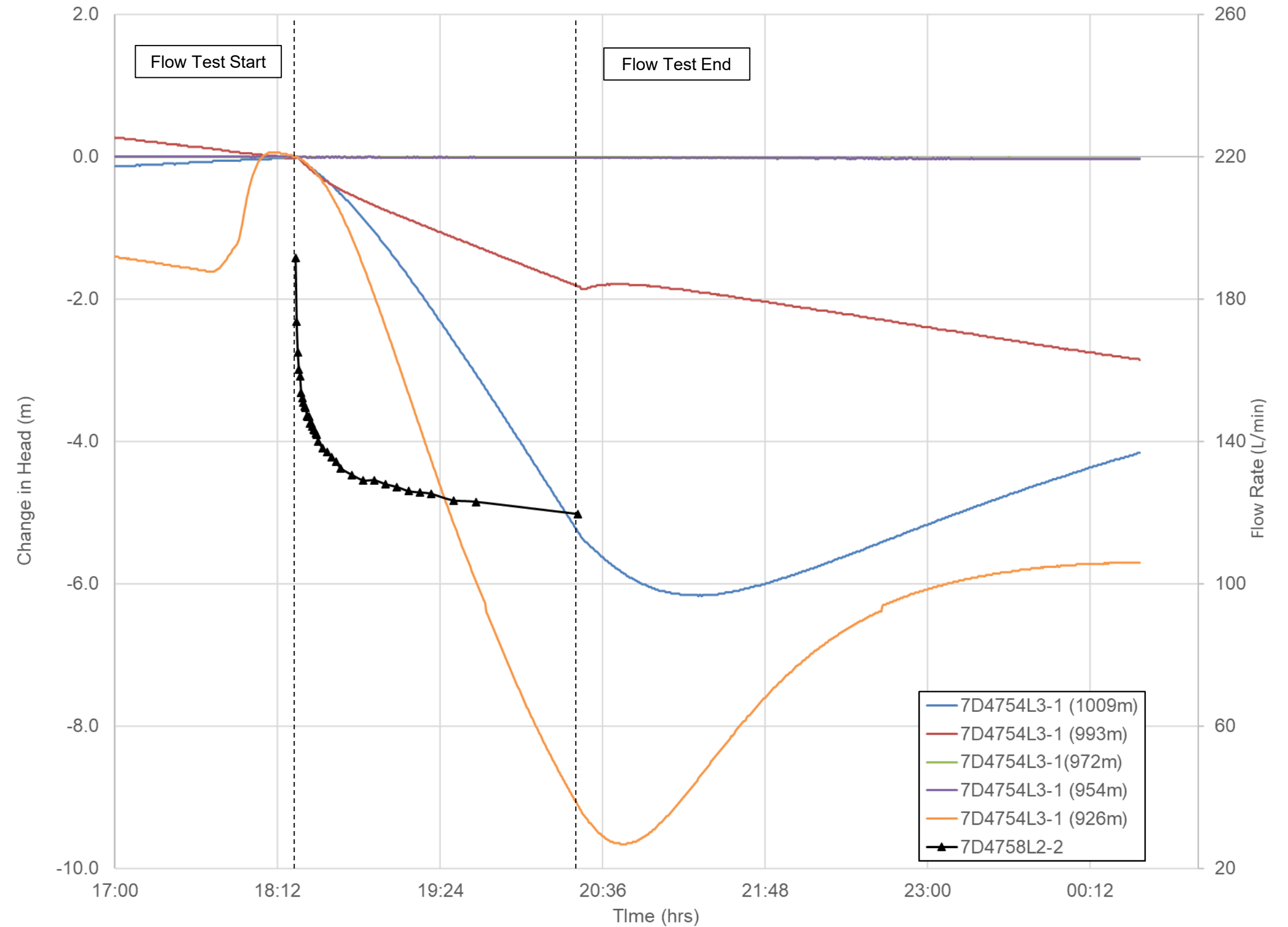
Monitored Hole: 7D4827L8-3



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.4
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 120 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 18:20:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 20:25:00 PM

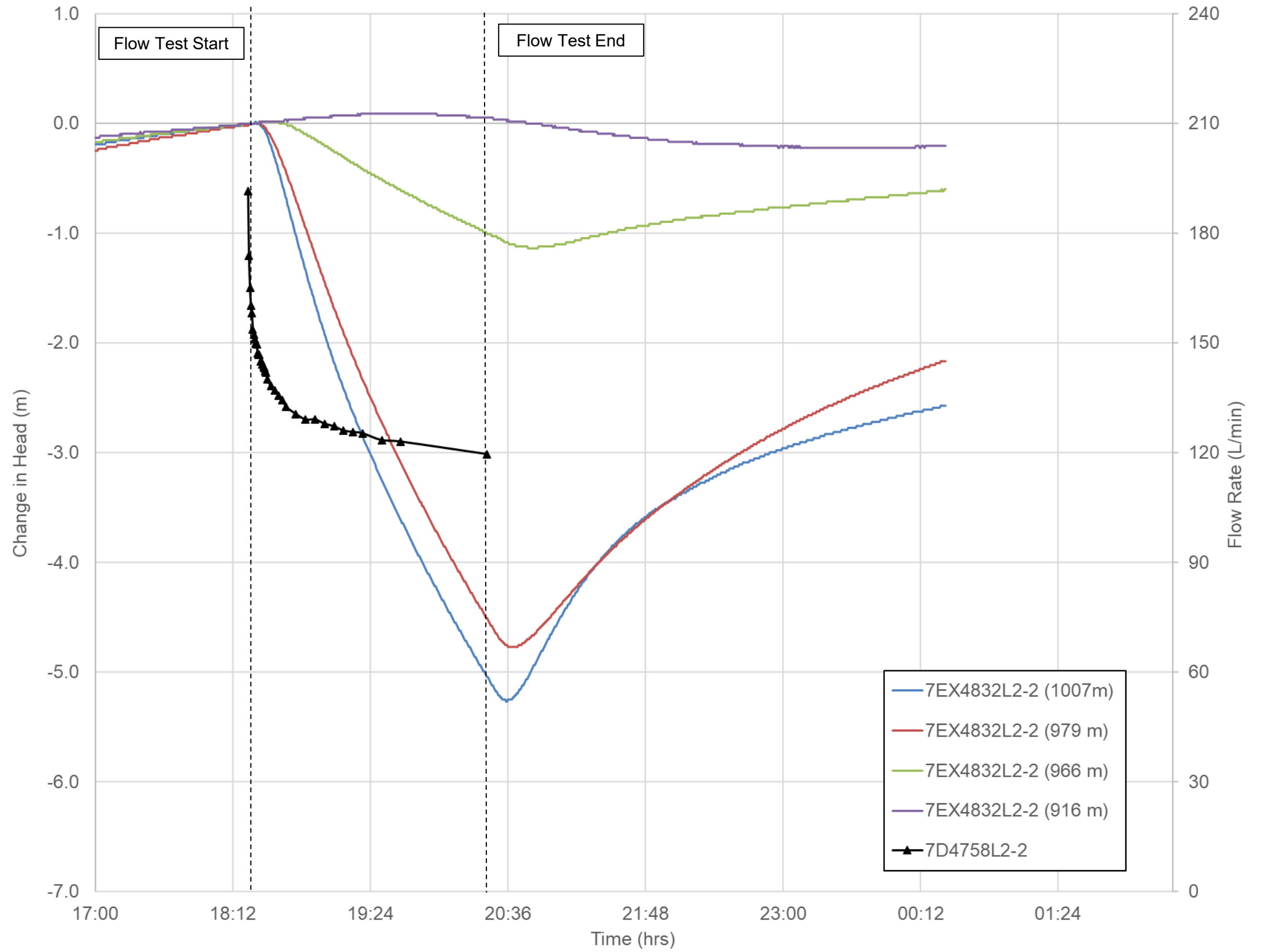
Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.4
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 120 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 18:20:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 20:25:00 PM

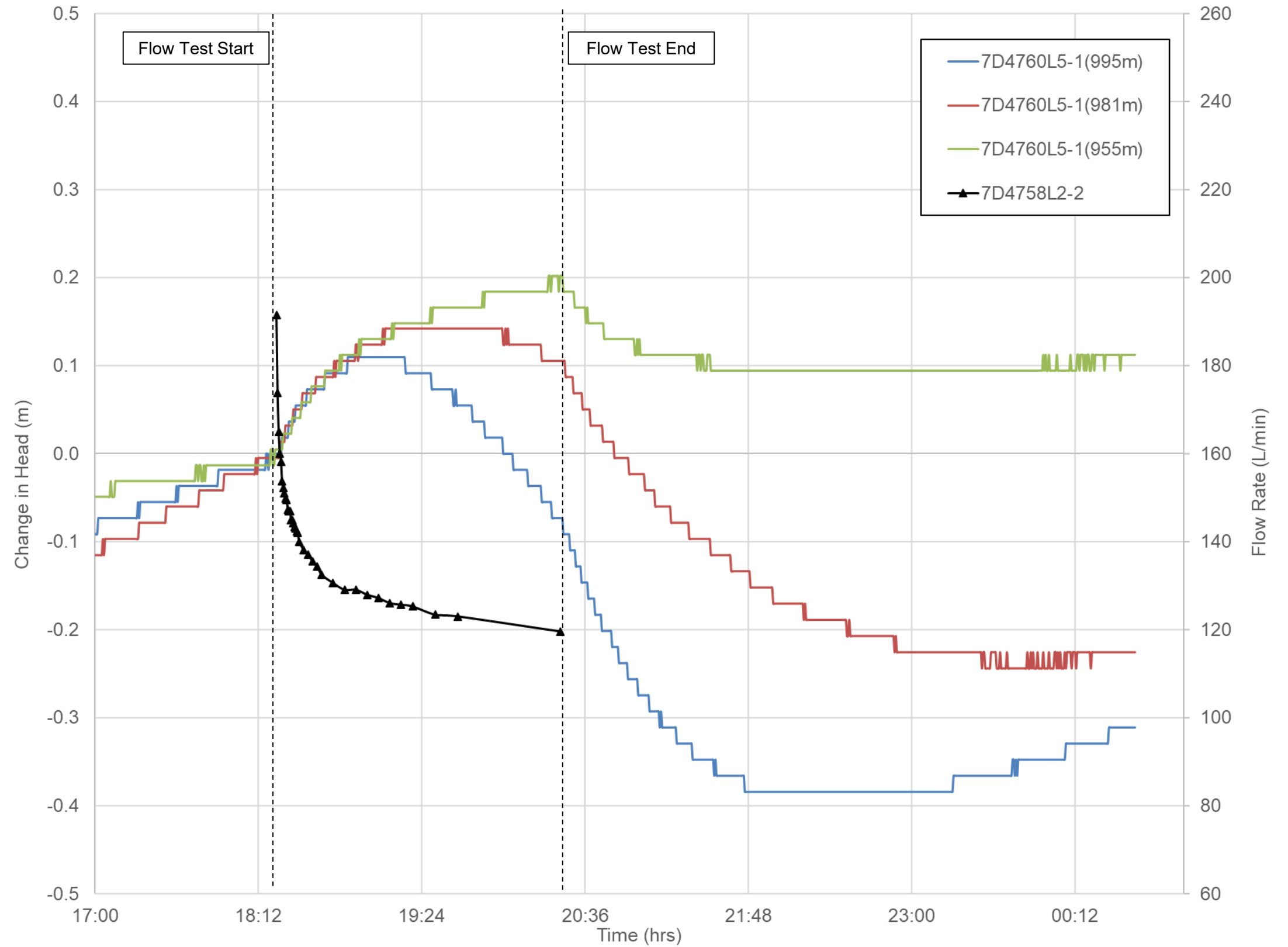
Monitored Hole: 7EX4832L2-2



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.4
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 120 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 18:20:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 20:25:00 PM

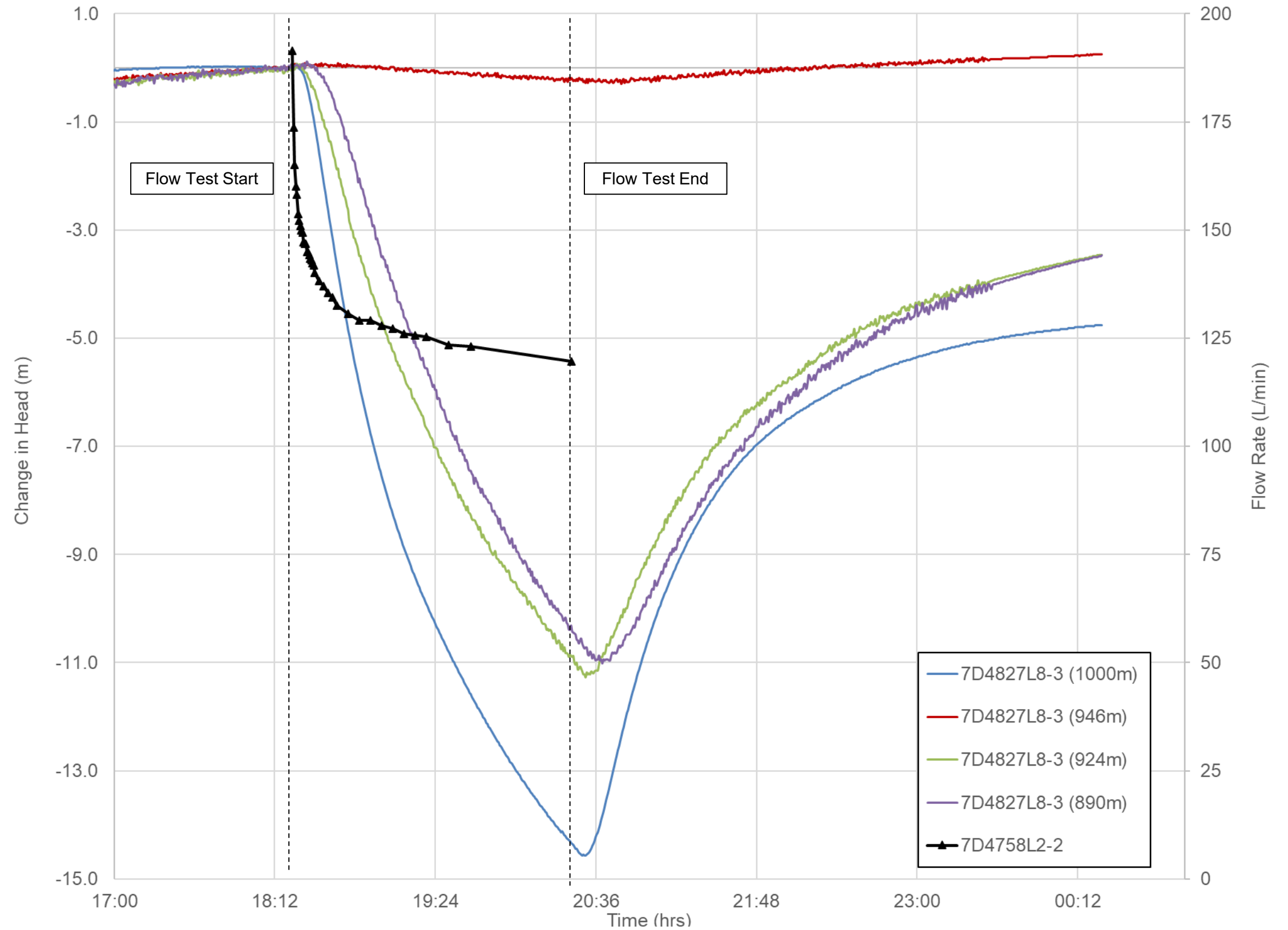
Monitored Hole: 7D4760L5-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Test Series: 2.4
 Flowing Hole: 7D4758L2-2
 Flow Rate: 120 L/min
 Flow Test Start: 2021-10-11 18:20:00 PM
 Flow Test End: 2021-10-11 20:25:00 PM

Monitored Hole: 7D4754L3-1



Note: 1. Data on the graph is normalized to measurement taken immediately prior to the start of the flow testing.

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

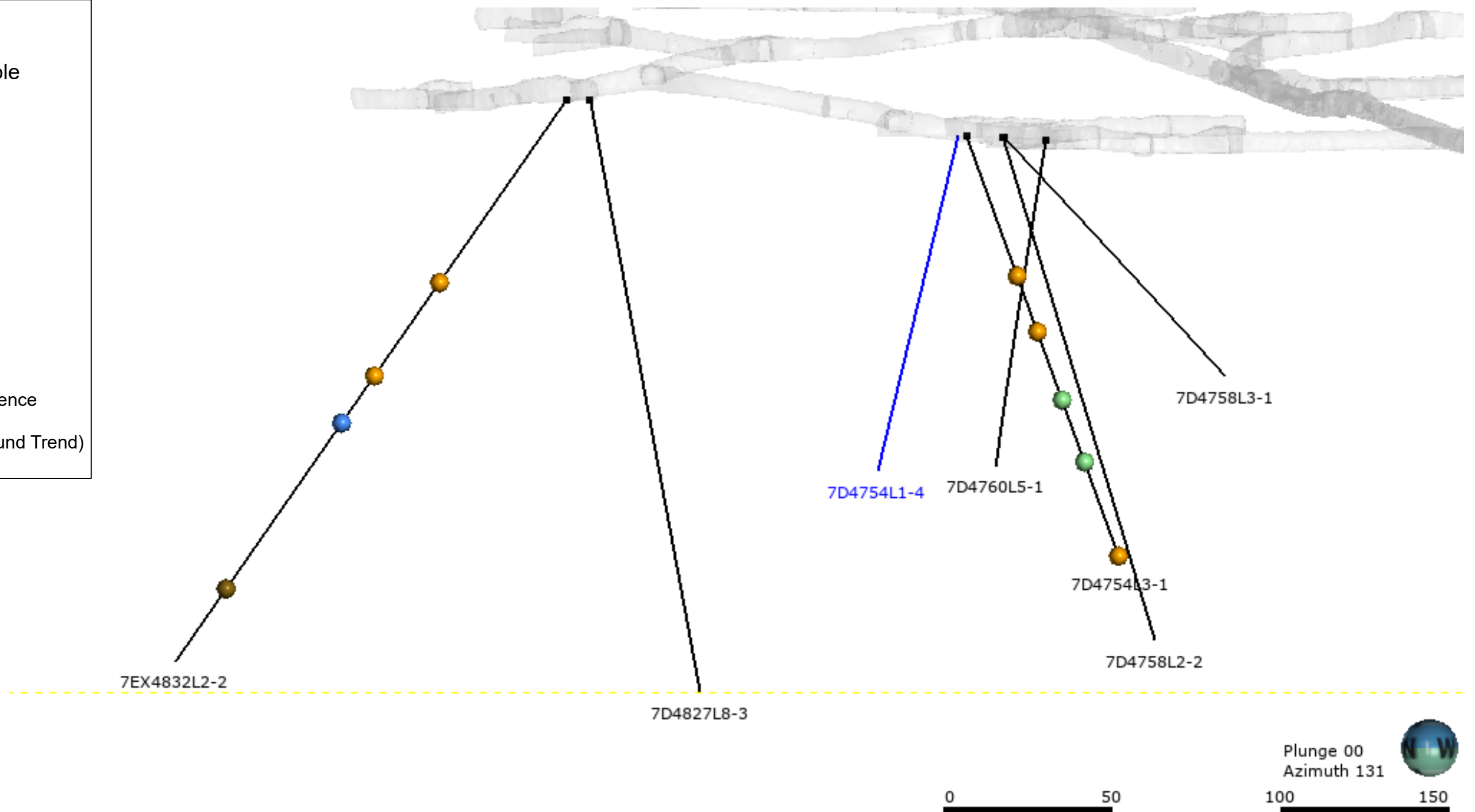
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.1 Responses: 7D4754L1-4 (101L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 23

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

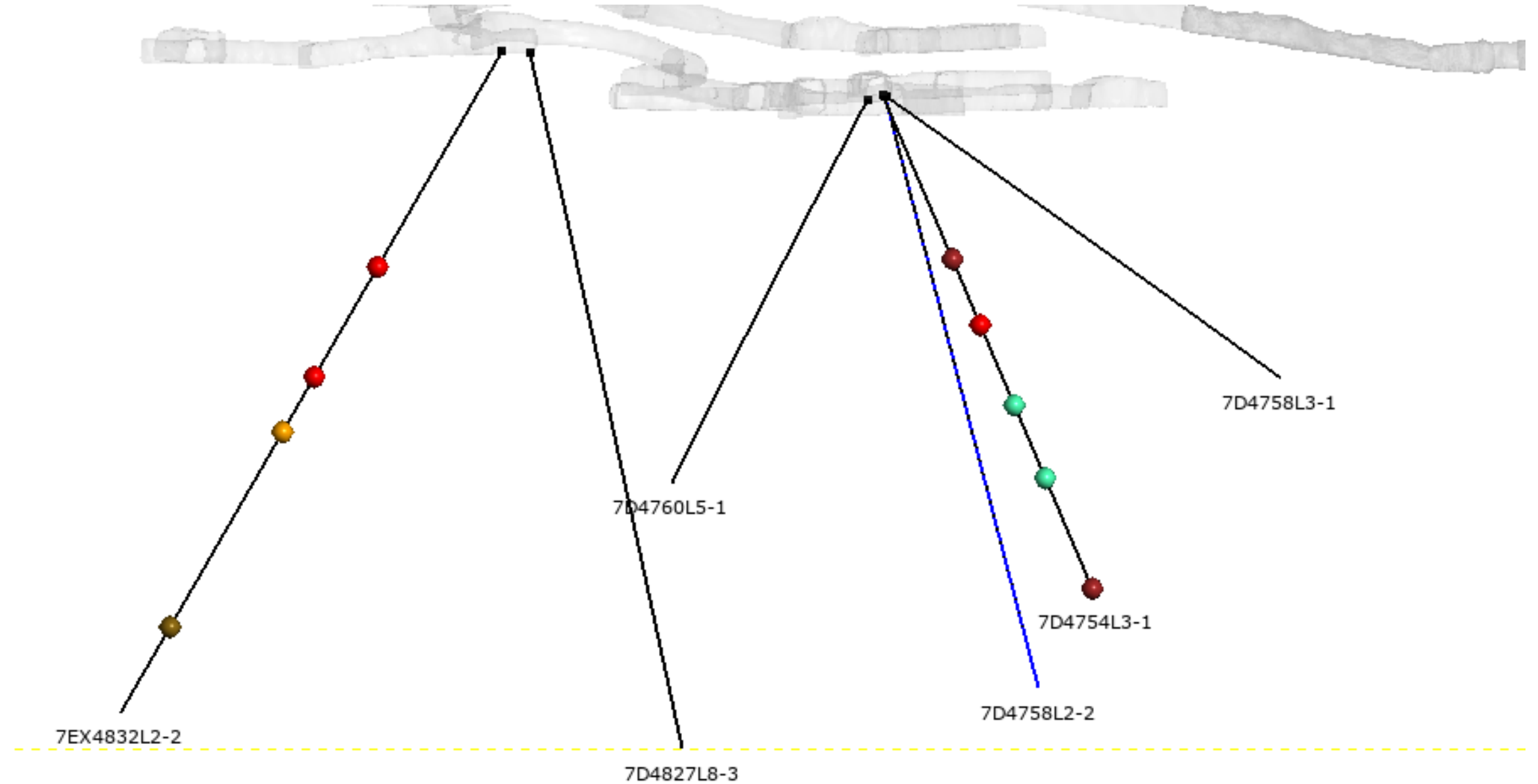
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



Plunge 00
Azimuth 171



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.2 Responses: 7D4758L2-2(151L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 24

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

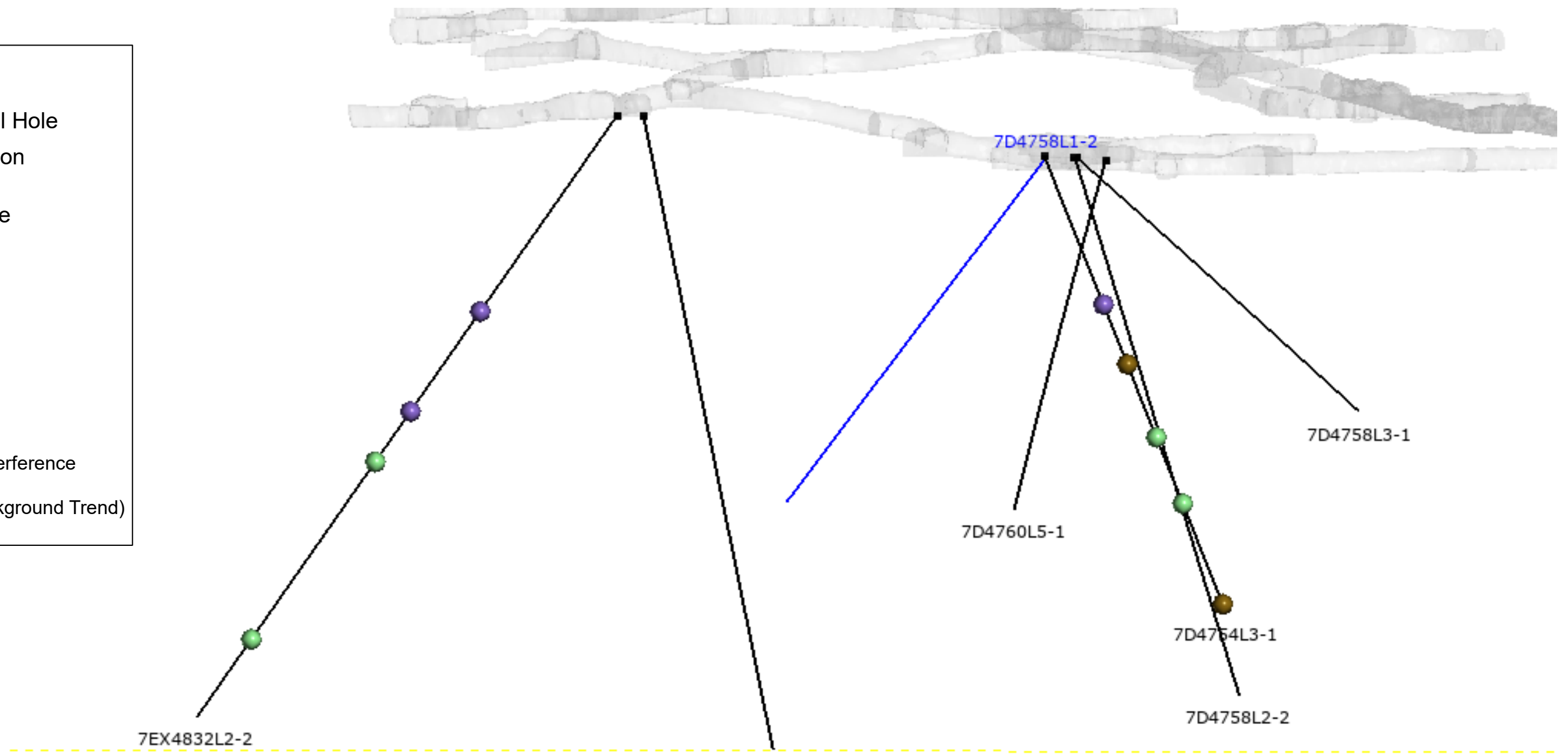
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



Plunge 00
Azimuth 141



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 1.3 Responses: 7D4758L1-2 (35L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 25

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

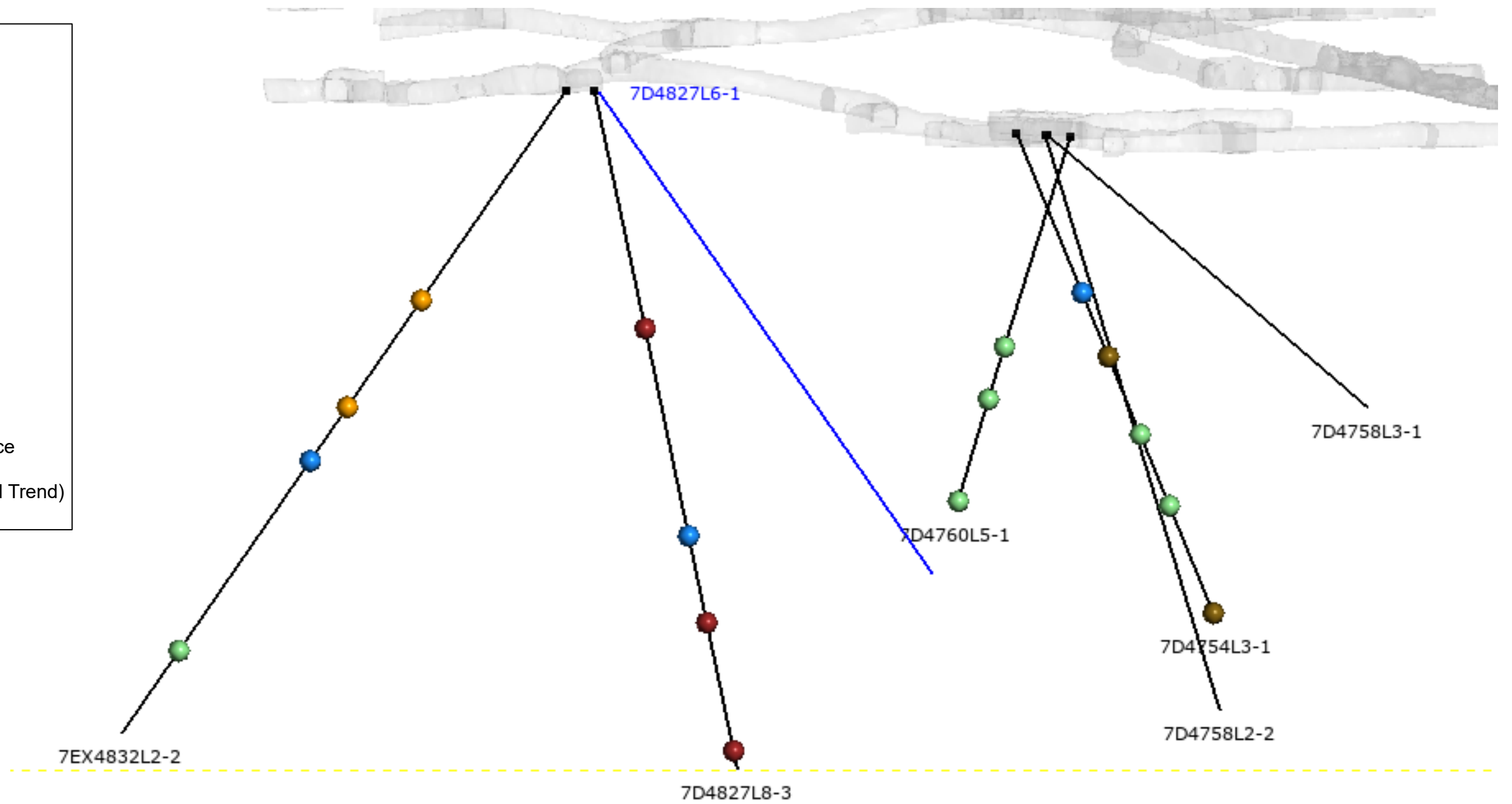
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



Plunge 00
Azimuth 146



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 2.1 Responses: 7D4827L6-1 (25 L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 26

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

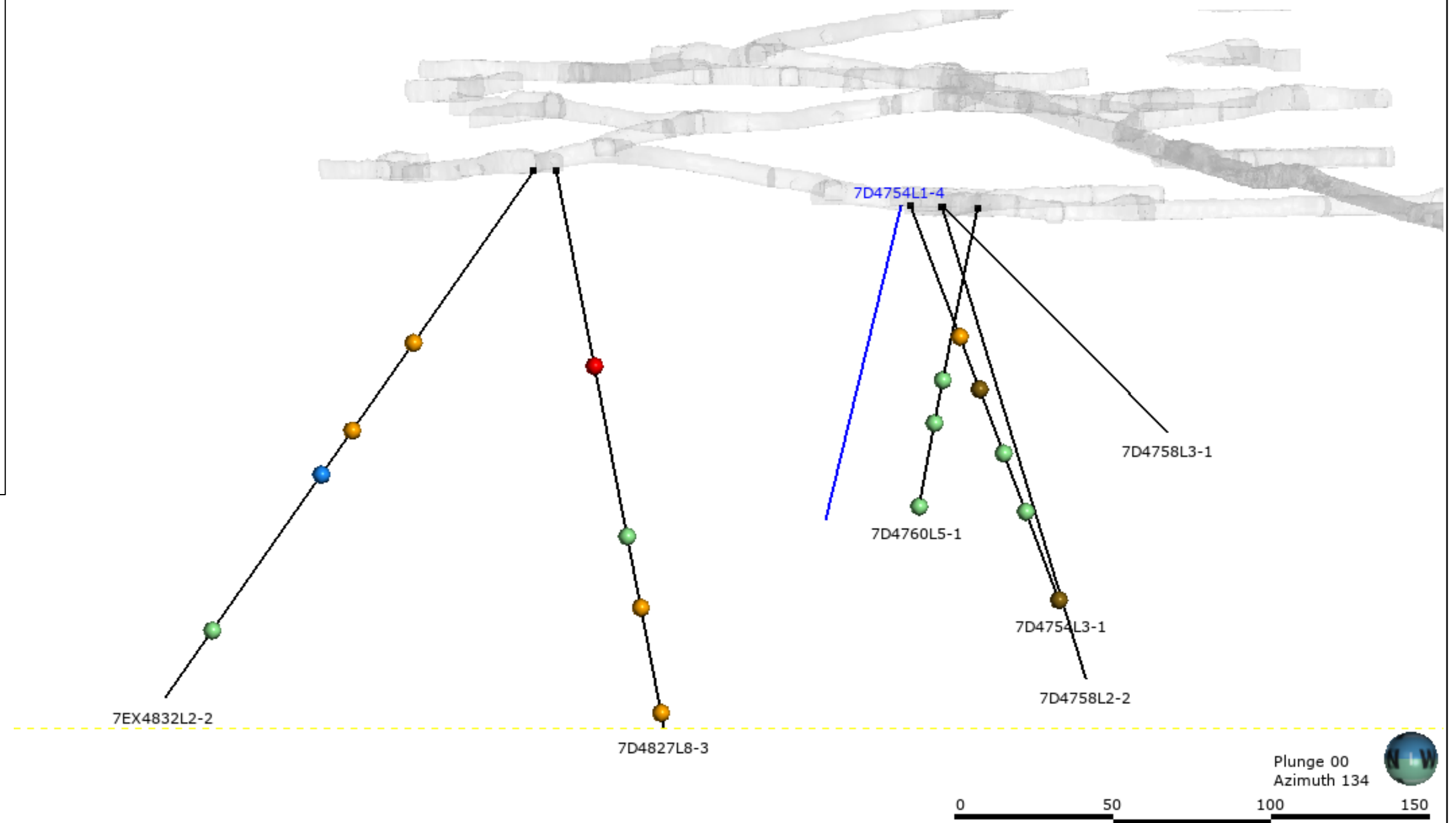
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 2.2 Responses: 7D4754L1-4 (77 L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 27

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

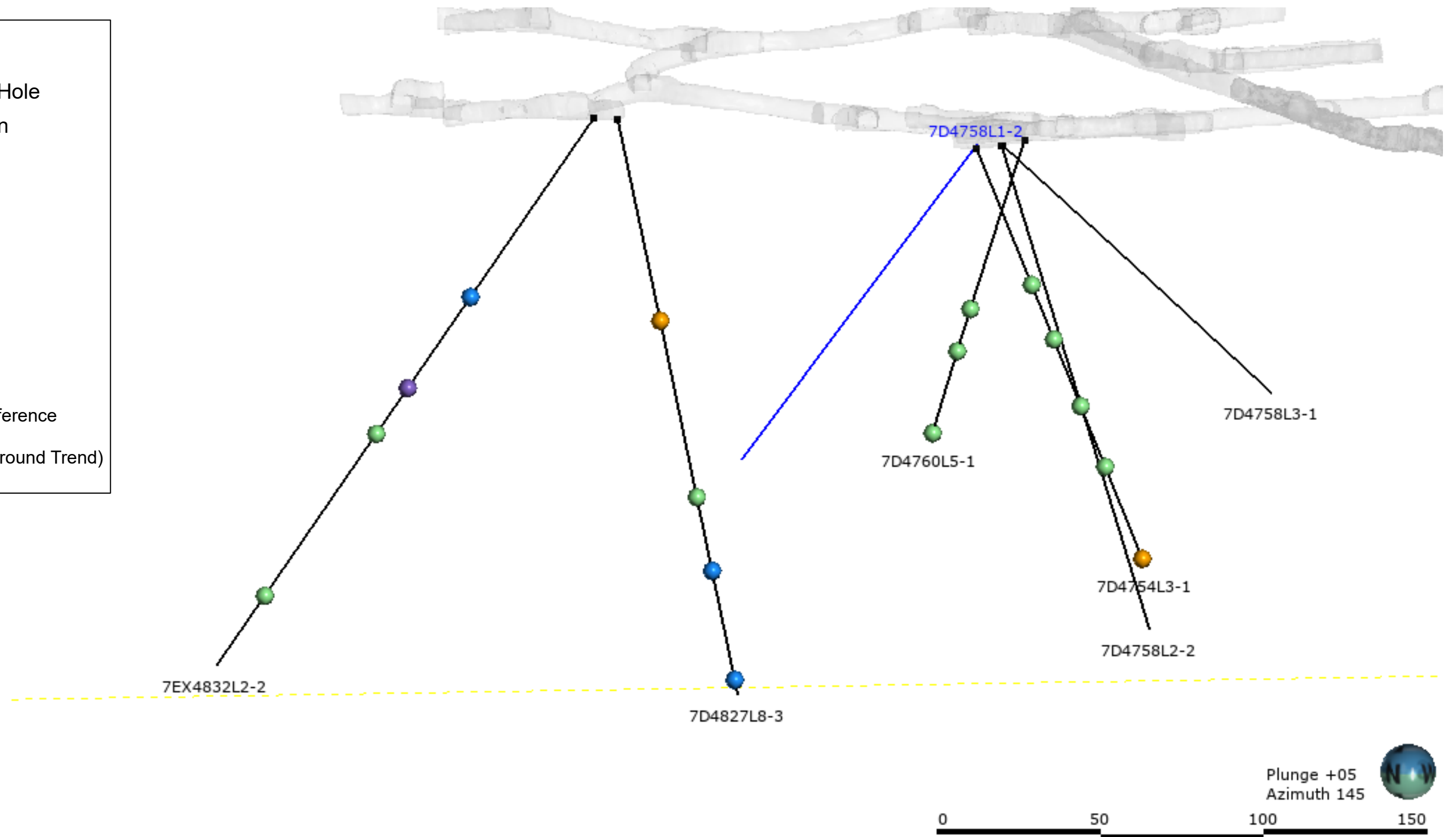
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 2.3 Responses: 7D4758L1-2 (32 L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 28

Legend

— Flowing Drill Hole

○ VWP Location

VWP Test Response

● Very High

● High

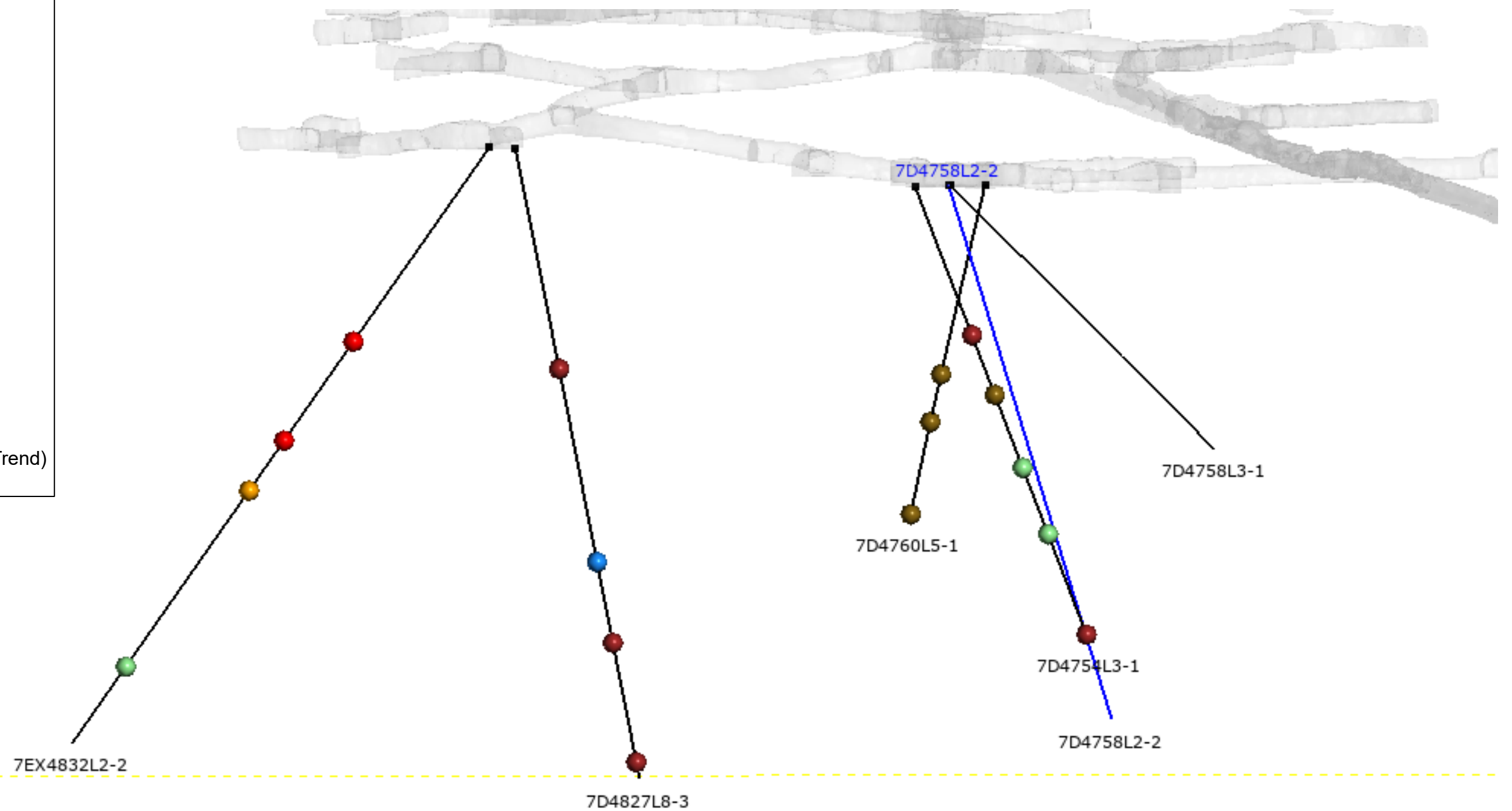
● Moderate

● Low

● None

● Response Interference

● Unclear (Background Trend)

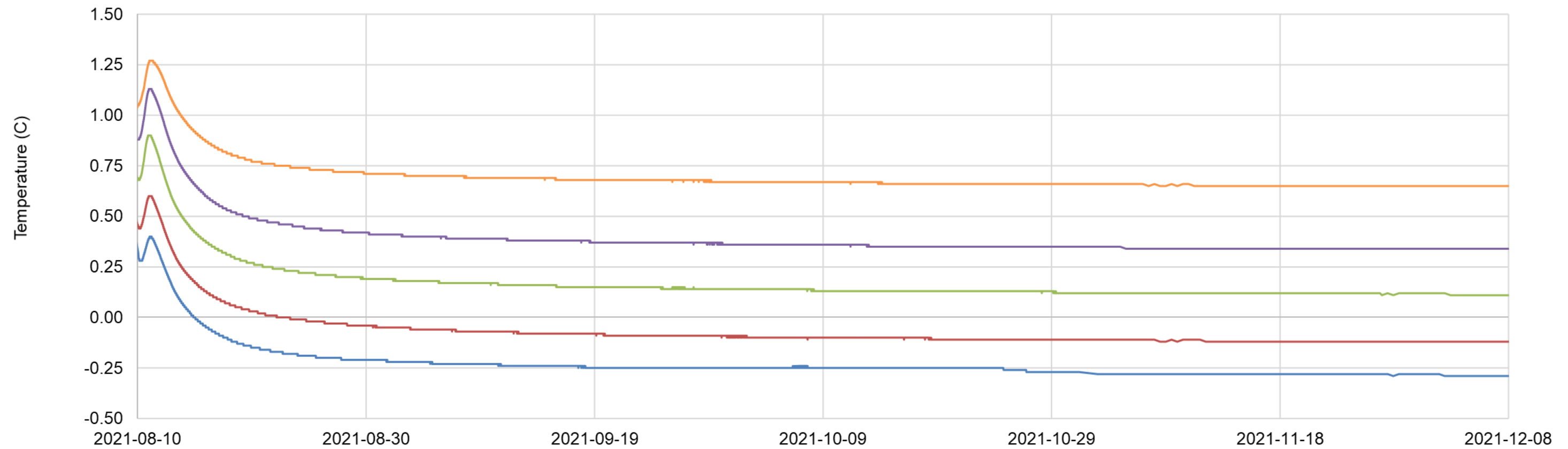
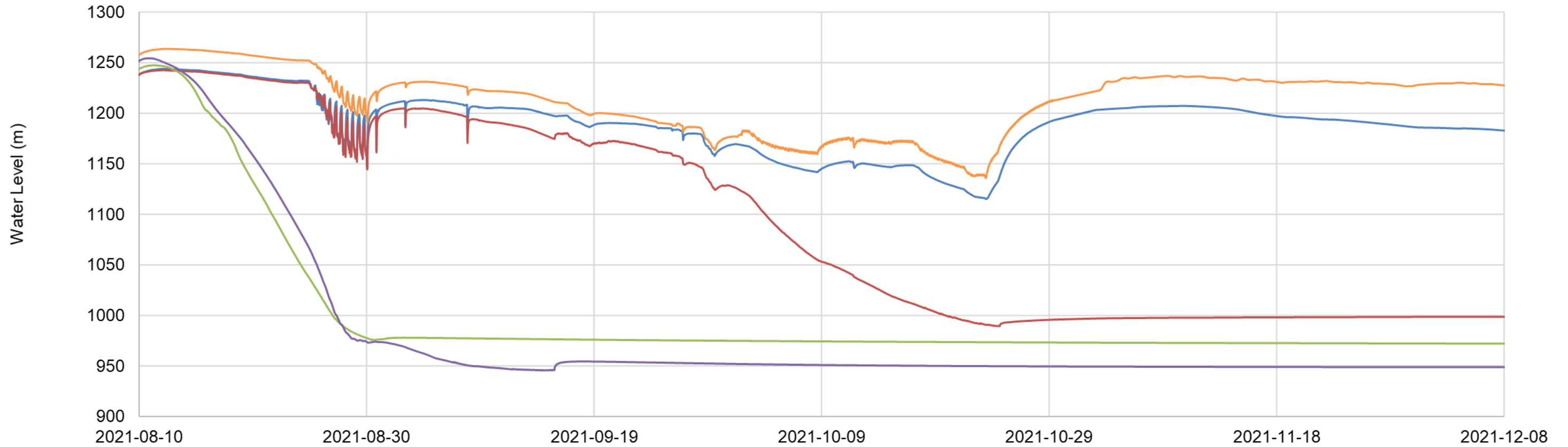


Plunge +02
Azimuth 137



		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		Test Series 2.4 Responses: 7D4758L2-2 (123 L/min)		
Job No: 1CG037.000 Filename: 2021_CrossFlowTestingFigures.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 29

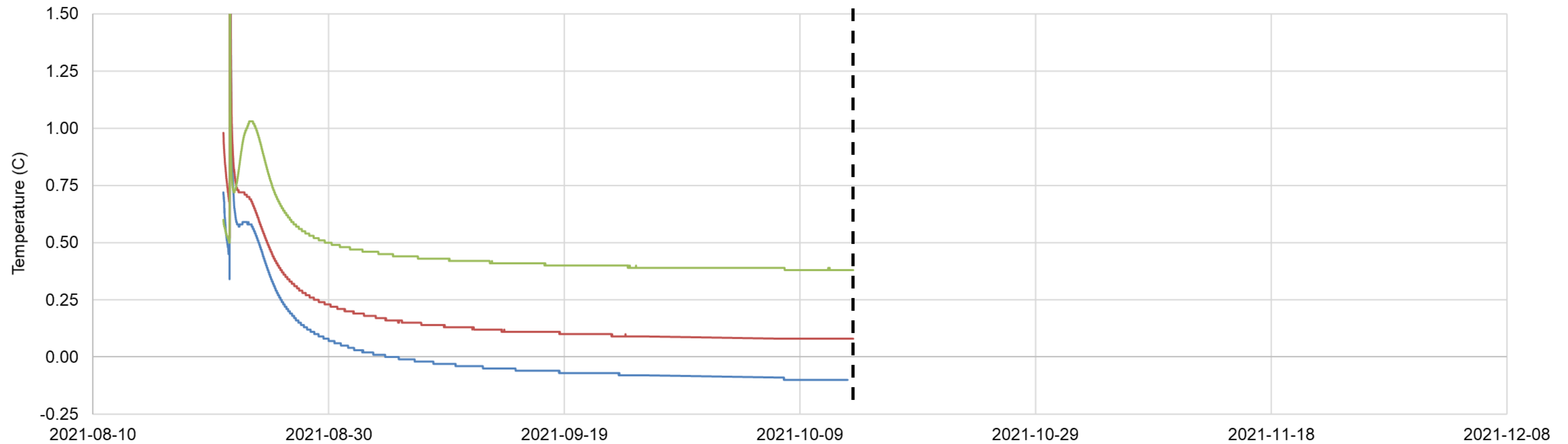
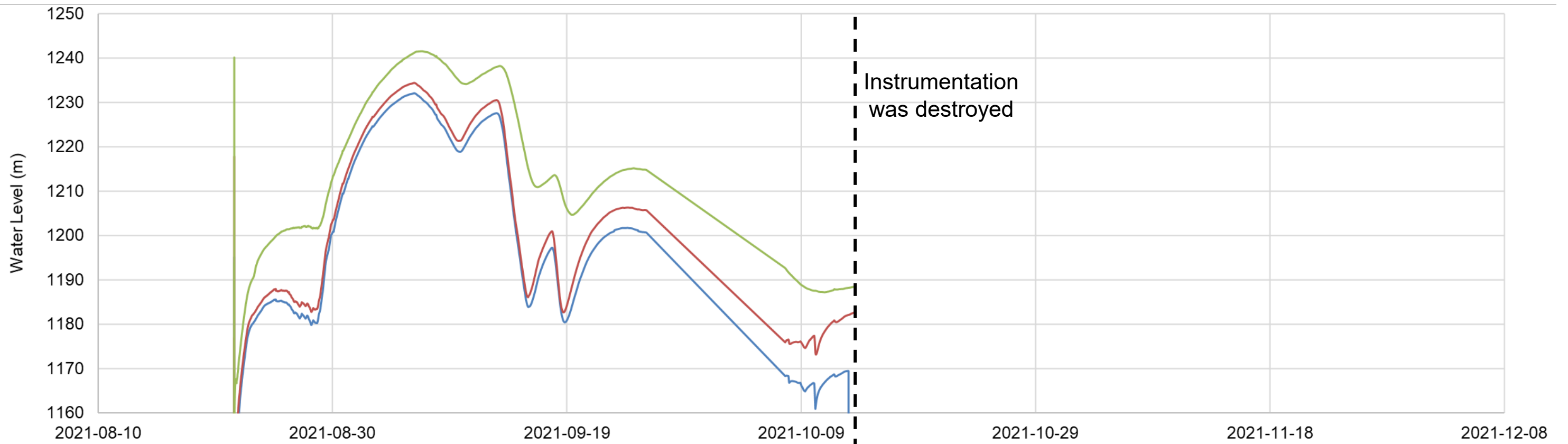
Appendix K VWP Time Series Plots



Note: VWP Time Series from Figure 1 to 4 are presented on the same time scale for comparison purposes.

- 7D4754L3-1 (1009m)
- 7D4754L3-1 (993m)
- 7D4754L3-1 (972m)
- 7D4754L3-1 (954m)
- 7D4754L3-1 (926m)

			Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
	Raglan Mine		7D4754L1-4 VWP Elevation and Temperature		
Job No: 1XX0xx.0xx Filename: Figure xxxx.pptx			Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 1



Note: VWP Time Series from Figure 1 to 4 are presented on the same time scale for comparison purposes.

- 7D4760L5-1(995m)
- 7D4760L5-1(981m)
- 7D4760L5-1(955m)



GLENCORE

Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment

7D4760L5-1 VWP Elevations and Temperature

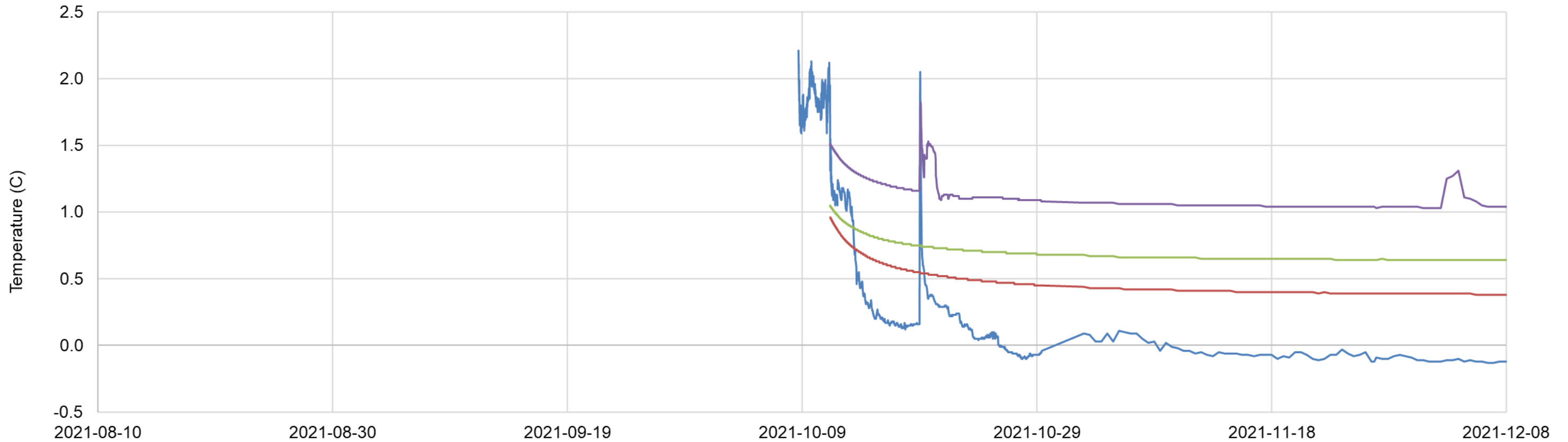
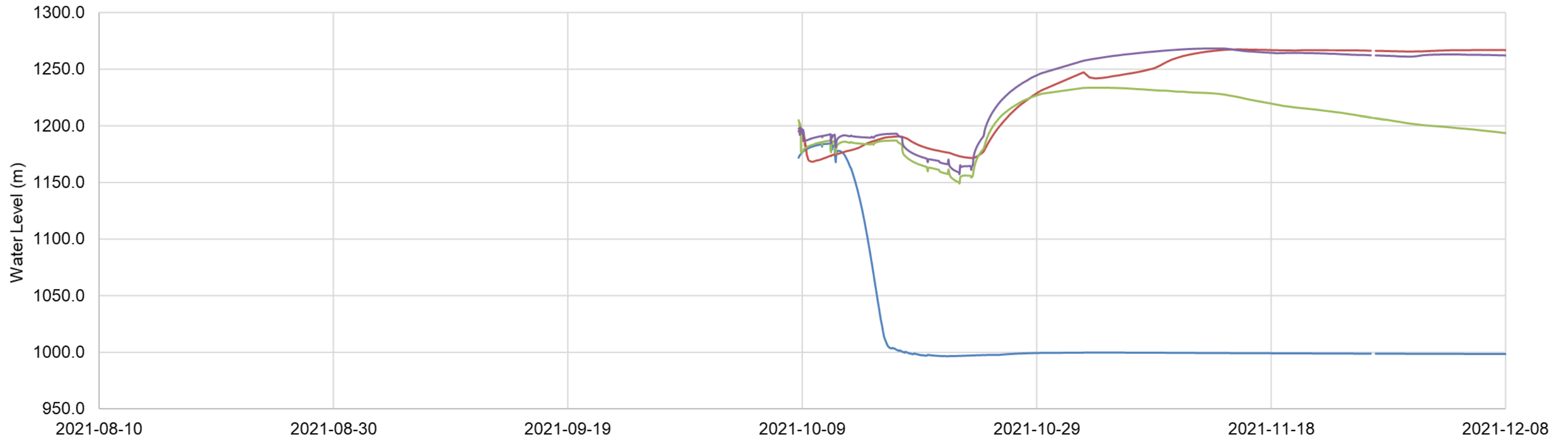
Job No: 1XX0xx.0xx
 Filename: Figure xxxx.pptx

Raglan Mine

Date: Dec 2021

Approved: BL

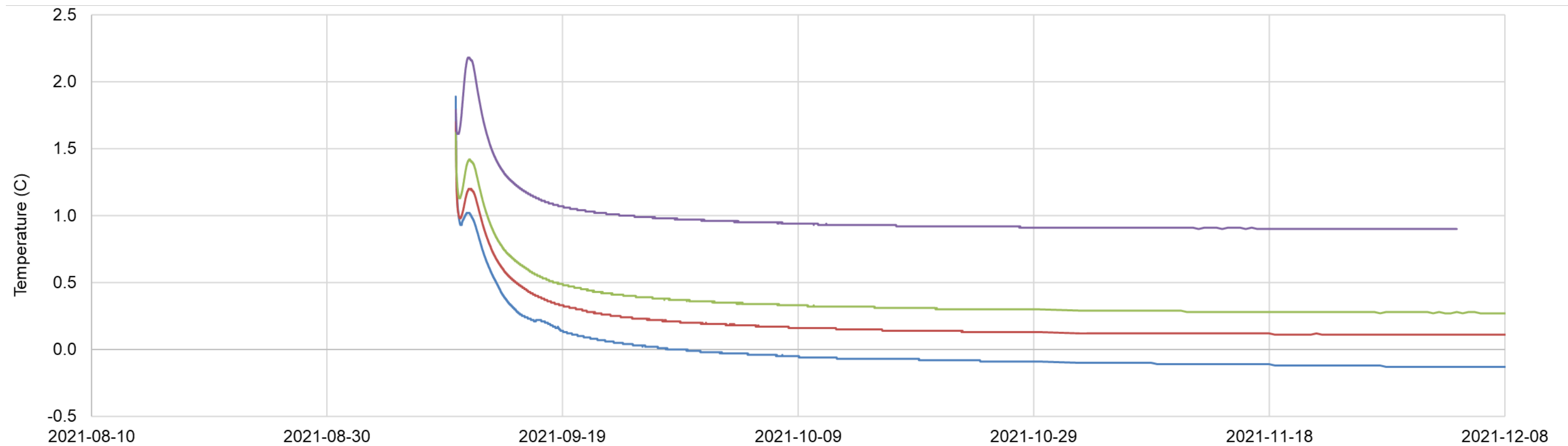
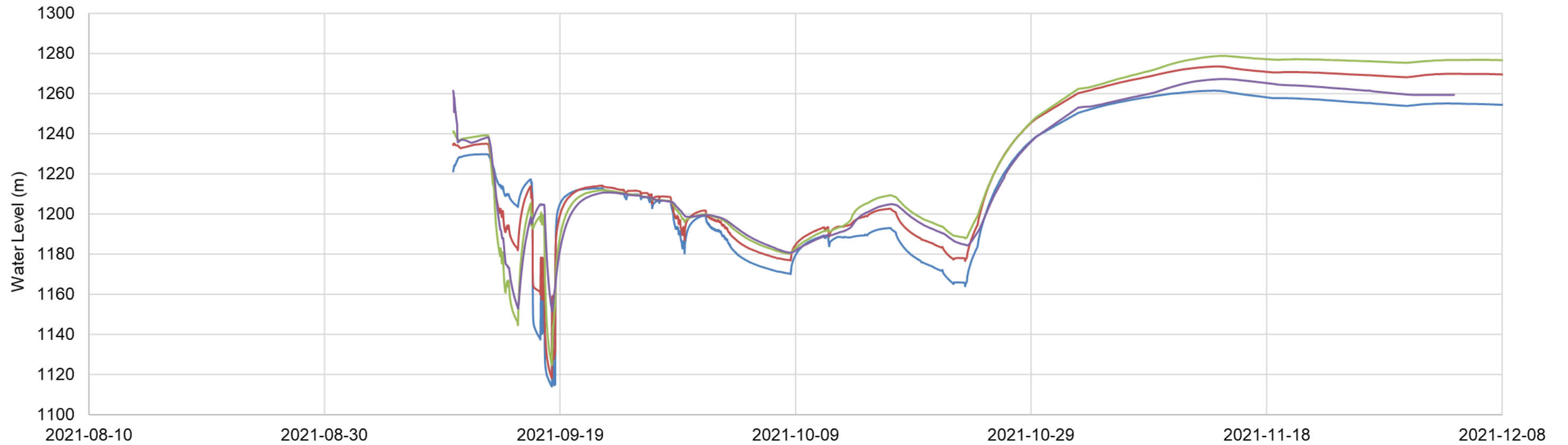
Figure: **2**



Note: VWP Time Series from Figure 1 to 4 are presented on the same time scale for comparison purposes.

- 7D4827L8-3 (1000m)
- 7D4827L8-3 (946m)
- 7D4827L8-3 (924m)
- 7D4827L8-3 (890m)

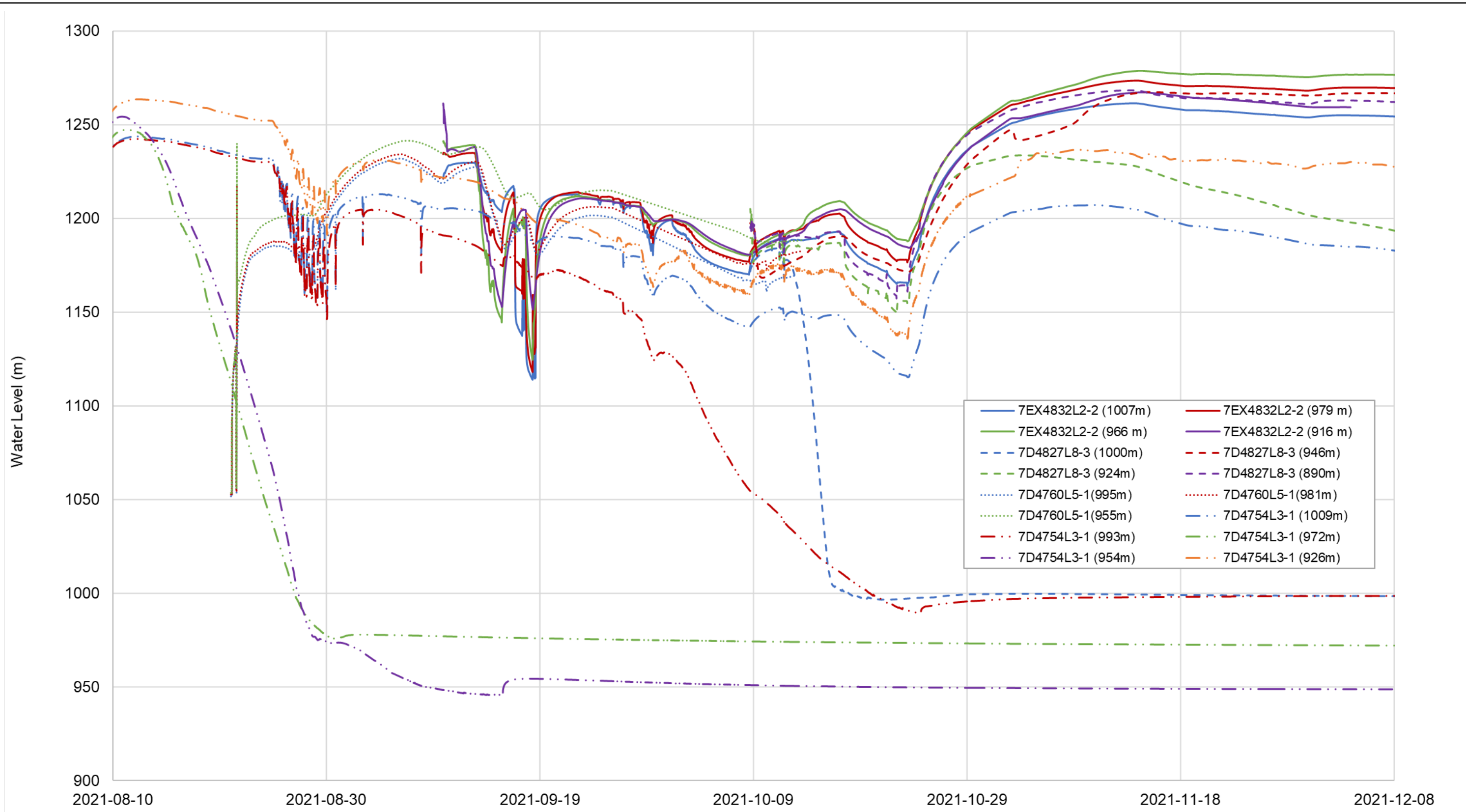
			Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment	
	Raglan Mine		7D4827L8-3 VWP Elevation and Temperature	
Job No: 1XX0xx.0xx Filename: Figure xxxx.pptx			Date: Dec 2021	Approved: BL
			Figure:	3

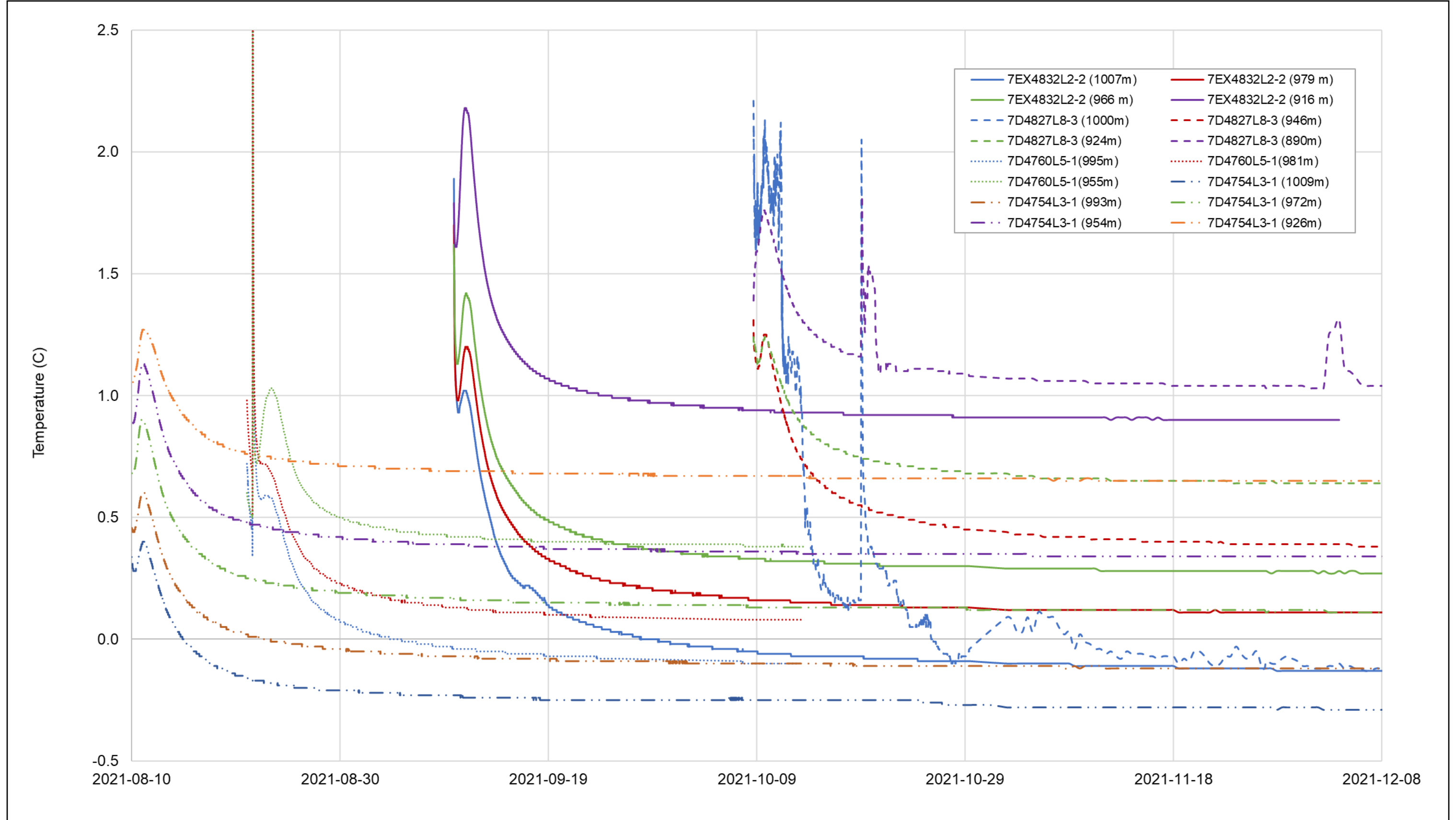


Note: VWP Time Series from Figure 1 to 4 are presented on the same time scale for comparison purposes.

- 7EX4832L2-2 (1007m)
- 7EX4832L2-2 (966 m)
- 7EX4832L2-2 (979 m)
- 7EX4832L2-2 (916 m)

		Raglan Mine – Qakimajurq Underground Inflow Risk Assessment		
		7EX4832L2-2 VWP Elevation and Temperature		
Job No: 1XX0xx.0xx Filename: Figure xxxx.pptx	Raglan Mine	Date: Dec 2021	Approved: BL	Figure: 4





Appendix L Water Quality Lab Results



Report No. CA12430-AUG21
Customer SRK Consulting
Attention Laura Volden
Reference P.O# 1CG037.230
Works#
Title Final Report

Sample ID	Analysis	Units	Analysis Start Date	Analysis Start Time	Analysis Complete Date	Analysis Complete Time	QC - Blank	QC - STD % Recovery	QC - DUP % RPD	MDL	DDH7D47	7D_7D475	7D_7D475
											S4L3-1-080721_12	4L3-1_0802202	4L3-1_0804202
Sample Date/Time											6.3-138	1_64.3-72m	1_76.3-84m
											31-Jul-21 23:50	02-Aug-21 14:15	04-Aug-21 12:30
Temperature Upon Re	°C		---	---	---	---	---	---	---	---	20.0	20.0	20.0
Turbidity	NTU		16-Aug-21	20:01	17-Aug-21	8:39	< 0.10	99%	1%	0.10	0.16	0.14	0.61
Total Suspended Solid	mg/L		16-Aug-21	8:55	17-Aug-21	13:37	< 2	101%	1%		2	2	2
pH	No unit		13-Aug-21	13:54	17-Aug-21	11:13	NA	100%	0%		6.73	8.86	8.64
Alkalinity	mg/L as CaCO3		13-Aug-21	13:54	17-Aug-21	11:13	< 2	100%	3%	2	6	7	6
Conductivity	uS/cm		13-Aug-21	13:54	17-Aug-21	11:13	3	99%	1%		1220	2860	1420
Acidity	mg/L as CaCO3		13-Aug-21	13:54	17-Aug-21	11:13	2	100%	ND	2	5	3	2
Total Dissolved Solids	mg/L		12-Aug-21	18:57	19-Aug-21	8:22	< 30	99%	3%	30	809	1780	949
Ammonia+Ammonium as N	mg/L		12-Aug-21	20:29	13-Aug-21	14:59	< 0.1	97%	ND	0.1	< 0.1	0.1	0.1
Fluoride	mg/L		13-Aug-21	8:55	13-Aug-21	14:23	< 0.06	100%	3%		0.18	0.27	0.23
Bromide	mg/L		16-Aug-21	20:03	19-Aug-21	14:04	< 0.3	105%	ND	0.05	5.5	14.4	6.5
Chloride	mg/L		18-Aug-21	12:08	19-Aug-21	10:46	< 1	101%	2%	1	370	790	420
Sulphate	mg/L		18-Aug-21	12:52	19-Aug-21	10:46	< 2	108%	3%	1	7	13	9
Nitrite (as N)	as N mg/L		16-Aug-21	20:03	19-Aug-21	14:04	< 0.03	99%	ND	0.003	< 0.03	< 0.3	< 0.03
Nitrate (as N)	as N mg/L		16-Aug-21	20:03	19-Aug-21	14:04	< 0.06	101%	ND	0.006	< 0.06	< 0.06	0.10
Nitrate + Nitrite (as N)	as N mg/L		16-Aug-21	20:03	19-Aug-21	14:04	< 0.06	NA	NA	0.006	< 0.06	< 0.3	0.10
Silver (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00005	103%	ND		< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Silver (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00005	103%	ND		< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Aluminum (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.001	94%	3%		0.002	0.001	0.013
Aluminum (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.001	94%	3%		0.001	0.002	0.002
Arsenic (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0002	105%	10%		< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Arsenic (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0002	105%	10%		< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Barium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00002	101%	12%		0.0750	0.299	0.106
Barium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00002	101%	12%		0.0763	0.297	0.0974
Beryllium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00007	91%	ND		< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007
Beryllium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00007	91%	ND		< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007
Boron (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.002	105%	4%		0.504	0.665	0.619
Boron (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.002	105%	4%		0.538	0.626	0.564
Bismuth (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	96%	ND		< 0.00001	0.00002	< 0.00001
Bismuth (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	96%	ND		< 0.00001	0.00001	< 0.00001
Calcium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.01	99%	0%		178	512	219
Calcium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.01	99%	0%		176	492	212
Cadmium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000003	102%	ND		< 0.000003	0.000004	< 0.000003
Cadmium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000003	102%	ND		< 0.000003	< 0.000003	0.000010
Cobalt (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000004	100%	14%		0.000043	0.000023	0.000050
Cobalt (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000004	100%	14%		0.000035	0.000034	0.000011
Chromium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00008	105%	20%		< 0.00008	0.00037	0.00107
Chromium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00008	105%	20%		< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008
Copper (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0002	100%	10%		0.0022	< 0.0002	0.0002
Copper (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0002	100%	10%		< 0.0002	0.0007	< 0.0002
Iron (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.007	100%	9%		0.018	0.020	0.052
Iron (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.007	100%	9%		< 0.007	< 0.007	< 0.007
Potassium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.009	100%	3%		2.06	8.19	2.77
Potassium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.009	100%	3%		2.00	7.87	2.73
Lithium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0001	99%	10%		0.0020	0.0046	0.0036
Lithium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0001	99%	10%		0.0026	0.0044	0.0033
Magnesium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.001	101%	3%		12.0	6.69	7.56
Magnesium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.001	101%	3%		11.6	6.60	7.21
Manganese (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	102%	3%		0.0121	0.00816	0.0120
Manganese (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	102%	3%		0.0124	0.00168	0.00467
Molybdenum (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00004	104%	7%		0.00054	0.00041	0.00049
Molybdenum (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00004	104%	7%		0.00049	0.00051	0.00051
Sodium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.01	102%	3%		32.9	48.9	38.5
Sodium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.01	102%	3%		31.5	49.1	37.4
Nickel (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0001	100%	1%		0.0004	0.0003	0.0010
Nickel (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0001	100%	1%		0.0003	0.0053	0.0005
Phosphorus (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.003	98%	10%		0.005	< 0.003	< 0.003
Phosphorus (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.003	98%	10%		< 0.003	0.008	0.007
Lead (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	107%	2%		< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Lead (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	107%	2%		< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Antimony (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0009	100%	ND		< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Antimony (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.0009	100%	ND		< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Selenium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00004	102%	ND		< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00004	102%	ND		< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Silicon (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.02	99%	4%		0.05	0.05	0.23
Silicon (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.02	99%	4%		0.04	0.05	0.12
Tin (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00006	95%	ND		< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Tin (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00006	95%	ND		< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Strontium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00002	98%	2%		1.53	2.89	1.80
Strontium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00002	98%	2%		1.51	2.82	1.78
Titanium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00005	101%	13%		0.00014	0.00009	0.00033
Titanium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00005	101%	13%		0.00007	0.00006	0.00011
Thallium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000005	105%	ND		< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
Thallium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000005	105%	ND		< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
Uranium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000002	102%	4%		< 0.000002	0.000005	< 0.000002
Uranium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.000002	102%	4%		< 0.000002	< 0.000002	< 0.000002
Vanadium (total)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	102%	9%		0.00002	0.00003	0.00004
Vanadium (dissolved)	mg/L		18-Aug-21	17:38	19-Aug-21	12:12	< 0.00001	102%	9%				



Report No. CA12659-SEP21
Customer SRK Consulting
Attention Laura Volden
Reference
Works#
Title Final Report

Sample ID	Analysis	Units	Analysis	Analysis	QC - STD			4832L2- 2_090821 08-Sep-21 21:12	4832L2- 2_090821_ DF 08-Sep-21 21:45		
			Start Date	Start Time	Complete Date	Complete Time	QC - Blank			Recovery %	QC - DUP % RPD
Temperature Upon Re	°C	---	---	---	---	---	---	---	17.0	17.0	
Turbidity	NTU	15-Sep-21	14:28	16-Sep-21	10:02	< 0.10	99%	0%	0.10	0.93	8.73
Total Suspended Solid	mg/L	15-Sep-21	15:51	16-Sep-21	15:27	< 2	97%	0%	2	6	144
pH	No unit	15-Sep-21	15:32	20-Sep-21	13:07	NA	100%	0%		7.73	7.69
Alkalinity	mg/L as CaCO3	15-Sep-21	15:32	20-Sep-21	13:07	< 2	102%	0%	2	6	38
Conductivity	uS/cm	15-Sep-21	15:32	20-Sep-21	13:07	< 2	99%	0%		2760	63400
Acidity	mg/L as CaCO3	16-Sep-21	13:32	20-Sep-21	13:07	< 2	100%	ND	2	2	234
Bicarbonate	mg/L as CaCO3	15-Sep-21	15:32	20-Sep-21	13:07	15:32	NA	0%		6	38
Carbonate	mg/L as CaCO3	15-Sep-21	15:32	20-Sep-21	13:07	< 2	NA	ND		< 2	< 2
Total Dissolved Solids	mg/L	15-Sep-21	19:23	16-Sep-21	18:33	< 30	96%	0%	30	1610	50200
Total Organic Carbon	mg/L	16-Sep-21	22:25	22-Sep-21	14:28	< 1	100%	2%	1	3	23
Ammonia+Ammonium as N	mg/L	15-Sep-21	22:26	21-Sep-21	11:01	< 0.1	107%	ND	0.1	0.6	337
Fluoride	mg/L	16-Sep-21	8:53	16-Sep-21	14:11	< 0.06	102%	0%	0.06	0.42	0.26
Bromide	mg/L	15-Sep-21	17:51	16-Sep-21	14:38	< 0.3	97%	ND	0.05	13	110
Chloride	mg/L	16-Sep-21	7:44	16-Sep-21	15:35	< 1	106%	ND	1	850	37000
Sulphate	mg/L	16-Sep-21	7:55	16-Sep-21	15:35	< 2	112%	ND	2	7	300
Nitrite (as N)	as N mg/L	15-Sep-21	17:51	16-Sep-21	14:36	< 0.03	96%	ND	0.03	< 0.3	6.1
Nitrate (as N)	as N mg/L	15-Sep-21	17:51	16-Sep-21	14:36	< 0.06	101%	ND	0.06	0.97	405
Nitrate + Nitrite (as N)	as N mg/L	15-Sep-21	17:51	16-Sep-21	14:36	< 0.06	NA	NA	0.006	0.97	411
Silver (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	22-Sep-21	13:11	< 0.00005	96%	9%	0.0001	0.00006	0.00279
Silver (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	22-Sep-21	13:11	< 0.00005	96%	9%	0.0001	< 0.00005	0.00230
Aluminum (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.001	92%	9%	0.00	0.014	0.182
Aluminum (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.001	92%	9%	0.00	0.003	0.011
Arsenic (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0002	96%	ND	0.000	0.0003	0.0021
Arsenic (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0002	96%	ND	0.000	< 0.0002	0.0078
Barium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00002	99%	7%	0.0000	0.05799	1.26
Barium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00002	99%	7%	0.0000	0.0549	1.07
Beryllium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00007	91%	ND	0.00001	< 0.000007	0.000010
Beryllium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00007	91%	ND	0.00001	< 0.000007	< 0.000007
Boron (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.002	100%	ND	0.00	0.389	0.533
Boron (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.002	100%	ND	0.00	0.350	0.547
Bismuth (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	97%	ND	0.0000	< 0.00001	0.00007
Bismuth (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	97%	ND	0.0000	0.00001	0.00007
Calcium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.01	110%	10%	0.0	441	15500
Calcium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.01	110%	10%	0.0	427	14000
Cadmium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000003	98%	ND	0.00000	0.000005	0.003280
Cadmium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000003	98%	ND	0.00000	0.000005	0.00254
Cobalt (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000004	98%	ND	0.00000	0.000089	0.017847
Cobalt (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000004	98%	ND	0.00000	0.000062	0.0153
Chromium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00008	93%	2%	0.0001	0.00031	0.00505
Chromium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00008	93%	2%	0.0001	0.00009	0.00303
Copper (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0002	97%	2%	0.000	0.0004	0.0451
Copper (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0002	97%	2%	0.000	< 0.0002	0.0364
Iron (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.007	108%	11%	0.01	0.097	0.440
Iron (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.007	108%	11%	0.01	0.009	0.046
Potassium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.009	100%	9%	0.01	1.59	137
Potassium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.009	100%	9%	0.01	1.71	136
Lithium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0001	98%	2%	0.0001	0.0041	0.0226
Lithium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0001	98%	2%	0.0001	0.0037	0.0154
Magnesium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.001	107%	5%	0.00	1.10	155
Magnesium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.001	107%	5%	0.00	1.06	122
Manganese (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	94%	2%	0.0000	0.0125	0.488
Manganese (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	94%	2%	0.0000	0.0112	0.432
Molybdenum (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00004	102%	6%	0.0000	0.00047	0.0283
Molybdenum (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00004	102%	6%	0.0000	0.00035	0.0277
Sodium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.01	107%	6%	0.0	80.6	195
Sodium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.01	107%	6%	0.0	71.5	169
Nickel (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0001	95%	15%	0.000	0.0033	2.71
Nickel (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0001	95%	15%	0.000	0.0024	2.28
Phosphorus (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.003	99%	16%	0.00	0.004	0.030
Phosphorus (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.003	99%	16%	0.00	< 0.003	0.018
Lead (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	105%	9%	0.0001	< 0.00009	0.00012
Lead (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	105%	9%	0.0001	< 0.00009	0.00013
Antimony (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0009	99%	ND	0.001	< 0.0009	0.0024
Antimony (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.0009	99%	ND	0.001	< 0.0009	0.0023
Selenium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00004	99%	ND	0.0000	< 0.00004	0.00286
Selenium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00004	99%	ND	0.0000	< 0.00004	0.00247
Silicon (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.02	102%	15%	0.0	1.58	4.78
Silicon (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.02	102%	15%	0.0	1.81	3.68
Tin (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00006	103%	ND	0.0001	< 0.00006	0.00314
Tin (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00006	103%	ND	0.0001	< 0.00006	0.00247
Strontium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00002	99%	8%	0.0000	4.61	25.9
Strontium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00002	99%	8%	0.0000	4.42	23.7
Titanium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00005	103%	ND	0.0001	0.00080	0.01101
Titanium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00005	103%	ND	0.0001	0.00006	0.00058
Thallium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000005	98%	ND	0.00001	< 0.000005	< 0.000005
Thallium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000005	98%	ND	0.00001	< 0.000005	0.000060
Uranium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000002	95%	3%	0.00000	0.000010	0.001830
Uranium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.000002	95%	3%	0.00000	0.000002	0.001316
Vanadium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	96%	ND	0.0000	0.00003	0.00240
Vanadium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.00001	96%	ND	0.0000	0.00003	0.00181
Zirconium (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.002	100%	ND	0.002	< 0.002	< 0.002
Zirconium (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.002	100%	ND	0.00	< 0.002	< 0.002
Zinc (total)	mg/L	17-Sep-21	12:00	23-Sep-21	9:39	< 0.002	93%	1%	0.00	< 0.002	0.026
Zinc (dissolved)	mg/L	17-Sep-21	12:00	01-Oct-21	13:05	< 0.002	93%	1%	0.00	< 0.002	0.007



Report No. CA15148-SEP21
Customer SRK Consulting
Attention Laura Volden
Reference
Works#
Title Final Report

Sample ID	Analysis	Analysis Start Date	Analysis Start Time	Analysis Complete Date	Analysis Complete Time	QC - Blank	QC - STD % Recovery	QC - DUP % RPD	MDL	7D4758L2-2_082521		7D4754L1-7D4758L2-7D4758L1-2_090521			7EX4832L-2_090521	
										VentSS_0_27.3-82121	25-Aug-21 12:15	4_090221 02-Sep-21 09:30	2_090221 02-Sep-21 10:05	2_090221 02-Sep-21 10:40	_DF 05-Sep-21 12:40	_FB 05-Sep-21 17:00
Temperature Upon Re	°C	---	---	---	---	---	---	---	---	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Turbidity	NTU	08-Sep-21	20:07	09-Sep-21	8:32	< 0.10	99%	3%	0.10	0.15	1.09	0.27	0.23	0.82	11.5	0.28
Total Suspended Solid	mg/L	09-Sep-21	14:58	14-Sep-21	9:51	< 2	97%	1%	2	4	6	8	3	5	88	3
pH	No unit	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	NA	100%	0%		8.61	8.78	8.66	8.64	8.50	7.39	5.75
Alkalinity	mg/L as CaCO3	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	< 2	98%	ND	2	7	7	5	6	5	32	< 2
Conductivity	uS/cm	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	< 2	99%	0%		4140	3930	4830	3080	4030	48700	< 2
Acidity	mg/L as CaCO3	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	2	98%	3%	2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	207	< 2
Bicarbonate	mg/L as CaCO3	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	< 2	NA	ND		4	3	3	3	4	32	< 2
Carbonate	mg/L as CaCO3	09-Sep-21	13:35	14-Sep-21	16:20	< 2	NA	ND		2	4	2	3	< 2	< 2	< 2
Total Dissolved Solids	mg/L	08-Sep-21	15:28	10-Sep-21	18:08	< 30	97%	7%	30	2350	2190	2800	1640	2400	39400	< 30
Total Organic Carbon	mg/L	09-Sep-21	21:29	13-Sep-21	9:41	< 1	100%	ND	1	1	1	1	< 1	1	22	< 1
Ammonia+Ammonium	as N mg/L	08-Sep-21	21:11	13-Sep-21	10:33	< 0.1	101%	0%	0.1	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	213	< 0.1
Fluoride	mg/L	09-Sep-21	8:38	09-Sep-21	13:44	< 0.06	101%	ND		0.21	0.25	0.22	0.21	0.21	0.19	< 0.06
Bromide	mg/L	08-Sep-21	20:13	13-Sep-21	15:38	< 0.3	98%	ND	0.05	21.4	20.2	26.8	14.1	20.4	113	< 0.3
Chloride	mg/L	09-Sep-21	19:00	09-Sep-21	21:58	< 1	100%	0%	1	1600	1400	1900	880	1500	27000	6
Sulphate	mg/L	09-Sep-21	17:21	09-Sep-21	21:58	< 2	109%	5%	1	14	21	14	12	16	270	< 2
Nitrite (as N)	as N mg/L	08-Sep-21	20:13	14-Sep-21	12:00	< 0.03	99%	ND	0.003	< 0.3	< 0.3	0.36	< 0.3	< 0.3	11.5	< 0.03
Nitrate (as N)	as N mg/L	08-Sep-21	20:13	14-Sep-21	12:00	< 0.06	101%	0%	0.006	0.07	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	364	< 0.06
Nitrate + Nitrite (as N)	as N mg/L	08-Sep-21	20:13	14-Sep-21	12:00	< 0.06	NA	NA	0.006	< 0.3	< 0.3	0.36	< 0.3	< 0.3	376	< 0.06
Silver (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.00005	95%	ND	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Silver (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.00005	95%	ND	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Aluminum (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.001	101%	9%	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.03	0.35	< 0.01
Aluminum (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.001	101%	9%	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.03	0.35	< 0.01
Arsenic (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.0002	102%	7%	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.002	< 0.002
Arsenic (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.0002	102%	7%	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Barium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.00002	102%	1%	0.0002	0.370	0.436	0.415	0.316	0.366	1.28	0.0002
Barium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:41	< 0.00002	102%	1%	0.0002	0.400	0.448	0.444	0.322	0.367	1.26	0.0004
Beryllium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.00007	92%	ND	0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0.00045	< 0.00007
Beryllium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.00007	92%	ND	0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0.00023	< 0.00007
Boron (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.002	101%	2%	0.02	0.53	0.67	0.70	0.67	0.69	0.56	< 0.02
Boron (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.002	101%	2%	0.02	0.73	0.64	0.64	0.57	0.57	0.58	< 0.02
Bismuth (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.00001	101%	13%	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	< 0.0001
Bismuth (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.00001	101%	13%	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	< 0.0001
Calcium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.01	104%	10%	0.1	810	822	927	529	795	12572	0.4
Calcium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.01	104%	10%	0.1	828	732	955	512	750	12100	0.4
Cadmium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.000003	104%	ND	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0.00250	< 0.00003
Cadmium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:42	< 0.000003	104%	ND	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0.00190	< 0.00003
Cobalt (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.000004	99%	7%	0.00004	< 0.00004	0.00007	0.00007	0.00007	0.00008	0.02220	< 0.00004
Cobalt (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.000004	99%	7%	0.00004	< 0.00004	0.00004	0.00005	< 0.00004	< 0.00004	0.02130	< 0.00004
Chromium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.00008	101%	15%	0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	0.0087	< 0.0008
Chromium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.00008	101%	15%	0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	0.0057	< 0.0008
Copper (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.0002	99%	8%	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.048	< 0.002
Copper (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.0002	99%	8%	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.033	< 0.002
Iron (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.007	102%	6%	0.07	< 0.07	0.20	< 0.07	< 0.07	< 0.07	0.90	< 0.07
Iron (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.007	102%	6%	0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	0.20	< 0.07
Potassium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.009	102%	8%	0.09	10.5	14.1	11.1	9.06	9.98	144	< 0.09
Potassium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:43	< 0.009	102%	8%	0.09	10.6	12.7	10.9	8.62	9.49	136	< 0.09
Lithium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.0001	92%	10%	0.0001	0.0045	0.0074	0.0064	0.0059	0.0064	0.0122	< 0.001
Lithium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.0001	92%	10%	0.0001	0.0079	0.0051	0.0044	0.0037	0.0038	0.0163	< 0.001
Magnesium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.001	102%	4%	0.01	8.63	8.76	12.3	11.0	5.29	174	< 0.01
Magnesium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.001	102%	4%	0.01	8.16	7.92	11.4	10.6	4.85	167	< 0.01
Manganese (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.00001	98%	6%	0.0001	0.0100	0.0137	0.0246	0.0219	0.0056	0.421	< 0.0001
Manganese (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.00001	98%	6%	0.0001	0.0100	0.0167	0.0502	0.0212	0.0058	0.402	< 0.0001
Molybdenum (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.00004	100%	4%	0.0004	< 0.0004	0.0007	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.0322	< 0.0004
Molybdenum (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.00004	100%	4%	0.0004	< 0.0004	0.0007	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.0328	< 0.0004
Sodium (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.01	102%	3%	0.1	61.8	62.4	63.8	47.9	62.9	245	0.1
Sodium (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.01	102%	3%	0.1	55.7	53.2	59.1	44.3	55.7	229	0.1
Nickel (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.0001	98%	13%	0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	0.001	3.76	< 0.001
Nickel (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:44	< 0.0001	98%	13%	0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	3.62	< 0.001
Phosphorus (total)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:45	< 0.003	104%	11%	0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Phosphorus (dissolved)	mg/L	10-Sep-21	14:26	15-Sep-21	13:45	< 0.003	104%	11%	0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	<			



SUBMITTER SUMMARY			
Submitter Name:	Laura Volden	Affiliation:	SRK Consulting
Submitter Email:	lvolden@srk.com	Street Address:	22nd Floor, 1066 West Hasting
Submitter Phone:	604-235-8556	City, Province:	Vancouver, B.C.
Principal Investigator Name:	Laura Volden	Postal Code:	V6E 3X2
Principal Investigator Email:	lvolden@srk.com	Country:	Canada
Principal Investigator Phone:	604-235-8556	Date Submitted:	

PROJECT INFORMATION	
Project Title:	Raglan Hydrogeology Study 1CT017.338.0200.30
Country:	
Site Name:	Raglan
Collection Date:	

SUBMISSION TIMELINE	
Date samples received (YYYY/MM/DD)	Report date (YYYY/MM/DD)
(2021/09/17)	(2021/12/16)

ANALYTICAL NOTES

Please note: Unless otherwise specified in the submission form, any remaining sample material will be held for a period of six (6) months, after which time it will be discarded.

CONTACT INFORMATION	
Should you have any questions regarding your data or sample preparation please contact:	
Name:	Monika Wilk
Email:	mwilk@uottawa.ca
Phone:	613-562-5800 ext.6183

Researchers are asked to report any publications that include data generated at the AEL AMS facility. Publication notifications should be sent to ael-ams@uottawa.ca. Published data should include the unique UO identifier number provided in this analytical report.



Table 1. Tritium results for enriched water samples

UofO Number	Sample ID	3H (TU)	$\pm 1\sigma$ (TU)
UOT-2949	7D_7D4754L3-1_07312021_43.3-48	1.0	0.7
UOT-2950	7D_7D4754L3-1_08022021_64.3-72	<0.8	
UOT-2951	7D_7D4754L3-1_08042021_76.3-84	<0.8	
UOT-2952	7D_7D4754L3-1_08072021_126.3-138	<0.8	
UOT-2953	7D_1050VENTSS_SEEP_082221	<0.8	
UOT-2954	7D4758L2-2_082521_37.3-42.0m	<0.8	
UOT-2955	7D4754L1-4_090221	<0.8	
UOT-2956	7D4758L2-2_090221	<0.8	
UOT-2957	7D4758L1-2_090221	<0.8	
UOT-2958	7EX4832L2-2_090521_DF	2.6	0.7
UOT-2959	7EX4832L2-2_090821	<0.8	
UOT-2960	7EX4832L2-2_090821_DF	3.1	0.8

Remarks: TU is Tritium Units where 1TU =0.11919Bq/L



QA Program

The standard used in the calibration of our results for Quantulus 1220 is certified standard SRM 4926E activity 0.0028mCi hydrogen-3 water from National Institute of Standards and Technology. Table below provides the detailed information on the standard.

Standard Reference Material 4926E Hydrogen-3 Radioactivity Standard

	Value	Error	
Density	0.998	0.002 g/ml	20°C
Reference time	03/09/1998 12:00		
Mass activity	5.038	kBq/g	
Half-life of tritium	4500	8 days	

The Triple Isotope Water Analyzer (TIWA-45EP) by Los Gatos Research (LGR) was used for simultaneous direct measurement of the $2\text{H}/1\text{H}$, $18\text{O}/16\text{O}$, and $17\text{O}/16\text{O}$ stable isotope ratios in liquid water. LGR's patented Off-axis Integrated Cavity Output Spectroscopy (ICOS) technology employs near-infrared tunable diode laser absorption spectroscopy with the laser coupled off-axis to a high-finesse optical cavity to provide highly accurate quantification of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{17}\text{O}$, and $\delta^2\text{H}$ in injected water samples. Precision for $\delta^2\text{H}$ is 2.0‰ and for $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{17}\text{O}$ is 0.1‰. $\delta^{17}\text{O}$ -excess is ± 10 meg.

(www.lgr.com)

Waters to be run must have salinity lower than 3000ppm (3PSU), pH between 6-8, and no organics/hydrocarbons or alcohol. The waters must also be filtered with minimum 0.45micron filters. 0.2mL is pipetted into 2mL GC septa insert vials for both samples and standards. 1.0 mL can also be used with regular 2mL vials.

Water samples were introduced without sample conversion into the OA-ICOS instrument via a PAL HTC-xt auto injector (CTC Analytics) equipped with a heated (≈ 85 °C) injector block (LGR), where the water samples were evaporated for isotope analysis directly on the water vapor. Liquid water samples were injected into the injector block using a Hamilton 1.2 μL , zero dead volume syringe (P/N: 203185/01). (www.lgr.com)

Each sample and standard is injected 10 times. The data from the first four or five injections is discarded to minimize memory effect between samples/standards. The other data is averaged provided that there are no flags on the injections. An injection can be flagged if the water density is outside the manufacturer's recommended range of $2\text{--}4.5 \times 10^{16}$ H_2O molecules/ cm^3 , or if evaporation is not completed fully before measurement begins.

Three internal water standards as listed below are run at the beginning and end of each run, as well as sequentially/singly after every 3 samples throughout the run. A blind standard (W-29), run as an unknown, is also included with each set of standards. The three internal standards that were calibrated using VSMOW, SLAP and GISP are used to normalise the data.

	^2H	^{18}O	^{17}O
W-26	-203.5	-24.6	-13.0
W-27	-82.8	-10.8	-5.6
W-28	24.7	5.2	3.4
W-29	-86.3	-12.6	-7.0

Blind standard

Reference: *Berman, E., Levin, N., Landais, A., Shuning Li, and Owano, T. (2013) Measurement of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{17}\text{O}$, and ^{17}O -excess in Water by Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy and Isotope Ratio Mass Spectrometry, *Anal. Chem.* 85, 10392–10398.*

Theoretical Background for Possible Contamination Flagging

Reference: Los Gatos Research LWIA - Spectral Contamination Identifier v. 1.0.0 User Manual

Some waters may be contaminated with small molecules having a terminal O-H stretch. These molecules frequently have absorption features in the same region of the optical spectrum used by the LWIA (Liquid Water Isotope Analyser) to quantify the $2\text{H}/1\text{H}$ and $18\text{O}/16\text{O}$ isotopic ratios. The contaminating compounds can be divided into two categories of absorbers: Broad Band (e.g. Ethanol) and Narrow Band (e.g. Methanol).

Broad Band absorption manifests as a global decrease in transmission. Generally, BB absorbers change one or more of the offset, slope and curvature of the baseline absorbance, all of which can potentially change the isotopic ratio.

The identification of Narrow Band absorbers is achieved by examining the spectrum fit residual in spectral regions where there are no strong water absorbers. The fit residual is the difference between the measured spectrum and the spectrum calculated by the non-linear fitting routine and is expected to be very small in the regions between water peaks. If a contaminant with NB absorption features is present, the fit residual will show a significant increase because the unknown peaks are not included in the fit model.

The flagging of a particular sample as possibly contaminated is based on the metric's statistical distance from the average metric of the standards. Specifically, samples are flagged if the measured metric differs from the average standard metric by more than some number of standard deviations of the standard population. The default value is 3 standard deviations. We have found that using a value of 5 gives less false positive flags.



Laboratoire d'isotopes stables Ján Veizer (anciennement G.G. Hatch)
 Ján Veizer Stable Isotope Laboratory (formerly G.G. Hatch)

Send Excel file to: JanVeizerLab@uottawa.ca

Customer Information

First Name:	Laura
Last Name:	Volden
Middle Initial:	
Institution (Line 1):	SRK Consulting
Address (Line 2):	22nd Floor, 1066 W Hastings St
Address (Line 3):	
City:	Vancouver
State or Province:	BC
Postal Code:	V6E3X2
Country:	Canada
Email:	lvolden@srk.com
Phone Number:	604-235-8556
Submission Date:	2021-09-23
Project Title:	wt-od-L - Raglan Hydrogeology Study
Isotope Ratios Req:	2H and 18O
Numeric Media Code:	1
Supervisor:	

Invoice Information

PO # or Account Code:	VISA
First Name:	Laura
Last Name:	Volden
Middle Initial:	
Institution (Line 1):	SRK Consulting
Address (Line 2):	22nd Floor, 1066 W Hastings
Address (Line 3):	
City:	Vancouver
State or Province:	BC
Postal Code:	V6E3X2
Country:	Canada
Email:	lvolden@srk.com
Phone Number:	604-868-4039

Ship samples to:
 G.G. Hatch Stable Isotope Laboratory
 Attn: P. Middlestead
 25 Templeton Street
 Advanced Research Complex
 University of Ottawa
 Ottawa, Ontario, Canada K1N 6N5
 Phone: 613-562-5800 x6836

Optional Project Comment: SRK Project Code 1CG037.000

LIMS for Light Stable Isotopes
 Version 9.201 Sept. 21, 2016
 T. B. Coplen
 U.S. Geological Survey
 431 National Center
 Reston, VA 20192
 Email: tbcoplen@usgs.gov

Instructions:
 Information in GREEN is required (mandatory).
 Caution: "Sample ID" must be unique; id duplicates.
 Information in YELLOW is required, if appropriate .

-- Type "X" to answer one of the statements (mandatory):

<input checked="" type="checkbox"/>	I have read and understand the terms and conditions listed in the 1st tab below and wish to submit Samples for analysis.
<input type="checkbox"/>	I do NOT accept the terms of this agreement.

Sample Information

Counter	Sample ID	Weight (mg)	%C for applicable media	%N for applicable media	%S for applicable n	pH or %H (specify below)	Salinity or %O (specify)	Comment	VeizerSIL Number
Example 1	GNIP 43329	0.123	40	10	0.01		Salinity in PSU		(Lab use only)
								Original sample ID's - TOO LONG!	
1	1	1000						7D_7D4754L3-1_07312021_43.3-48	B2122-223-001
2	2	1000						7D_7D4754L3-1_08022021_64.3-72	B2122-223-002
3	3	1000						7D_7D4754L3-1_08042021_76.3-84	B2122-223-003
4	4	1000						7D_7D4754L3-1_08072021_126.3-138	B2122-223-004
5	5	1000						7D_1050VENTSS_SEEP_082221	B2122-223-005
6	6	1000						7D4758L2-2_082521_37.3-42.0m	B2122-223-006
7	7	1000						7D4754L1-4_090221	B2122-223-007
8	7 QCD	1000							B2122-223-008
9	8	1000						7D4758L2-2_090221	B2122-223-009
10	9	1000						7D4758L1-2_090221	B2122-223-010
11	10	1000						7EX4832L2-2_090521_DF	B2122-223-011
12	11	1000						7EX4832L2-2_090821	B2122-223-012
13	12	1000						7EX4832L2-2_090821_DF	B2122-223-013
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

Continue numbering in column A if there are more than 150 samples.
 Each sample must have a number.

This Agreement is a legally binding contract. By submitting a Requisition Form to the University of Ottawa (“uOttawa, We, Us, Our or Ours”), You (“client, You, Your or Yours”) acknowledge and agree to the following

WARNING: We DO NOT ACCEPT samples with enriched 14C (often used as a tracer). Any contamination of any amount of enriched 14C ("hot") material may cause thousands of dollars in clean-up and other costs. If you submit "hot" samples to this lab, you may be liable.

1. **Requisition:** You will submit the completed Requisition Form (the “Request”) and the samples to be tested (the “Samples”). We reserve the right to decline a Request. By submitting a Request, You certify that You are legally capable of entering into binding contracts
2. **Ownership:** The Samples are not uOttawa’s property and We assume no responsibility for any loss or damage to the Samples. Upon completion of the tests, We will destroy the Samples after six (6) months unless You specifically request in writing upon submitting a Request that the Samples are to be returned to You. You assume all responsibility and cost associated with the return of the Samples. We are not responsible for maintaining an archive of
3. **Shipping:** You shall be responsible for proper collection, preservation, packaging, and shipment of the sample(s) in accordance with applicable laws and good commercial practice. You must inform us of any hazard relating to samples submitted for analysis.
4. **Invoice:** We will send You an invoice based on the rates published on our website, as may be amended from time to time plus applicable taxes and describing any other costs associated with the testing. Payment by You is to be made in Canadian Dollars. Pre-payment is required for all orders originating from and funded by countries other than Canada.
5. **Results:** Upon completion of the tests, We will provide You with the results of the tests by using the email address provided by You. We do not claim any intellectual property in the Samples and claims no interest in the data.
6. **Disclaimer:** We expressly disclaim all warranties in respect of the tests and the data including all expressed or implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose, including as evidence in any legal proceeding. By testing the Samples and providing the data, uOttawa, its employees, students or other uOttawa representatives are not providing an opinion and declines to be a witness in any legal or other adversarial proceeding. Our liability to You whether arising in contract, tort, negligence, breach of statutory duty or otherwise shall not exceed the price paid for the analysis. You acknowledge and agree that: (i) tests and the data are provided by uOttawa “as is”; (ii) in no event shall We be liable for any direct, indirect, incidental, punitive or consequential damages whatsoever with respect to the tests and the data; (iii) that any reliance upon the tests and/or the data shall be at Your sole
7. **Confidentiality:** "Confidential Information" means any materials, written information, and data marked "Confidential" by You and provided to uOttawa for the purpose of conducting the tests. We will use reasonable efforts to maintain the Confidential Information as confidential to the extent permitted by law. Our obligations do not apply to information in the public domain or independently known or obtained by uOttawa. You acknowledge that uOttawa is subject to the Freedom of Information and Protection of Privacy Act (Ontario) and as such records in its

8. **Indemnification:** You shall indemnify, hold harmless and defend uOttawa, and their respective officers, directors, employees, students and agents (the "indemnified parties") against any and all claims, demands, actions, liability and expenses ("claims") including claims, allegedly resulting in whole or in part from the negligence of the indemnified parties or from acts or omissions for which the indemnified parties otherwise would be liable, related to or arising from the tests, the Samples, the data or Your use of the data. You shall be responsible
9. **Advertising:** You shall not use the name of the University of Ottawa, its employees or students or of the Faculty of Sciences or the laboratory in any publicity, advertising, or news release without the prior written approval of an authorized representative of uOttawa. You will not under any circumstances advertise or otherwise state or imply that We have tested or
10. **Pricing:** The price for the analysis shall be as agreed between You and Us via quotation and as posted on Our website at the time of submission. We shall submit an invoice to You after the completion of all requested Services if the payment funding source originates in Canada. Pre-payment is required for all orders originating from and funded by countries other
11. **Terms:** Unless otherwise agreed, payment terms are 30 days from receipt of invoice after which We may apply an interest charge of 1.5% per month to the accrued outstanding balance (including principle, surcharges, and any other fees). You have the right to contact the University of Ottawa's Credit Department to dispute invoices, within 15 business days of the date of the first invoice containing the disputed charge. After 15 business days from date of first invoice, We have sole discretion to adjust any disputed charges. In the event collection and/or legal action is initiated and successfully prosecuted by Us to collect any amount(s) due
12. **Suspension of Work:** We reserve the right to suspend work and/or withhold data delivery if You fail to make timely payment of Your invoices. We will not be held responsible for any damages incurred by You caused by Our work suspension or withholding of data
13. **Urgent Orders:** Requests for urgent or "rush" analysis (i.e. moved to the front of the queue) may be considered and if accepted, will be subject to a surcharge. Rush or other expedited analyses will be handled as such and will be reported as quickly as time permits depending on work load, type of analysis requested and events outside of our control.
14. **Unforeseen Events/Force Majeure:** We will not be liable or responsible for any failure to perform, or delay in performance of, any of our obligations under a Contract that is caused by events outside our reasonable control, commonly known as "force majeure".
15. **Surcharges:** We reserve the right to adjust the "rush" surcharge as necessary in special cases. The surcharge is generally: (i) double the regular rate for 30 or more samples; (ii) triple the regular rate for less than 30 samples.
16. **Discounts:** A discount of \$5 per sample is applied when You or Your representative performs the preparation of samples before analysis in the following cases:
- Weighing of samples into tin capsules.
 - Doing the weighing and the adding of acid plus "flush and fill" procedures for carbonate
 - Doing the pipetting and "flush and fill" procedures for water gasbench analysis.
 - Filtering fresh waters for LGR (less than 3PSU) using Your own supplies.
 - A discount of \$3 per sample is applied when You or Your representative pipettes fresh waters for LGR (less than 3PSU) using Your own supplies.
17. **Duty and Customs:** Duty charges will be added to the invoice. A Customs Declaration Invoice must be sent with samples from outside Canada. Samples have no commercial value. Shipments arriving with fees due (other than duty) will be returned.

18. **Entire Agreement:** This Agreement constitutes the Entire Agreement between You and Us. It supersedes all other written or verbal communications between You and Us. It can only be amended in writing by mutual agreement.

19. **Jurisdiction:** This Agreement shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the Province of Ontario that are in force. You expressly accepted jurisdiction of the



Laboratoire d'isotopes stables Ján Veizer (anciennement G.G. Hatch)
Ján Veizer Stable Isotope Laboratory (formerly G.G. Hatch)

Reminder: samples are retained for 6 months, then destroyed. Please have a look at your data in a timely manner.

Customer Information

First Name:	Laura
Last Name:	Volden
Initial:	0
Address (Line 1):	SRK Consulting
Address (Line 2):	22nd Floor, 1066 W Hastings St
Address (Line 3):	0
City:	Vancouver
State or Province:	BC
Postal Code:	V6E3X2
Country:	Canada
Email:	lvolden@srk.com
Phone Number:	604-235-8556
Submission Date:	2021-09-23
Project Title:	wt-od-L - Raglan Hydrogeology Study
Isotope Ratios Req:	2H and 18O
Numeric Media Code:	1
Supervisor:	0

Invoice Information

PO # or Account Code:	VISA
First Name:	Laura
Last Name:	Volden
Initial:	0
Address (Line 1):	SRK Consulting
Address (Line 2):	22nd Floor, 1066 W Hastings
Address (Line 3):	0
City:	Vancouver
State or Province:	BC
Postal Code:	V6E3X2
Country:	Canada
Email:	lvolden@srk.com
Phone Number:	604-868-4039

Optional Project	SRK Project Code 1CG037.000
Comment:	0
	0
	0

Corrected: 2021-nov-10
Cost: 12 x \$25 = (300 (pre-filtered))

Work done by: lab (Wendy)
 Amount of water in vials: 0.2mL
 Amount of water used per injection: 0.9uL
 Number of injections per vial: 10, first 4-5 ignored

See Methodology tab below for details.

BBS = Broad Band Spectrum
 NBS = Narrow Band Spectrum
 See tab below labelled "Contaminant Flagging" for more information.

QCD = quality control duplicate (No charge)

OurLabID	Sample ID	Delta 2H (VSMOW)	Delta 18O (VSMOW)	Delta 17O (VSMOW)	Contaminant Flag	Comments	VeizerSIL No.
W-48584	1	-130.3	-18.1	-9.6		7D_7D4754L3-1_07312021_43.3-48	B2122-223-001
W-48585	2	-131.7	-18.3	-9.6		7D_7D4754L3-1_08022021_64.3-72	B2122-223-002
W-48586	3	-132.4	-18.2	-9.7		7D_7D4754L3-1_08042021_76.3-84	B2122-223-003
W-48587	4	-133.7	-18.2	-9.7		7D_7D4754L3-1_08072021_126.3-138	B2122-223-004
W-48588	5	-132.7	-18.1	-9.7		7D_1050VENTSS_SEEP_082221	B2122-223-005
W-48589	6	-132.9	-18.3	-9.8		7D4758L2-2_082521_37.3-42.0m	B2122-223-006
W-48590	7	-131.7	-18.3	-9.6		7D4754L1-4_090221	B2122-223-007
W-48591	7 QCD	-132.4	-18.2	-9.7	0		B2122-223-008
W-48592	8	-132.7	-18.2	-9.7		7D4758L2-2_090221	B2122-223-009
W-48593	9	-130.7	-18.1	-9.6		7D4758L1-2_090221	B2122-223-010
W-48594	10	-129.3	-17.7	-9.3		7EX4832L2-2_090521_DF	B2122-223-011
W-48595	11	-133.5	-18.4	-9.7		7EX4832L2-2_090821	B2122-223-012
W-48596	12	-129.8	-17.7	-9.3		7EX4832L2-2_090821_DF	B2122-223-013

Blind Standard: W-29

delta 18O = -12.9, n = 5, st.dev. = 0.1
 delta 17O = -7.1, n = 5, st.dev. = 0.1
 delta 2H = -85.5, n = 5, st.dev. = 0.9

Expected value: -13.0
 Expected value: -7.2
 Expected value: -85.9

ANNEXE 3

Schéma de gestion des eaux

ANNEXE 4

Cartes

573000.000

574000.000

575000.000

MINE RAGLAN

UNE SOCIÉTÉ GLENCORE







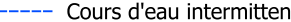
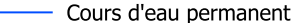





Demande d'autorisation

Conduite Mine 8

Data source :
Raglan Mine 2008 - 2023.
Government of Canada, Natural Resources Canada, Earth Sciences Sector, 2018.
Energie et Ressources Naturelles Québec, GESTIM, 2021.

SNRC

035H12

-  Coordonnée conduite : début/fin
-  Conduite proposé
- Infrastructure existante
 -  Conduits
 -  Câbles (en surface ou enfouie)
 -  Chemin minier
 -  Chemin
- Milieux naturels
 -  Cours d'eau intermittent
 -  Cours d'eau permanent
 -  Fossé
 -  Plan d'eau
 -  Milieu humide
 -  Bail minier
 -  Bail de surface

100 0 100 m

1:10,000.00001
NAD83 UTM 18N

Stratégie & Développement des affaires
Raglan 2024-11-08



6842000.000

6842000.000

6841000.000

6841000.000

6840000.000

6840000.000

575000.000

576000.000

577000.000

578000.000

MINE RAGLAN

UNE SOCIÉTÉ GLENCORE

Demande d'autorisation

Conduite Anuri

Data source :
Raglan Mine 2008 - 2023.
Government of Canada, Natural Resources
Canada, Earth Sciences Sector, 2018.
Energie et Ressources Naturelles Québec,
GESTIM, 2021.

SNRC

035H12

6842000.000

6842000.000

6841000.000

6841000.000

Bail minier 1049

Core pad
Bail de surface
002207 21 910

Monterie
ventilation
(RAR)

Monterie
ventilation
(FAR)

Bail de surface
000078 17 910

Plateforme
de refuge

Station
météo

Plateforme à
stériles

578160.7 E
6841717.4 N

Portail
principale

Bassin
collecteur
BC-Anuri

Halde à
minéral

Bail minier 859

● Coordonnée conduite :
début/fin

—●— Conduite proposé

Infrastructure existante

●●● Conduits

—■— Cables
(en surface ou enfouie)

— — Chemin minier

— — Chemin

Milieus naturels

--- Cours d'eau intermittent

— Fossé

■ Plan d'eau

■ Milieu humide

■ Bail minier

■ Bail de surface

50 0 50 m

1:10,000
NAD83 UTM 18N

Stratégie & Développement des affaires
Raglan 2024-11-08



ANNEXE 5

Fiches signalétiques

1. Identification

Identificateur du produit :	Ciment Portland
Autres moyens d'identification :	Élément GU, Élément MS, Élément GU-PER, Élément HE, Élément MH, Rehabsol, Probase, Trillium
Usage recommandé :	Constituant principal dans la plupart des mélanges de béton
Restrictions d'utilisation :	Pour le domaine de la construction
Fournisseur :	Ciment Québec Inc. 145 Boulevard du Centenaire Saint-Basile, Québec Canada, G0A 3G0
Téléphone :	418 329-2100
Tél. en cas d'urgence :	418 329-2100
Heures disponibles :	24/7

2. Identification des dangers

Mention d'avertissement : DANGER

Classification du produit



Lésions oculaires graves - Catégorie 1.
Cancérogénicité - Catégorie 1A.
Toxicité pour certains organes cibles - expositions répétées - Catégorie 1.
Irritation cutanée - Catégorie 2.
Toxicité pour certains organes cibles - exposition unique - Catégorie 3 Irritation des voies respiratoires.

Mentions de danger

H318 - Provoque de graves lésions des yeux.
H350 - Peut provoquer le cancer.
H372 - Risque avéré d'effets graves pour les organes (poumons) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.
H315 - Provoque une irritation cutanée.
H335 - Peut irriter les voies respiratoires.

Conseils de prudence

Prévention : Se procurer les instructions avant utilisation. Ne pas manipuler avant d'avoir lu et compris toutes les précautions de sécurité. Ne pas respirer les poussières. Se laver soigneusement les mains après manipulation et toute autre partie du corps qui aurait été exposée au produit. Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit. Utiliser seulement en plein air ou dans un endroit bien ventilé. Porter des gants et des vêtements de protection ainsi qu'un équipement de protection des yeux et du visage.

Intervention : EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée : Demander un avis médical. EN CAS D'INGESTION : Rincer la bouche. NE PAS faire vomir. EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : Laver immédiatement à l'eau pendant plusieurs minutes. EN CAS D'IRRITATION CUTANÉE : Consulter un médecin. Enlever les vêtements contaminés et les laver avant réutilisation. EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer immédiatement avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédiatement un médecin. EN CAS D'INHALATION : Transporter la personne à l'extérieur et la maintenir dans une position où elle peut confortablement respirer. Consulter un médecin en cas de malaise.

Stockage : Maintenir le récipient fermé de manière étanche. Stocker dans un endroit bien ventilé. Garder sous clef.



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

Élimination : Éliminer le contenu/récipient conformément à la réglementation locale, régionale, nationale et/ou internationale en vigueur.

Autres dangers : Aucun autre effet démontré.

Voir l'information toxicologique, section 11

3. Composition/ information sur les ingrédients

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	Concentration % (p/p)
1	65997-15-1	Ciment Portland	100
<u>Le produit peut contenir les ingrédients suivants à différentes concentrations:*</u>			
2	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	30.00 - 70.00
3	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	10.00 - 30.00
4	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	5.00 - 10.00
5	1317-65-3	Pierre calcaire	0.10 - 5.00
6	1305-78-8	Chaux. Oxyde de calcium	0.10 - 2.00
7	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	0.10 - 1.00
8	18450-29-9	Chrome hexavalent**	Trace

* La concentration réelle est présentée sous forme de plage puisqu'elle est considérée comme un secret industriel.

** Le Cr (VI) est inclus du fait de la sensibilité cutanée associée à ce produit.

4. Premiers soins

En cas d'ingestion, d'irritation, de toute forme de surexposition ou de symptômes de surexposition survenant pendant l'utilisation du produit ou persistant après son emploi, communiquer immédiatement avec un CENTRE ANTIPOISON, une SALLE D'URGENCE ou un MÉDECIN; veiller à ce que la fiche de données de sécurité du produit soit accessible.

Contact oculaire : Vérifier si la victime porte des verres de contact et dans ce cas, les lui enlever. Rincer les yeux IMMÉDIATEMENT à l'eau courante pendant au moins 15 minutes en gardant les paupières ouvertes. Obtenir des soins médicaux dès que possible.

Contact cutané : Retirer immédiatement les vêtements contaminés. Laver la peau avec de l'eau et du savon. Mouiller abondamment les vêtements contaminés. Si l'irritation persiste, consulter un médecin.

Inhalation : Emmener la personne qui a été exposée dans un endroit bien aéré. Garder cette personne au chaud et allongée. Détachez les vêtements serrés tels que col, cravate ou ceinture. En l'absence de respiration, en cas de respiration irrégulière ou d'arrêt respiratoire, il faut que du personnel qualifié administre la respiration artificielle ou de l'oxygène. Obtenir des soins médicaux immédiatement.

Ingestion : En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette. Garder la personne au chaud et allongée. Ne pas faire vomir sauf indication contraire émanant du personnel médical.

Symptômes : Ce produit est irritant pour la peau et corrosif pour les yeux, les voies respiratoires et digestives. La gravité des symptômes peut varier selon les conditions d'exposition (durée de contact, concentration du produit, etc.).

Effets aigus et retardés : Peut causer une irritation de la peau. Lorsque le produit est mélangé avec de l'eau, il peut également devenir corrosif pour la peau. Possibilité de lésions permanentes de la cornée. Contient de la silice cristalline. Une exposition prolongée à la silice cristalline respirable peut aggraver les maladies du système respiratoire, des poumons et causer la silicose. Les effets de la silicose sur la santé d'une personne peuvent continuer de s'aggraver, même lorsque celle-ci a cessé d'y être exposée, et ils sont irréversibles. De plus, la fibrose pulmonaire peut se développer en cancer du poumon.

Note au médecin traitant : Pas de traitement particulier. Traitement symptomatique requis. Des dommages aux muqueuses peuvent probablement contre-indiquer l'utilisation d'un lavage gastrique. Danger : risque de perforation gastrique.



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

5. Mesures à prendre en cas d'incendie

Agents extincteurs appropriés : Utiliser des poudres chimiques sèches CO₂, de l'eau vaporisée (brouillard) ou de la mousse.

Agents extincteurs inappropriés : Les jets d'eau peuvent favoriser la propagation de l'incendie.

Dangers spécifiques du produit dangereux : Aucun danger spécifique.

Produits de combustion dangereux : Oxydes de calcium.

Équipements de protection spéciaux et précaution spéciale pour les pompiers : Il est impératif que les pompiers portent un équipement de protection adéquat, ainsi qu'un appareil respiratoire autonome (ARA) équipé d'un masque couvre-visage à pression positive.

6. Mesures à prendre en cas de déversement accidentel

Précautions individuelles : Ne prendre aucune mesure impliquant un risque personnel ou si vous ne disposez pas de formation et de protection adéquate. Évacuer les environs. Ne pas toucher ni marcher dans le produit répandu. Fermez toutes sources de chaleur et d'ignition. Éviter de respirer le brouillard. Assurer une ventilation adéquate. Porter un appareil respiratoire approprié lorsque le système de ventilation est inadéquat. Revêtir un équipement de protection individuelle approprié (voir Section 8).

Équipements de protection et mesures d'urgence : Éviter la dispersion des matériaux déversés, ainsi que leur écoulement et tout contact avec le sol, les drains, les égouts et les voies navigables. Avertir les autorités compétentes si le produit s'est répandu dans l'environnement. Utiliser un absorbant inerte ou des boudins de rétention en cas de grand déversement.

Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage : Arrêter la fuite si cela ne présente aucun risque. Écarter les contenants de la zone de déversement. Contenir les fuites et les ramasser à l'aide de matières absorbantes non combustibles telles que le sable, la terre ou de la vermiculite. Placer ensuite dans un récipient pour élimination conformément à la réglementation locale. Éliminer par l'intermédiaire d'une entreprise spécialisée autorisée.

7. Manutention et stockage

Précautions relatives à la sûreté en matière de manutention : Revêtir un équipement de protection individuelle approprié (voir Section 8). Il ne faut pas manger, boire ou fumer dans les endroits où ce produit est manipulé, entreposé ou traité. Les personnes travaillant avec ce produit devraient se laver les mains et la figure avant de manger, boire ou fumer. Retirer les vêtements et l'équipement de protection contaminés avant de pénétrer dans des aires de repas. Éviter l'exposition - se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation. Éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements. Ne pas avaler. Éviter de respirer les brouillards. Utiliser uniquement dans un environnement bien aéré. Porter un appareil respiratoire approprié lorsque le système de ventilation est inadéquat. Ne pas pénétrer dans les lieux d'entreposage et dans un espace clos à moins qu'il y ait une ventilation adéquate. Garder dans le contenant d'origine ou dans un autre contenant de substitution, adéquat fabriqué à partir d'un matériau compatible et tenu hermétiquement clos lorsqu'il n'est pas utilisé. Les contenants vides contiennent des résidus de produit et peuvent présenter un danger. Ne pas réutiliser ce contenant.

Conditions de sécurité relatives au stockage : Entreposer conformément à la réglementation locale, dans un endroit adéquat et autorisé. Entreposer dans le contenant original dans un endroit sec, frais et bien ventilé, à l'abri de la lumière directe, à l'écart des matériaux incompatibles (voir la Section 10) et de la nourriture. Garder le récipient hermétiquement fermé lorsque le produit n'est pas utilisé. Les récipients ouverts doivent être refermés avec soin et maintenus en position verticale afin d'éviter les fuites. Ne pas entreposer dans des contenants non étiquetés. Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant.



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

8. Contrôle de l'exposition/ protection individuelle

Paramètres de contrôle :

Valeurs limites d'exposition professionnelle :

Quartz (14808-60-7)		
USA ACGIH	ACGIH TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (matière particulaire respirable)
USA OSHA	OSHA PEL (TWA) (mg / m ³)	50 µg / m ³
USA NIOSH	NIOSH REL (TWA) (mg / m ³)	0,05 mg / m ³ (poussière respirable)
États-Unis IDLH	US IDLH (mg / m ³)	50 mg / m ³ (poussière respirable)
Alberta	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (particule respirable)
Colombie britannique	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (respirable)
Manitoba	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (matières particulaire respirable)
Nouveau-Brunswick	OEL TWA (mg / m ³)	0,1 mg / m ³ (fraction respirable)
Terre-Neuve et Labrador	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (matière particulaire respirable)
Nouvelle-Écosse	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (matière particulaire respirable)
Nunavut	OEL TWA (mg / m ³)	0,05 mg / m ³ (fraction respirable)
Territoires du nord-ouest	OEL TWA (mg / m ³)	0,05 mg / m ³ (fraction respirable)
Ontario	OEL TWA (mg / m ³)	0,1 mg / m ³ (substance désignée réglementée - respirable)
Île-du-Prince-Édouard	OEL TWA (mg / m ³)	0,025 mg / m ³ (matières particulaire respirable)
Québec	VEMP (mg / m ³)	0,1 mg / m ³ (poussière respirable)
Saskatchewan	OEL TWA (mg / m ³)	0,05 mg / m ³ (fraction respirable)
Yukon	OEL TWA (mg / m ³)	300 particules / ml
Calcaire (1317-65-3)		
USA OSHA	OSHA PEL (TWA) (mg / m ³)	15 mg / m ³ (poussière totale) 5 mg / m ³ (fraction respirable)
USA NIOSH	NIOSH REL (TWA) (mg / m ³)	10 mg / m ³ (poussière totale) 5 mg / m ³ (poussière respirable)
Alberta	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Colombie britannique	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³ (poussière totale)
Colombie britannique	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³ (poussière totale) 3 mg / m ³ (fraction respirable)
Nouveau-Brunswick	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³ (matière particulaire ne contenant pas d'amiante et <1 % de silice cristalline)
Nunavut	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Nunavut	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Québec	VEMP (mg / m ³)	10 mg / m ³ (Calcaire ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de silice cristalline - poussière totale)
Saskatchewan	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Saskatchewan	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Yukon	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Yukon	OEL TWA (mg / m ³)	30 mppcf 10 mg / m ³
Ciment Portland (65997-15-1)***		



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

USA ACGIH	ACGIH TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particules ne contenant pas d'amiante et <1 % de silice cristalline, particule respirable)
USA OSHA	OSHA PEL (TWA) (mg / m ³)	15 mg / m ³ (poussière totale) 5 mg / m ³ (fraction respirable)
USA NIOSH	NIOSH REL (TWA) (mg / m ³)	10 mg / m ³ (poussière totale) 5 mg / m ³ (poussière respirable)
États-Unis DIV (IDLH)	US IDLH (mg / m ³)	5000 mg / m ³
Alberta	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Colombie britannique	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particule ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de particule respirable de silice cristalline)
Manitoba	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particule ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de particules de silice cristalline respirables)
Nouveau-Brunswick	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³ (matière particulaire ne contenant pas d'amiante et <1 % de silice cristalline)
Terre-Neuve et Labrador	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particule ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de particule de silice cristalline respirable)
Nouvelle-Écosse	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particule ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de particules de silice cristalline respirables)
Nunavut	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Nunavut	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Ontario	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (ne contenant pas d'amiante et <1 % de silice cristalline respirable)
Île-du-Prince-Édouard	OEL TWA (mg / m ³)	1 mg / m ³ (particule ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de particule de silice cristalline respirable)
Québec	VEMP (mg / m ³)	10 mg / m ³ (ne contenant pas d'amiante et <1 % de silice cristalline - poussière totale) 5 mg / m ³ (ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de poussière respirable de silice cristalline)
Saskatchewan	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Saskatchewan	OEL TWA (mg / m ³)	10 mg / m ³
Yukon	SEL OEL (mg / m ³)	20 mg / m ³
Yukon	OEL TWA (mg / m ³)	30 mppcf 10 mg / m ³
Oxyde de calcium (1305-78-8)		
USA ACGIH	ACGIH TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
USA OSHA	OSHA PEL (TWA) (mg / m ³)	5 mg / m ³
USA NIOSH	NIOSH REL (TWA) (mg / m ³)	2 mg / m ³
États-Unis IDLH	US IDLH (mg / m ³)	25 mg / m ³
Alberta	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Colombie britannique	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Manitoba	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Nouveau-Brunswick	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Terre-Neuve et Labrador	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Nouvelle-Écosse	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Nunavut	SEL OEL (mg / m ³)	4 mg / m ³
Nunavut	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	SEL OEL (mg / m ³)	4 mg / m ³
Territoires du nord-ouest	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Ontario	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³



Fiche de données de sécurité Ciment Portland

Île-du-Prince-Édouard	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Québec	VEMP (mg / m ³)	2 mg / m ³
Saskatchewan	SEL OEL (mg / m ³)	4 mg / m ³
Saskatchewan	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³
Yukon	SEL OEL (mg / m ³)	4 mg / m ³
Yukon	OEL TWA (mg / m ³)	2 mg / m ³

**** Pour les valeurs d'exposition des composants du ciment Portland, veuillez vous référer à la fiche de données de sécurité de ce produit.

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

OSHA: Occupational Safety and Health Administration

PEL: Limites d'exposition autorisées (Permissible Exposure Limits)

REL: Limites d'exposition recommandées (Recommended Exposure Limits) ACGIH®: American

Conference of Governmental Industrial Hygienists

TLV®: Seuil limite d'exposition (Threshold Limit Values)

SEL: Exposition court-terme (Short Term Exposure Limit)

OEL: Limite d'exposition au travail (Occupational Exposure Limit)

DIV (IDLH): Danger imminent pour la vie (Immediate Danger to Life or Health)

Nota Bene: Les ingrédients de la section 3 non listés ci-dessus n'ont pas de valeurs d'exposition ou sont sous 1% de concentration.

Contrôles d'ingénierie appropriés : Lorsqu'un travailleur est exposé à une substance identifiée comme ayant un effet cancérigène, mutagène et/ou reprotoxique démontré ou soupçonné chez l'humain, l'exposition doit être réduite au minimum, même lorsqu'elle demeure à l'intérieur des normes prévues peu importe la durée d'exposition. La recirculation doit aussi être prohibée. Utiliser uniquement dans un environnement bien aéré. Utiliser des enceintes fermées, une ventilation par aspiration à la source, ou d'autres systèmes de contrôle automatique intégrés afin de maintenir le seuil d'exposition aux contaminants en deçà des valeurs mentionnées.

Mesures de protection individuelle : Après manipulation de produits chimiques, lavez-vous les mains, les avant-bras et le visage avec soin avant de manger, de fumer, d'aller aux toilettes et une fois votre travail terminé. Utiliser les techniques appropriées pour retirer les vêtements contaminés. Laver les vêtements contaminés avant de les réutiliser. Assurez-vous que des bassins oculaires et des douches de décontamination sont installés près des postes de travail.

Yeux : NE PAS PORTER DE LENTILLES CORNÉENNES. Porter des lunettes de sécurité antiéclaboussures.

Mains : Lors de la manipulation de produits chimiques, porter en permanence des gants étanches et résistants aux produits chimiques conformes à une norme approuvée. En tenant compte des paramètres indiqués par le fabricant de gants, vérifier que les gants gardent toujours leurs propriétés de protection pendant leur utilisation. Dans le cas de mélanges, constitués de plusieurs substances, la durée de protection des gants ne peut pas être évaluée avec précision.

Respiratoire : Les ouvriers exposés à des contaminants doivent porter un respirateur approprié au type de danger et en fonction des niveaux d'expositions prévus ou connus, en tenant compte des limites d'utilisation sécuritaire du respirateur retenu. Munissez-vous d'un appareil de protection respiratoire autonome ou à épuration d'air parfaitement ajusté, conforme à une norme approuvée, si une évaluation des risques le préconise.

Autres : Porter en tout temps un vêtement de protection à manches longues et souliers de sécurité appropriés.

9. Propriétés physiques et chimiques

État physique : Poudre

Couleur : Gris

Odeur : Inodore

Point de fusion/congélation : > 1000 °C (1832 °F)

Point initial d'ébullition/ domaine d'ébullition : Sans objet

Inflammabilité : Sans objet

Limites inférieures d'inflammabilité ou d'explosivité : Sans objet

Limites supérieures d'inflammabilité ou d'explosivité : Sans objet

Point d'éclair : Sans objet

Température d'auto-inflammation : Sans objet

Température de décomposition : Non disponible

pH : 12,0 - 13,0 Solution 1%

Réserve alcaline : 1,00



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

Viscosité cinématique : Sans objet
Solubilité (dans l'eau) : Insoluble
Coefficient de partage n-octanol/eau (Log K_{ow}) : Sans objet
Pression de vapeur : Sans objet
Masse volumique et densité relative : 3,200 kg/L à 20 °C (eau = 1)
Densité de vapeur relative : Sans objet
Caractéristiques des particules : < 75 microns

10. Stabilité et réactivité

Réactivité : Stable dans les conditions d'entreposage et de manipulation recommandées.

Stabilité chimique : Le produit est chimiquement stable dans des conditions normales d'emploi.

Risque de réactions dangereuses : Aucune polymérisation ni réaction dangereuse ne se produit dans des conditions normales d'utilisation.

Conditions à éviter : Tenir loin des produits incompatibles (voir ci-dessous). Éviter les opérations produisant un nuage de poudres inorganiques ou de poussières. Dans un local où on ne peut éviter la formation de poudres ou de poussières, il faut en prévenir l'accumulation, mettre tous les équipements à la terre et utiliser des outils anti-étincelles.

Matériaux incompatibles : Aucun connu à température ambiante.

Incompatibilités : Les agents oxydants forts. Les acides.

Produits de décomposition dangereux : Oxydes de calcium.

11. Données toxicologiques

	Orale	Cutanée	Inhalation gaz	Inhalation vapeurs	Inhalation poussières/brouillards
ETA _{produit}	15527.95 mg/kg	> 5 000 mg/kg	S.O.	S.O.	> 5 mg/l

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	DL ₅₀ orale mg/kg	DL ₅₀ cutanée mg/kg	CL ₅₀ ppm V pour 4h - gaz	CL ₅₀ mg/l pour 4h - vapeurs	CL ₅₀ mg/l pour 4h - poussières brouillards
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate	> 5000	> 5000	S.O.	S.O.	> 5.00
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	> 5000	> 5000	S.O.	S.O.	> 5.00
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	> 5000	> 5000	S.O.	S.O.	> 5.00
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	> 5000	> 5000	S.O.	S.O.	> 5.00

Voies d'exposition probables : Ce produit est absorbé par les voies respiratoires et les voies digestives.

Symptômes : Ce produit est irritant pour la peau et corrosif pour les yeux, les voies respiratoires et digestives. La gravité des symptômes peut varier selon les conditions d'exposition (durée de contact, concentration du produit, etc.).

Effets différés et immédiats ainsi que les effets chroniques causés par les expositions à court terme et à long terme : Peut causer une irritation de la peau. Lorsque le produit est mélangé avec de l'eau, il peut également devenir corrosif pour la peau. Possibilité de lésions permanentes de la cornée. Contient de la silice cristalline. Une exposition prolongée à la silice cristalline respirable peut aggraver les maladies du système respiratoire, des poumons et causer la silicose. Les effets de la silicose sur la santé d'une personne peuvent continuer de s'aggraver, même lorsque celle-ci a cessé d'y être exposée, et ils sont irréversibles. De plus, la fibrose pulmonaire peut se développer en cancer du poumon.

Danger par aspiration	S.O.
-----------------------	------



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

Corrosion cutanée - Irritation cutanée	Oui
Lésions oculaires graves - Irritation oculaire	Oui
Sensibilisation cutanée	S.O.
Sensibilisation respiratoire	S.O.
Toxicité pour certains organes cibles - exposition unique	S.O.
Toxicité pour certains organes cibles - exposition unique Catégorie 3 Effets narcotiques	S.O.
Toxicité pour certains organes cibles - exposition unique Catégorie 3 Irritation des voies respiratoires	Oui
Toxicité pour certains organes cibles - expositions répétées	Oui

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	CIRC	ACGIH	Mutagenicité	Effet sur la reproduction
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	Non listé	Non listé	Aucun effet démontré.	Aucun effet démontré.
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	Non listé	Non listé	Aucun effet démontré.	Aucun effet démontré.
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	Non listé	Non listé	Aucun effet démontré.	Aucun effet démontré.
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	1	A1	Aucun effet démontré.	Aucun effet démontré.

Classification de la cancérogénicité selon CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer)

Groupe 1 : agent cancérogène (parfois appelé cancérogène avéré ou cancérogène certain).

Groupe 2A : agent probablement cancérogène.

Groupe 2B : agent peut être cancérogène (parfois appelé cancérogène possible).

Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérogénicité.

Groupe 4 : agent probablement pas cancérogène.

Classification de la cancérogénicité selon ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

Groupe A1 : cancérogène confirmé pour l'homme.

Groupe A2 : cancérogène présumé chez l'homme.

Groupe A3 : cancérogène confirmé pour les animaux avec pertinence inconnue vis-à-vis des humains.

Groupe A4 : non classable comme cancérogène pour l'homme.

Groupe A5 : non présumé être cancérogène pour l'homme.

Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

12. Données écologiques

Écotoxicité

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	Ecotoxicité aquatique court terme	Ecotoxicité aquatique long terme	Ecotoxicité terrestre
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur l'environnement.
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur l'environnement.
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur l'environnement.
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur les organismes aquatiques.	Aucun effet néfaste connu sur l'environnement.

Persistence, Potentiel de bioaccumulation et autres effets nocifs

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	Persistant	Bio-accumulation	Toxicité
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	Oui	Non	Non
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	N.D.	N.D.	N.D.
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	Oui	Non	Oui
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	Oui	Non	Non

Dégradation : N.D.

Mobilité dans le sol : N.D.

13. Données sur l'élimination

Méthode de disposition : Il est important de réduire au minimum, voire d'éviter la génération de déchets si possible. Disposer selon la réglementation fédérale, provinciale et municipale. Éliminer le surplus et les produits non recyclables par l'intermédiaire d'une entreprise spécialisée autorisée. Il faut prendre des précautions lors de la manipulation de contenants vides qui n'ont pas été nettoyés ou rincés.



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

14. Informations relatives au transport

	TMD	DOT	IMDG	IATA
Numéro UN				
Désignation officielle de transport	Non réglementé	Non réglementé	Non réglementé	Non réglementé
Classe(s) de dangers relative(s) au transport				
Groupe d'emballage				

Canada - PIU

Sans objet

États-Unis - Quantité rapportable (RQ)

Sans objet

Transport en vrac (aux termes de l'annexe II de la Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, telle que modifiée par le protocole de 1978 (Convention MARPOL 73/78) et du Recueil international des règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des produits chimiques dangereux en vrac (Recueil IBC)) : S.O.

Polluant marin : Non

Exemptions relatives aux quantités limitées : Sans objet

Autres exemptions : Sans objet

Précautions spéciales : Sans objet

15. Informations sur la réglementation

Canada

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	LIS	LES	INRP
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	X		
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium		X	
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	X		
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	X		

États-Unis

No	No CAS :	Nom commun et les synonymes	TSCA	PROP-65	RTK
1	12168-85-3	Pentaoxyde de tricalcium et de silicium. Silicate tricalcique	X		
2	12068-35-8	Pentaoxyde de fer, de dicalcium et d'aluminium	X		
3	12042-78-3	Aluminate de calcium (2:3). Hexaoxyde de tricalcium et de dialuminium	X		
4	14808-60-7	Silice cristalline. Dioxyde de silicium cristallin. Quartz	X	X	X
5	18450-29-9	Chrome (VI)	X	X	X

Page 10/11



Fiche de données de sécurité

Ciment Portland

La classification du produit et la FDS ont été élaborées conformément au RPD et au HazCom 2012.

Ce produit peut contenir des traces de composés de Chrome (VI).

16. Autres informations

Date : 2024-06-17

Version : 1

Avis au lecteur : Le fabricant déclare que les informations contenues à la présente fiche ont été préparées à partir des données, informations et avertissements obtenus des sites gouvernementaux et/ou des fournisseurs de matières premières. Le fabricant n'a aucun contrôle sur le contenu de ces informations et rapporte intégralement toutes les informations qu'il possède sur les composantes du produit, au moment de sa fabrication. Le fabricant n'assume aucune responsabilité quant à l'exactitude des informations fournies. Bien que certains avertissements soient contenus à la présente fiche, nous ne garantissons aucunement que ce soient les seuls dangers qui peuvent exister et avertissons l'utilisateur à cet effet. Il appartient et il est de la responsabilité de l'utilisateur de vérifier si le produit utilisé est conforme et approprié pour l'usage auquel il est destiné. Le fabricant n'assume aucune responsabilité pour tout dommage, perte ou blessure corporelle, matériel ou de quelque nature que ce soit pouvant survenir ou découler à la suite à l'utilisation ou la manipulation du produit de façon incorrecte, négligente, inappropriée ou abusive ou du défaut d'avoir pris connaissance des informations contenues à cette fiche.





U.S. GROUT, LLC

Material Safety Data Sheet

May be used to comply with OSHA's Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200. Standard must be consulted for specific requirements.

U.S. Department Of Labor

Occupational Safety and Health Admin.
(GHS Format)
Form Approved
OMB No. 1218-0072

1. Product and Company Identification

US Grout Ultrafine Grout SD

Trade Name / Synonyms: Ultrafine Cementitious Grout

Manufacturer's Name:

US Grout, LLC

Contact Telephone Numbers

(208) 766-4777

Address

100 Hess Drive
Malad, Idaho 83252

Emergency Telephone Number:

(208) 766-2655

Date Prepared: 1 Jan 2017

2. Composition / Information on Ingredients

Component: Aluminum Silicate

CAS Number: 1335-30-4

Percentage: 50-60

Component: Portland Cement

CAS Number: 65997-15-1

Percentage: 40-50

Component: Formaldehyde-2-Naphthalenesulfonic acid-Sodium Salt Polymer

CAS Number: 36290-04-7

Percentage: 0.5-1.5

3. Hazard Identification

GHS-US classification

Skin corrosion 1A

Serious Eye Damage 1

Skin Sensitization 1

Carcinogenicity 1A

Specific Target Organ Toxicity After Single Exposure 3

GHS-US labelling

Hazard pictograms (GHS-US)

:



GHS05



GHS07



GHS08

Signal word (GHS-US)

: Danger

Hazard statements (GHS-US)

: Causes severe skin burns and eye damage. May cause an allergic skin reaction. May cause cancer. May cause

Prevention statements (GHS-US)	respiratory irritation. : Keep out of reach of children. Do not handle until all safety precautions have been read and understood. Do not breathe dusts. Wash hands thoroughly after handling. Wear protective gloves and clothing as well as eye and face protection. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Do not eat, drink or smoke when using this product.
Response statements (GHS-US)	: If swallowed: Rinse mouth. Do NOT induce vomiting. If on skin (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water. Take off contaminated clothing and wash before reuse. If inhaled: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Immediately call a doctor if ingested or skin / eye irritation persists or worsens. If in eyes: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If exposed or concerned: Get medical attention. If inhaled: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a doctor if you feel unwell.
Storage statements (GHS-US)	: Store to keep product dry until use.
Disposal statements (GHS-US)	: Dispose of contents and container in accordance with all local, state, and federal regulations.
Supplemental Information	Read and Follow all precautions listed in the Safety Data Sheet available on request or at: Ashgrove.com. Additional information on the selection and use of respirators can be found in the NIOSH Respirator Selection Logic (DHHS [NIOSH] Publication No. 2005-100) and the NIOSH Guide to Industrial Respiratory Protection (DHHS [NIOSH] Publication No. 87-116) available at http://www.cdc.gov/niosh/docs/87-116/ . This product contains greater than 0.1% crystalline silica. Crystalline silica has been linked to cancer, silicosis, and other lung problems in conditions of prolonged airborne over-exposure. Keep product dry until use. Avoid contact with bleed water from wet product. Clothing saturated with wet product can result in delayed, serious alkali skin burns.

4. First Aid Measures

Inhalation: Remove to fresh air.

Skin Contact: Remove contaminated clothing, jewelry, and shoes. Wash with soap or mild detergent. Get medical attention, if irritation occurs (redness, rash, blistering).

Eye Contact: Wash eyes immediately with copious amounts of water or normal saline, occasionally lifting upper and lower lids, until no evidence of chemical remains. Get medical attention immediately.

Ingestion: Do not induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. If vomiting occurs, keep head lower than hips to help prevent aspiration. If victim is fully conscious give one or two cups of water or milk to drink. Get medical attention, if needed.

5. Fire and Explosion Hazards

Fire and Explosion Hazards: Non-Flammable

Extinguishing Media: N/A

Flash Point: Not Applicable

6. Accidental Release Measures

Industrial Release:

Collect spilled material in appropriate container for disposal.

7. Handling and Storage

Store and handle in accordance with all current regulations and standards. See original container for storage recommendations. Use methods to minimize dust.

8. Exposure Controls, Personal Protection

Exposure Limits:

Aluminum Silicate: No occupational exposure limits established by OSHA, ACGIH, or NIOSH.

Portland Cement:

- 5 mg/m³ OSHA TWA (respirable particulate)
- 10 mg/m³ OSHA TWA (total particulate)
- 10 mg/m³ ACGIH TWA (total particulate) (no asbestos and <1% crystalline silica)
- 5 mg/m³ NIOSH recommended TWA 10 hour(s) (respirable particulate)
- 10 mg/m³ NIOSH recommended TWA 10 hour(s) (total particulate)

Ventilation: Provide local exhaust ventilation system. Ensure compliance with applicable exposure limits.

Eye Protection: Wear splash resistant safety goggles. Provide an emergency eye wash fountain in the immediate work area.

Clothing: Special clothing not required.

Gloves: Special gloves not required.

Respirator: Under conditions of frequent use or heavy exposure, respiratory protection may be needed. Respiratory equipment must be certified by NIOSH/MSHA.

9. Physical and Chemical Properties

Color: Gray

Physical Form: Powder

Odor: Slight non-offensive odor

pH: 9-10

Boiling Point: No data available

Flammability: Not applicable

Flash Point: Not applicable

Melting Point: Not Applicable

Explosive Properties: None

Freezing Point: Not applicable

Oxidation: Not applicable

Specific Gravity: 2.87

Water Solubility: 0.15 – 1.0

10. Reactivity Data

Reactivity: Stable at normal temperatures and pressure.

Polymerization: Will not polymerize.

11. Toxicological Information

Ultrafine Cementitious Grout:

Carcinogen Status: None

Acute Toxicity Level: No data available

Aluminum Silicate:

Carcinogen Status: None

Acute Toxicity Level: No data available

Target Organs: No data available

Portland Cement:

Carcinogen Status: None

Local Effects: Irritant – skin, eye

Medical Conditions Aggravated by Exposure: Pre-existing upper respiratory conditions

12. Disposal Considerations

Dispose in accordance with all applicable regulations. Dispose in accordance with all applicable regulations.

13. Transport Information

No classification currently assigned.

14. Regulatory Information

U.S. Regulations - TSCA Inventory Status:

TSCA 12(b) EXPORT NOTIFICATION:	Not listed
CERCLA, SECTION 103 (40CFR302.4):	N
SARA SECTION 302 (40CFR355.30):	N
SARA SECTION 304 (40CFR355.40):	N
SARA SECTION 313 (40CFR372.65):	N

SARA HAZARD CATEGORIES, SARA SECTIONS 311/312 (40CFR370-21):

ACUTE:	Y
CHRONIC:	N
FIRE:	N
REACTIVE:	N
SUDDEN RELEASE	N

OSHA PROCESS SAFETY (29CFR1910.119): N

STATE REGULATIONS:

CALIFORNIA PROPOSITION 65: N

--- End of Document ---

USG Super Polycarboxylate

SECTION 1. IDENTIFICATION

Product Identifier	USG Super Polycarboxylate
Other Means of Identification	Super P Plasticizer
Recommended Use	Industrial Use Only.
Restrictions on Use	Not known.
Manufacturer/Supplier	Avanti International, 822 Bay Star Blvd, Webster, TX, 77598, USA, 281.486.5600,
Emergency Phone No.	ChemTrec 800.424.9300
Date of Preparation	May 17, 2018
Date of Last Revision	May 22, 2023

SECTION 2. HAZARD IDENTIFICATION

Classification: Classified according to US Hazard Communication Standard (HCS 2012) and Canada's Hazardous Products Regulations (WHMIS 2015). Not classified under any hazard class.

Label Elements

Hazard pictogram:	None
Signal word:	None
Hazard statements:	None

Precautionary Statements

General:	None
Prevention:	None
Response:	None
Storage:	None
Disposal:	None

Other Hazards

Other hazards: Not applicable

SECTION 3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Name	CAS No.	%
Methacrylate/polyethylene glycol copolymer, sodium salt	Confidential	Confidential
Silica, Amorphous	7631-86-9	Confidential
Mixture of POE fatty esters/POE alkylether	Confidential	Confidential

SECTION 4. FIRST AID MEASURES

First Aid Measures

General advice:	Get medical advice or attention if you feel unwell or are concerned.
Eye contact:	Rinse the contaminated eye(s) with lukewarm, gently flowing water for 15 minutes, while holding the eyelid(s) open.

Skin contact: Rinse with lukewarm, gently flowing water for 5 minutes.
Inhalation: Get medical advice or attention if you feel unwell or are concerned.
Ingestion: Rinse mouth with water. Get immediately medical advice or attention.

Most Important Symptoms and Effects, Acute and Delayed

None known

Immediate Medical Attention and Special Treatment

Special instructions Not applicable
Medical Conditions None known
Aggravated by Exposure

SECTION 5. FIRE FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media

Suitable: Not combustible. Use extinguishing agent suitable for surrounding fire.
Unsuitable: Not applicable.

Specific Hazards Arising from the Product

Flammability classification: Does not burn. Upon decomposition, very toxic carbon monoxide, carbon dioxide.

Special Protective Equipment and Precautions for Firefighters

Protective equipment: Fire-fighters may enter the area if positive pressure SCBA and full Bunker Gear is worn.

Special firefighting procedures: No special precautions are necessary.

SECTION 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal Precautions, Protective Equipment, and Emergency Procedures

Non-emergency personnel: No special precautions are necessary.
Emergency personnel: No special precautions are necessary.
Environmental precautions: It is good practice to prevent releases into the environment.

Methods and Materials for Containment and Cleaning Up

Small Spills Stop leak if possible to do so without risk. Move containers from spill area. Dilute with water and mop up or absorb with an inert dry material and place in an appropriate waste disposal container. Finish cleaning by flushing contaminated surface with water and dispose of according to local and regional authority requirements.
Large Spills Stop leak if possible to do so without risk. Clean up large spills with pump or vacuum truck. Finish cleaning by flushing contaminated surface with water and dispose of according to local and regional authority requirements.

SECTION 7. HANDLING AND STORAGE

Precautions for safe handling: Wear appropriate personal protective equipment. Eating, drinking, and smoking should not be allowed in areas where this material is being handled, stored, and processed. Use with appropriate ventilation. General hygiene considerations: it is good practice to avoid breathing product; avoid skin and eye contact and wash hands after handling.

Conditions for safe storage: Keep the container tightly closed and in a cool, well-ventilated area. Do not store this material in open or unlabeled containers. Store in accordance with local regulations.

SECTION 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Control Parameters	ACGIH TLV®		OSHA PEL		AIHA WEEL	
	TWA	STEL	TWA	STEL	8-hr TWA	TWA
Chemical Name						
Particulates not otherwise regulated	10 mg/m ³	N/A	5 mg/m ³	N/A	N/A	N/A

Appropriate engineering controls: General ventilation is usually adequate.

Individual Protection Measures

Eyes/face protection: Wear chemical safety goggles.

Skin/hand protection: Use impervious gloves.

Body protection: Not required but it is good practice to use protective clothing.

Respiratory protection: A respiratory protection program that meets OSHA's 29 CFR 1910.134 and ANSI Z88.2 requirements must be followed whenever there may be potential for airborne exposure.

SECTION 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance: Yellowish brown solid

Odor: Not available

Odor threshold: Not available

pH: 6 – 8 (5% solution)

Melting/freezing point: Not available (melting); Not available (freezing)

Initial boiling point and boiling range: Not available

Flash point: Not available

Flash point method: Not available

Evaporation rate: Not available

Flammability (solid, gas): Not available

Upper/lower flammability or explosive limits: Not available (upper); Not available (lower)

Vapor pressure: Not available

Vapor density: Not available

Relative density: 0.57 g/ml @ 25°C (water = 1)

Solubility: In water

Partition coefficient n-octanol/water: Not available

Auto-ignition temperature: Not available

Decomposition temperature: Not available

Viscosity: Not available (kinematic); Not available (dynamic)

SECTION 10. STABILITY AND REACTIVITY

Reactivity:	None known
Chemical stability:	Normally stable
Possibility of hazardous reactions:	None known
Conditions to avoid:	None known
Incompatible materials:	None known
Hazardous decomposition products:	None known

SECTION 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Likely Routes of Exposure: Routes of entry for solids and liquids include eye and skin contact and inhalation.

Chemical Name	Data	Agency	List
Silica, amorphous	Monograph 68 [1997]; Supplement 7[1987];	IARC	Group 3 Not Classifiable as Carcinogens

Inhalation	May cause slight irritation to the respiratory system
Skin corrosion or irritation:	Not expected to be a primary skin irritant
Serious eye damage or irritation:	May cause slight eye irritation.
Respiratory sensitization:	No information was located.
Skin sensitization:	
Germ cell mutation:	No information was located.
Carcinogenicity:	None of the components of this product are listed on the OSHA Possible or Select Carcinogens Lists. None of the components of this product are listed on the ACGIH Carcinogens List. None of the components of this product are listed on the NTP Known or Suspected Carcinogens List.
Reproductive toxicity:	Development of Offspring: no information was located Sexual Function and Fertility: no information was located Effects on or via Lactation: no information was located.
Aspiration hazard:	No information was located.

Specific Target Organ Toxicity

Single exposure:	No information was located.
Repeated exposure:	No information was located.

SECTION 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecotoxicity Data

No information was located.

Persistence and degradability:	No information was located.
Bioaccumulative potential:	No information was located.
Mobility in soil:	No information was located.

SECTION 1. IDENTIFICATION

Nom du produit	:	SikaSet® RHE
Autres moyens d'identification	:	Donnée non disponible
Nom de la compagnie	:	601, avenue Delmar Canada Pointe-Claire, QC H9R 4A9 Sika Canada Inc. www.sika.ca
Téléphone	:	(514) 697-2610 / 1 (800) 933-7452
Fac-similé	:	(514) 694-2792
Adresse de courrier électronique	:	ehs@ca.sika.com
Numéro de téléphone en cas d'urgence	:	CANUTEC (frais virés) (613) 996-6666 (24 hours)
Utilisation recommandée du produit chimique et restrictions d'utilisation	:	Pour plus d'informations, se référer à la fiche technique du produit.

SECTION 2. IDENTIFICATION DES DANGERS**Classement SGH en conformité avec les règlements sur les produits dangereux**

Toxicité aiguë (Oral(e))	:	Catégorie 4
Dommages oculaires graves	:	Catégorie 1
Sensibilisation de la peau	:	Catégorie 1

Éléments étiquette SGH

Pictogrammes de danger :



Mot indicateur	:	Danger
Déclarations sur les risques	:	H302 Nocif en cas d'ingestion. H317 Peut provoquer une allergie cutanée. H318 Provoque de graves lésions des yeux.
Déclarations sur la sécurité	:	Prévention:



P261 Éviter de respirer les brouillards ou les vapeurs.
 P264 Se laver la peau soigneusement après manipulation.
 P270 Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit.
 P272 Les vêtements de travail contaminés ne devraient pas sortir du lieu de travail.
 P280 Porter des gants de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage.

Intervention:

P301 + P312 + P330 EN CAS D'INGESTION: Appeler un CENTRE ANTIPOISON/ un médecin en cas de malaise. Rincer la bouche.

P302 + P352 EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU: Laver abondamment à l'eau.

P305 + P351 + P338 + P310 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/ un médecin.

P333 + P313 En cas d'irritation ou d'éruption cutanée: Demander un avis médical/ Consulter un médecin.

P362 + P364 Enlever les vêtements contaminés et les laver avant réutilisation.

Élimination:

P501 Éliminer le contenu/ récipient dans une installation d'élimination des déchets agréée.

Étiquetage supplémentaire

Il n'y a pas d'ingrédients de toxicité aiguë inconnue utilisée dans un mélange à une concentration $\geq 1\%$.

Autres dangers

Inconnu.

SECTION 3. COMPOSITION/INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

Substance/mélange : Mélange

Composants

Nom Chimique	No. CAS	Classification	Concentration (% w/w)
nitrate de calcium tétrahydraté	13477-34-4	Acute Tox. 4; H302 Eye Dam. 1; H318	$\geq 30 - < 60$
Sels de l'acide thiocyanique	540-72-7	Acute Tox. 4; H302 Acute Tox. 4; H332 Acute Tox. 4; H312 Eye Dam. 1; H318	$\geq 5 - < 10$
méthenamine	100-97-0	Flam. Sol. 2; H228 Skin Sens. 1; H317	$\geq 1 - < 5$

La concentration ou la plage de concentration réelle est retenue en tant que secret industriel



SECTION 4. PREMIERS SOINS

- Conseils généraux : S'éloigner de la zone dangereuse.
Consulter un médecin.
Montrer cette fiche technique signalétique au médecin en consultation.
- En cas d'inhalation : Amener la victime à l'air libre.
Consulter un médecin après toute exposition importante.
- En cas de contact avec la peau : Ôter immédiatement les vêtements et les chaussures contaminés.
Laver au savon avec une grande quantité d'eau.
Si les symptômes persistent, consulter un médecin.
- En cas de contact avec les yeux : L'aspersion des yeux, même par de petites quantités, suffit à provoquer des lésions irréversibles et la cécité.
En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
Continuer à rincer les yeux durant le transport à l'hôpital.
Retirez les lentilles de contact.
Maintenir l'oeil bien ouvert pendant le rinçage.
- En cas d'ingestion : Se rincer la bouche à l'eau puis boire beaucoup d'eau.
Ne pas faire vomir sans l'avis d'un médecin.
Ne pas faire boire de lait ou de boissons alcoolisées.
Ne jamais rien faire avaler à une personne inconsciente.
Appeler un médecin.
- Symptômes et effets les plus importants, aigus et différés : effets sensibilisants
Gêne gastro-intestinale
Réactions allergiques
Lacrymation excessive
Nocif en cas d'ingestion.
Peut provoquer une allergie cutanée.
Provoque de graves lésions des yeux.
- Avis aux médecins : Traiter de façon symptomatique.

SECTION 5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

- Moyen d'extinction approprié : Utiliser des moyens d'extinction appropriés aux conditions locales et à l'environnement immédiat.
- Autres informations : Recueillir séparément l'eau d'extinction contaminée, ne pas la rejeter dans les canalisations.
Les résidus d'incendie et l'eau d'extinction contaminée doivent être éliminés conformément à la réglementation locale en vigueur.
- Équipement de protection spécial pour les pompiers : En cas d'incendie, porter un appareil respiratoire autonome.



SECTION 6. MESURES À PRENDRE EN CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

- Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence : Utiliser un équipement de protection personnelle. Refusez l'accès aux personnes non protégées.
- Précautions pour la protection de l'environnement : Ne pas déverser dans des eaux de surface ou dans les égouts.
En cas de pollution de cours d'eau, lacs ou égouts, informer les autorités compétentes conformément aux dispositions locales.
Prévenir les autorités locales si des fuites significatives ne peuvent pas être contenues.
- Méthodes et matières pour le confinement et le nettoyage : Enlever avec un absorbant inerte (sable, gel de silice, agglomérant pour acide, agglomérant universel, sciure).
Conserver dans des récipients adaptés et fermés pour l'élimination.

SECTION 7. MANIPULATION ET ENTREPOSAGE

- Indications pour la protection contre l'incendie et l'explosion : Mesures préventives habituelles pour la protection contre l'incendie.
- Conseils pour une manipulation sans danger : Éviter de dépasser les valeurs limites d'exposition professionnelle (voir le chapitre 8).
Éviter tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements.
Équipement de protection individuelle, voir la section 8.
Les personnes qui ont souffert de problèmes de sensibilisation de la peau ou d'asthme, d'allergies, de maladies respiratoires chroniques ou répétées ne devraient jamais être employées lors d'opérations dans lesquelles ce mélange est utilisé.
Ne pas manger, fumer ou boire dans la zone où se fait l'application.
Suivez les mesures d'hygiène standards lors de la manipulation des produits chimiques.
- Conditions de stockage sûres : Tenir le récipient bien fermé dans un endroit sec et bien aéré.
Refermer soigneusement tout récipient entamé et l'entreposer verticalement afin d'éviter tout écoulement.
Stocker conformément à la réglementation locale.
Protéger du gel.
- Tenir le récipient bien fermé dans un endroit sec et bien aéré.
Refermer soigneusement tout récipient entamé et l'entreposer verticalement afin d'éviter tout écoulement.
Stocker conformément à la réglementation locale.



SECTION 8. MESURES DE CONTRÔLE DE L'EXPOSITION/PROTECTION INDIVIDUELLE

Composants avec valeurs limites d'exposition professionnelle

Composants	No. CAS	Type de valeur (Type d'exposition)	Paramètres de contrôle / Concentration admissible	Base
méthanamine	100-97-0	LECT	0.35 ppm 2 mg/m ³	CA ON OEL
		TWA (Fraction inhalable et vapeur)	1 mg/m ³	ACGIH

Mesures d'ordre technique : L'utilisation d'une ventilation adéquate devrait suffire pour limiter l'exposition des travailleurs aux contaminants atmosphériques. Si l'utilisation de ce produit génère de la poussière, des émanations, des gaz, des vapeurs ou une suspension dans l'atmosphère de gouttelettes microscopiques, utilisez une enceinte d'isolement, un système de ventilation par aspiration à la source ou toute autre mesure d'ingénierie convenable pour limiter l'exposition des travailleurs aux limites obligatoires de dose.

Équipement de protection individuelle

Protection respiratoire : Porter un appareil de protection respiratoire muni d'un purificateur d'air ou à adduction d'air approuvée par NIOSH, parfaitement ajusté et conforme à une norme en vigueur si une évaluation du risque indique que cela est nécessaire.

La classe de filtre de l'appareil respiratoire doit convenir à la concentration maximale prévue du contaminant (gaz/vapeur/aérosols/particules) pouvant se dégager lors de la manipulation du produit. Si cette concentration est dépassée, utiliser un appareil autonome de protection respiratoire.

Protection des mains : Si une évaluation des risques en indique la nécessité, des gants résistants aux produits chimiques conformes aux normes et règles approuvées doivent être portés en tout temps lorsqu'on manipule les produits chimiques.

Protection des yeux : Si une évaluation des risques en indique la nécessité, des lunettes protectrices conformes aux normes et règles approuvées doivent être portées.

Protection de la peau et du corps : Choisir un protecteur corporel selon son type, la concentration et les quantités de substances dangereuses, et les spécificités du poste de travail.

Mesures d'hygiène : Éviter le contact avec la peau, les yeux et les vêtements. Se laver les mains avant les pauses et immédiatement après la manipulation du produit. Enlever les vêtements contaminés et l'équipement de protection avant d'entrer dans les zones à manger.



Se laver à fond après manipulation.

SECTION 9. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Aspect	: liquide
Couleur	: brun foncé
Odeur	: caractéristique
Seuil de l'odeur	: Donnée non disponible
pH	: env. 7.5
Point/intervalle de fusion / Point de congélation	: Donnée non disponible
Point/intervalle d'ébullition	: Donnée non disponible
Point d'éclair	: > 101 °C (214 °F) (Méthode: vase clos)
Taux d'évaporation	: Donnée non disponible
Inflammabilité (solide, gaz)	: Donnée non disponible
Limite d'explosivité, supérieure / Limite d'inflammabilité supérieure	: Donnée non disponible
Limite d'explosivité, inférieure / Limite d'inflammabilité inférieure	: Donnée non disponible
Pression de vapeur	: 23 hPa
Densité de vapeur relative	: Donnée non disponible
Densité	: 1.400 g/ml (23 °C (73 °F))
Solubilité	
Solubilité dans l'eau	: complètement soluble
Solubilité dans d'autres solvants	: Donnée non disponible
Coefficient de partage (n-octanol/eau)	: Donnée non disponible
Température d'auto-inflammation	: Donnée non disponible
Température de décomposition	: Donnée non disponible
Viscosité	
Viscosité, dynamique	: Donnée non disponible



Viscosité, cinématique	:	> 20.5 mm ² /s (40 °C (104 °F))
Propriétés explosives	:	Donnée non disponible
Propriétés comburantes	:	Donnée non disponible
Teneur en COV (Composés organiques Volatils)	:	< 10 g/l

SECTION 10. STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

Réactivité	:	Pas de réactions dangereuses connues dans les conditions normales d'utilisation.
Stabilité chimique	:	Ce produit est chimiquement stable.
Possibilité de réactions dangereuses	:	Stable dans les conditions recommandées de stockage.
Conditions à éviter	:	Donnée non disponible
Produits incompatibles	:	Donnée non disponible Donnée non disponible
Produits de décomposition dangereux	:	Pas de décomposition si le produit est entreposé et utilisé selon les indications.

SECTION 11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Nocif en cas d'ingestion.

Corrosion et/ou irritation de la peau

Non répertorié selon les informations disponibles.

Lésion/irritation grave des yeux

Provoque de graves lésions des yeux.

Sensibilisation cutanée ou respiratoire

Sensibilisation de la peau

Peut provoquer une allergie cutanée.

Sensibilisation des voies respiratoires

Non répertorié selon les informations disponibles.

Mutagénéicité de la cellule germinale

Non répertorié selon les informations disponibles.

Cancérogénéicité

Non répertorié selon les informations disponibles.

IARC Sans objet

OSHA Sans objet



NTP Sans objet

Toxicité pour la reproduction

Non répertorié selon les informations disponibles.

STOT - exposition unique

Non répertorié selon les informations disponibles.

STOT - exposition répétée

Une fois sensibilisé, une réaction allergique grave peut survenir même lors d'une exposition de faible niveau.

Toxicité par aspiration

Non répertorié selon les informations disponibles.

SECTION 12. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

Écotoxicité

Donnée non disponible

Persistance et dégradabilité

Donnée non disponible

Potentiel bioaccumulatif

Donnée non disponible

Mobilité dans le sol

Donnée non disponible

Autres effets néfastes

Produit:

Information écologique supplémentaire : Ne pas jeter les résidus à l'égout; ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage.
Évitez la dispersion des matériaux déversés, ainsi que leur écoulement et tout contact avec le sol, les cours d'eau, les égouts et ces conduits d'évacuation.

SECTION 13. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

Méthodes d'élimination

Déchets de résidus : La mise au rebut de ce produit, des solutions et des sous-produits devra en permanence respecter les exigences légales en matière de protection de l'environnement et de mise au rebut des déchets ainsi que les exigences de toutes les autorités locales.

Emballages contaminés : Les contenants vides doivent être acheminés vers une installation certifiée de traitement des déchets en vue de leur élimination ou recyclage.



SECTION 14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Réglementations internationales

IATA-DGR

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

Code IMDG

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

Transport en vrac en vertu de l'Annexe II des règles MARPOL 73/78 et du code IBC

Non applicable pour le produit tel qu'il est fourni.

Réglementation nationale

TDG

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

SECTION 15. INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

Liste canadiennes

Aucune substance n'est assujettie à une déclaration de nouvelle activité importante.

SECTION 16. AUTRES INFORMATIONS

Texte complet d'autres abréviations

ACGIH	:	États-Unis. ACGIH, valeurs limites d'exposition (TLV)
CA ON OEL	:	Tableau de l'Ontario: Limites d'exposition professionnelle pris en vertu de la loi sur la santé et la sécurité au travail.
ACGIH / TWA	:	Moyenne pondérée dans le temps de 8 h
CA ON OEL / LECT	:	Limite d'exposition à court terme (LECT)
ADR	:	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
CAS	:	Chemical Abstracts Service
DNEL	:	Derived no-effect level
EC50	:	Half maximal effective concentration
GHS	:	Globally Harmonized System
IATA	:	International Air Transport Association
IMDG	:	International Maritime Code for Dangerous Goods
LD50	:	Median lethal dosis (the amount of a material, given all at once, which causes the death of 50% (one half) of a group of test animals)
LC50	:	Median lethal concentration (concentrations of the chemical in air that kills 50% of the test animals during the observation period)
MARPOL	:	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978
OEL	:	Occupational Exposure Limit
PBT	:	Persistent, bioaccumulative and toxic



PNEC	:	Predicted no effect concentration
REACH	:	Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency
SVHC	:	Substances of Very High Concern
vPvB	:	Very persistent and very bioaccumulative

Avis au lecteur:

Les renseignements contenus dans la fiche signalétique s'appliquent seulement au produit particulier de Sika Canada, identifié et décrit aux présentes. Ces renseignements ne sont pas destinés à traiter, ni ne traitent l'utilisation ou l'application du produit identifié de Sika, en combinaison avec aucun autre matériel, produit ou processus. Tous les renseignements énoncés aux présentes sont fondés sur les données techniques relatives au produit identifié, que Sika croit fiables à la date des présentes. Avant d'utiliser un produit quelconque de Sika, l'utilisateur doit toujours lire et suivre les avertissements et instructions de la plus récente fiche technique du produit, l'étiquette du produit et la fiche signalétique du produit particulier de Sika, disponibles sur notre site Internet et/ou au numéro de téléphone ci-inclus.

SIKA N'OFFRE AUCUNE GARANTIE EXPRESSE OU IMPLICITE, NI N'ASSUME AUCUNE RESPONSABILITÉ DÉCOULANT DESDITS RENSEIGNEMENTS OU DE LEUR UTILISATION. SIKA NE PEUT ÊTRE TENUE RESPONSABLE DES DOMMAGES PARTICULIERS OU CONSÉCUTIFS EN VERTU DE QUELQUE THÉORIE JURIDIQUE QUE CE SOIT. SIKA DÉCLINE ÉGALEMENT TOUTE RESPONSABILITÉ QUANT À L'UTILISATION DE CE PRODUIT D'UNE MANIÈRE QUI VIOLE UN QUELCONQUE BREVET OU QUI CONTREVIENT AUX DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DES TIERS.

Toutes les ventes de produits Sika sont sous réserve de ses modalités de vente courantes disponibles sur le site Internet www.sika.ca ou en téléphonant au 514-697-2610.

Date de révision	:	09/07/2022
Format de la date	:	mm/jj/aaaa
Préparé par	:	R & D de Sika Canada Inc.
Numéro de produit	:	460,326

CA / 3F



SECTION 1. IDENTIFICATION

Nom du produit : Sika® ViscoCrete®-225 P

Autres moyens d'identification : Donnée non disponible

Nom de la compagnie : 601, avenue Delmar
Canada
Pointe-Claire, QC H9R 4A9
Sika Canada Inc.
www.sika.ca

Téléphone : (514) 697-2610 / 1 (800) 933-7452

Fac-similé : (514) 694-2792

Adresse de courrier électronique : ehs@ca.sika.com

Numéro de téléphone en cas d'urgence : CANUTEC (frais virés) (613) 996-6666 (24 hours)

Utilisation recommandée du produit chimique et restrictions d'utilisation : Pour plus d'informations, se référer à la fiche technique du produit.

SECTION 2. IDENTIFICATION DES DANGERS

Classement SGH en conformité avec les règlements sur les produits dangereux

Poussière combustible : Catégorie 1

Éléments étiquette SGH

Mot indicateur : Attention

Déclarations sur les risques : Peut former des concentrations de poussière combustibles dans l'air.

Étiquetage supplémentaire

Il n'y a pas d'ingrédients de toxicité aiguë inconnue utilisée dans un mélange à une concentration \geq 1%.

Autres dangers

Inconnu.

SECTION 3. COMPOSITION/INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

Substance/mélange : Mélange

Composants

Aucun ingrédient dangereux



SECTION 4. PREMIERS SOINS

Conseils généraux	:	Pas de dangers qui requièrent des mesures spéciales de premiers soins.
En cas d'inhalation	:	Amener la victime à l'air libre.
En cas de contact avec la peau	:	Ôter immédiatement les vêtements et les chaussures contaminés. Laver au savon avec une grande quantité d'eau.
En cas de contact avec les yeux	:	Rincer les yeux à l'eau par mesure de précaution. Retirez les lentilles de contact. Maintenir l'oeil bien ouvert pendant le rinçage.
En cas d'ingestion	:	Se rincer la bouche à l'eau puis boire beaucoup d'eau. Ne pas faire vomir sans l'avis d'un médecin. Ne pas faire boire de lait ou de boissons alcoolisées. Ne jamais rien faire avaler à une personne inconsciente.
Symptômes et effets les plus importants, aigus et différés	:	Aucun effet important ou danger critique connu. Pas d'information disponible.
Avis aux médecins	:	Traiter de façon symptomatique.

SECTION 5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Moyen d'extinction approprié	:	Utiliser des moyens d'extinction appropriés aux conditions locales et à l'environnement immédiat.
Dangers spécifiques pendant la lutte contre l'incendie	:	Les nuages de poussière fine peuvent former un mélange explosif avec l'air.
Autres informations	:	Recueillir séparément l'eau d'extinction contaminée, ne pas la rejeter dans les canalisations. Les résidus d'incendie et l'eau d'extinction contaminée doivent être éliminés conformément à la réglementation locale en vigueur.
Équipement de protection spécial pour les pompiers	:	En cas d'incendie, porter un appareil respiratoire autonome.

SECTION 6. MESURES À PRENDRE EN CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence	:	Éviter l'inhalation de la poussière.
Précautions pour la protection de l'environnement	:	Prévenir les autorités locales si des fuites significatives ne peuvent pas être contenues.
Méthodes et matières pour le	:	Conserver dans des récipients adaptés et fermés pour l'élimi-



confinement et le nettoyage nation.

SECTION 7. MANIPULATION ET ENTREPOSAGE

- Indications pour la protection contre l'incendie et l'explosion : Éviter la formation de poussière.
Fournir une ventilation aspirante adéquate aux endroits où la poussière se forme.
Prendre les mesures nécessaires contre les décharges électrostatiques.
Si l'utilisation du produit génère des poussières, de la fumée ou du brouillard, utiliser une ventilation adéquate pour garder la quantité de contaminants en suspension sous la limite d'exposition autorisée.
- Pour éviter un incendie ou une explosion, pendant le transfert, dissiper l'électricité statique en mettant à la terre et en reliant électriquement les récipients et l'équipement avant le transfert du produit.
- Éviter la formation de poussière pendant la manipulation et éviter toutes les sources d'inflammation possibles (étincelle ou flamme)
- Conseils pour une manipulation sans danger : Équipement de protection individuelle, voir la section 8.
Pas de recommandations spéciales requises pour la manipulation.
Suivez les mesures d'hygiène standards lors de la manipulation des produits chimiques.
- Conditions de stockage sûres : Tenir le récipient bien fermé dans un endroit sec et bien aéré.
Stocker conformément à la réglementation locale.
- Matières à éviter : Pas de restrictions particulières à l'entreposage avec d'autres produits.
- D'autres informations sur la stabilité du stockage : Conserver dans un endroit sec.
Pas de décomposition si le produit est entreposé et utilisé selon les indications.

SECTION 8. MESURES DE CONTRÔLE DE L'EXPOSITION/PROTECTION INDIVIDUELLE

Composants avec valeurs limites d'exposition professionnelle

Ne contient pas de substances ayant des valeurs limites d'exposition professionnelle.

Particules de poussière(s) nuisible(s)

Type d'exposition	Type de valeur	Paramètres de contrôle	Base
total dust	TWA	15 mg/m ³	OSHA Z-3
respirable fraction	TWA	5 mg/m ³	OSHA Z-3

Mesures d'ordre tech- : L'utilisation d'une ventilation adéquate devrait suffire pour



nique limiter l'exposition des travailleurs aux contaminants atmosphériques. Si l'utilisation de ce produit génère de la poussière, des émanations, des gaz, des vapeurs ou une suspension dans l'atmosphère de gouttelettes microscopiques, utilisez une enceinte d'isolement, un système de ventilation par aspiration à la source ou toute autre mesure d'ingénierie convenable pour limiter l'exposition des travailleurs aux limites obligatoires de dose.

Équipement de protection individuelle

- Protection respiratoire : Porter un appareil de protection respiratoire muni d'un purificateur d'air ou à adduction d'air approuvée par NIOSH, parfaitement ajusté et conforme à une norme en vigueur si une évaluation du risque indique que cela est nécessaire.
- La classe de filtre de l'appareil respiratoire doit convenir à la concentration maximale prévue du contaminant (gaz/vapeur/aérosols/particules) pouvant se dégager lors de la manipulation du produit. Si cette concentration est dépassée, utiliser un appareil autonome de protection respiratoire.
- Protection des mains : Si une évaluation des risques en indique la nécessité, des gants résistants aux produits chimiques conformes aux normes et règles approuvées doivent être portés en tout temps lorsqu'on manipule les produits chimiques.
- Protection des yeux : Si une évaluation des risques en indique la nécessité, des lunettes protectrices conformes aux normes et règles approuvées doivent être portées.
- Protection de la peau et du corps : Choisir un protecteur corporel selon son type, la concentration et les quantités de substances dangereuses, et les spécificités du poste de travail.
- Mesures d'hygiène : Se laver les mains avant les pauses et immédiatement après la manipulation du produit.
Enlever les vêtements contaminés et l'équipement de protection avant d'entrer dans les zones à manger.
Éviter l'inhalation de la poussière.

SECTION 9. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

- Aspect : poudre
- Couleur : blanc
- Odeur : caractéristique
- Seuil de l'odeur : Donnée non disponible
- pH : env. 4 (20 °C (68 °F))
Concentration: 100 g/l



Point/intervalle de fusion / Point de congélation	:	Donnée non disponible
Point/intervalle d'ébullition	:	Donnée non disponible
Point d'éclair	:	Sans objet
Taux d'évaporation	:	Donnée non disponible
Inflammabilité (solide, gaz)	:	Peut former des concentrations de poussière combustibles dans l'air.
Indice de combustion	:	2 Méthode: VDI 2263-1
Limite d'explosivité, supérieure / Limite d'inflammabilité supérieure	:	Donnée non disponible
Limite d'explosivité, inférieure / Limite d'inflammabilité inférieure	:	Limite d'inflammabilité inférieure 250 g/m ³
Pression de vapeur	:	Donnée non disponible
Densité de vapeur relative	:	Donnée non disponible
Densité	:	Donnée non disponible
Masse volumique apparente	:	env. 600 kg/m ³ (20 °C (68 °F))
Solubilité		
Solubilité dans l'eau	:	soluble
Solubilité dans d'autres solvants	:	Donnée non disponible
Coefficient de partage (n-octanol/eau)	:	Donnée non disponible
Température d'auto-inflammation	:	env. 390 °C (734 °F)
Température de décomposition	:	Donnée non disponible
Viscosité		
Viscosité, dynamique	:	Donnée non disponible
Viscosité, cinématique	:	Sans objet
Propriétés explosives	:	Donnée non disponible
Propriétés comburantes	:	Donnée non disponible
Classe d'explosivité des poussières	:	St1
Énergie minimum d'ignition	:	30 - 100 mJ Méthode: DIN EN 13821



Teneur en COV (Composés organiques Volatils) : Sans objet

SECTION 10. STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

Réactivité : Pas de réactions dangereuses connues dans les conditions normales d'utilisation.

Stabilité chimique : Ce produit est chimiquement stable.

Possibilité de réactions dangereuses : Stable dans les conditions recommandées de stockage.

Conditions à éviter : Empêcher l'accumulation de poussière. Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. - Ne pas fumer.

Produits incompatibles : Donnée non disponible

Produits de décomposition dangereux : Pas de décomposition si le produit est entreposé et utilisé selon les indications.

SECTION 11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Non répertorié selon les informations disponibles.

Corrosion et/ou irritation de la peau

Non répertorié selon les informations disponibles.

Lésion/irritation grave des yeux

Non répertorié selon les informations disponibles.

Sensibilisation cutanée ou respiratoire

Sensibilisation de la peau

Non répertorié selon les informations disponibles.

Sensibilisation des voies respiratoires

Non répertorié selon les informations disponibles.

Mutagénéicité de la cellule germinale

Non répertorié selon les informations disponibles.

Cancérogénéicité

Non répertorié selon les informations disponibles.

IARC Sans objet

OSHA Sans objet

NTP Sans objet

Toxicité pour la reproduction

Non répertorié selon les informations disponibles.



STOT - exposition unique

Non répertorié selon les informations disponibles.

STOT - exposition répétée

Non répertorié selon les informations disponibles.

Toxicité par aspiration

Non répertorié selon les informations disponibles.

SECTION 12. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

Écotoxicité

Donnée non disponible

Persistance et dégradabilité

Donnée non disponible

Potentiel bioaccumulatif

Donnée non disponible

Mobilité dans le sol

Donnée non disponible

Autres effets néfastes

Produit:

Information écologique supplémentaire : Ne pas jeter les résidus à l'égout; ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage.

SECTION 13. CONSIDERATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

Méthodes d'élimination

Déchets de résidus : La mise au rebut de ce produit, des solutions et des sous-produits devra en permanence respecter les exigences légales en matière de protection de l'environnement et de mise au rebut des déchets ainsi que les exigences de toutes les autorités locales.

Emballages contaminés : Les contenants vides doivent être acheminés vers une installation certifiée de traitement des déchets en vue de leur élimination ou recyclage.

SECTION 14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Réglementations internationales

IATA-DGR

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

Code IMDG

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

**Transport en vrac en vertu de l'Annexe II des règles MARPOL 73/78 et du code IBC**

Non applicable pour le produit tel qu'il est fourni.

Réglementation nationale**TDG**

Non réglementé comme étant une marchandise dangereuse

SECTION 15. INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES**Liste canadiennes**

Aucune substance n'est assujettie à une déclaration de nouvelle activité importante.

SECTION 16. AUTRES INFORMATIONS**Texte complet d'autres abréviations**

OSHA Z-3	:	USA. Occupational Exposure Limits (OSHA) - Table Z-3 Mineral Dusts
OSHA Z-3 / TWA	:	8-hour time weighted average
ADR	:	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
CAS	:	Chemical Abstracts Service
DNEL	:	Derived no-effect level
EC50	:	Half maximal effective concentration
GHS	:	Globally Harmonized System
IATA	:	International Air Transport Association
IMDG	:	International Maritime Code for Dangerous Goods
LD50	:	Median lethal dose (the amount of a material, given all at once, which causes the death of 50% (one half) of a group of test animals)
LC50	:	Median lethal concentration (concentrations of the chemical in air that kills 50% of the test animals during the observation period)
MARPOL	:	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978
OEL	:	Occupational Exposure Limit
PBT	:	Persistent, bioaccumulative and toxic
PNEC	:	Predicted no effect concentration
REACH	:	Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency
SVHC	:	Substances of Very High Concern
vPvB	:	Very persistent and very bioaccumulative

Avis au lecteur:



Les renseignements contenus dans la fiche signalétique s'appliquent seulement au produit particulier de Sika Canada, identifié et décrit aux présentes. Ces renseignements ne sont pas destinés à traiter, ni ne traitent l'utilisation ou l'application du produit identifié de Sika, en combinaison avec aucun autre matériel, produit ou processus. Tous les renseignements énoncés aux présentes sont fondés sur les données techniques relatives au produit identifié, que Sika croit fiables à la date des présentes. Avant d'utiliser un produit quelconque de Sika, l'utilisateur doit toujours lire et suivre les avertissements et instructions de la plus récente fiche technique du produit, l'étiquette du produit et la fiche signalétique du produit particulier de Sika, disponibles sur notre site Internet et/ou au numéro de téléphone ci-inclus.

SIKA N'OFFRE AUCUNE GARANTIE EXPRESSE OU IMPLICITE, NI N'ASSUME AUCUNE RESPONSABILITÉ DÉCOULANT DESDITS RENSEIGNEMENTS OU DE LEUR UTILISATION. SIKA NE PEUT ÊTRE TENUE RESPONSABLE DES DOMMAGES PARTICULIERS OU CONSÉCUTIFS EN VERTU DE QUELQUE THÉORIE JURIDIQUE QUE CE SOIT. SIKA DÉCLINE ÉGALEMENT TOUTE RESPONSABILITÉ QUANT À L'UTILISATION DE CE PRODUIT D'UNE MANIÈRE QUI VIOLE UN QUELCONQUE BREVET OU QUI CONTREVIENIT AUX DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DES TIERS.

Toutes les ventes de produits Sika sont sous réserve de ses modalités de vente courantes disponibles sur le site Internet www.sika.ca ou en téléphonant au 514-697-2610.

Date de révision : 01/12/2022

Format de la date : mm/jj/aaaa

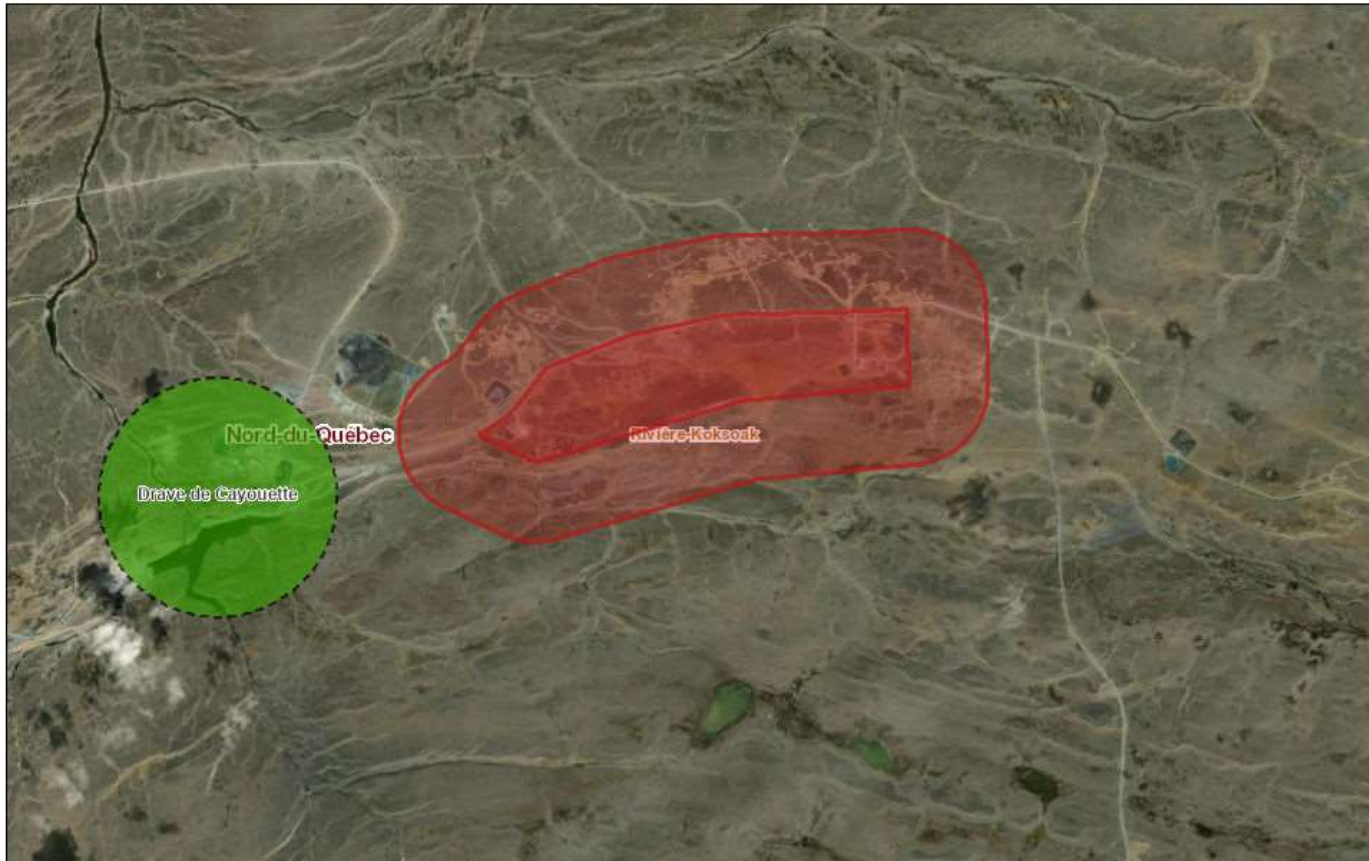
Préparé par : R & D de Sika Canada Inc.

Numéro de produit : 408,289

CA / 3F

ANNEXE 6

Espèces à statut précaire



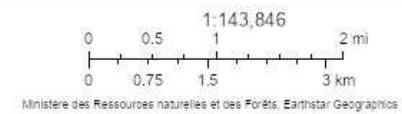
2024-02-21 14 h 50 min 00 s

Occurrences floristiques

Occurrences floristiques susceptibles

Municipalité

Région administrative



Cette requête ne doit pas être considérée comme étant définitive et ne se substitue pas à une demande au CDPNQ en cas de présence d'une ou de plusieurs occurrences masquée(s) d'espèce(s) menacée(s), vulnérable(s) ou susceptible(s) de l'être, à l'établissement d'une liste d'espèces et de la cartographie d'habitats potentiels ou encore, aux inventaires requis.

Le document d'information décrivant le fonctionnement du CDPNQ, ses diverses composantes, les types d'analyses réalisées par son équipe et les portrait des données diffusées est disponible ici : <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/faune/documents/precaire/document-information-CDPNQ.pdf>

CDPNQ (2024)

Groupe	Nom scientifique	Nom français	Nom anglais	Statut provincial	Habitat préférentiel (Outils Potentiel)	Description habitat
Embryophyte	<i>Cerastium regelii</i>	Céraiste de Regel	Regel's Chickweed	Susceptible	rivages rocheux/ graveleux; tundra arctique	Rives et zones de solifluxion en tundra arctique, sur sols minéraux humides. Sur les alluvions de rivière, les sols soliflués et les tapis de mousse.
Bryophytes	<i>Didymodon maschalogena</i>	Pixie arctique	Michigan Beard Moss	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Rochers basiques généralement humides, bien éclairés; aussi, substrat graveleux bien drainé (Québec).
Embryophyte	<i>Draba cayouettei</i>	Drave de Cayouette	Cayouette's Draba	Susceptible	talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Dépôts graveleux dénudés basiques d'ostioles de tundra et de tundra xérique arctique; aussi muscinaie sur substrat limoneux de combe à neige. Espèce xérophile et basiphile habitant les environnements périglaciaires, exposés et peu enneigés, des sommets de collines parsemés d'ostioles et de polygones de tundra.
Embryophyte	<i>Draba corymbosa</i>	Drave en corymbe	Lat-top draba	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; dépôts fins et dénudés (argile, limon); rivages rocheux/graveleux; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Sols limono-argileux et cailloutis de tundra à sols striés calcaire arctique, souvent dans le voisinage d'ostioles; aussi dépôt coquiller et fissures de rocher calcaire. Espèce calcicole, xérophile, bien adaptée aux sommets rocheux et caillouteux. exposés et peu enneigés.
Embryophyte	<i>Draba micropetala</i>	Drave à petits pétales	Small-flowered Draba	Susceptible	talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Talus et affleurements xériques calcaires arctiques.
Embryophyte	<i>Draba puvirnituii</i>	Drave des monts de Puvirnitui	Puvirnitui Mountain Draba	Menacée	talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Cailloutis dénudé ultrabasique (dunite et serpentinite) sur loam de versants soliflués arctiques.
Embryophyte	<i>Draba subcapitata</i>	Drave subcapitée	Ellesmere Island draba	Susceptible	talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Dénudé de graviers sur dépôts glaciomarins limono-argileux cryoturbés et soliflués, sur substrat sec et basique.
Embryophytes	<i>Erigeron compositus</i>	Vergerette à feuilles segmentées	Cut-leaved fleabane	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Escarpements rocheux (côtiers ou non) et talus d'éboulis plus ou moins stabilisés; plante calcicole.
Embryophytes	<i>Potentilla arenosa subsp. chamissonis</i>	Potentille de Chamisso	Chamisso's cinquefoil	Susceptible	rivages rocheux/ graveleux; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Talus sablo-graveleux et pied d'escarpements arctiques, sur substrat mésique et basique.
Bryophytes	<i>Psilopilum cavifolium</i>	Polytric à feuilles concaves	Little Wolverine Moss	Susceptible	combes à neige; rivages rocheux/ graveleux; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	En situation éclairée ou ombragée, sur sol, humus, gravier ou roc (débris) humides et acides, parfois calcaires ou ultrabasiques (serpentine), dans des endroits instables, rajeunis par les perturbations naturelles : bords de cours d'eau, ostioles de tundra, combes à neige tardives.
Embryophytes	<i>Puccinellia angustata</i>	Puccinellie étroite	Narrow alkaligrass	Susceptible	rivages vaseux dénudés; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés	Rive argileuse et cailloutis dénudé de péridotite sur loam dans un versant à sols striés.
Embryophytes	<i>Ranunculus sulphureus</i>	Renoncule soufrée	Sulphur buttercup	Susceptible	prairies humides; rivages rocheux/ graveleux; tundra arctique	Tundra arctique mésique basiphile de dépressions du relief où s'accumule la neige et dans la portion supérieure de rives pierreuses inondées lors des crues.
Bryophytes	<i>Rhizomnium andrewsianum</i>	Mnie ondulée	Andrew's Leafy Moss	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; combes à neige; fens; prairies humides; tundra arctique	Tundra humide, dans des tourbières boisées, en bordure de cours d'eau, dans des falaises humides et dans des combes à neige.
Embryophytes	<i>Sabulina rossii</i>	Sabline de Ross	Ross' Stitchwort	Susceptible	talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Combe à neige et fen arctiques, sur substrat mésique et basique.
Bryophytes	<i>Scapania kaurinii</i>	Scapanie inusitée	Kaurin's Earwort	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; combes à neige; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Rochers et fragments rocheux humides et acides; aussi sur substrat serpentinique ombragé, ostioles de tundra et combes à neige.
Bryophytes	<i>Schistidium holmenianum</i>	Grimmie des tourbières	Holmen's Bloom Moss	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux; combes à neige; fens; talus d'éboulis/ champs de blocs/ graviers exposés; tundra arctique	Tundra humide et fens arctiques calcaires; aussi dans des combes à neige tardives et sur roc calcaire au moins temporairement humide d'escarpements et d'éboulis.
Embryophytes	<i>Tofieldia coccinea</i>	Tofieldie écarlate	Northern tofieldia	Susceptible	affleurements/ escarpements rocheux	Affleurements et rochers calcaires arctiques.

