

Annexe 14

Traduction - Étude de l'impact d'une rupture de conduite sur le Lac Dufault

Traduction - Étude de l'impact d'une rupture de conduite sur le Lac Dufault

Projet de la mine d'or Horne 5

Soumis à :

Hélène Cartier, ing.

Falco Resources Ltd.

1100, av des Canadiens-de-Montréal, Bureau 300

Montréal, Québec, Canada H3B 2S2

Soumis par :

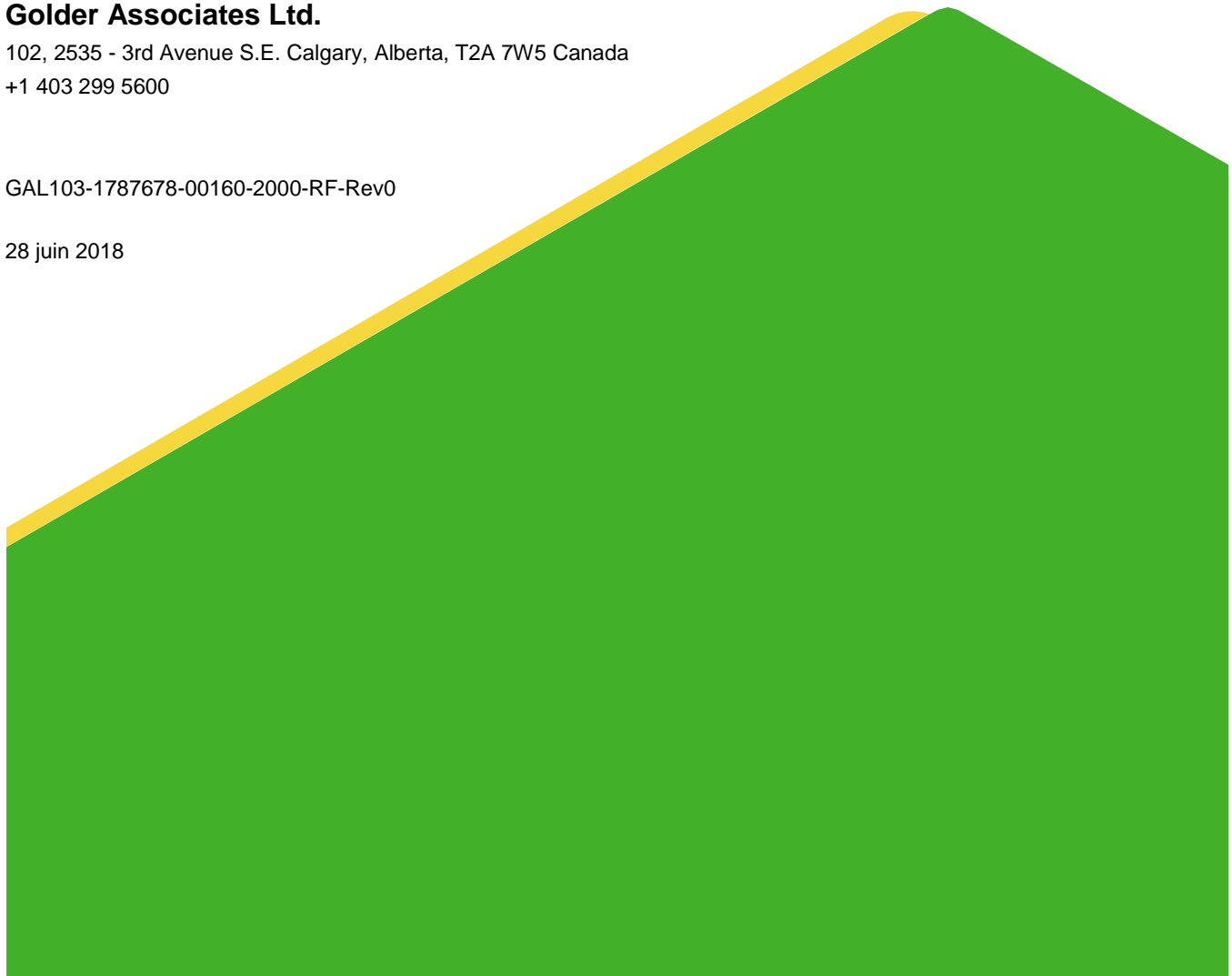
Golder Associates Ltd.

102, 2535 - 3rd Avenue S.E. Calgary, Alberta, T2A 7W5 Canada

+1 403 299 5600

GAL103-1787678-00160-2000-RF-Rev0

28 juin 2018



Liste de distribution

Falco Resources Ltd.: 1 copie électronique

Golder Associates Ltd.: 1 copie électronique

Table of Contents

1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Contexte	1
1.2 Mandat	1
2.0 MÉTHODOLOGIE	1
2.1 Aménagement du site	1
2.2 Considérations générales sur l'analyse des conséquences de rupture – scénarios de rupture de conduite	3
2.3 Données d'entrée pour la qualité de l'eau	6
2.3.1 Qualité de l'eau du déversement	6
2.3.2 Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault	9
2.3.3 Recommandations pour la qualité de l'eau	11
2.4 Approche de modélisation	13
2.4.1 Logiciel utilisé	13
2.4.2 Grille du modèle	14
2.4.3 Données d'entrée du modèle	15
2.5 Scénarios du modèle	17
2.6 Constituants de qualité de l'eau modélisés	19
2.7 Hypothèses et limitations du modèle	19
3.0 RÉSULTATS DE MODÉLISATION	20
3.1 Scénario de référence	20
3.2 Scénarios de rupture	26
4.0 SOMMAIRE DE L'ÉTUDE ET CONCLUSION	31
5.0 RECOMMANDATIONS	32
6.0 RÉFÉRENCES	35

TABLES

Tableau 1: Modes de rupture étudiés – résumé 1	5
Tableau 2: Modes de rupture étudiés – résumé 2	6
Tableau 3: Apports au bassin interne des IGRM et les sources de la qualité de l'eau y associés.....	7
Tableau 4: Volumes annuels et proportions de chaque apport au bassin interne des IGRM	7
Tableau 5: Qualité de l'eau des différents apports au bassin interne des IGRM.....	8
Tableau 6: Données d'échantillonnage disponibles de la qualité de l'eau du Lac Dufault.	10
Tableau 7: Données d'entrée de la qualité de l'eau pour le Lac Dufault (conditions de référence) et pour les scénarios de rupture des trois conduites.....	10
Tableau 8: Normes pour la qualité de l'eau.	12
Tableau 9: Modélisation des matières en suspension dans le contenu déversé dans le lac en cas de rupture de conduite.	16
Tableau 10: Dates historiques sélectionnées pour la simulation de la rupture de conduite	18
Tableau 11: Concentrations maximales prédites à la prise d'eau potable.	28
Tableau 12: Concentrations maximales prédites près du point de déversement.	30
Figure 1: Aménagement général du site	3
Figure 2: Grille du modèle du Lac Dufault (vue en plan), apports, débits sortants et stations de suivi de la qualité de l'eau	14
Figure 3: Rose des vents du printemps à Rouyn-Noranda.	18
Figure 4: Rose des vents d'été à Rouyn-Noranda.	19
Figure 5: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour la crue de printemps.....	22
Figure 6: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'été.	23
Figure 7: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'hiver.	24
Figure 8: Concentrations totales de solides dissous prédites (SDT - mg/l) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).	25
Figure 9: Température de l'eau prédite (°C) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).	25
Figure 10: L'élévation de la surface de l'eau prédite (m) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).	26

FIGURES

Figure 1:	Aménagement général du site	3
Figure 2:	Grille du modèle du Lac Dufault (vue en plan), apports, débits sortants et stations de suivi de la qualité de l'eau	14
Figure 3:	Rose des vents du printemps à Rouyn-Noranda.	18
Figure 4:	Rose des vents d'été à Rouyn-Noranda.	19
Figure 5:	Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour la crue de printemps.....	22
Figure 6:	Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'été.	23
Figure 7:	Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'hiver.	24
Figure 8:	Concentrations totales de solides dissous prédites (SDT - mg/l) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).	25
Figure 9:	Température de l'eau prédite (°C) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).....	25
Figure 10:	L'élévation de la surface de l'eau prédite (m) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).	26

ANNEXES

ANNEXE A

Information importante et limitations de ce rapport

ANNEXE B

Résultats du modèle GEMSS – Séries temporelles

ANNEXE C

Résultats du modèle GEMSS – Figures

ANNEXE A

Information importante et limitations de ce rapport

ANNEXE B

Résultats du modèle GEMSS – Séries temporelles

ANNEXE C

Résultats du modèle GEMSS – Figures

1.0 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Dans le cadre du développement du projet de la mine d'or Horne 5 situé dans la municipalité de Rouyn-Noranda, Québec, Falco Ressources Ltd (Falco) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de réaliser plusieurs études, incluant des études qui appuient l'étude d'impact environnemental (ÉIE) ainsi que le processus d'obtention des permis requis.

Le projet Horne 5 prévoit l'installation de trois conduites, deux conduites à résidus et une conduite de retour d'eau, entre l'usine de traitement du minerai située à l'ancienne mine Quemont et les futures installations de gestion des résidus miniers (IRGM), qui sont prévues au site de l'ancien parc à résidus de la mine Norbec (figure 1). Dans le but d'appuyer l'ÉIE et d'élaborer le futur plan d'intervention en cas d'urgence, Falco a voulu évaluer l'impact d'une rupture potentielle des conduites sur la qualité de l'eau du Lac Dufault et, de manière plus précise, sur la qualité de l'eau près de la prise d'eau potable municipale, située au coin sud-est du Lac Dufault.

Golder a mené une étude de modélisation de la qualité de l'eau du lac pour évaluer les impacts d'une rupture potentielle de conduite sur le lac Dufault. Ce rapport présente l'approche proposée pour mener cette étude et les résultats clés qui en découlent.

Ce rapport doit être lu conjointement avec le document intitulé « Informations importantes et limitations de ce rapport », présenté à l'annexe A.

1.2 Mandat

La présente étude a pour objectifs de :

- Élaborer des scénarios de rupture de conduite et estimer les volumes d'eau de traitement et de résidus pouvant être déversés dans le Lac Dufault à la suite d'une rupture potentielle.
- Procéder à une modélisation hydrodynamique du lac et de sa qualité d'eau pour estimer :
 - Les impacts d'un déversement sur la qualité de l'eau du lac à proximité de la prise d'eau potable; et
 - Les impacts d'un déversement sur la qualité de l'eau du lac à proximité des points de déversement, et l'influence de celle-ci sur la santé du milieu aquatique et l'usage du lac à des fins récréatives.

2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 Aménagement du site

L'aménagement général du site est présenté à la figure 1 :

- Le Lac Dufault est situé directement au nord de la ville de Rouyn-Noranda, Québec. Le lac a une superficie d'environ 18,5 km² et possède un bassin versant d'environ 153 km². Les deux affluents principaux du Lac Dufault sont la rivière Duprat et le ruisseau Vauze; des plus petits tributaires se jettent dans le lac le long de son périmètre. L'exutoire du Lac Dufault, la rivière Dufault, draine dans la direction sud-est vers la rivière Kinojevis, affluent de la Rivière des Outaouais. Le Lac Dufault est relativement peu profond avec une profondeur moyenne de 5 m. La profondeur d'eau est d'environ 2 m le long de la partie sud-ouest du lac.

- La prise d'eau potable municipale de Rouyn-Noranda est située dans le coin le plus au sud du lac, dans une petite baie. 12 000 m³/jour sont prélevés en moyenne de la prise d'eau, dont un tiers sert d'eau potable pour la municipalité, et deux tiers servent pour l'approvisionnement en eaux de procédé pour les opérations de Glencore à Rouyn-Noranda. Le débit de pointe du prélèvement d'eau est de 680 m³/heure (Ville Rouyn-Noranda, 2018).
- La figure 1 présente l'alignement prévu pour les conduites du projet de la mine d'or Horne 5. Les conduites longent les parties ouest et sud-ouest du lac, tout en demeurant à une distance minimale de 1,5 km de la rive du lac. La route 101 (rue Saguenay) est située entre le lac et l'alignement prévu des conduites. Plusieurs résidences sont construites le long de la route 101, longeant d'autres routes secondaires et directement sur la rive sud-ouest du lac.
- Trois conduites distinctes sont prévues le long de l'alignement : deux conduites à résidus (RCP et RFP), qui transporteront les résidus à partir de l'usine de traitement du minerai jusqu'au IGRM, et une conduite de retour d'eau qui acheminera l'eau de procédé du bassin interne situé aux IGRM vers l'usine de traitement du minerai. La conduite RCP, fabriquée en acier avec un diamètre interne de 0,3 m, a un débit de conception de 468 m³/heure de résidus épaissis à une teneur en solides de 44 % par poids. La conduite RFP, fabriquée en acier avec un diamètre interne de 0,25 m, a un débit de conception de 512 m³/heure de résidus épaissis à une teneur en solides de 58 % par poids. La conduite de retour d'eau a pour sa part un débit de conception de 750 m³/heure.

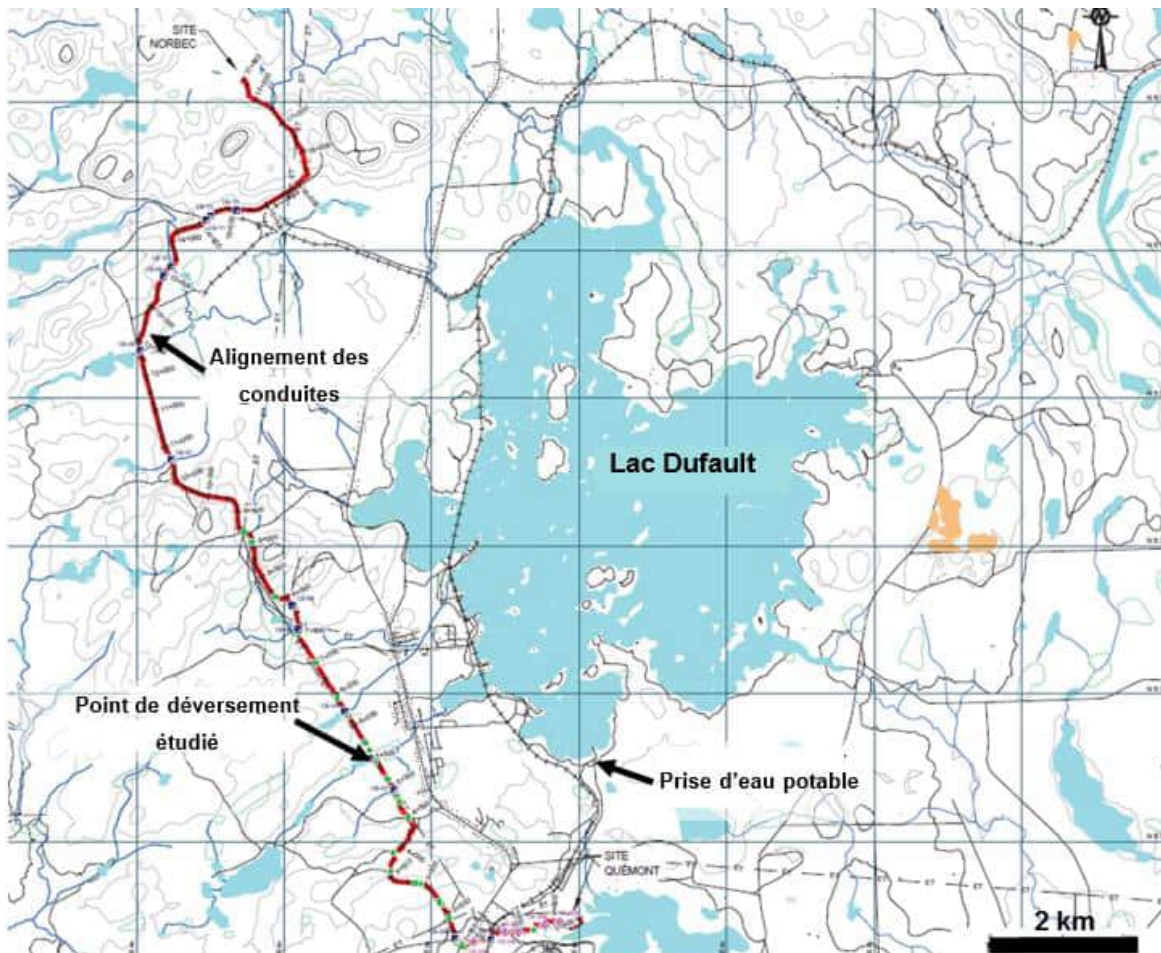


Figure 1: Aménagement général du site

2.2 Considérations générales sur l'analyse des conséquences de rupture – scénarios de rupture de conduite

L'objectif de la présente étude consiste à analyser les conséquences en cas de rupture de conduite. Ce type d'étude vise à répondre à la question « qu'en est-il si jamais » un événement de rupture d'une conduite en particulier se produisait, afin de permettre la planification et l'exploitation adéquate des structures, d'appuyer le processus de demande de permis requis et la préparation du plan d'intervention en situation d'urgence. Il est important de souligner le fait que l'étude n'aborde à aucun moment la probabilité de rupture de conduite, qui est très faible. Le fait que les conséquences d'une rupture soient analysées ne permet en aucun cas de prédire la probabilité d'occurrence d'un tel événement.

Plusieurs scénarios de rupture ont été mis au point dans le but de dresser le spectre possible des impacts pouvant résulter d'une rupture de conduite. Les scénarios de rupture sélectionnés sont considérés comme prudents car l'étude visait à identifier la fourchette supérieure des conséquences d'une rupture. Les scénarios sont également considérés comme plausibles, dans le sens d'être physiquement possible de survenir. Chaque scénario est défini par un mode de rupture de conduite (combien de conduites brisent et comment?) d'une part, et par une condition

hydrologique au moment de la rupture d'autre part. Cela est nécessaire puisque les effets de la rupture dépendent de la présence, ou de l'absence, de couvert de glace, ainsi que des débits naturels et des courants lacustres.

Trois modes conservateurs de rupture ont été étudiés :

- Une fuite ponctuelle dans l'une des deux conduites à résidus :
 - La fuite pourrait être déclenchée par des défauts de soudure ou de fusion non détectés et non corrigés.
 - La fuite a été simulée sur la conduite à résidus RCP, laquelle engendrerait probablement les pires conséquences sur la qualité de l'eau.
 - Comme pire scénario, Golder a supposé que la fuite ne serait pas détectée pendant une journée entière (24,5 heures) et que Falco aurait besoin de près de deux jours (46 heures) pour procéder à la vidange de la conduite et l'arrêt de la fuite, pour une durée totale de déversement de 70,5 heures.
 - Il a été supposé que la fuite permet le drainage initial vers l'environnement de 2 % du débit total ou de 9,4 m³/heure sur un total de 468 m³/heure; le débit de déversement diminuerait après la détection de la fuite et la fermeture des vannes. Au cours des 70,5 heures, un total de 399 m³ se déverserait, dont 340 m³ d'eau, et les 59 m³ restants contiendraient le contenu solide des résidus.
- Une rupture complète de la conduite de retour d'eau :
 - La rupture pourrait être causée par une erreur humaine (par ex. équipement lourd creusant près de la conduite) ou par l'affouillement d'une rivière à une traversée de cours d'eau.
 - Golder a supposé que Falco aurait besoin de 10 minutes (0,17 heure) pour détecter la rupture et fermer les vannes. On note que l'instrumentation de détection automatique des fuites, que Falco planifie d'installer, permettrait une réduction de cette durée. Sur la base de l'emplacement des ruptures étudiées, il a été calculé que la conduite se drainerait par gravité en 28 minutes, pour une durée totale de déversement de 38 minutes (0,63 heures).
 - Il a été supposé que la rupture permet le drainage dans l'environnement de 100 % du débit de 750 m³/heure. Le débit de déversement diminuerait après la détection et la fermeture des vannes. Le volume total de déversement a été calculé à 469 m³.
- Une rupture complète et simultanée des trois conduites :
 - La rupture pourrait être causée par un glissement de terrain ou par un accident majeur, causé par de l'équipement lourd.
 - Golder a supposé que Falco aurait besoin de 10 minutes (0,17 heure) pour détecter la rupture et fermer les vannes. Sur la base de l'emplacement des ruptures étudiées, il a été calculé que les conduites se draineraient par gravité en 1,9 heure, pour une durée totale de déversement de 2,1 heures.
 - Il a été supposé que la rupture permet le drainage vers l'environnement de 100 % du débit de 1 614 m³/h, ce qui prend en compte les différents débits dans les conduites à résidus et d'eau (Falco, 2017). Le débit de déversement diminuerait après la fermeture des vannes. Au cours des 2,1 heures, un total de 901 m³ se déverserait dans l'environnement, dont 790 m³ d'eau et 111 m³ de contenu solide des résidus.

Les tableaux 1 et 2 résument les propriétés considérées pour les trois modes de rupture.

Chacun de ces trois modes de rupture a été simulé sous trois différentes conditions hydrologiques, qui sont censées influencer les impacts de la rupture sur la qualité de l'eau du lac :

- Conditions hivernales (faible débit), lorsque le débit dans les affluents et les vitesses du courant dans le lac sont faibles et qu'une couche de glace inhibe les effets du vent sur le courant du lac.
- Conditions de printemps (débit fort), lorsque le débit dans les affluents et les vitesses du courant dans le lac sont élevés et que l'absence de couche de glace permet au vent d'influencer le courant du lac.
- Conditions estivales (faible débit), lorsque le débit dans les affluents et les vitesses du courant dans le lac sont faibles et que l'absence de couche de glace permet au vent d'influencer le courant du lac.

La section 2.4.3 présente les paramètres météorologiques et hydrologiques associés aux trois conditions hydrologiques.

L'étude de modélisation a considéré que la rupture se produirait au croisement entre les conduites et le cours d'eau CE-03 (voir la figure 1). C'est un scénario de pire cas pour les raisons suivantes :

- Le cours d'eau servirait de voie de transport à partir du point de rupture jusqu'au lac et maximiserait le volume déversé qui entrerait dans le lac.
- Advenant le cas où la rupture se produirait au sud du point de déversement modélisé, le déversement se propagerait par voie terrestre plutôt que par un affluent. Le contenu du déversement serait alors retenu dans les dépressions topographiques et absorbé dans le sol. De plus, la route 101 et les structures qui l'entourent limiteraient la propagation du déversement vers le lac, qui se trouve à une distance de plus de 2 km. Par conséquent, une rupture dans ce secteur au sud du cours d'eau CE-03 ne devrait pas affecter le lac.
- Advenant le cas où la rupture se produirait plus au nord du point de déversement modélisé, le déversement pourrait atteindre le lac, mais à un endroit plus éloigné de la prise d'eau potable que ne l'est le cours d'eau CE-03. Par conséquent, un déversement au nord de ce cours d'eau prendrait plus de temps pour atteindre la prise d'eau, et la dilution du déversement à l'entrée serait plus importante que celle prévue dans le cas du point de déversement modélisé.

Les trois modes de rupture de conduite, combinés à trois différentes conditions hydrologiques se traduisent par neuf scénarios de rupture différents.

Tableau 1: Modes de rupture étudiés – résumé 1

	Rupture initiale - avant détection et intervention			À partir de la détection jusqu'à l'arrêt de l'écoulement (incluant le drainage de la conduite par gravité)		
	Débit de déversement (m ³ /heure)	Temps de déversement (heures)	Volume de déversement (m ³)	Débit de déversement (m ³ /heure)	Temps de déversement (heures)	Volume de déversement (m ³)
Fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP	9,4	24,5	229	3,7	46	170
Rupture complète de la conduite de retour d'eau	750	0,17	125	750	0,46	344
Rupture complète des trois conduites	1 614	0,17	269	330	1,9	632

Tableau 2: Modes de rupture étudiés – résumé 2

	Pendant tout l'évènement de rupture			
	Temps de déversement (heures)	Volume de déversement (m ³)	Fraction de l'eau du volume de déversement (m ³)	Fraction solide du volume de déversement (m ³)
Fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP	71	399	340	59
Rupture complète de la conduite de retour d'eau	0,63	469	469	0
Rupture complète des trois conduites	2,1	901	790	111

2.3 Données d'entrée pour la qualité de l'eau

Dans le but d'évaluer les impacts d'une rupture de conduite sur le Lac Dufault, les données suivantes ont été définies :

- La composition chimique de l'eau déversée des conduites (conduite de retour d'eau, fraction d'eau des résidus, ou la combinaison des deux); et
- La composition chimique de référence de l'eau du lac.

La section suivante présente la qualité de l'eau relative à ces intrants.

2.3.1 Qualité de l'eau du déversement

Les propriétés chimiques appliquées à l'eau déversée des trois conduites sont basées sur les données collectées dans le cadre de la caractérisation des résidus et de l'eau de traitement du minerai (Golder, 2017b).

Fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP

Dans ce scénario, la durée du déversement de la conduite RCP a été évaluée à potentiellement plus qu'une journée (tableau 1). Puisque les résidus RCP ont commencé à montrer des signes d'oxydation au cours de la première semaine du test en cellule humide (Golder, 2017c, Bossé et al. 2017), l'étude actuelle suppose que le matériau déversé pourrait commencer à s'oxyder pendant, et immédiatement après le déversement. La composition chimique de l'eau pour ce scénario a donc été définie en utilisant les concentrations moyennes des cycles 1 et 2 des essais en cellule humide. Par ailleurs :

- Le cyanure total a été défini à 10 mg/l, ce qui correspond à la concentration ciblée après le traitement effectué à l'usine de traitement du minerai (Falco, 2018). Il s'agit d'une hypothèse conservatrice, les concentrations de cyanure mesurées lors des essais en cellule humide étaient de 0,005 mg/l.
- Les concentrations des solides dissous totaux (SDT) ont été calculées sur la base de l'alcalinité, Cl, F, SO₄, N (toutes les espèces), Si, Mg, Ca, Na et K des résultats des essais en cellule humide.

Les données sur la qualité de l'eau pour une fuite ponctuelle dans la conduite RCP figurent au tableau 7.

Rupture complète de la conduite de retour d'eau

Dans ce scénario, la durée du déversement est inférieure à une heure (tableau 1). La conduite d'eau retourne l'eau du bassin interne des IGRM à l'usine de traitement du minerai. La composition chimique de l'eau dans la conduite

de retour d'eau a été calculée selon la compréhension de Golder de la quantité et de la qualité des différents apports en eau, qui contribuent au bassin interne des IGRM. Les apports arrivant au bassin d'eau interne des IGRM ont été mélangés, suite à quoi la qualité résultante a été calculée. Les apports du bassin ainsi que les données utilisées pour modéliser leur composition sont énumérées au tableau 3 ci-dessous. Les quantités typiques associées à chacun des apports ont été extraites de Golder (2017b) et sont résumées au tableau 4. Le tableau 5 documente la qualité de l'eau pour chacun des apports.

La qualité de l'eau résultante du bassin interne des IGRM, qui a été utilisée comme intrant pour la modélisation de la rupture complète de la conduite de retour d'eau, se trouve au tableau 7.

Tableau 3: Apports au bassin interne des IGRM et les sources de la qualité de l'eau y associés

Apports au bassin interne du PAR	Source de qualité de l'eau
Ruissellement pluvial sur les résidus déposés RCP et RFP	<ul style="list-style-type: none"> ■ Moyenne de tous les cycles des essais en cellule humide effectués sur les résidus RCP et RFP ■ La teneur totale en cyanure a été fixée à la concentration ciblée après traitement à l'usine (10 mg/l) ■ Les concentrations de SDT ont été calculées sur la base de l'alcalinité, Cl, F, SO₄, N (toutes les espèces), Si, Mg, Ca, Na, et K des résultats essais en cellule humide en utilisant le logiciel PHREEQC
Eau de procédé résultante de la consolidation des résidus RCP et RFP après leur déposition	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eau de procédé traitée avec l'acide de Caro ■ La teneur totale en cyanure a été fixée à la concentration ciblée après traitement à l'usine (10 mg/l)
Précipitation directe sur la surface du bassin interne	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eau atmosphérique
Ruissellement du bassin versant naturel du PAR	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'eau du ruissellement naturel a été considérée comme étant de l'eau de contact avec les RCP et RFP car cette eau s'écoulera sur les cellules RCP et RFP avant d'atteindre le bassin interne. La même qualité de l'eau que le ruissellement pluvial sur les résidus déposés RCP et RFP.

Tableau 4: Volumes annuels et proportions de chaque apport au bassin interne des IGRM

Période de retour	Unités	Ruissellement des précipitations sur la surface du PAR	Ruissellement du bassin versant naturel du PAR	Précipitation directe sur le bassin	Eau de procédé RCP	Eau de procédé RFP	Total
1 : 2 ans	M m ³	1,52	0,30	0,034	3,49	2,34	7,68
	%	20 %	4 %	0,4 %	45 %	30 %	100 %

Note : Valeurs extraites de Golder (2017b) et Golder (2017c). Les quantités sont extraites pour des conditions humides de récurrence 1 :2 ans au bassin interne des IGRM. Les valeurs correspondent à l'étendue totale des IGRM à la fin de la phase 5 du projet ou de la dernière phase de déposition. Les quantités d'eau de procédé ont été tirées du diagramme des flux des conduites à résidus (Golder, 2017d) selon un scénario où la proportion de RCP par rapport à RFP est la plus élevée; Il s'agit d'un choix conservateur car les concentrations de RCP sont plus élevées que celles de RFP.

Tableau 5: Qualité de l'eau des différents apports au bassin interne des IGRM

Paramètre	Unité	Eau de procédé RCP = eau interstitielle des résidus en pâte RCP (acide de Caro)	Eau de procédé RFP = eau interstitielle des résidus en pâte RFP (acide de Caro)	Ruissellement sur la surface de cellule RCP	Ruissellement sur la surface de cellule RFP	Ruissellement du bassin versant naturel	Précipitation directe
Paramètres conventionnels							
pH	-	7,9	7,7	2,7	7,4	7,4	5,7
Solides dissous totaux (SDT)	mg/l	4 800	2 400	4 017	855	615	0
Ions majeurs							
Alcalinité	mg/l	150	81	14	43	26	0
Calcium (Ca)	mg/l	510	490	243	172	156	0
Potassium (K)	mg/l	64	56	7,1	7,2	1,2	0
Sodium (Na)	mg/l	870	140	85	75	4,4	0
Magnésium (Mg)	mg/l	24	8,7	16	2,9	15	0
Sulfate (SO4)	mg/l	2 300	1 500	3 247	554	437	0
Chlorure (Cl)	mg/l	26	25	11	3,2	1,0	0
Fluorure (F)	mg/l	2,0	2,0	0,43	0,36	0,13	0
Nutriments							
Nitrate (NO3)	mg/l	3,0	3,0	0,5	0,37	0,045	0
Ammoniac (NH3)	mg/l	270	37	15	5,9	0,12	0
Cyanure total (CNT)	mg/l	10	10	0,061	0,026	0,011	0
Phosphore total (P)	mg/l	0,5	0,5	0,29	0,29	0,074	0
Métaux dissous							
Aluminium (Al)	mg/l	0,077	0,045	29	0,028	0,27	0
Antimoine (Sb)	mg/l	0,012	0,017	0,26	0,0036	0	0
Arsenic (As)	mg/l	0,011	0,005	0,0064	0,001	0,0074	0
Baryum (Ba)	mg/l	0,048	0,1	0,038	0,016	0	0
Béryllium (Be)	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0
Bore (B)	mg/l	0,1	0,1	0,51	1,1	0	0
Cadmium (Cd)	mg/l	0,001	0,001	0,16	0,0007	0,0014	0
Chrome (Cr)	mg/l	0,1	0,058	3,5	0,003	0,0037	0
Cobalt (Co)	mg/l	0,25	0,025	0,27	0,012	0,0032	0
Cuivre (Cu)	mg/l	19	3,9	9,2	0,053	0,019	0

Tableau 5: Qualité de l'eau des différents apports au bassin interne des IGRM

Paramètre	Unité	Eau de procédé RCP = eau interstitielle des résidus en pâte RCP (acide de Caro)	Eau de procédé RFP = eau interstitielle des résidus en pâte RFP (acide de Caro)	Ruissellement sur la surface de cellule RCP	Ruissellement sur la surface de cellule RFP	Ruissellement du bassin versant naturel	Précipitation directe
Fer (Fe)	mg/l	0,41	0,037	1 276	0,021	0,37	0
Plomb (Pb)	mg/l	0,0025	0,0025	0,1	0	0,0098	0
Manganèse (Mn)	mg/l	0,095	0,16	5,2	0,32	0,072	0
Molybdène (Mo)	mg/l	0,086	0,029	0,014	0,027	0,005	0
Nickel (Ni)	mg/l	0,075	0,022	0,63	0,004	0,011	0
Sélénium (Se)	mg/l	0,37	0,22	0,07	0,02	0,001	0
Argent (Ag)	mg/l	0,055	0,02	0,013	0,00013	0,004	0
Strontium (Sr)	mg/l	0,83	0,78	0,41	0,3	0	0
Uranium (U)	mg/l	0,005	0,005	0,02	0,0008	0	0
Vanadium (V)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,0005	0	0
Zinc (Zn)	mg/l	0,11	0,02	84	0,084	0,032	0

Rupture complète des trois conduites

Comme dans le scénario précédent, la durée du déversement est inférieure à une heure (tableau 1) et Golder a supposé que l'oxydation des résidus n'aurait pas le temps de se produire. La qualité de l'eau pour ce scénario a été calculée en mélangeant la composition de l'eau transportée par chaque conduite dans le logiciel PHREEQC. La qualité de l'eau pour chacune des conduites est la suivante (Golder, 2017b):

- Conduite de retour d'eau : basée sur le mélange des différents apports en eau du bassin interne des IGRM, tel que décrit pour le précédent scénario de rupture;
- Conduite à résidus RCP : eau de traitement traitée avec de l'acide de Caro, cyanure total de 10 mg/l (concentration ciblée); et
- Conduite à résidus RFP : eau de traitement traitée avec de l'acide de Caro, cyanure total de 10 mg/l (concentration ciblée).

Il a été considéré que les matières déversées par les trois conduites se mélangeraient immédiatement après la rupture. Les proportions utilisées dans les calculs de mélange ont été basées sur les débits de chaque conduite (Golder, 2017d), dans un scénario où la proportion de RCP par rapport à RFP est plus élevée (plus conservatrice car l'eau de procédé RCP affiche des concentrations plus élevées que celle de RFP). Les données entrantes de qualité de l'eau utilisées pour la rupture complète des trois conduites sont présentées au tableau 7.

2.3.2 Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault

La qualité de l'eau de référence du Lac Dufault a servi de point de départ pour la modélisation de la qualité de l'eau. Un certain nombre d'échantillons de qualité de l'eau ont été recueillis dans le Lac Dufault (WSP (2017), tableau 6).

La moyenne de tous les échantillons a été calculée et utilisée comme qualité d'eau de référence pour le lac; les données d'entrée pour la qualité de l'eau sont indiquées au tableau 7.

Tableau 6: Données d'échantillonnage disponibles de la qualité de l'eau du Lac Dufault.

Stations	Année d'échantillonnage		
	2016	2017	2018
LD1	Oct, Nov	Mai, Jun, Juil, Août, Sept, Oct	Jan
LD2	Oct	-	Jan
LD2A	Nov	Mai, Jun, Juil, Août, Sept, Oct	-
LD3	-	-	Jan
LD4	-	-	Jan
LD5	-	-	Jan
LD6	-	-	Jan

Note : l'emplacement des échantillons est illustré à la figure 2. Le symbole "-" indique qu'aucun échantillon n'était disponible.

Tableau 7: Données d'entrée de la qualité de l'eau pour le Lac Dufault (conditions de référence) et pour les scénarios de rupture des trois conduites.

Paramètre	Unité	Mode de rupture étudié			Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault
		Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Rupture complète des trois conduites	
pH	-	3.4	5.7	6.3	7.0
Alcalinité totale, en CaCO3	mg/l	0	32	64	31
Solides dissous totaux	mg/l	6 027	4 114	4 434	83
Calcium	mg/l	315	432	466	12
Chlorure	mg/l	18	625	700	4,4
Cyanure	mg/l	10	7,7	8,8	0,00057
Fluorure	mg/l	0,5	1,6	1,8	0,054
Magnésium	mg/l	60	15	17	2,4
Potassium	mg/l	14	48	54	0,48
Sodium	mg/l	718	463	517	3,6
Sulfate	mg/l	4 562	1 872	1 925	22
Nitrate	mg/l	3,0E-10	0,2	1,6	0,13
Ammoniac	mg/l	39	140	157	0,045
Phosphore total	mg/l	0,29	0,45	0,48	0,016
Aluminium	mg/l	42	2,4	1,3	0,089
Antimoine	mg/l	0,65	0,033	0,024	0,0002
Arsenic	mg/l	0,0032	0,0073	0,0079	0,0011

Tableau 7: Données d'entrée de la qualité de l'eau pour le Lac Dufault (conditions de référence) et pour les scénarios de rupture des trois conduites.

Paramètre	Unité	Mode de rupture étudié			Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault
		Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Rupture complète des trois conduites	
Baryum	mg/l	0,07	0,058	0,064	0,0058
Béryllium	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,00022
Bore	mg/l	0,86	0,29	0,2	0,0039
Cadmium	mg/l	0,29	0,014	0,0078	0,00019
Chrome	mg/l	0,71	0,35	0,22	0,00023
Cobalt	mg/l	0,61	0,15	0,15	0,00022
Cuivre	mg/l	1,4	11	12	0,016
Le fer	mg/l	787	105	55	0,23
Conduire	mg/l	0,16	0,01	0,0066	0,0013
Manganèse	mg/l	20	0,57	0,36	0,024
Molybdène	mg/l	0,005	0,054	0,058	0,00018
Nickel	mg/l	2,2	0,094	0,075	0,00057
Sélénium	mg/l	0,06	0,25	0,28	0,00051
argent	mg/l	0,001	0,033	0,037	0,000027
Strontium	mg/l	0,82	0,7	0,75	0,028
Uranium	mg/l	0,05	0,0056	0,0053	0,00017
Vanadium	mg/l	0,003	0,0086	0,0093	0,0003
Zinc	mg/l	191	6,9	3,7	0,039

2.3.3 Recommandations pour la qualité de l'eau

La réglementation applicable en matière de qualité de l'eau a été choisie pour évaluer les impacts d'une rupture potentielle de conduite sur la qualité de l'eau du Lac Dufault (voir le tableau 8) :

- Normes de qualité de l'eau pour de la vie aquatique (chronique et aiguë) (MDDELCC, 2017);
- Directive 019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012);
- Normes sur la qualité de l'eau potable (MDDELCC, 2016); et
- Critères de qualité de l'eau de surface à des fins d'activités récréatives (MDDELCC, 2018);

Tableau 8: Normes pour la qualité de l'eau.

Paramètre	Unité	Vie aquatique*		Directive 019 ^c	Eau potable	Usage récréatif ^d
		Chronique ^a	Aiguë ^b			
pH	-	6,5 - 9,0	-	6,5 - 9,0	-	6,5 - 8,5
Alcalinité totale, en CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-
Solides dissous totaux	mg/l	-	-	-	-	-
Matières en suspension	mg/l	5 **	25 **	30		
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-
Chlorure	mg/l	-	860	-	-	-
Cyanure	mg/l	-	-	1,0	0,2	-
Fluorure	mg/l	-	-	-	-	-
Magnésium	mg/l	-	-	-	-	-
Potassium	mg/l	-	-	-	-	-
Sodium	mg/l	-	-	-	-	-
Sulfate	mg/l	500	500	-	-	-
Nitrate	mg/l	3,0	124	-	10	-
Nitrite	mg/l	0,02	0,06	-	1,0	-
Ammoniac	mg/l	1,9	21	-	-	-
Phosphore total	mg/l	-	-	-	-	0,03
Aluminium	mg/l	0,087	0,75	-	-	-
Antimoine	mg/l	0,24	1,1	-	0,006	-
Arsenic	mg/l	0,15	0,34	0,2	0,01	-
Baryum	mg/l	0,16	0,46	-	1,0	-
Béryllium	mg/l	0,0014	0,012	-	-	-
Bore	mg/l	5,0	28	-	5,0	-
Cadmium	mg/l	0,00013	0,0008	-	0,005	-
Chrome	mg/l	0,011	0,016	-	0,05	-
Cobalt	mg/l	0,1	0,37	-	-	-
Cuivre	mg/l	0,0042	0,0058	0,3	1,0	-
Le fer	mg/l	1,3	3,4	3,0	-	-
Conduire	mg/l	0,00096	0,025	0,2	0,01	-
Manganèse	mg/l	0,84	1,8	-	-	-
Molybdène	mg/l	3,2	29	-	-	-
Nickel	mg/l	0,024	0,21	0,5	-	-
Sélénium	mg/l	0,005	0,062	-	0,01	-

Tableau 8: Normes pour la qualité de l'eau.

Paramètre	Unité	Vie aquatique*		Directive 019 ^c	Eau potable	Usage récréatif ^d
		Chronique ^a	Aiguë ^b			
Argent	mg/l	0,0001	0,00026	-	-	-
Strontium	mg/l	21	40	-	-	-
Uranium	mg/l	0,014	0,32	-	-	-
Vanadium	mg/l	0,012	0,11	-	-	-
Zinc	mg/l	0,054	0,054	0,5	-	-

Note :

* PH de 7 considéré, température de 7°C et une dureté de 39 mg/l (reflétant les conditions sur le site).

** Augmentation maximale par rapport aux conditions de référence (sans influence d'une source spécifique de matières en suspension, des pluies intenses ou de la fonte des neiges).

a : Normes de qualité de l'eau sur la vie aquatique - chronique (MDDELCC, 2017)

b : Normes de qualité de l'eau sur la vie aquatique - aiguë (MDDELCC, 2017)

c : Directive 019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012)

d : Critères de qualité de l'eau de surface à des fins d'activités récréatives (MDDELCC, 2018)

2.4 Approche de modélisation

2.4.1 Logiciel utilisé

Le modèle hydrodynamique et de qualité de l'eau du Lac Dufault a été élaboré à l'aide du Système de Modélisation Environnementale Généralisée pour les Eaux de Surface GEMSS (terme en anglais : *Generalized Environmental Modeling System for Surface waters, GEMSS*). Le GEMSS est un système intégré de modules hydrodynamiques et de transport, tridimensionnels (3-D), intégrés dans un système d'information géographique et de données environnementales. Le logiciel, développé au milieu des années 1980, consiste en une plateforme hydrodynamique pour la modélisation des processus de transport. La distribution des différents constituants se calcule grâce au champ d'écoulement tridimensionnel fourni par cette plateforme hydrodynamique appelée « noyau ». Les calculs de transport et du devenir des constituants chimiques sont regroupés en modules. Pour les simulations du Lac Dufault, les modules hydrodynamiques et de transport ainsi que le module défini par l'utilisateur ont été utilisés.

La base théorique sur laquelle repose le concept de noyau hydrodynamique du GEMSS est le modèle tridimensionnel hydrodynamique de transport généralisé, longitudinal-latéral-vertical (Edinger et Buchak 1980, 1985). L'implémentation du GEMSS a été révisée par des pairs et fait l'objet de nombreuses publications (Edinger et Buchak 1995, Edinger et Kolluru 1999, Edinger et al. 1994, 1997). Le noyau est une extension du modèle de transport longitudinal-vertical créé par Buchak et Edinger (1984), qui constitue la base hydrodynamique et de transport du modèle de qualité de l'eau CE-QUAL-W2 (US Army Engineer Waterways Experiment Station 1986). Plusieurs améliorations ont été apportées au noyau par Kolluru et al. (1998, 1999, 2003) et Kolluru et Fichera (2003) sur le plan du transport, pour la construction des modules constitutifs, l'intégration d'outils informatiques et logiciels, l'interopérabilité avec les systèmes d'information géographique (SIG), le développement d'outils de visualisation, au développement d'une interface graphique et des post-processeurs.

Le GEMSS a été choisi pour évaluer les conditions dans le lac grâce à la grille 3-D qui permet de simuler des processus à plus petite échelle dans un lac de forme irrégulière, comme le Lac Dufault. Le module constitutif défini par l'utilisateur a été dérivé du modèle CE-QUAL-W2 (Cole et Wells 2008). Les taux de dilution prédits par ce module ont été utilisés pour prédire une série complète de concentrations des constituants d'intérêt en considérant

qu'ils se comportent tous de manière conservatrice, ce qui permet d'optimiser les temps de calcul et de traitement des données sortantes du modèle.

2.4.2 Grille du modèle

Une grille spatiale, tridimensionnelle (3D), a été développée pour le Lac Dufault. La taille de la grille varie en fonction de l'emplacement dans le lac. Une taille de cellule plus petite (100 m * 100 m) a été choisie pour les zones autour du point de déversement et autour de la prise d'eau potable. Une plus grande taille de cellule (200 m * 200 m) a été définie pour le reste du lac. La vue en plan de la grille est illustrée à la figure 2. La résolution verticale est d'environ 1 m. La grille modélisée comprend un total de 19 couches verticales actives et de 854 cellules actives.

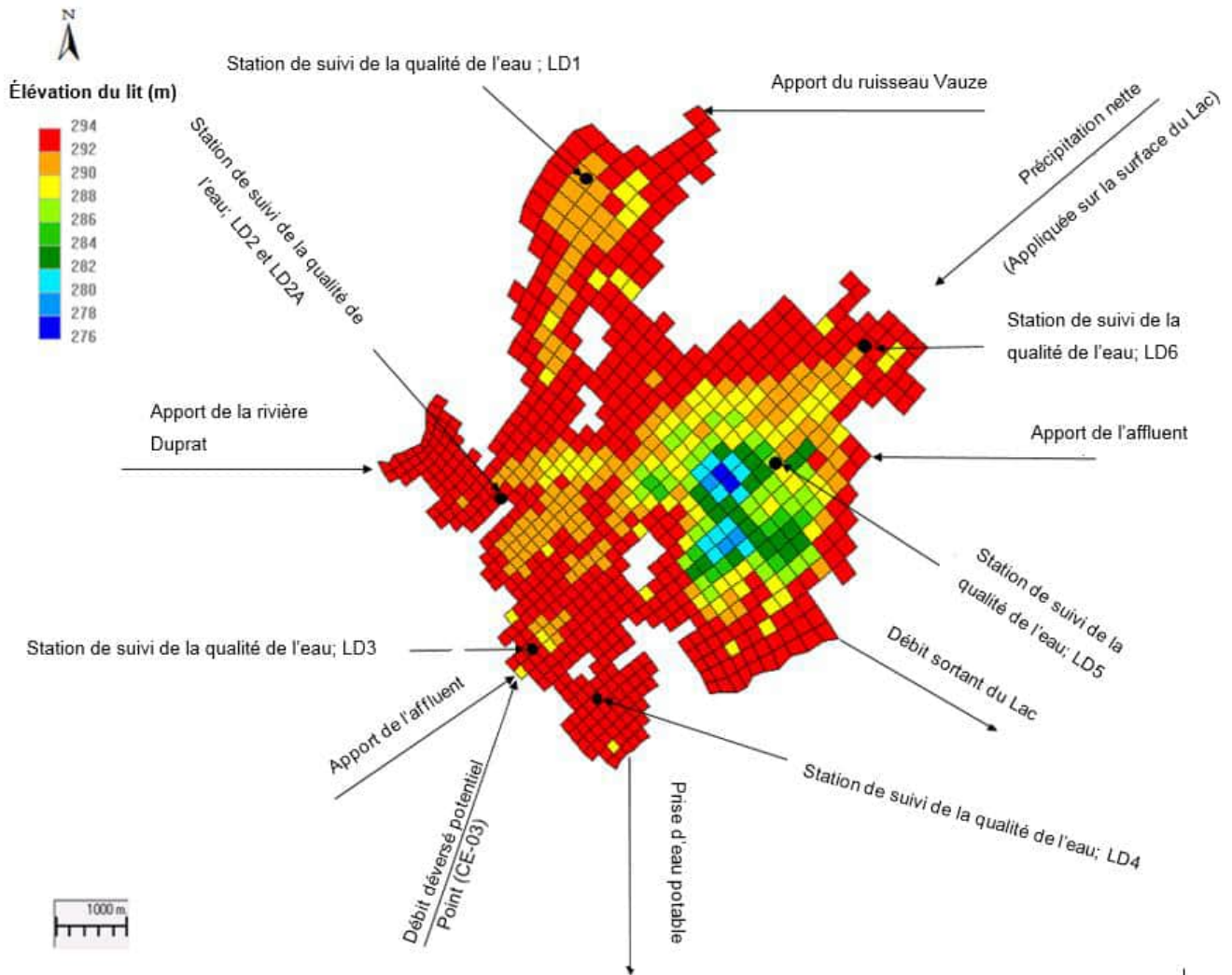


Figure 2: Grille du modèle du Lac Dufault (vue en plan), apports, débits sortants et stations de suivi de la qualité de l'eau

2.4.3 Données d'entrée du modèle

Données météorologiques

Golder a effectué la simulation hydrodynamique du Lac Dufault en régime transitoire, en utilisant environ cinq années de données météorologiques et hydrologiques historiques pour reproduire des conditions réalistes de courants de circulation dans le lac et des régimes thermiques, comme conditions sous-jacentes pour simuler les effets d'une rupture potentielle de conduite. Après l'analyse des données historiques disponibles, Golder a retenu l'intervalle de données entre 2008 et 2013 pour cette étude.

Les données météorologiques suivantes sont requises pour la modélisation hydrodynamique du lac Dufault: température de l'air, température du point de rosée, température humide, pression atmosphérique, vitesse du vent, direction du vent et rayonnement solaire :

- Une série de données horaires a été construite pour chacune de ces variables à partir des données historiques disponibles à la station climatique de l'aéroport de Rouyn-Noranda (ID 7086719) (Environnement Canada, 2018a), à l'exception du rayonnement solaire;
- Les données de rayonnement solaire ont été extraites des ensembles de données sur l'énergie et l'ingénierie météorologiques au Canada (CWEEDS, 2018);
- Une série de données horaires de la température humide a été calculée en fonction de la température de l'air enregistrée à la station, de l'humidité relative et de la pression atmosphérique;
- Les plages de données manquantes dans les séries historiques ont été remplacées soit par interpolation (petites plages) ou par la valeur de l'année précédente correspondante à la même période de l'année (plages plus importantes).

Données hydrologiques

Les données hydrologiques d'entrée requises pour le modèle sont :

- Les séries temporelles de débits des affluents du lac;
- La précipitation directe et l'évaporation en lac; et
- Une description de la couche de glace dans le lac formée pendant la saison hivernale.

Les données de débits régionales de la station d'Environnement Canada sur la rivière Kinojévis (ID 02JB013, 2018b d'Environnement Canada) ont été utilisées pour estimer les séries temporelles des débits des affluents du lac. Pour chaque affluent, les débits ont été estimés à partir des données mesurées de la rivière Kinojévis au prorata de l'aire de drainage de l'affluent. La figure 2 présente schématiquement l'emplacement des affluents du lac modélisés.

Les séries de données d'évaporation et de précipitation ont été extraites de Golder (2017a).

Les propriétés de la glace lacustre ont été extraites de la base de données sur les glaces canadiennes (Lenormand et al. 2002), à partir de mesures effectuées dans un lac de la même région que le lac Dufault. Les paramètres moyens suivants ont été incorporés dans le modèle :

- La formation du couvert de glace se produit chaque année sur une période de 30 jours, du 29 octobre au 28 novembre ;
- La fonte de neige se produit chaque année sur une période de 19 jours, du 19 avril au 8 mai; et

- Une épaisseur de glace maximale de 0,87 m a été utilisée chaque année.

Autres intrants du modèle

Les données d'entrée additionnelles consistent en :

- La température de l'eau du lac et de ses affluents;
- Les concentrations de solides totaux dissous dans les affluents;
- La température du déversement dans le lac en cas de rupture de conduite;
- Les solides suspendus (fraction solide des résidus) pouvant être déversés dans le lac avec l'eau en cas de rupture de conduite.

La température de l'eau du lac et de ses affluents a été calculée en utilisant les données de température de l'air de la station de l'aéroport de Rouyn-Noranda, selon l'équation suivante (Stefan, 1993) :

$$T_w(t) = 5.0 + 0,75T_a(t - \delta) \quad \text{Équation 1}$$

Où le temps t et le décalage temporel δ sont en jours, T_w et T_a représentent respectivement les températures de l'eau et de l'air en °C. Les températures négatives ont été mises à 0°C.

La concentration des solides totaux dissous du lac a été calculée à partir des échantillons d'eau du lac disponibles, comme l'indique le tableau 6. Les solides totaux dissous des apports provenant des affluents du lac ont été estimés en utilisant la médiane de tous les échantillons d'eau disponibles aux stations à proximité de chaque affluent. Les solides totaux dissous du lac ont été estimés à 83 (mg/l) et les concentrations de solides totaux dissous des apports des affluents varient de 41 à 256 (mg/l).

La température du déversement des conduites a été définie à 35°C pendant l'été et 25°C pendant l'hiver. Il est prévu que les conduites à résidus soient isolées et que la perte de température entre l'usine en opération jusqu'au point de rupture sera négligeable.

Les solides provenant des conduites à résidus ont été classés en trois groupes (tableau 9), en fonction de la taille des particules, et modélisés sous forme de matières en suspension (MES). La taille des particules et leur densité ont été utilisées pour calculer la vitesse de sédimentation pour chaque groupe en utilisant la loi de Stoke. Le tableau 9 résume les propriétés considérées pour les trois groupes selon le scénario de rupture.

Tableau 9: Modélisation des matières en suspension dans le contenu déversé dans le lac en cas de rupture de conduite.

Scénario de rupture	Données d'entrée pour la modélisation des MES				
	Catégories de modélisation	Taille des particules (μm)	Vitesse de sédimentation des particules (m/s)	Charges de MES dans le déversement	
				Pendant le déversement initial, avant détection (kg/s)	Après détection de la fuite, durant la période de drainage de la conduite (kg/s)
Rupture ponctuelle dans la conduite RCP	Groupe 1	<1 dans RCP	1,21E-06	0,17	0,07
	Groupe 2	1-8 dans RCP	3,02E-05	1,0	0,40
	Groupe 3	>8 dans RCP	7,74E-05	0,51	0,20

Tableau 9: Modélisation des matières en suspension dans le contenu déversé dans le lac en cas de rupture de conduite.

Scénario de rupture	Données d'entrée pour la modélisation des MES				
	Catégories de modélisation	Taille des particules (μm)	Vitesse de sédimentation des particules (m/s)	Charges de MES dans le déversement	
				Pendant le déversement initial, avant détection (kg/s)	Après détection de la fuite, durant la période de drainage de la conduite (kg/s)
Rupture complète des trois conduites	Groupe 1	1-8 dans RCP, <10 dans RFP	1,21E-06	8,5	1,7
	Groupe 2	1-8 dans RCP, <10 dans RFP	3,02E-05	77	15,6
	Groupe 3	>8 dans RCP, >10 dans RFP	7,74E-05	85	17,4

Note : La loi de Stoke a été utilisée pour calculer la vitesse de sédimentation des particules pour chaque groupe en considérant la fourchette inférieure des tailles de particules.

Une autre hypothèse considérée dans le modèle était de négliger le mélange entre l'eau des affluents et le déversement. Le contenu du déversement a été introduit dans le lac avec sa concentration initiale. Il s'agit d'une simplification conservatrice puisque la dilution, qui aurait lieu dans l'affluent, a été négligée.

2.5 Scénarios du modèle

Scénario de référence

Le scénario de référence représente le modèle élaboré pour le Lac Dufault sous les conditions de référence, sans rupture de conduite. Comme discuté dans la section précédente, Golder a simulé des conditions de référence en utilisant des données météorologiques et hydrologiques historiques pour la période entre 2008 et 2013.

Scénarios de rupture

Les conséquences d'une rupture de conduite ont été simulées en ajoutant les neuf scénarios de rupture, décrits plus haut, au scénario de référence (Section 2.2). Pour tous les scénarios, il a été considéré que le déversement potentiel atteigne le lac à la confluence entre le cours d'eau CE-03 et le Lac Dufault (voir figure 2). Les simulations suivantes du modèle ont été roulées pour la même période (de 2008 à 2013) :

- Hiver – fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP, hiver – rupture complète de la conduite de retour d'eau, hiver – rupture complète des trois conduites;
- Printemps – fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP, printemps – rupture complète de la conduite de retour d'eau, printemps – rupture complète des trois conduites;
- Été – fuite ponctuelle dans la conduite à résidus RCP, été – rupture complète de la conduite de retour d'eau, été – rupture complète des trois conduites.

Les débits déversés dans chacun des scénarios sont présentés à la section 2.2, aux tableaux 1 et 2.

Pour chacune de ces trois conditions hydrologiques (faible débit hivernal, crue printanière et faible débit estival), une journée de « rupture » dans l'intervalle de 2008 à 2013 a été sélectionnée (tableau 10), pour laquelle les conditions météorologiques et hydrologiques historiques correspondaient le mieux aux conditions ciblées. Pour les

conditions printanières et estivales, des jours ont été identifiés avec un vent persistant et fort, soufflant du nord ou du nord-ouest; ces conditions sont plus favorables au transport du fluide déversé vers la prise d'eau potable à la suite d'une rupture de conduite.

Tableau 10: Dates historiques sélectionnées pour la simulation de la rupture de conduite.

Condition hydrologique	Date sélectionnée (note 1)	Débit de la Rivière Kinojévis (m ³ /s)			Conditions historiques de vent nord et nord-ouest à la date sélectionnée	
		À la date sélectionnée	Moyenne saisonnière	Débit saisonnier 1: 2 ans	Vitesse moyenne (m/s)	Durée (heures) (note 2)
Crue printanière	05/14/2011	92	79	78	24	9
Faible débit estival	09/29/2009	28	26	25	24	15
Faible débit hivernal	01/17/2009	19	17	17	Couvert de glace	

Note 1 : Pour chaque scénario modélisé, le modèle a simulé la rupture de conduite comme se produisant à l'une des dates indiquées. Cela a permis de reproduire un contexte de simulation réaliste en termes de conditions météorologiques et hydrologiques.

Note 2 : La période de temps durant laquelle le vent soufflait régulièrement du nord ou du nord-ouest, ce qui créait des conditions favorables pour que le déversement se déplace vers la prise d'eau potable.

À titre de référence, les figures 3 et 4 présentent respectivement les roses des vents pour le printemps et l'été, selon les séries de données historiques de la station climatique Rouyn-Noranda A. Les roses des vents indiquent les probabilités d'occurrence d'un soufflement du vent dans différentes directions.

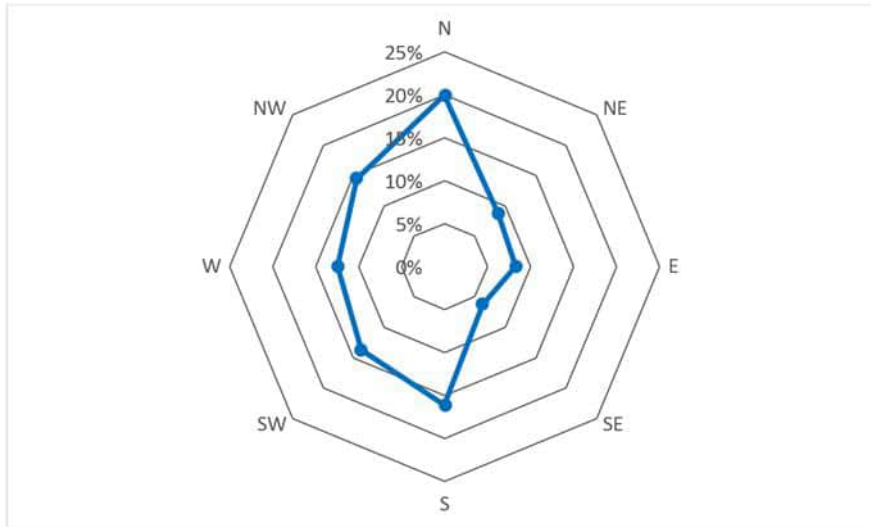


Figure 3: Rose des vents du printemps à Rouyn-Noranda.

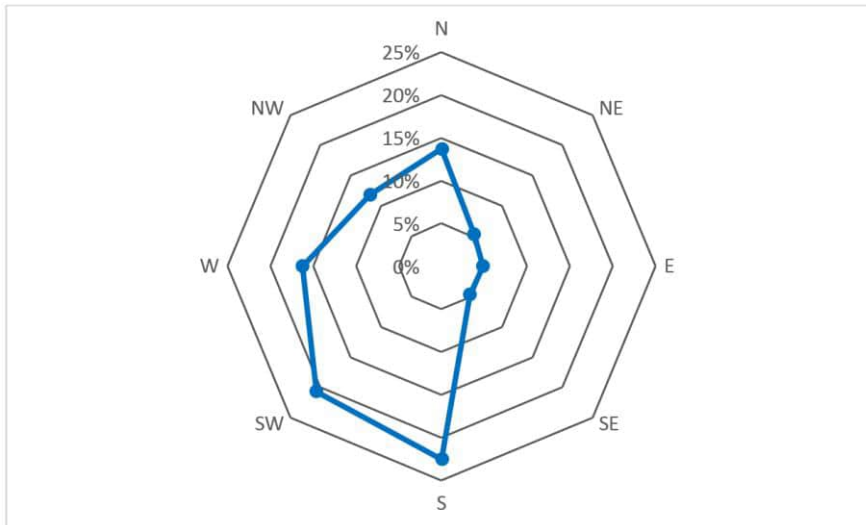


Figure 4: Rose des vents d'été à Rouyn-Noranda.

2.6 Constituants de qualité de l'eau modélisés

Les constituants de la qualité de l'eau suivants ont été inclus dans le modèle GEMSS : solides dissous totaux, température, solides totaux en suspension et un constituant conservateur générique de qualité de l'eau (c.-à-d. un traceur) pour évaluer la dilution. Le constituant générique de la qualité de l'eau (appelé ici traceur) a été utilisé pour calculer la concentration de tous les autres constituants de la qualité de l'eau. Le traceur a été ajouté au déversement à une concentration constante de 1 milligramme par litre, sa concentration dans le lac étant mise à zéro. Il a été considéré que le traceur se comporterait de manière conservatrice dans la colonne d'eau, ce qui signifie qu'il ne subirait pas de réactions chimiques (c'est-à-dire de précipitation) ou de processus physique (c'est-à-dire, sédimentation). Les concentrations du traceur ont été estimées à l'aide de l'équation suivante :

$$C_M = CG * (C_{eff} - C_B) + C_B \quad \text{Équation 2}$$

Où C_M représente la concentration résultante à un endroit précis du lac après la rupture; C_{Eff} la concentration du fluide déversé; C_B la concentration de référence dans le lac et CG est la concentration générique du constituant (traceur) dans le lac à l'endroit d'intérêt. La concentration maximale du traceur (c'est-à-dire le taux de dilution minimum) sur la période de simulation (2008 à 2013) a été utilisée dans l'équation 2.

2.7 Hypothèses et limitations du modèle

Cette section met en évidence les hypothèses et les limitations de la modélisation, qui doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats issus de la modélisation.

La modélisation nécessite l'utilisation de plusieurs hypothèses en ce qui a trait aux caractéristiques physiques et chimiques d'un système. Les prédictions issues de la modélisation sont basées sur des données d'entrée qui contiennent toutes une incertitude inhérente. Les résultats de la modélisation devraient donc être utilisés comme outil de planification pour le projet et pour la description des risques potentiels, plutôt que pour indiquer des valeurs absolues de concentrations pour des scénarios futurs.

En plus des hypothèses énumérées dans les sections précédentes, il est supposé que toutes les données d'entrée du modèle décrites précédemment représentent adéquatement les sources qu'elles définissent.

Toutes les données d'entrée et hypothèses, énumérées à la section 2 du présent rapport, influencent les résultats du modèle. En particulier, les limitations suivantes sont importantes pour l'analyse et l'interprétation de ces résultats :

- Le débit de base d'hiver et d'été dans les affluents possède un effet de dilution. Un débit inférieur à celui considéré dans cette étude sur la base des données régionales, en l'absence de données locales, peut mener à des concentrations plus élevées sur une plus longue période.
- Les données de référence disponibles sur la qualité de l'eau ont été utilisées pour établir les paramètres du modèle. Plusieurs paramètres par défaut ont été utilisés lorsque des données spécifiques n'étaient pas disponibles. Des données supplémentaires, qui pourraient être collectées dans le futur, pourraient servir à calibrer le modèle, ce qui pourrait avoir une incidence sur les résultats du modèle.
- La résolution de la grille sélectionnée affecte les résultats du modèle, en particulier près du point de déversement. L'utilisation d'une résolution de grille plus fine à proximité de l'emplacement du déversement engendrerait des concentrations plus élevées à cet endroit que les résultats présentés, parce que le déversement se mélangerait avec un plus faible volume d'eau du lac. Les résultats au point de déversement doivent être interprétés comme étant représentatifs d'une zone plus vaste (environ 100 m de rayon) autour du point de déversement, et non pas d'un endroit situé à proximité immédiate du lieu de déversement.

En dépit de ces limitations, Golder a incorporé des hypothèses conservatrices dans l'élaboration des scénarios de rupture, dans l'approche de modélisation et dans la sélection des données d'entrée :

- La qualité de l'eau du déversement a été définie en partie à l'aide des données d'essais en cellule humide et, pour le cyanure, en fonction des valeurs cibles de traitement. Les concentrations en cas de déversement seront probablement plus faibles pour la plupart des constituants.
- Il a été considéré dans le modèle de qualité de l'eau que tous les constituants se comporteraient de manière conservatrice dans la colonne d'eau, ce qui signifie qu'ils ne subiraient pas de réactions chimiques (précipitation) ou de processus physique (c.-à-d. sédimentation). Pour les constituants qui ne se comportent pas de manière conservatrice, cette approche entraînera des concentrations plus élevées que celles susceptibles de se produire en cas de déversement.
- Les conditions météorologiques et hydrologiques pendant le déversement ont été choisies de manière à favoriser le déplacement des contenus déversés vers la prise d'eau potable. La probabilité que ces conditions se produisent pendant un déversement de conduite est faible.

3.0 RÉSULTATS DE MODÉLISATION

3.1 Scénario de référence

Les figures 5 à 7 présentent les directions d'écoulement simulées dans le lac au cours des trois jours de « rupture », qui ont été sélectionnés pour représenter une rupture dans différentes conditions hydrologiques. Pendant ces trois jours, en particulier pour les conditions printanières et estivales, la direction d'écoulement dominante à partir du lieu de déversement est celle vers la prise d'eau potable. Ce résultat émane de la sélection par Golder des jours de « rupture » comme étant des jours où les conditions de vent sont les plus favorables pour entraîner l'eau vers la

prise d'eau potable. Par conséquent, les impacts simulés d'une rupture de conduite sur la prise d'eau potable se situeront dans la limite supérieure de l'intervalle plausible des conséquences.

Les séries temporelles des températures prédites, de l'élévation de l'eau de surface et des solides dissous totaux pour le scénario de référence à la prise d'eau potable sont présentées aux figures 8 à 10. La figure 8 montre que les concentrations simulées de solides dissous totaux du lac se situent dans la fourchette des données observées dans le lac. Les tendances annuelles cycliques sont évidentes dans les séries calculées.

Les graphiques des séries temporelles de la température de l'eau de surface prédites (figure 9) montrent que le modèle reproduit le cycle saisonnier attendu durant les saisons d'eau libre et de couvert de glace. Les élévations d'eau de surface calculées dans le lac (figure 10) indiquent un volume de lac stable au cours de la période de simulation sans tendance à long terme, mais avec un cycle saisonnier tel qu'attendu.

Les données historiques disponibles n'ont pas permis de calibrer le modèle hydrodynamique du lac et de la qualité de l'eau. Cependant, les résultats du scénario de référence sont jugés raisonnables et adéquats pour appuyer l'étude des impacts d'une rupture de conduite sur le Lac Dufault.

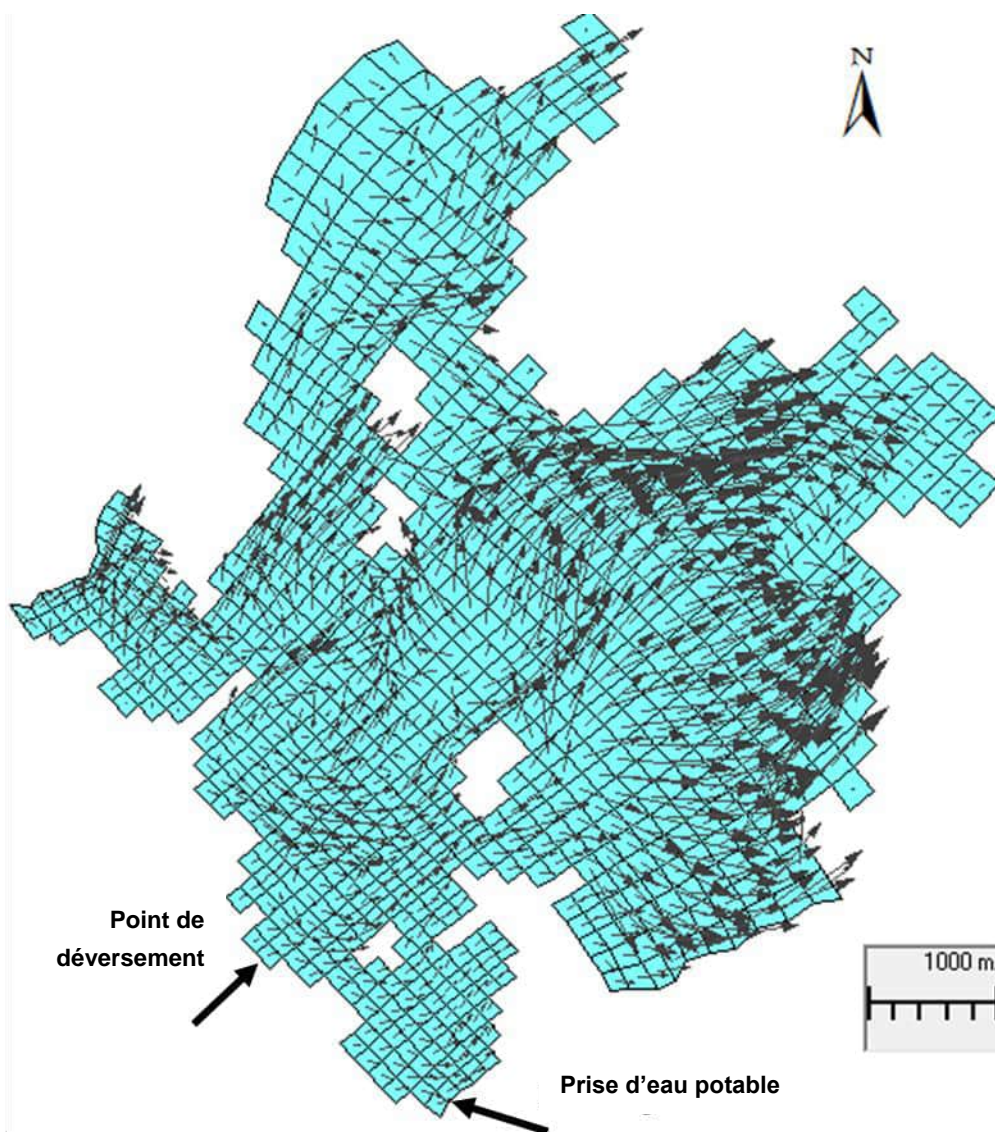


Figure 5: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour la crue de printemps.

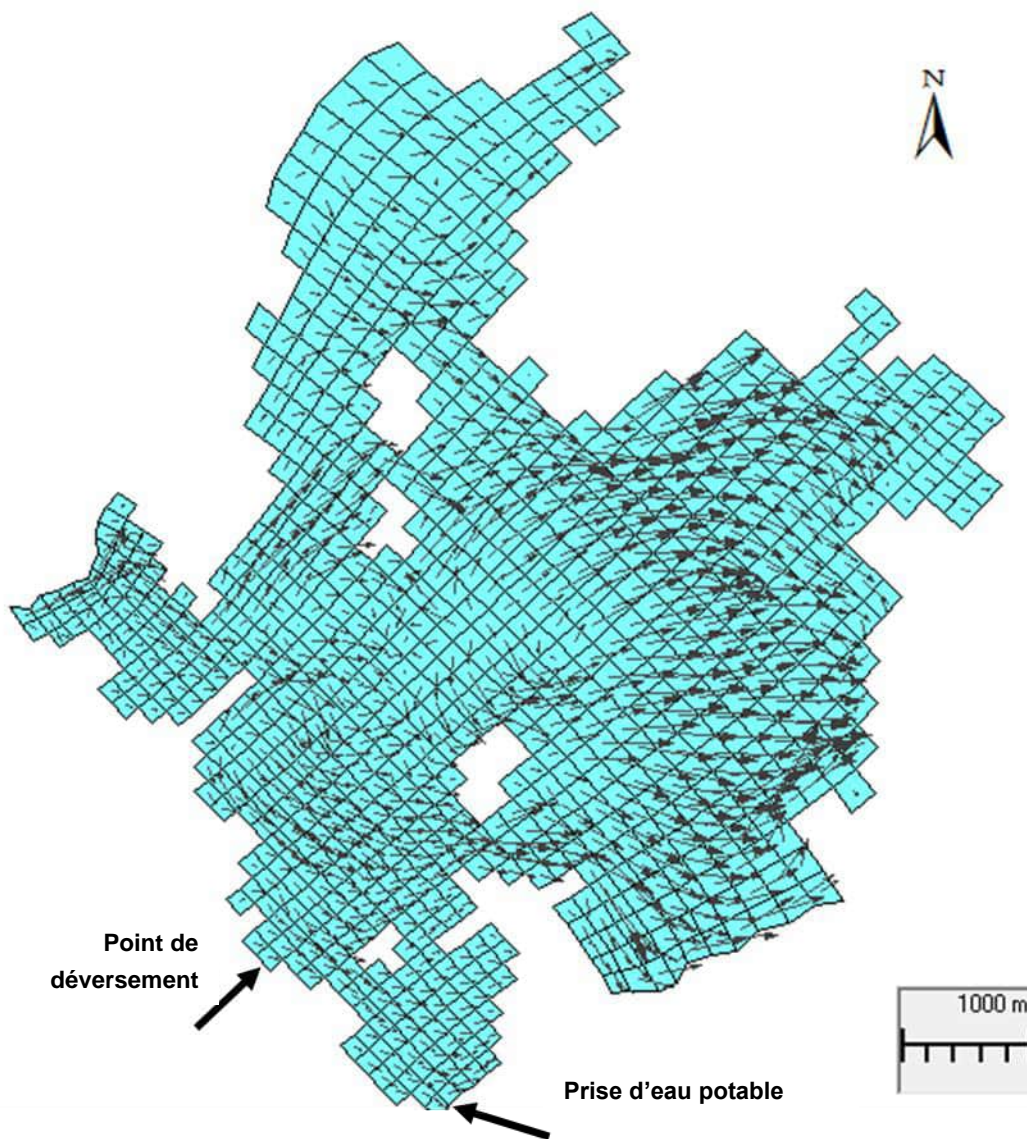


Figure 6: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'été.

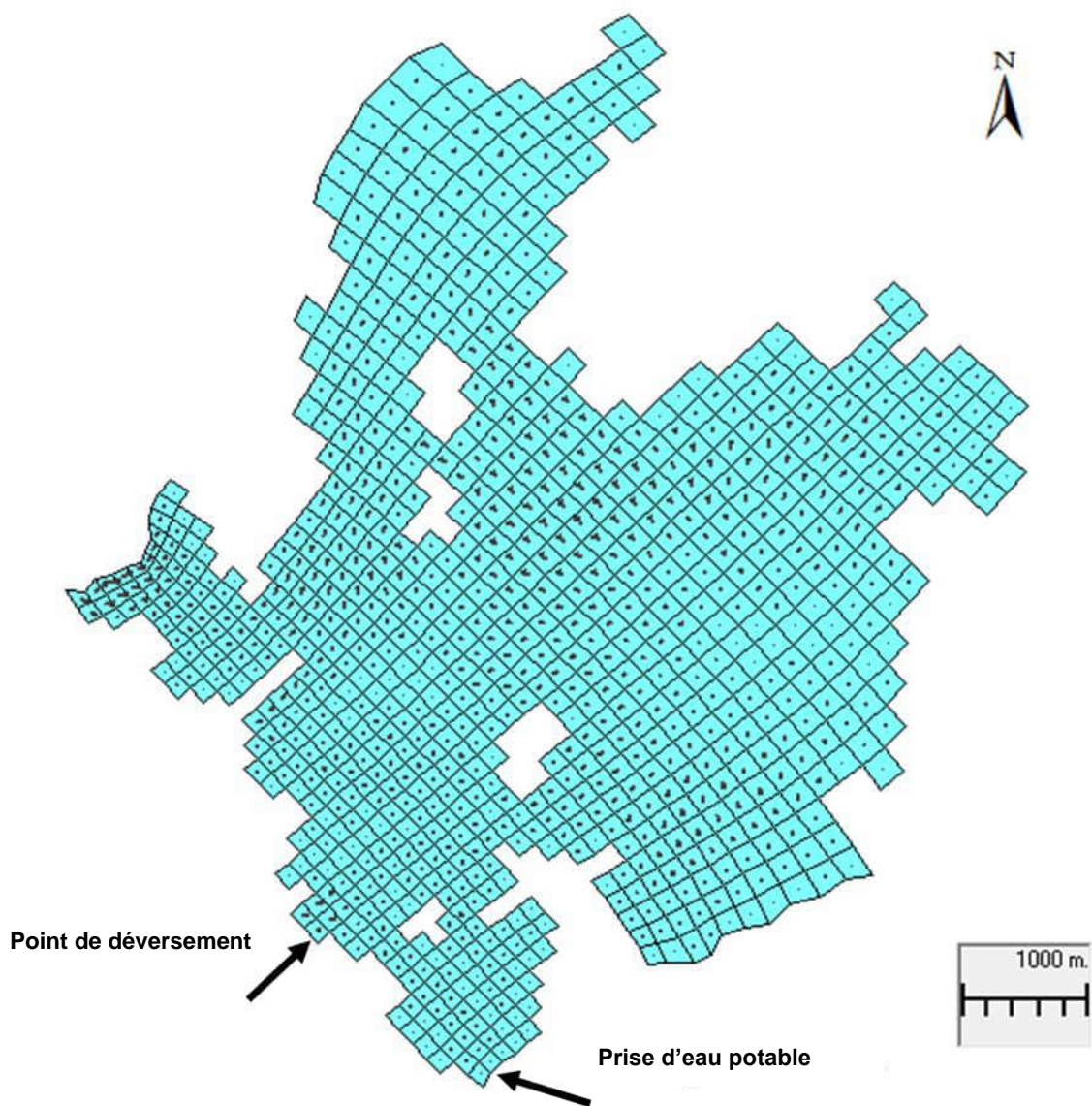


Figure 7: Direction d'écoulement prédite dans le Lac Dufault - conditions sélectionnées pour l'hiver.

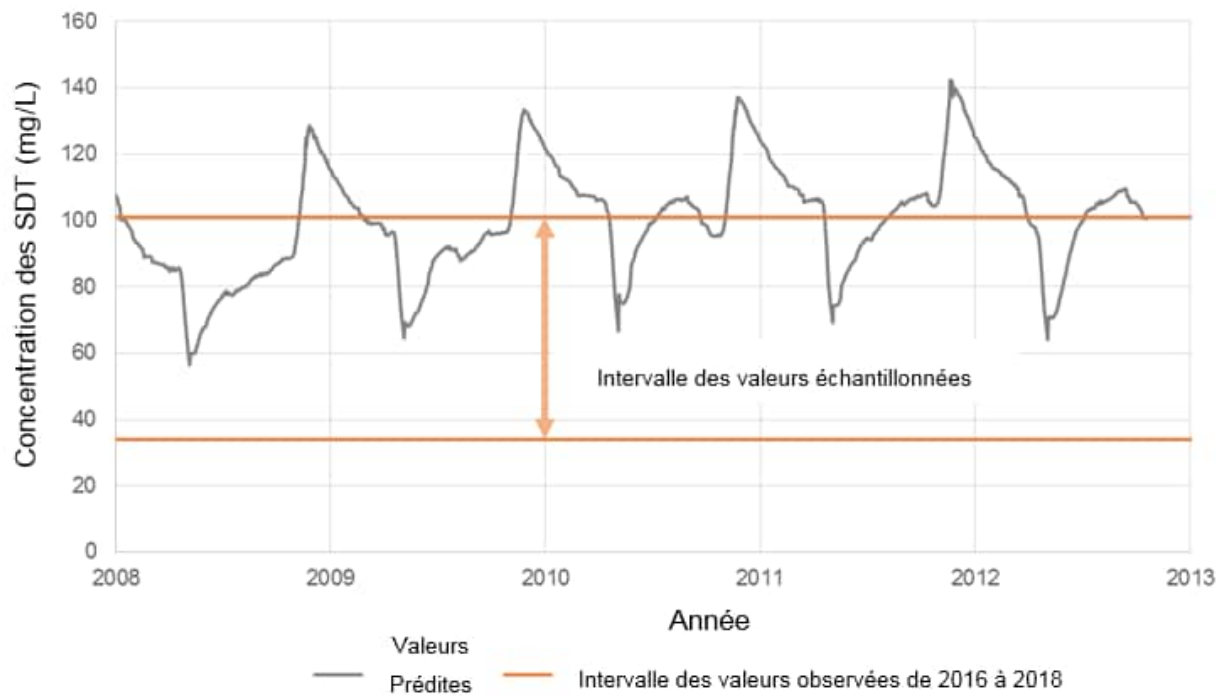


Figure 8: Concentrations totales de solides dissous prédites (SDT - mg/l) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).

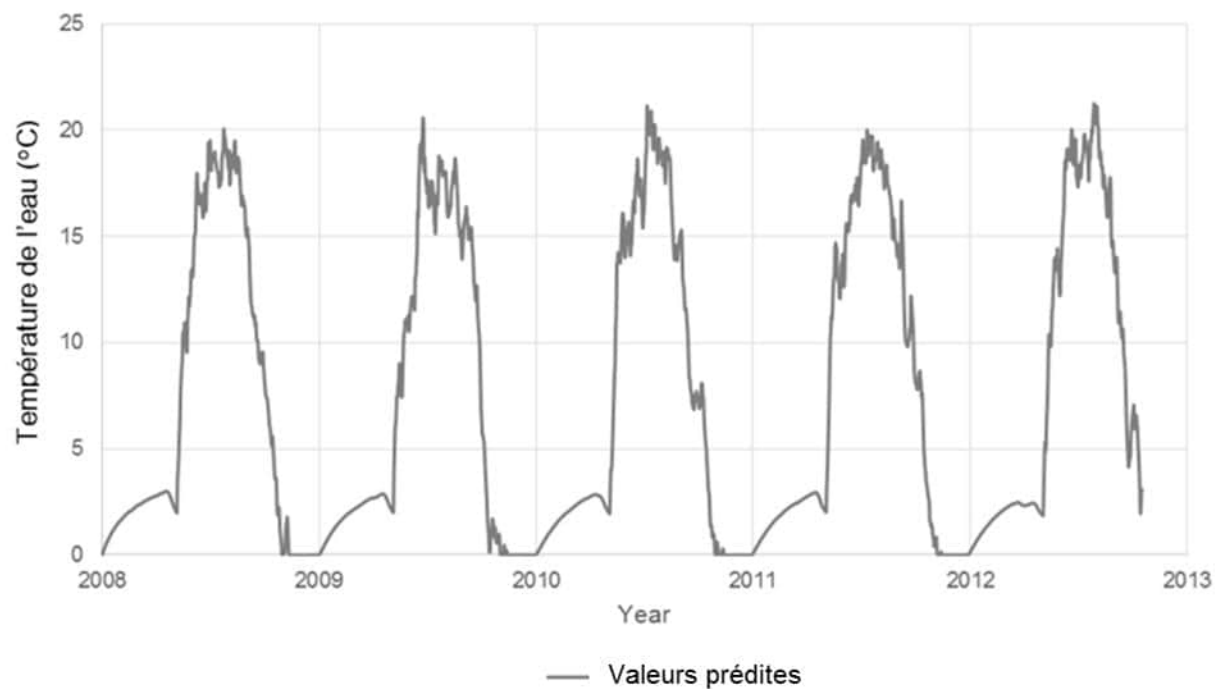


Figure 9: Température de l'eau prédite (°C) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).

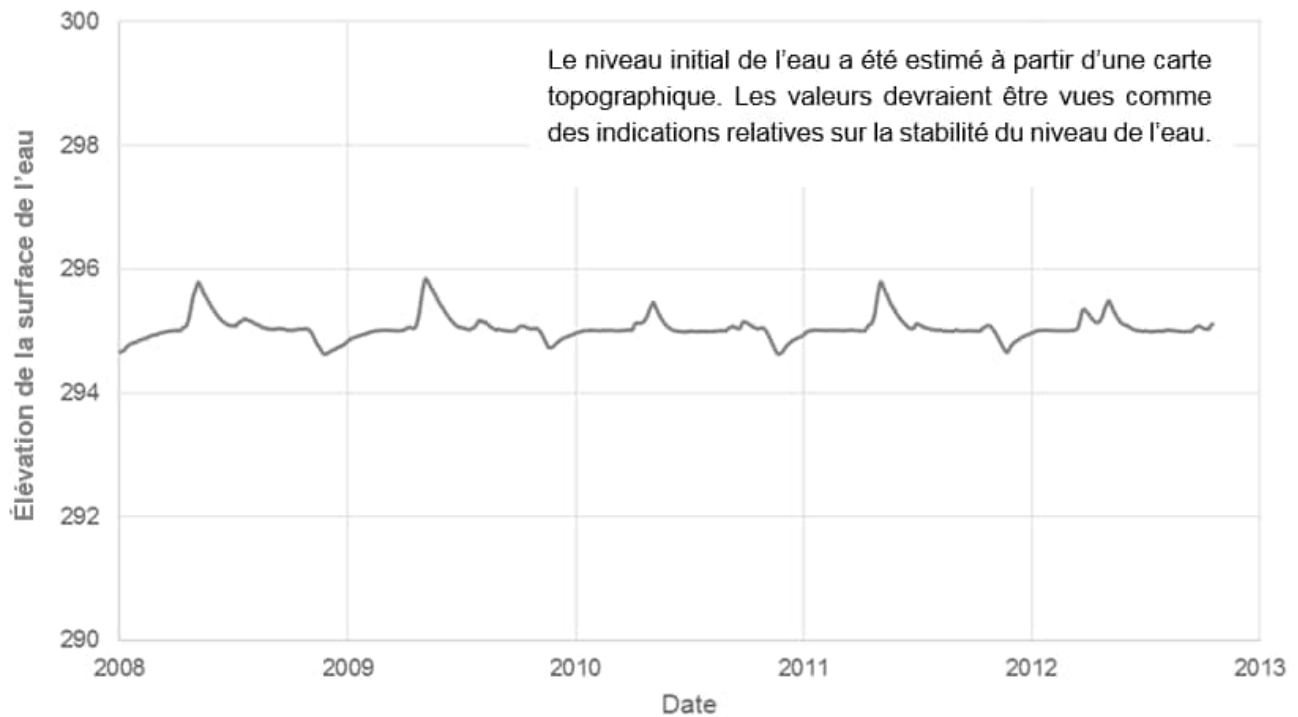


Figure 10: L'élévation de la surface de l'eau prédite (m) dans le Lac Dufault à la prise d'eau potable (scénario de référence).

3.2 Scénarios de rupture

La présentation des résultats du modèle se concentre sur deux emplacements d'intérêt : à proximité de la prise d'eau potable et à proximité du point de déversement potentiel dans le Lac Dufault (figure 1 et figure 2). Les résultats sont comparés aux recommandations en matière de qualité de l'eau.

Prise d'eau potable

Les séries temporelles des concentrations prédites du traceur et des autres constituants sélectionnés pour les différents scénarios sont présentées à l'annexe A.

Selon les résultats, les concentrations près de la prise d'eau potable devraient dépasser légèrement les valeurs de référence, mais ne dépasseront pas les normes en matière d'eau potable pour aucun constituant des neuf scénarios examinés (tableau 11). Les concentrations maximales d'aluminium, de cadmium, de cuivre et de plomb devraient dépasser les recommandations relatives à la vie aquatique; ces constituants dépassent également les recommandations relatives à la vie aquatique dans les conditions de base (non-impactées par le bris). Les résultats du modèle montrent que, parmi tous les scénarios modélisés, les concentrations de cyanure prédites pourraient être jusqu'à 180 % plus élevées que les concentrations de référence, ce qui est dû à l'utilisation de données et d'hypothèses conservatrices pour ce constituant.

Les concentrations en matières en suspensions, qui sont incrémentales aux concentrations de référence dans l'eau du lac, sont estimées à rester en dessous de 1,6 mg/l près de la prise d'eau potable, pour tous les scénarios modélisés (la valeur de 1,6 mg/l est la somme des concentrations maximales sur les trois groupes de matières en

suspension définies dans le modèle – voir section 2.4.3). Il est peu probable que ces concentrations aient un effet sur l'opération et la performance de l'usine de traitement de l'eau potable.

Parmi les neuf simulations, le temps de transport le plus court entre l'entrée du déversement dans le lac Dufault à l'affluent CE-03 et la prise d'eau potable était d'au moins cinq jours. Les concentrations maximales ont été atteintes 9 jours plus tard (14 jours après l'entrée du déversement dans le lac).

Sur la base de ces résultats, il est peu probable qu'une rupture de conduite similaire aux ruptures définies dans la présente étude, puisse impacter la prise d'eau potable.

Tableau 11: Concentrations maximales prédites à la prise d'eau potable.

Paramètres	Unité	Vie aquatique*		Directive 019 ^c	Eau potable	Usage récréatif ^d	Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault	Printemps			Hiver			Été		
		Chronique ^a	Aiguë ^b					Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Rupture complète des trois conduites	Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Rupture complète des trois conduites	Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Rupture complète des trois conduites
Alcalinité totale, en CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Solides totaux dissous	mg/l	-	-	-	-	-	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Chlorure	mg/l	-	860	-	-	-	4,4	4,4	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5
Cyanure	mg/l	-	-	1,0	0,2	-	0,00057	0,00068	0,00065	0,00086	0,001	0,001	0,0015	0,00095	0,00099	0,0016
Fluorure	mg/l	-	-	-	-	-	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
Magnésium	mg/l	-	-	-	-	-	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Potassium	mg/l	-	-	-	-	-	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Sodium	mg/l	-	-	-	-	-	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Sulfate	mg/l	500	500	-	-	-	22	22	22	22	23	22	23	22	22	23
Nitrate	mg/l	3,0	124	-	10	-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Ammoniac	mg/l	1,9	21	-	-	-	0,045	0,046	0,047	0,051	0,047	0,053	0,063	0,047	0,053	0,064
Phosphore total	mg/l	-	-	-	-	0,03	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Aluminium	mg/l	0,087	0,75	-	-	-	0,089	0,089	0,089	0,089	0,09	0,089	0,089	0,09	0,089	0,089
Antimoine	mg/l	0,24	1,1	-	0,006	-	0,0002	0,00021	0,0002	0,0002	0,00023	0,0002	0,0002	0,00023	0,0002	0,0002
Arsenic	mg/l	0,15	0,34	0,2	0,01	-	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
Baryum	mg/l	0,16	0,46	-	1,0	-	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0059	0,0058	0,0058	0,0059
Béryllium	mg/l	0,0014	0,012	-	-	-	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022
Bore	mg/l	5,0	28	-	5,0	-	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039
Cadmium	mg/l	0,00013	0,0008	-	0,005	-	0,00019	0,0002	0,00019	0,00019	0,00021	0,00019	0,00019	0,0002	0,00019	0,00019
Chrome	mg/l	0,011	0,016	-	0,05	-	0,00023	0,00024	0,00024	0,00024	0,00027	0,00025	0,00026	0,00026	0,00025	0,00026
Cobalt	mg/l	0,1	0,37	-	-	-	0,00022	0,00023	0,00023	0,00023	0,00025	0,00023	0,00024	0,00025	0,00023	0,00024
Cuivre	mg/l	0,0042	0,0058	0,3	1,0	-	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017	0,016	0,017	0,018
Le fer	mg/l	1,3	3,4	3,0	-	-	0,23	0,24	0,23	0,23	0,26	0,23	0,23	0,26	0,23	0,23
Conduire	mg/l	0,00096	0,025	0,2	0,01	-	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
Manganèse	mg/l	0,84	1,8	-	-	-	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025	0,024	0,024	0,025	0,024	0,024
Molybdène	mg/l	3,2	29	-	-	-	0,00018	0,00018	0,00018	0,00018	0,00018	0,00018	0,00019	0,00018	0,00018	0,00019
Nickel	mg/l	0,024	0,21	0,5	-	-	0,00057	0,0006	0,00057	0,00057	0,00067	0,00058	0,00058	0,00066	0,00058	0,00058
Sélénium	mg/l	0,005	0,062	-	0,01	-	0,00051	0,00051	0,00052	0,00052	0,00052	0,00053	0,00054	0,00052	0,00053	0,00055
argent	mg/l	0,0001	0,00026	-	-	-	0,000027	0,000027	0,000027	0,000028	0,000027	0,000029	0,000031	0,000027	0,000028	0,000031
Strontium	mg/l	21	40	-	-	-	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Uranium	mg/l	0,014	0,32	-	-	-	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017
Vanadium	mg/l	0,012	0,11	-	-	-	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Zinc	mg/l	0,054	0,054	0,5	-	-	0,039	0,041	0,039	0,039	0,048	0,039	0,039	0,046	0,039	0,039

Les valeurs en gras indiquent le dépassement d'au moins une recommandation

* PH de 7 considéré, température de 7°C et une dureté de 39 mg/l (reflétant les conditions sur le site).

a : Normes sur la qualité de l'eau pour la vie aquatique - chronique (MDDELCC, 2017)

b : Normes sur la qualité de l'eau pour la vie aquatique - aiguë (MDDELCC, 2017)

c : Directive 019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012)

d : Critères de qualité de l'eau de surface à des fins d'activités récréatives (MDDELCC, 2018)

Point de déversement dans le lac

Les séries temporelles des concentrations prédites pour le traceur et les autres constituants sélectionnés pour les différents scénarios sont présentées à l'annexe A. Les résultats présentés dans cette section (tableau 12) ont été exportés de la première cellule, où le déversement dans le lac a eu lieu, pour obtenir des résultats qui reflètent le mélange dans cette cellule.

Il est attendu que les concentrations maximales d'ammoniac, d'aluminium, de cadmium, de cuivre, de plomb, de fer, de sélénium, d'argent et de zinc dépassent les normes sur la qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Les concentrations pour tous les constituants devraient par contre demeurer inférieures aux normes en matière d'eau potable.

Les concentrations en matières en suspensions, qui sont incrémentales aux concentrations de référence dans l'eau du lac, sont estimées à atteindre jusqu'à 5,700 mg/l (la valeur est la somme des concentrations maximales sur les trois groupes de matières en suspension définies dans le modèle – voir section 2.4.3) ce qui dépasse les normes pour la vie aquatique.

Les résultats du modèle suggèrent qu'il pourrait falloir plusieurs semaines à plusieurs mois pour que les concentrations diminuent en dessous des normes en matière de vie aquatique, autour du point de déversement. Notamment, dans les scénarios d'hiver et d'été, les résultats sont sensibles aux valeurs de débit de base des affluents; un débit de base faible provoque une stagnation et réduit la dilution.

Résultats additionnels et commentaires

Les séries temporelles de concentrations prédites pour l'ensemble des constituants de la qualité de l'eau qui dépassent au moins une recommandation, que ce soit à un point de déversement ou à la prise d'eau, sont présentés à l'annexe B; les valeurs de panache maximales sont présentées à l'annexe C.

Un déversement qui surviendrait à la suite d'une rupture de conduite résulterait en un dépassement des normes sur la vie aquatique, aiguë et chronique, pour un certain nombre de constituants. Les recommandations en matière de vie aquatique pourraient être dépassées pour au moins un constituant pendant quelques mois suivant le déversement et sur un rayon potentiel d'au plus 3 km autour du point d'entrée du déversement dans le lac.

D'après la loi de Stoke sur les calculs de sédimentation, plus de 90 % des particules solides de RFP et plus de 80 % des particules solides de RCP se déposeront dans un délai d'environ deux jours, à environ 1 km autour du point de déversement.

Bien que cela n'ait pas été modélisé de façon explicite, des changements de couleur peuvent survenir en raison de la formation de phases minérales colorées, lorsque le déversement atteint le lac (par exemple oxydes de fer rouges, oxydes de manganèse noirs, hydroxydes d'aluminium blancs). Il est probable que des changements de couleur se produiront à proximité du point de déversement. Les réactions chimiques seront probablement terminées, et les phases minérales se seront déposées hors de la colonne d'eau, avant le minimum de 5 jours nécessaires pour que le déversement atteigne la prise d'eau. En tant que tel, la couleur d'eau ne devrait pas être impactée à la prise d'eau.

Tableau 12: Concentrations maximales prédites près du point de déversement.

Paramètres	Unité	Vie aquatique*		Directive 019 ^c	Eau potable	Usage récréatif ^d	Qualité de l'eau de référence du Lac Dufault	Printemps			Hiver		Été			
		Chronique ^a	Aiguë ^b					Fuite ponctuelle dans la conduite RCP	Rupture complète de la conduite de retour d'eau	Complete Rupture of the Three Pipelines	Point Leak in the PCT Pipeline	Chronique ^a	Aiguë ^b	Point Leak in the PCT Pipeline	Complete Rupture of the Water Pipeline	Complete Rupture of the Three Pipelines
Alcalinité totale, en CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	31	31	31	31	31	31	32	31	31	31
Solides totaux dissous	mg/l	-	-	-	-	-	83	87	86	113	99	126	155	96	104	118
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	12	12	12	15	13	17	20	13	14	16
Chlorure	mg/l	-	860	-	-	-	4,4	4,5	4,9	9,3	4,5	11	16	4,5	7,7	10
Cyanure	mg/l	-	-	1,0	0,2	-	0,00057	0,0083	0,0065	0,061	0,029	0,084	0,15	0,024	0,041	0,073
Fluorure	mg/l	-	-	-	-	-	0,054	0,054	0,055	0,066	0,055	0,071	0,083	0,055	0,062	0,068
Magnésium	mg/l	-	-	-	-	-	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,4	2,5
Potassium	mg/l	-	-	-	-	-	0,48	0,5	0,52	0,86	0,52	1,0	1,4	0,52	0,73	0,93
Sodium	mg/l	-	-	-	-	-	3,6	4,1	3,9	7,1	5,6	8,5	12	5,2	6,0	7,8
Sulfate	mg/l	500	500	-	-	-	22	26	24	35	35	42	54	33	32	38
Nitrate	mg/l	3,0	124	-	10	-	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13	0,13	0,14
Ammoniac	mg/l	1,9	21	-	-	-	0,045	0,075	0,15	1,1	0,15	1,6	2,7	0,13	0,78	1,3
Phosphore total	mg/l	-	-	-	-	0,03	0,016	0,016	0,016	0,019	0,017	0,021	0,024	0,017	0,018	0,02
Aluminium	mg/l	0,087	0,75	-	-	-	0,089	0,12	0,09	0,097	0,21	0,11	0,11	0,18	0,1	0,099
Antimoine	mg/l	0,24	1,1	-	0,006	-	0,0002	0,0007	0,00023	0,00036	0,002	0,00055	0,0006	0,0017	0,00037	0,0004
Arsenic	mg/l	0,15	0,34	0,2	0,01	-	0,0011	0,0011	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012
Baryum	mg/l	0,16	0,46	-	1,0	-	0,0058	0,0059	0,0059	0,0062	0,006	0,0064	0,0068	0,006	0,0061	0,0063
Béryllium	mg/l	0,0014	0,012	-	-	-	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00023	0,00022	0,00022	0,00022
Bore	mg/l	5,0	28	-	5,0	-	0,0039	0,0045	0,0041	0,0052	0,0063	0,0069	0,0071	0,0058	0,0053	0,0055
Cadmium	mg/l	0,00013	0,0008	-	0,005	-	0,00019	0,00042	0,0002	0,00024	0,001	0,00034	0,00032	0,00086	0,00026	0,00025
Chrome	mg/l	0,011	0,016	-	0,05	-	0,00023	0,00078	0,0005	0,0018	0,0022	0,004	0,004	0,0018	0,0021	0,0021
Cobalt	mg/l	0,1	0,37	-	-	-	0,00022	0,00069	0,00034	0,0013	0,0019	0,0018	0,0028	0,0016	0,00099	0,0015
Cuivre	mg/l	0,0042	0,0058	0,3	1,0	-	0,016	0,017	0,024	0,097	0,02	0,13	0,21	0,019	0,072	0,11
Le fer	mg/l	1,3	3,4	3,0	-	-	0,23	0,83	0,31	0,61	2,4	1,4	1,1	2,0	0,77	0,68
Conduire	mg/l	0,00096	0,025	0,2	0,01	-	0,0013	0,0015	0,0013	0,0014	0,0018	0,0014	0,0014	0,0017	0,0014	0,0014
Manganèse	mg/l	0,84	1,8	-	-	-	0,024	0,039	0,024	0,026	0,08	0,03	0,029	0,069	0,027	0,027
Molybdène	mg/l	3,2	29	-	-	-	0,00018	0,00019	0,00022	0,00058	0,0002	0,00076	0,0011	0,00019	0,00046	0,00066
Nickel	mg/l	0,024	0,21	0,5	-	-	0,00057	0,0023	0,00064	0,0011	0,0068	0,0016	0,0018	0,0056	0,0011	0,0012
Sélénium	mg/l	0,005	0,062	-	0,01	-	0,00051	0,00056	0,0007	0,0024	0,00068	0,0032	0,0051	0,00065	0,0018	0,0028
argent	mg/l	0,0001	0,00026	-	-	-	0,000027	0,000027	0,000052	0,00028	0,000029	0,00038	0,00064	0,000029	0,0002	0,00033
Strontium	mg/l	21	40	-	-	-	0,028	0,028	0,028	0,033	0,03	0,035	0,04	0,029	0,031	0,034
Uranium	mg/l	0,014	0,32	-	-	-	0,00017	0,0002	0,00017	0,0002	0,00031	0,00022	0,00025	0,00028	0,00019	0,00021
Vanadium	mg/l	0,012	0,11	-	-	-	0,0003	0,0003	0,00031	0,00036	0,00031	0,00039	0,00045	0,00031	0,00035	0,00038
Zinc	mg/l	0,054	0,054	0,5	-	-	0,039	0,19	0,044	0,064	0,58	0,11	0,099	0,47	0,075	0,069

Les valeurs en gras indiquent le dépassement d'au moins une recommandation

* PH de 7 considéré, température de 7°C et une dureté de 39 mg/l (reflétant les conditions sur le site).

a : Normes de qualité de l'eau pour la vie aquatique - chronique (MDDELCC, 2017)

b : Normes de qualité de l'eau pour la vie aquatique - aiguë (MDDELCC, 2017)

c : Directive 019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012)

d : Critères de qualité de l'eau de surface à des fins d'activités récréatives (MDDELCC, 2018)

4.0 SOMMAIRE DE L'ÉTUDE ET CONCLUSION

Falco Resources Ltd. est actuellement en train de développer le projet de la mine d'or Horne 5 à Rouyn-Noranda, Québec. Dans le cadre du projet, trois conduites, deux conduites à résidus et une conduite de retour d'eau devraient être installées entre l'usine de traitement du minerai et les IGRM. Golder a évalué les impacts d'une rupture potentielle de conduite sur la qualité de l'eau du Lac Dufault et, plus particulièrement, sur la qualité de l'eau du lac près de la prise d'eau municipale, située dans le coin sud-est du Lac Dufault.

L'étude consiste en une analyse des conséquences en cas de rupture. Les conséquences d'une rupture ont été étudiées sans discuter, ni quantifier, la probabilité d'occurrence d'un tel événement, qui serait très faible. Dans son approche, Golder visait à élaborer des scénarios de rupture conservateurs, qui engendreraient des conséquences se situant dans la limite supérieure des conséquences possibles.

L'étude comportait l'élaboration de trois scénarios de rupture de conduite : une fuite ponctuelle dans l'une des conduites à résidus, une rupture complète de la conduite de retour d'eau et une rupture complète et simultanée des trois conduites. Pour chacun des scénarios de rupture étudiés, les durées de détection et d'arrêt du déversement ont été estimées. De plus, pour chacun des trois scénarios de rupture, trois conditions hydrologiques ont été simulées : faible débit hivernal, crue printanière et faible débit estival.

Les neuf simulations de rupture (trois scénarios de rupture x trois conditions hydrologiques) constituent une base représentative pour l'évaluation des impacts possibles d'une rupture de conduite potentielle sur le Lac Dufault.

Comme hypothèse prudente, il a été supposé que toutes les ruptures de conduite se produiraient à la traversée de la conduite avec le cours d'eau CE-03, étant le cours d'eau le plus proche de la prise d'eau potable. Le cours d'eau servira de voie de transport, facilitant ainsi l'écoulement du contenu déversé vers le lac.

Pour simuler les impacts d'une rupture de conduite sur la qualité de l'eau du lac, Golder a élaboré un modèle tridimensionnel, transitoire d'hydrodynamique des lacs et de qualité de l'eau. Les données météorologiques et hydrologiques historiques ont servi d'intrants au modèle pour créer des conditions de simulation réalistes. Des études antérieures de caractérisation géochimique des résidus et de l'eau ont été utilisées afin de d'élaborer la qualité de l'eau du déversement.

Les principaux résultats de la modélisation sont les suivants :

- Parmi les neuf simulations, le temps de transport le plus court entre l'entrée du déversement dans le Lac Dufault à l'affluent CE-03 et la prise d'eau potable était de 5 jours. Les concentrations maximales ont été atteintes 9 jours plus tard (14 jours après l'entrée du déversement dans le lac).
- Les concentrations en matières en suspensions, qui sont incrémentales aux concentrations de référence dans l'eau du lac, sont estimées à rester en dessous de 1,6 mg/l près de la prise d'eau potable, pour tous les scénarios modélisés. Il est peu probable que ces concentrations aient un effet sur l'opération et la performance de l'usine de traitement de l'eau potable.
- Les concentrations prédites des constituants étaient inférieures aux normes en matière d'eau potable aux alentours de la prise d'eau, pour les neuf scénarios de rupture.
- Un déversement dans le lac à la suite d'une rupture de conduite entraînerait un dépassement des normes en matière de santé aquatique, aiguë et chronique, pour un certain nombre de constituants. Quelques mois après

le déversement pourrait s'écouler pour que les concentrations de tous les constituants retrouvent des valeurs de référence, sur un rayon potentiel d'environ 3 km autour du point d'entrée du déversement dans le lac.

- Les résultats de la modélisation indiquent que les recommandations en matière d'eau potable ne seraient pas dépassées dans la première cellule de la grille, au point de déversement.
- Des changements de couleur dans le lac pourraient avoir lieu dans le voisinage immédiat du point de déversement, mais ne devraient pas avoir d'impact à la prise d'eau potable.
- D'après les calculs de sédimentation selon la loi de Stoke, plus de 90 % des particules solides de RFP et plus de 80 % des particules solides de RCP se déposeraient dans un délai d'environ deux jours autour du point de déversement.

Les concentrations prédites dans la première cellule de la grille au point de déversement incluent déjà un niveau de dilution. Immédiatement autour du point de déversement, la dilution sera moindre et les concentrations réelles seront plus élevées que les valeurs modélisées.

En somme, au vu de ces résultats, il est peu probable qu'une rupture de conduite similaire aux scénarios modélisés ait un impact sur la prise d'eau potable.

5.0 RECOMMANDATIONS

Afin de réduire les impacts liés à une rupture de conduite potentielle sur le Lac Dufault, Golder recommande un certain nombre de mesures. Nous comprenons que Falco prévoit leur implémentation :

- Installer des instruments de pointe permettant la détection de rupture le long des conduites pour permettre la détection rapide d'une fuite ou d'une rupture potentielle.
- Mettre en place un système de gestion opérationnelle des conduites, comprenant des protocoles d'équipement et d'exploitation, qui vise à minimiser les volumes de déversement en cas de rupture de conduite. Le système minimiserait par exemple le délai entre la rupture et la fermeture des vannes.
- Élaborer et implémenter des protocoles de préparation et d'intervention en situations d'urgence. Inclure toutes les parties prenantes pertinentes dans la mise en place de ces protocoles. L'exécution de ces plans entraînerait le confinement et la collecte rapides des matières déversées. Les protocoles doivent inclure également des détails sur le type d'interventions attendues en fonction du point de rupture (par exemple près d'un cours d'eau) et sur les conditions climatiques et hydrologiques (température de l'air, humidité du sol, régimes d'écoulement, etc.).
- Mettre en place des protocoles de préparation et d'intervention en situations d'urgence qui comprennent des échantillonnages et des analyses de la qualité de l'eau du lac pour déterminer les zones touchées par le déversement, et le comportement des concentrations dans le lac par rapport aux normes sur la vie aquatique et l'eau potable. Prévoir dans les protocoles une communication opportune et efficace des résultats aux intervenants locaux.

Bien que les résultats de la modélisation suggèrent qu'il est improbable que l'exploitation de la prise d'eau potable soit affectée par une rupture de conduite, Golder recommande que Falco engage des discussions avec les exploitants de la prise d'eau potable et de l'usine de traitement de l'eau potable à des fins de :

- Compréhension des contraintes opérationnelles et des caractéristiques du système.
- Évaluation de la sensibilité de l'usine de traitement de l'eau potable à des constituants particuliers qui seraient présents dans le déversement à la suite d'une rupture de conduite potentielle et étude des mesures d'atténuation possible de ces éléments.

Page de signatures

Golder Associates Ltd.

ORIGINAL SIGNÉ

Parnian Hosseini, Ph.D.
Spécialiste en ressources en eau

ORIGINAL SIGNÉ

Vlad Rojanschi, ing., Dr.-Ing.
Associé, ingénieur en ressources en eau

ORIGINAL SIGNÉ

Shadi Dayyani, Ph.D.
Modélisatrice en qualité de l'eau

PH/SD/VR/jb

Golder and the G logo are trademarks of Golder Associates Corporation

6.0 RÉFÉRENCES

- Buchak EM, E. J. (1984). *Generalized, Longitudinal-Vertical Hydrodynamics and Transport: Development, Programming and Applications*. Vicksburg, MS, USA: Préparé pour US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station
- Cole TM, W. S. (2008). *A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 3.6; User's Manual*. Washington, DC, USA: Préparé pour US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station.
- CWEEDS (2018). *Canadian Weather Energy and Engineering Datasets*. <http://climate.weather.gc.ca>. Avril 2018
- Doneker, R. a. (2007). *CORMIX User Manual: A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters*. EPA-823-K-07-001, Dec.
- Edinger JE, Buchak EM. 1980. *Numerical hydrodynamics of estuaries*. In Hamilton P, Macdonald KB (eds), *Estuarine and Wetland Processes with Emphasis on Modelling*. Plenum Press, New York, NY, USA. pp 115-146
- Edinger JE, B. E. (1985). *Numerical waterbody dynamics and small computers*. Proceedings of ASCE 1985 Hydraulic Division Specialty Conference on Hydraulics and Hydrology in the Small Computer Age. American Society of Civil Engineers (ss. 705-710). Lake Buena Vista, FL, USA: In Waldrop WR (ed).
- Edinger JE, Buchak EM. (1995). *Numerical intermediate and far field dilution modelling*. *Water Air Soil Pollut.* 83:147-160.
- Edinger JE, Buchak EM, McGurk MD. (1994). *Analyzing larval distributions using hydrodynamic and transport modelling*. In Spaulding ML (ed), *Estuarine and Coastal Modelling III: Proceedings of the 3rd International Conference*. American Society of Civil Engineers. New York, NY, USA. pp 536-550.
- Edinger JE, Kolluru VS. (1999). *Implementation of vertical acceleration and dispersion terms in an otherwise hydrostatically approximated three-dimensional model*. In Spaulding ML, Butler HL (eds), *Proceedings of the 6th International Conference on Estuarine and Coastal Modelling*. New Orleans, LA, USA. pp 1019-1034.
- Edinger JE, Wu J, Buchak EM. (1997). *Hydrodynamic and Hydrothermal Analyses of the Once-through Cooling Water System at Hudson Generating Station*. Préparé pour Public Service Electric and Gas. Newark, NJ, USA.
- Environnement Canada (2018a). *Historical Climate Data*. <http://climate.weather.gc.ca>. Avril 2018
- Environnement Canada (2018b). *Water Level and Flow*. <https://wateroffice.ec.gc.ca/>. Avril 2018
- Falco (2018). Communications entre les spécialistes de Falco Resources et le personnel de Golder. Février à mai 2018.
- Golder (2015). *Cariboo-Springer Pit Phase 4 Water Management Plan (TSF 970 m Design) Report. Submitted to Mount Polley Mining Corporation*. Golder Doc. No. 1411734-094-R-Rev0-12000. 2 novembre 2015.
- Golder (2017a). *Horne 5 Feasibility Study - Climate analysis*. GAL001-1774165-TM-ClimateAnalysis-Rev0.

- Golder (2017b). *Horne 5 Feasibility Study – Geochemical Characterization of Tailings and Process Water*. GAL025-1774164-TailsGeochem-Rev0, 14p.
- Golder (2017c). *Surface Tailings Management Facility Design Report*. Report 028-1774165-3100-4000-Rev0, 39p.
- Golder (2017d). *Horne 5 pyrite floatation tailings and pyrite concentrate tailings pipeline design – Horne 5 feasibility study*. Report GAL029-1774165-4300-FAL-H5-0015-RA-RevB, 33p.
- Heaps, N. S.; & J.E., J. (1987). *Vertical Profiles of Wind-induced Current*. Institute of Oceanographic Sciences.
- Kolluru VS, Buchak EM, Edinger JE. (1998). *Integrated model to simulate the transport and fate of mine tailings in deep waters*. In Balkema AA (ed), *Proceedings of the Tailings and Mine Waste '98 Conference*. Fort Collins, CO, USA.
- Kolluru VS, Buchak EM, Wu J. (1999). *Use of membrane boundaries to simulate fixed and floating structures in GLLVHT*. In Spaulding ML, Butler HL (eds), *Proceedings of the 6th International Conference on Estuarine and Coastal Modelling*. New Orleans, LA, USA. pp 485-500.
- Kolluru VS, E. J. (2003). *Hydrodynamic modelling of coastal LNG cooling water discharge*. *J Energy Eng*, 129:16-31.
- Kolluru VS, Fichera MJ. (2003). *Development and application of combined 1-D and 3-D modelling system for TMDL studies*. In Spaulding ML (ed), *Proceedings of the 8th International Conference on Estuarine and Coastal Modelling*. American Society of Civil Engineers. Monterey, CA, USA. pp 108-127.
- Kolluru VS, Edinger JE, Buchak EM, Brinkmann P. (2003). *Hydrodynamic modelling of coastal LNG cooling water discharge*. *J Energy Eng* 129:16-31.
- Lenormand, F., Duguay, C.R., et Gauthier, R. (2002). *Canadian Ice Database*. Laboratoire de télédétection et de modélisation des environnements froids, Centre d'études nordiques, Département de géographie, Université Laval, Québec, QC.
- MDDELCC (2012). *La directive 019 pour l'industrie minière*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.
- MDDELCC (2016). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Direction de l'eau potable et des eaux souterraines. Guide d'interprétation du Règlement sur la qualité de l'eau potable, Direction de l'eau potable et des eaux souterraines. Guide d'interprétation du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. 127 pages. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/reglement/guide_interpretation_RQEP.pdf,
- MDDELCC (2017). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Critères de qualité des eaux de surface pour la protection de la vie aquatique (effet chronique et aigu)*. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp
- MDDELCC (2018). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Quebec Surface Water Criteria for Recreational Activities and the Appearance*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.

- Parkhurst, D. a. (1999). 1999. *User's Guide to PHREEQC (Version 2) – A Computer Program for Speciation Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations*. U.S. Geologic Survey, Water Resources Investigations Report 99-4359.
- PCIC (Pacific Climate Impacts Consortium) (2016). *BC Station Data – PCDS*. Disponible à <http://tools.pacificclimate.org/dataportal/pcds/map/>. Accès au 12 mai 2016. Station #: 47091 (Lee's Hill).
- Stefan, H. G. (1993). *Stream temperature estimation from air temperature*. AWRA Journal of the American Water Resources Association 29.1, 27-45.
- US Army Engineer Waterways Experiment Station (1986). *CE-QUAL-W2: A Numerical Two-Dimensional, Laterally Averaged Model of Hydrodynamics and Water Quality; User's Manual*. Defence Technical Information Center. Washington, DC, USA.
- Ville Rouyn-Noranda (2018). Communication électronique de *Stéphane Lacombe (Ville de Rouyn-Noranda) à Sylvain Doire (Falco)*. 18 avril 2018.
- WSP (2017). *Étude d'impact sur l'environnement - Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec*. Dossier: 3211-16-018. Préparé pour Ressources Falco.

ANNEXE A

**Information importante et limitations
de ce rapport**

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

À moins d'avis contraire, les interprétations, commentaires et les recommandations présentés dans ce rapport ont été formulés, conformément à la portée de l'expertise. Ces mêmes interprétations, commentaires et recommandations ont été formulés en tenant compte des limitations générales décrites sur cette page de même qu'à la lumière de nos connaissances concernant l'utilisation courante et/ou prévue du site, l'emplacement du site, les règlements, normes et critères environnementaux en vigueur ainsi que les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude.

Golder doit se fier en toute bonne foi à la véracité des renseignements fournis par les personnes contactées et interrogées au cours de l'exécution de ce mandat. À moins qu'il ne soit démontré qu'elle a été négligente, Golder ne pourra pas être tenue responsable des dommages, quels qu'ils soient, qui seraient la conséquence directe ou indirecte, de déclarations fausses ou mensongères, de réticence ou de non divulgation d'une information pertinente par les personnes interrogées. Les références aux lois ou aux règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

ÉVALUATION DES CONDITIONS DU SITE

L'expertise technique effectuée par Golder et décrite dans ce rapport a été réalisée conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de sa réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides.

Dans le cadre de ce mandat, Golder n'a pas réalisé de prise de mesures, d'arpentage, d'inventaire détaillé de sol, des cours d'eau ou des plaines d'inondations sur le site à l'étude ou dans ses environs.

ANNEXE B

Résultats du modèle GEMSS –
Séries temporelles

Table of Contents

1.0 AT WATER TREATMENT PLANT INTAKE LOCATION..... 1

1.1 Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline..... 1

1.2 Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline..... 5

1.3 Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines 8

1.4 Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline..... 13

1.5 Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline..... 17

1.6 Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines 21

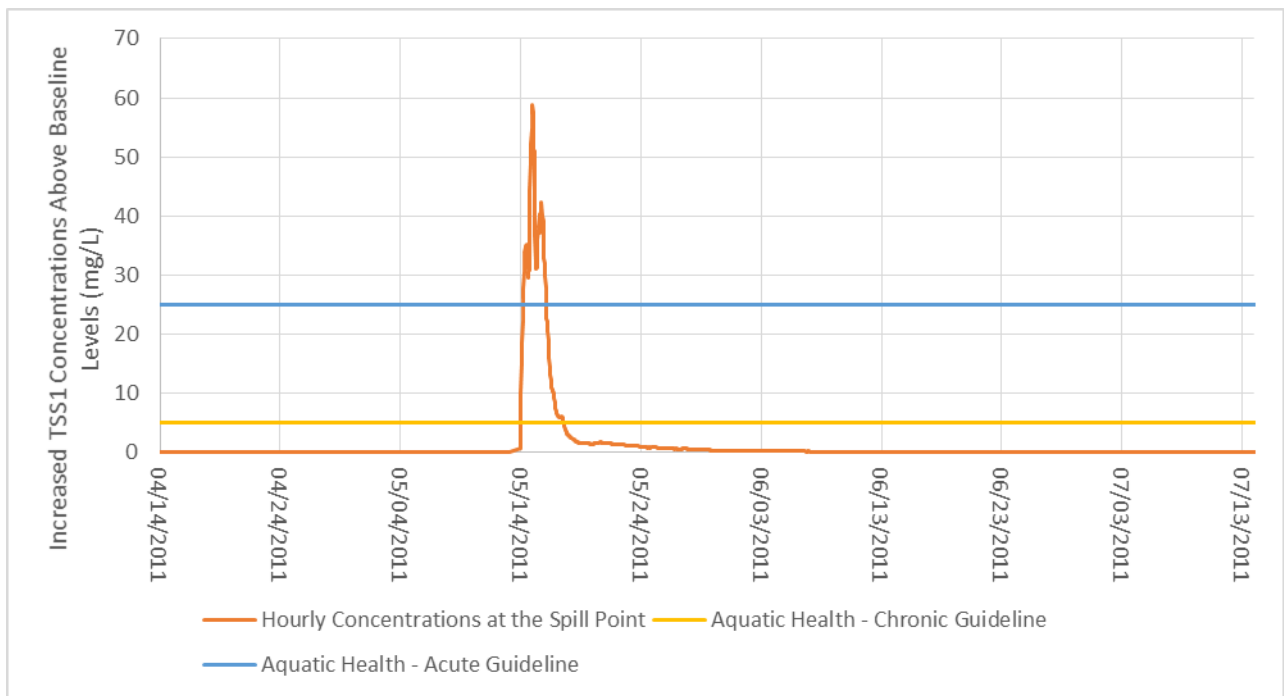
1.7 Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline 24

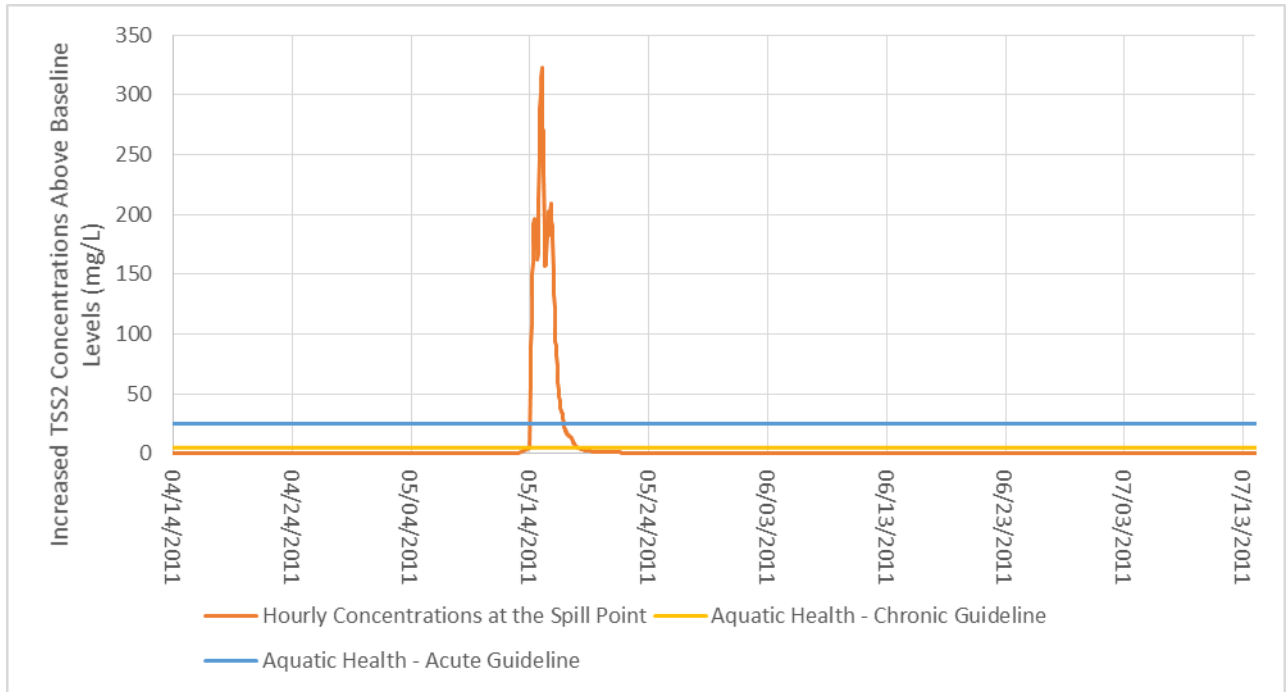
1.8 Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline 28

1.9 Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines..... 33

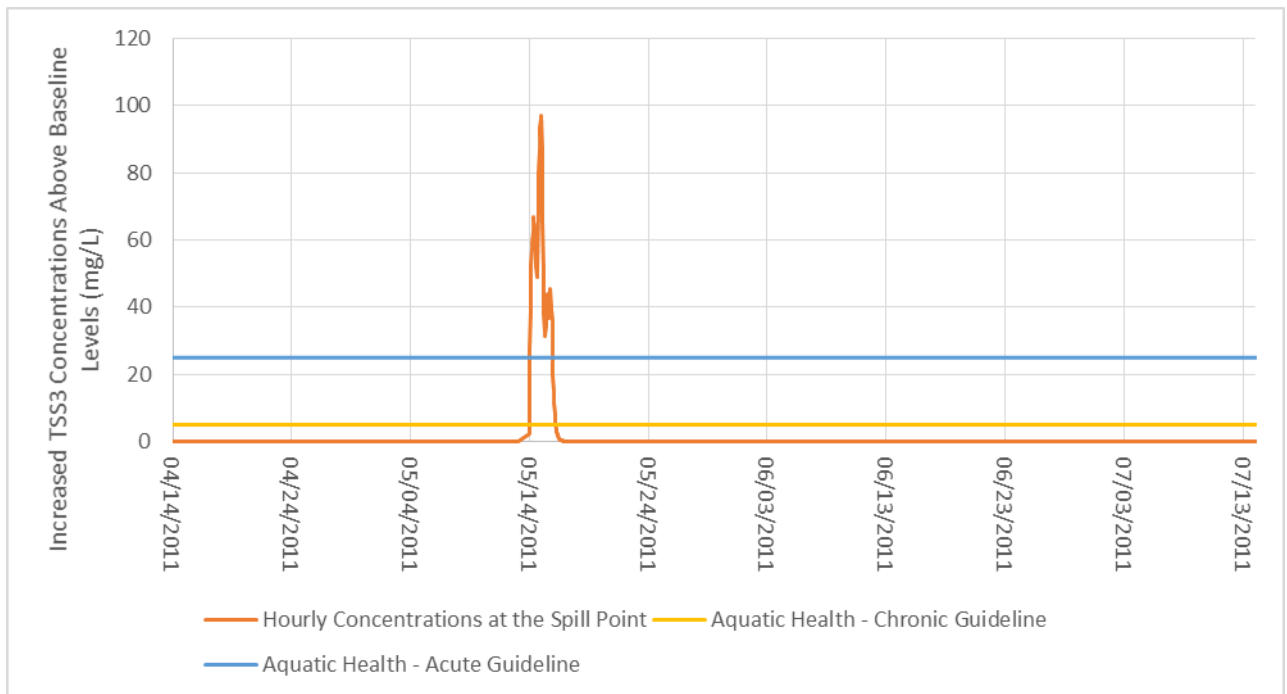
2.0 AT SPILL LOCATION..... 37

2.1 Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline..... 37





42



42

2.2 Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline..... 43

2.3 Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines 46

2.4 Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline..... 51

2.5 Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline..... 57

2.6	Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines	61
2.7	Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline	68
2.8	Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline	73
2.9	Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines	77

Figures

Figure A-1:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	1
Figure A-2:	Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	1
Figure A-3:	Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	2
Figure A-4:	Predicted Copper Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	2
Figure A-5:	Predicted Lead Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	3
Figure A-6:	Predicted Tracer Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	3
Figure A-7:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	4
Figure A-8:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	4
Figure A-9:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	5
Figure A-10:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	5
Figure A-11:	Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	6
Figure A-12:	Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	6
Figure A-13:	Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	7
Figure A-14:	Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	7
Figure A-15:	Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	8
Figure A-16:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	8

Figure A-17:	Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	9
Figure A-18:	Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	9
Figure A-19:	Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	10
Figure A-20:	Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	10
Figure A-21:	Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	11
Figure A-22:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	11
Figure A-23:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	12
Figure A-24:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	12
Figure A-25:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	13
Figure A-26:	Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	13
Figure A-27:	Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	14
Figure A-28:	Predicted Copper Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	14
Figure A-29:	Predicted Lead Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	15
Figure A-30:	Predicted Tracer Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	15
Figure A-31:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	16
Figure A-32:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	16
Figure A-33:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	17
Figure A-34:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	17
Figure A-35:	Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	18
Figure A-36:	Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	18
Figure A-37:	Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	19

Figure A-38:	Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	19
Figure A-39:	Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	20
Figure A-40:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	21
Figure A-41:	Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	21
Figure A-42:	Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	22
Figure A-43:	Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	22
Figure A-44:	Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	23
Figure A-45:	Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	23
Figure A-46:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	24
Figure A-47:	Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	24
Figure A-48:	Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	25
Figure A-49:	Predicted Copper Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	25
Figure A-50:	Predicted Lead Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	26
Figure A-51:	Predicted Tracer Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	26
Figure A-52:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	27
Figure A-53:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	27
Figure A-54:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	28
Figure A-55:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	28
Figure A-56:	Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	29
Figure A-57:	Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	29
Figure A-58:	Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	30

Figure A-59:	Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	30
Figure A-60:	Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location	31
Figure A-61:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	31
Figure A-62:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	32
Figure A-63:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location.....	32
Figure A-64:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location.....	33
Figure A-65:	Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	33
Figure A-66:	Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	34
Figure A-67:	Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	34
Figure A-68:	Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	35
Figure A-69:	Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location	35
Figure A-70:	Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location.....	36
Figure A-71:	Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location.....	36
Figure A-72:	Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location.....	37
Figure A-73:	Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	38
Figure A-74:	Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	38
Figure A-75:	Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	38
Figure A-76:	Predicted Copper Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	39
Figure A-77:	Predicted Lead Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	39
Figure A-78:	Predicted Zinc Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	40
Figure A-79:	Predicted Tracer Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	40

Figure A-80: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	41
Figure A-81: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	42
Figure A-82: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	42
Figure A-83: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	43
Figure A-84: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	43
Figure A-85: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	44
Figure A-86: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	44
Figure A-87: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	45
Figure A-88: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	45
Figure A-89: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	46
Figure A-90: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	46
Figure A-91: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	47
Figure A-92: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	47
Figure A-93: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	48
Figure A-94: Predicted Silver Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	48
Figure A-95: Predicted Zinc Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	49
Figure A-96: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	49
Figure A-97: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	50
Figure A-98: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	50
Figure A-99: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	51
Figure A-100: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	52

Figure A-101: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	52
Figure A-102: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	52
Figure A-103: Predicted Copper Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	53
Figure A-104: Predicted Iron Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	53
Figure A-105: Predicted Lead Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	54
Figure A-106: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	54
Figure A-107: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	55
Figure A-108: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	55
Figure A-109: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	56
Figure A-110: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	56
Figure A-111: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	57
Figure A-112: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	57
Figure A-113: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	58
Figure A-114: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	58
Figure A-115: Predicted Iron Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	59
Figure A-116: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	59
Figure A-117: Predicted Silver Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	60
Figure A-118: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	60
Figure A-119: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	61
Figure A-120: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	61
Figure A-121: Predicted Ammonia Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	62

Figure A-122: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	62
Figure A-123: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	63
Figure A-124: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	63
Figure A-125: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	64
Figure A-126: Predicted Selenium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	64
Figure A-127: Predicted Silver Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	65
Figure A-128: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	65
Figure A-129: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	66
Figure A-130: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	66
Figure A-131: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	67
Figure A-132: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	67
Figure A-133: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	68
Figure A-134: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	68
Figure A-135: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	69
Figure A-136: Predicted Copper Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	69
Figure A-137: Predicted Iron Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	70
Figure A-138: Predicted Lead Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	70
Figure A-139: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	71
Figure A-140: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	71
Figure A-141: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	72
Figure A-142: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location	72

Figure A-143: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location.....	73
Figure A-144: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	73
Figure A-145: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	74
Figure A-146: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	74
Figure A-147: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	75
Figure A-148: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	75
Figure A-149: Predicted Silver Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	76
Figure A-150: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	76
Figure A-151: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location	77
Figure A-152: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	77
Figure A-153: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	78
Figure A-154: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	78
Figure A-155: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	79
Figure A-156: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	79
Figure A-157: Predicted Silver Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	80
Figure A-158: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	80
Figure A-159: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location	81
Figure A-160: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	81
Figure A-161: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	82
Figure A-162: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location.....	82

1.0 AT WATER TREATMENT PLANT INTAKE LOCATION

1.1 Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

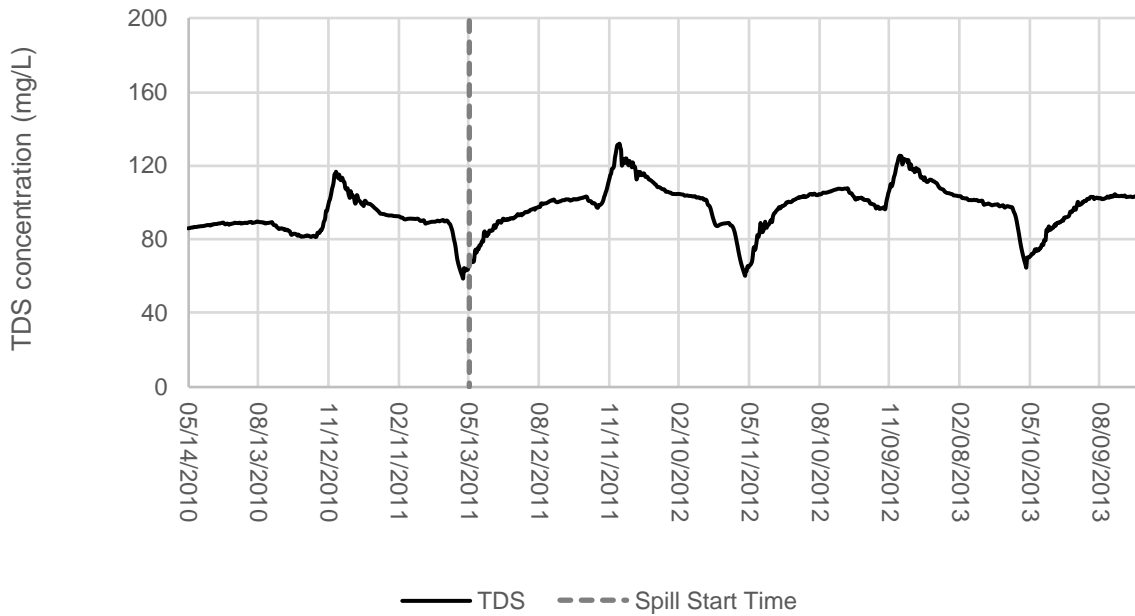


Figure A-1: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

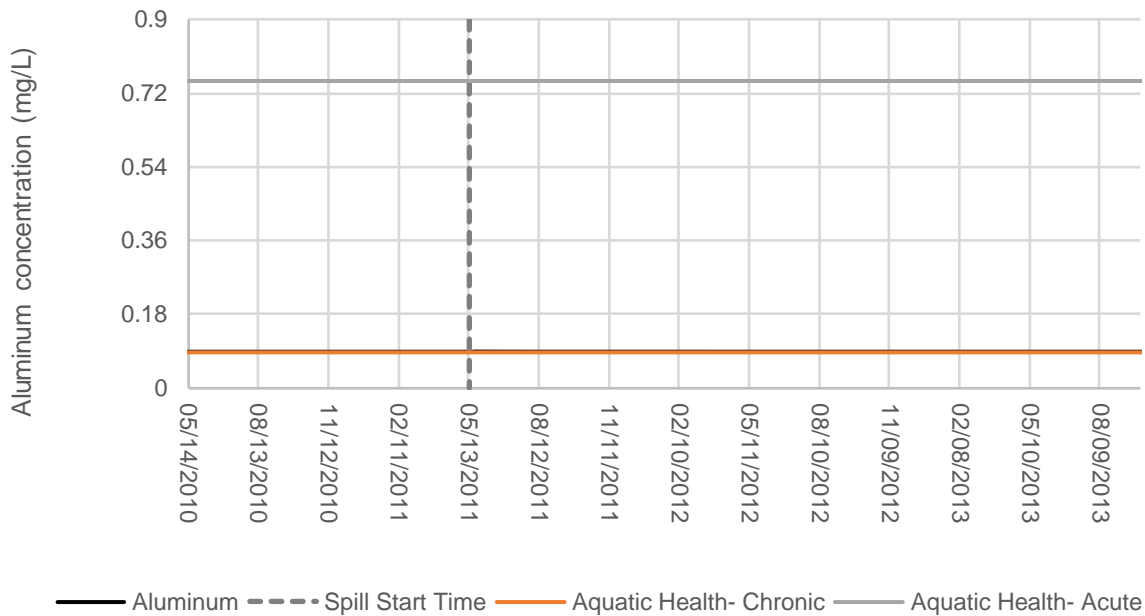


Figure A-2: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

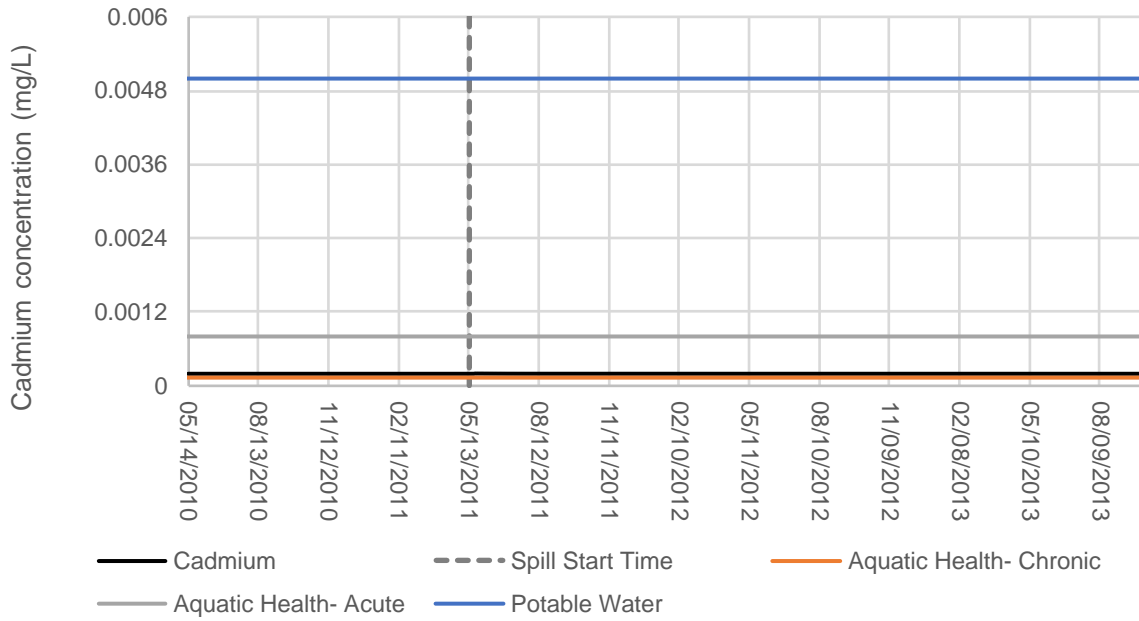


Figure A-3: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

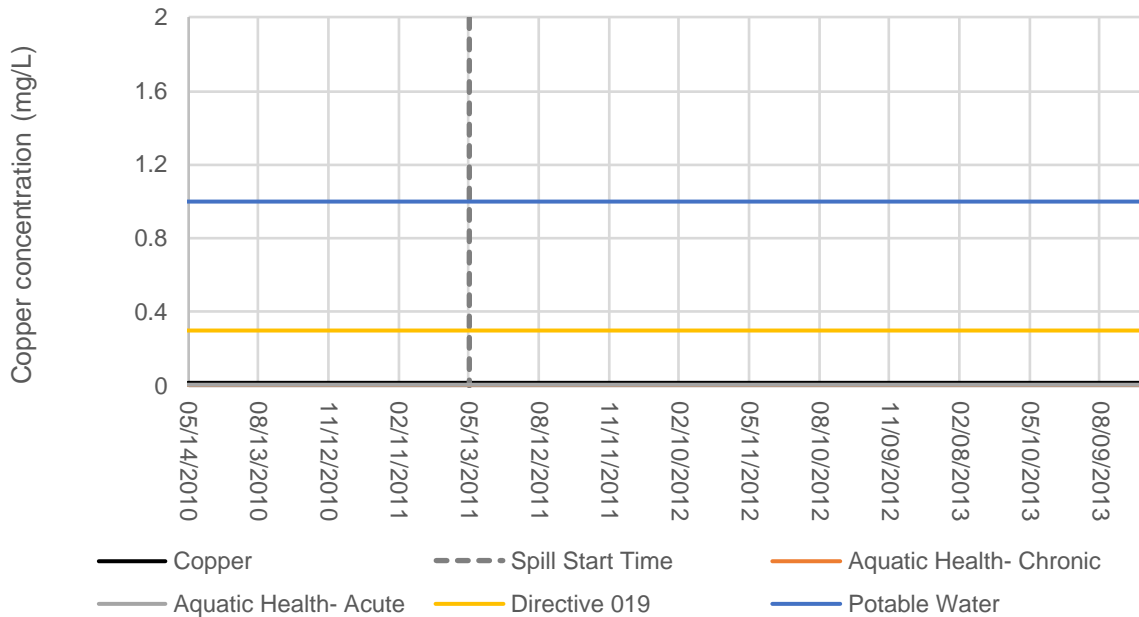


Figure A-4: Predicted Copper Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

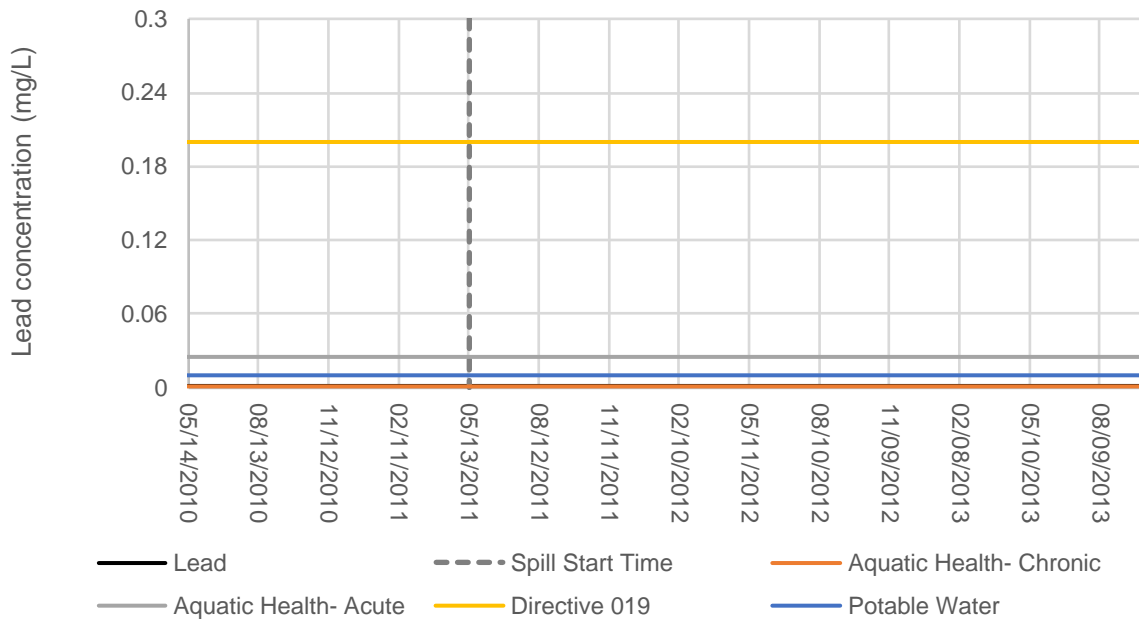


Figure A-5: Predicted Lead Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

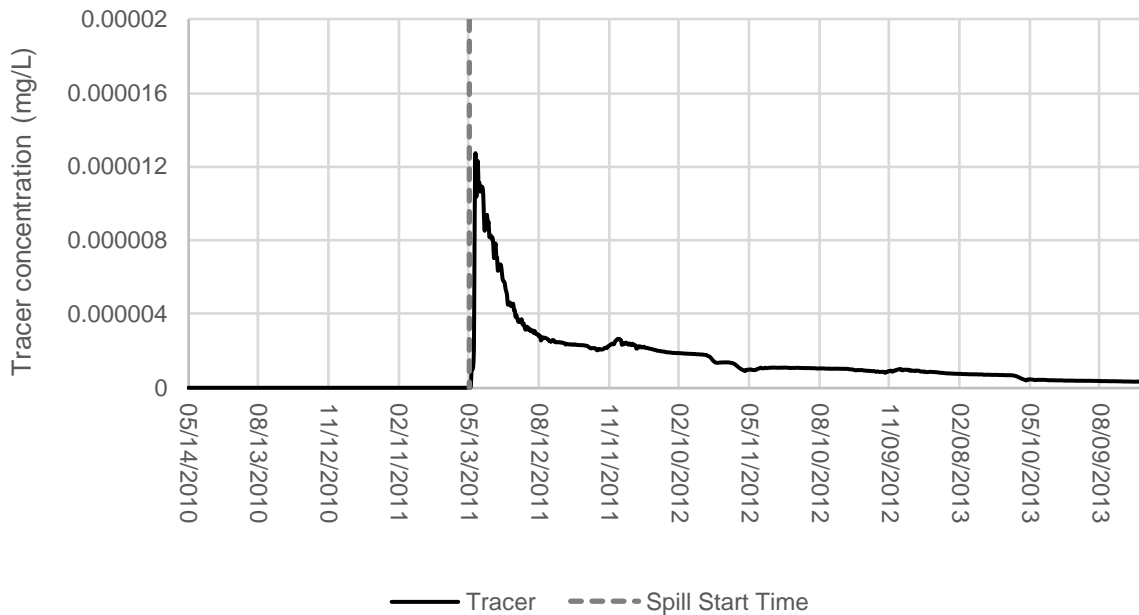


Figure A-6: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

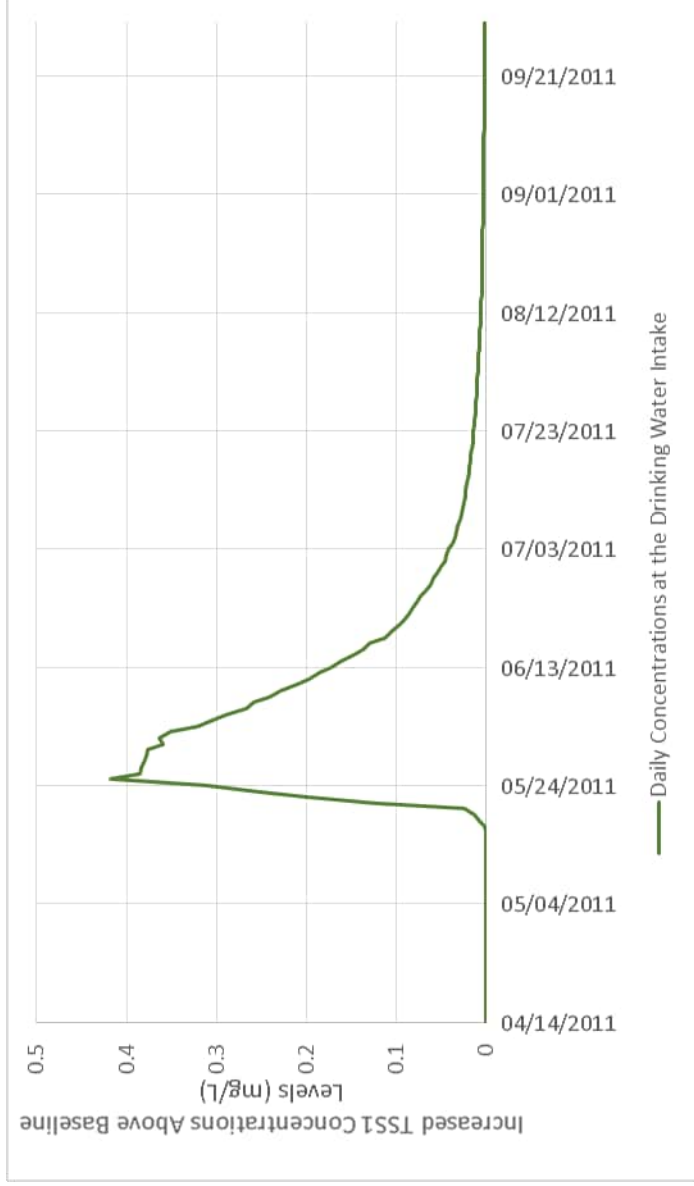


Figure A-7: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

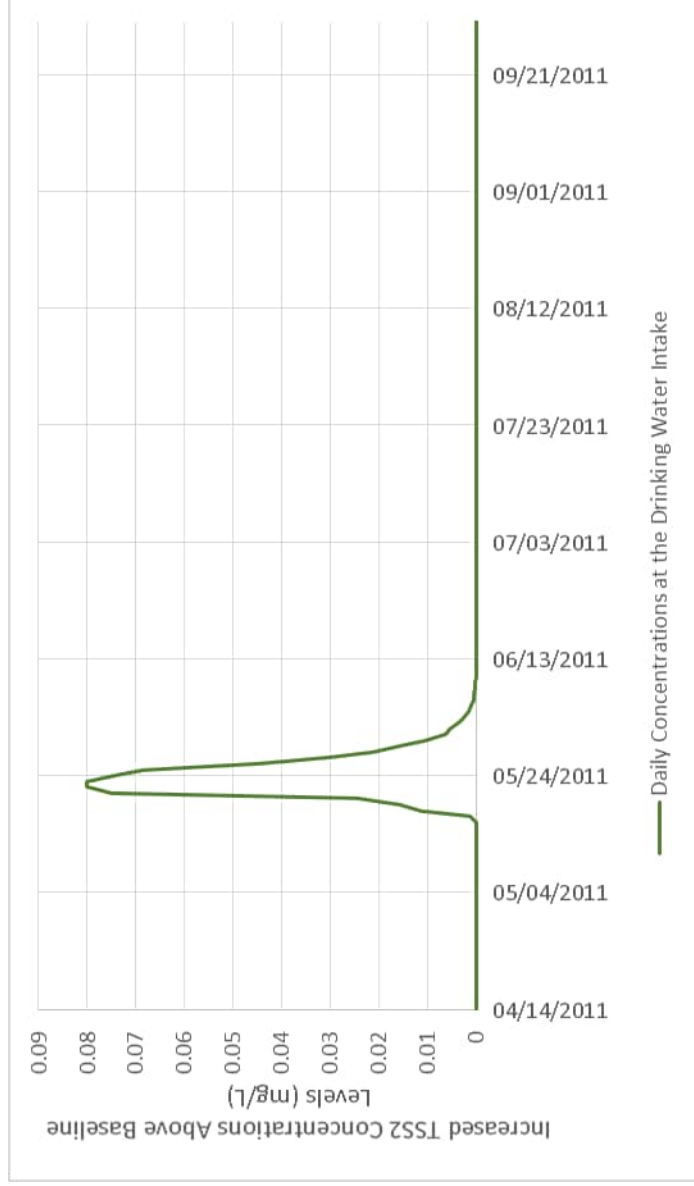


Figure A-8: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

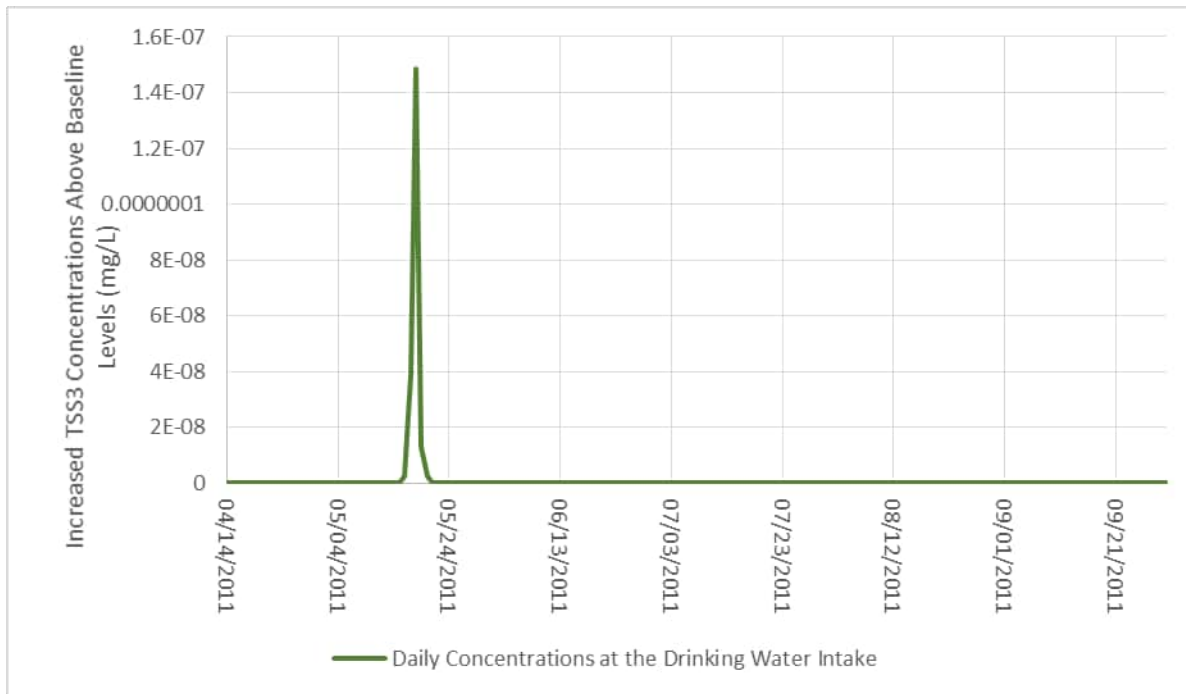


Figure A-9: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

1.2 Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline

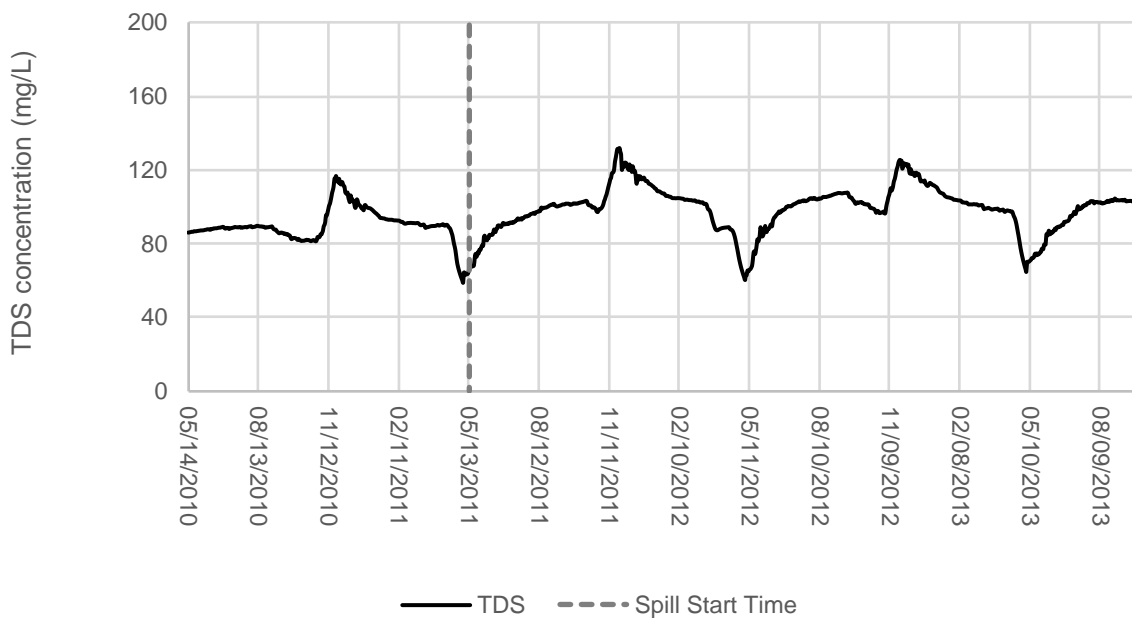


Figure A-10: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

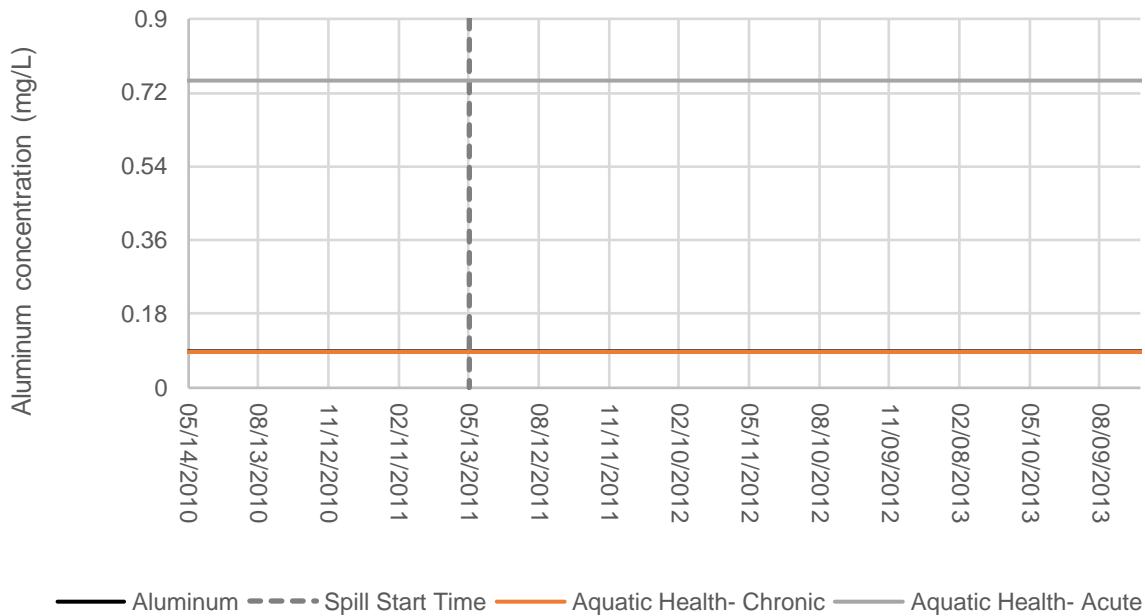


Figure A-11: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

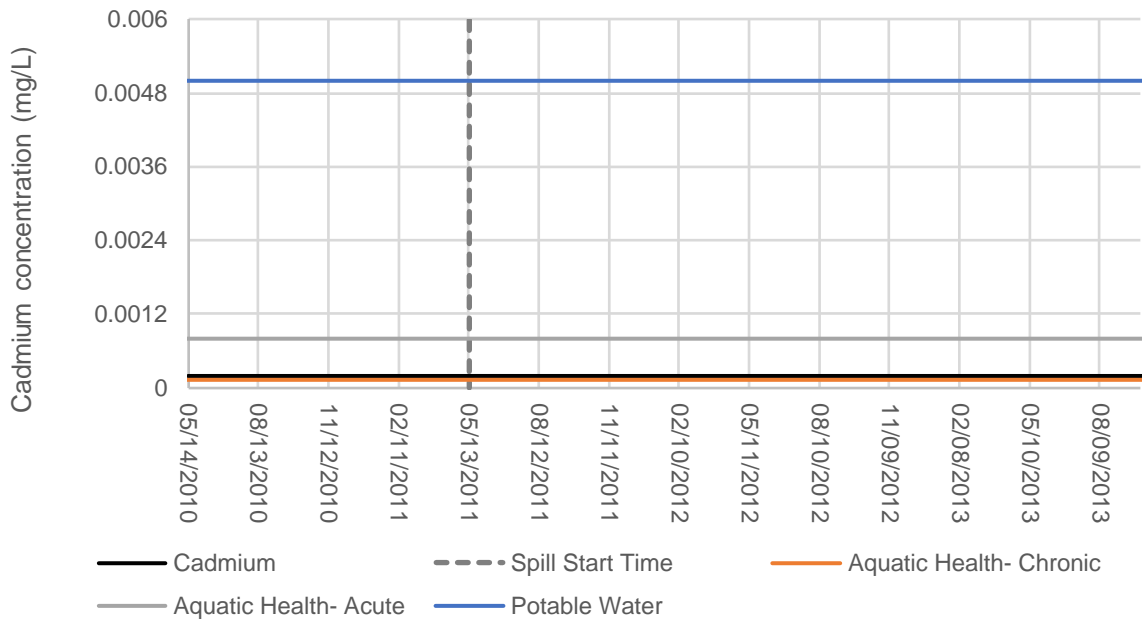


Figure A-12: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

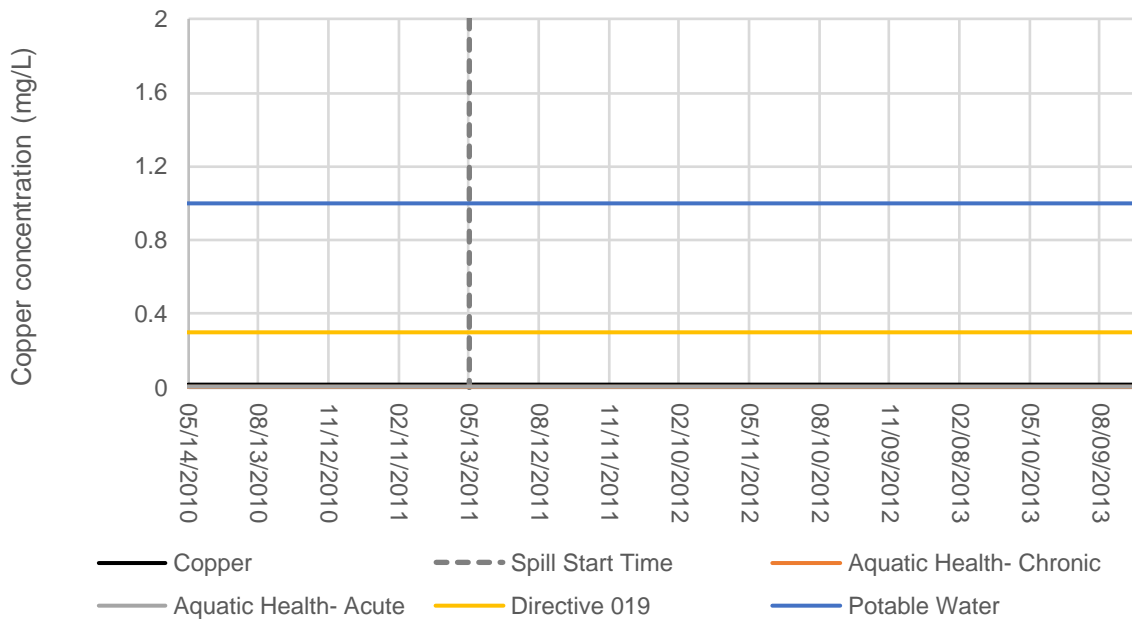


Figure A-7: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

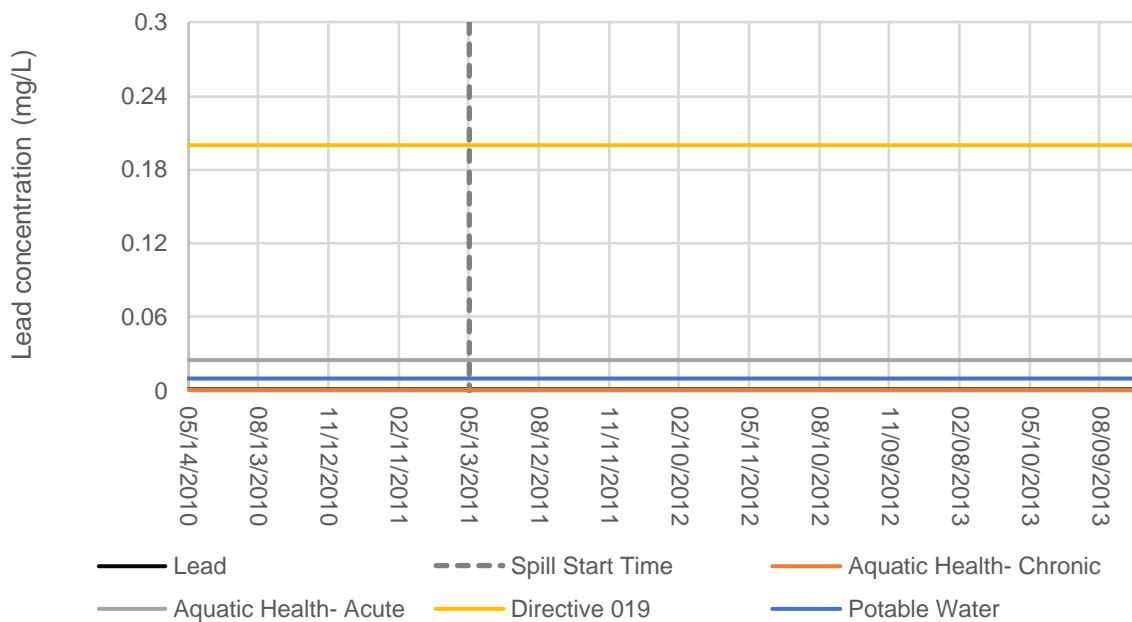


Figure A-14: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

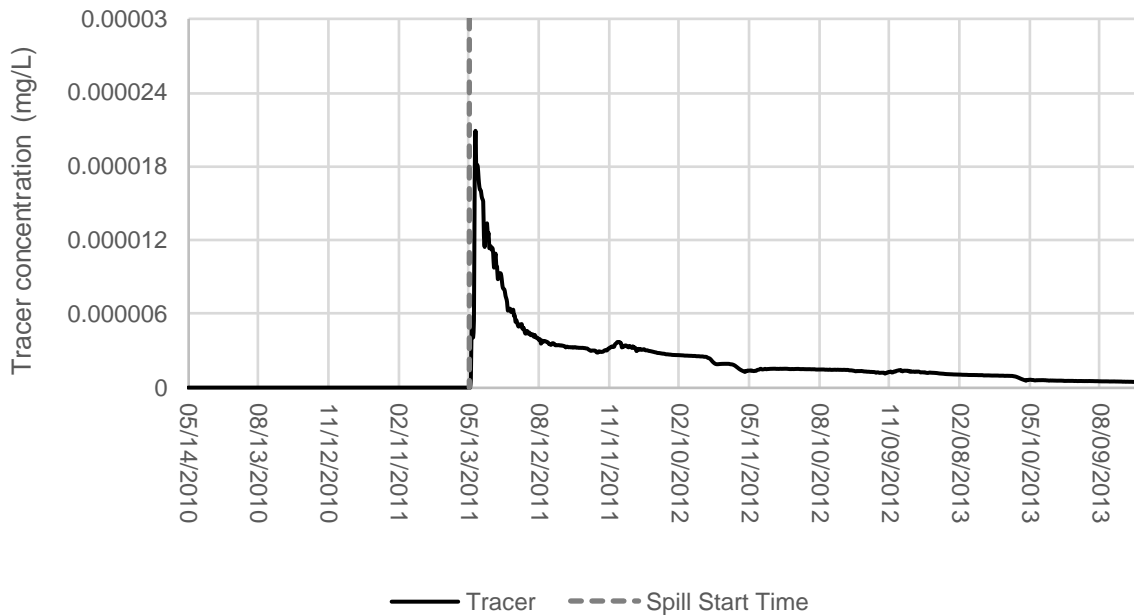


Figure A-15: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

1.3 Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines

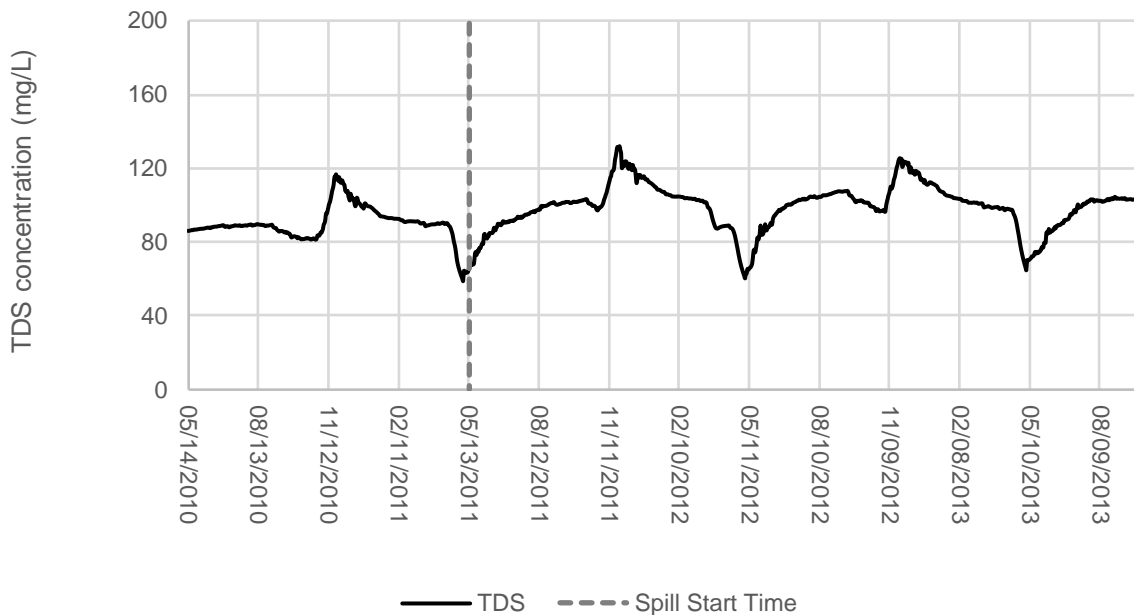


Figure A-16: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

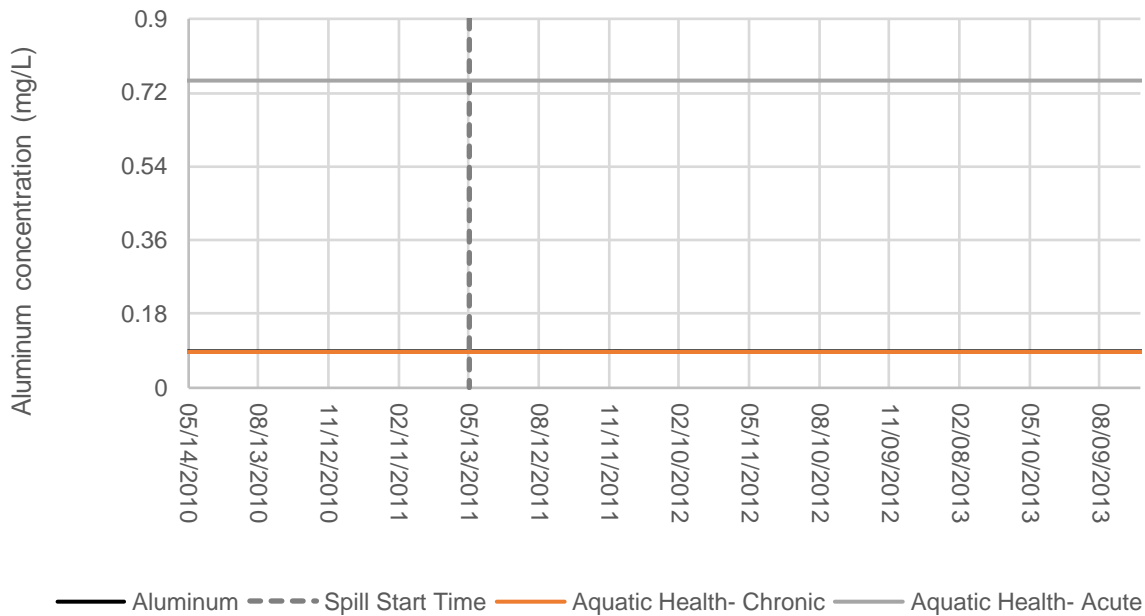


Figure A-17: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

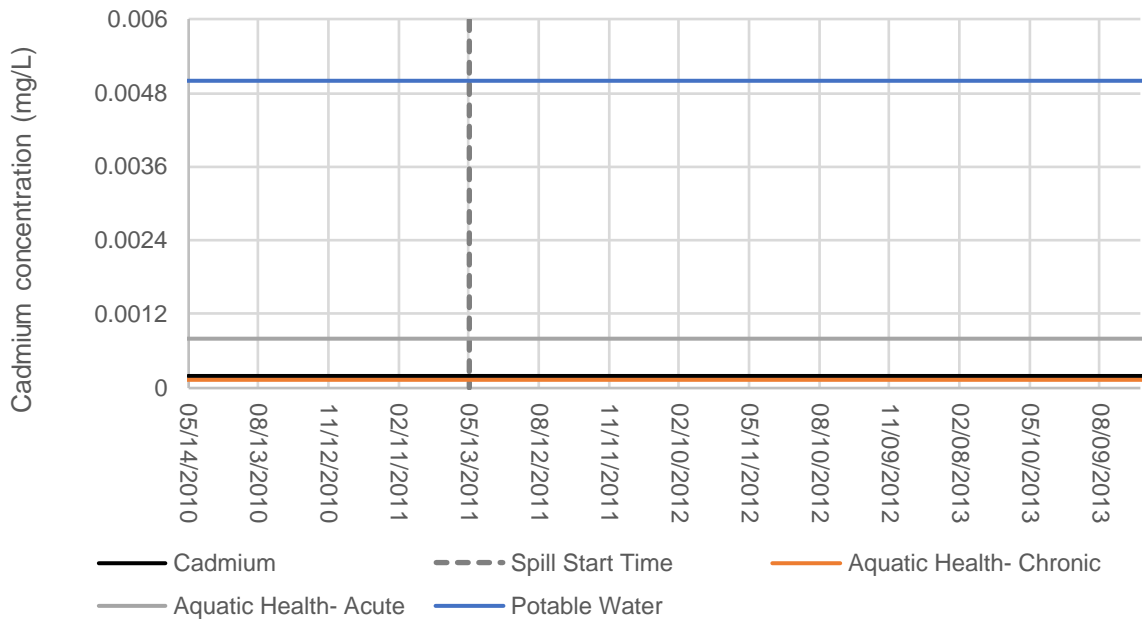


Figure A-18: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

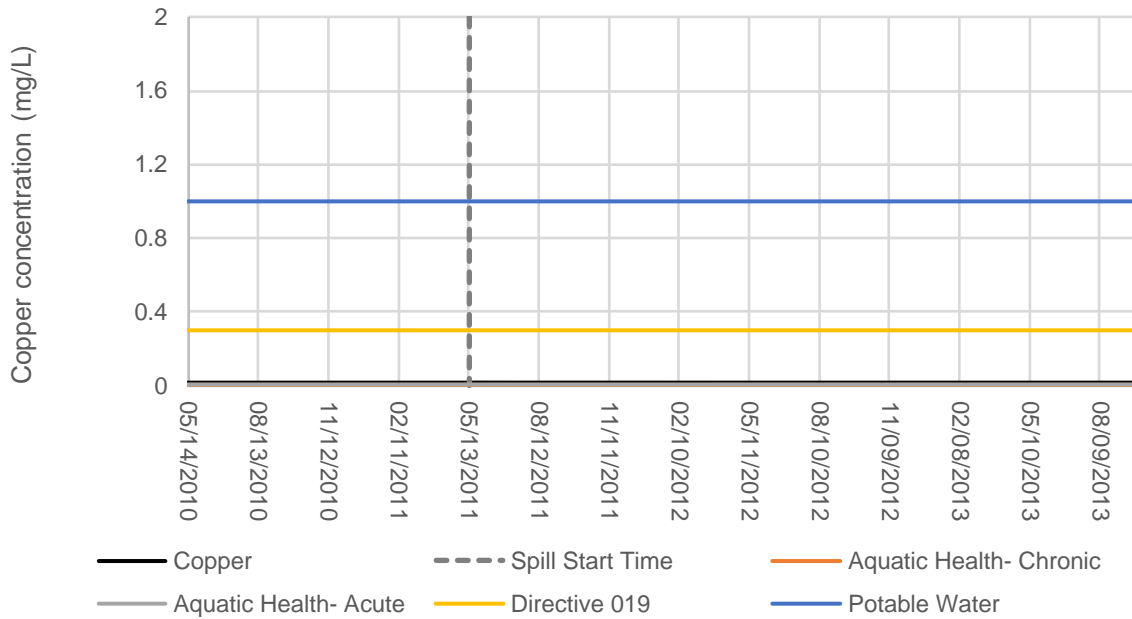


Figure A-19: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

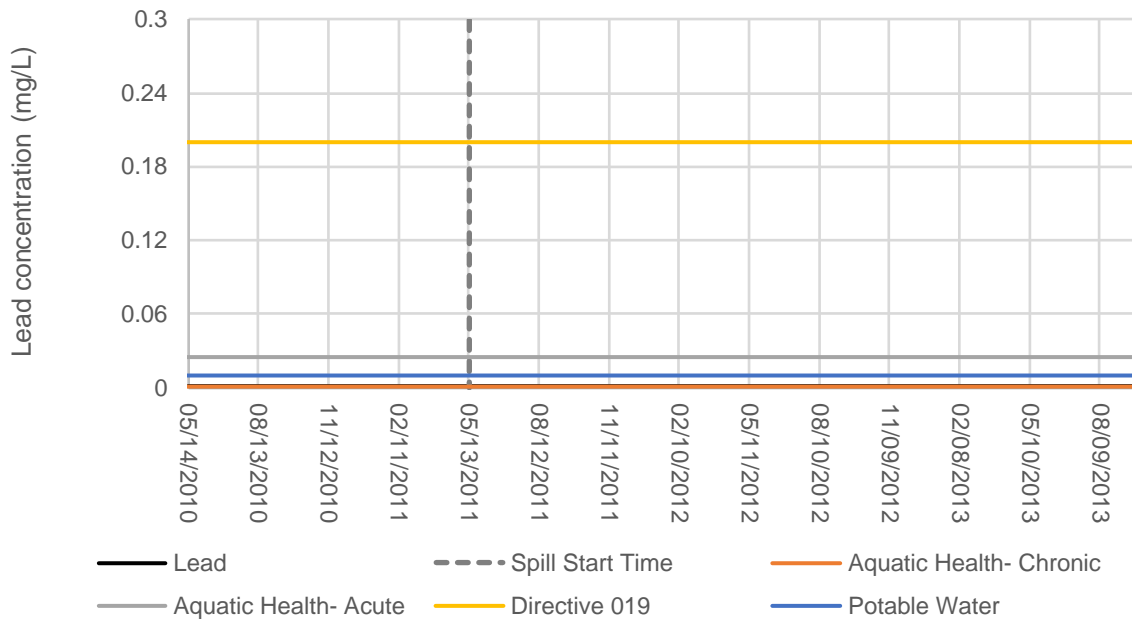


Figure A-20: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

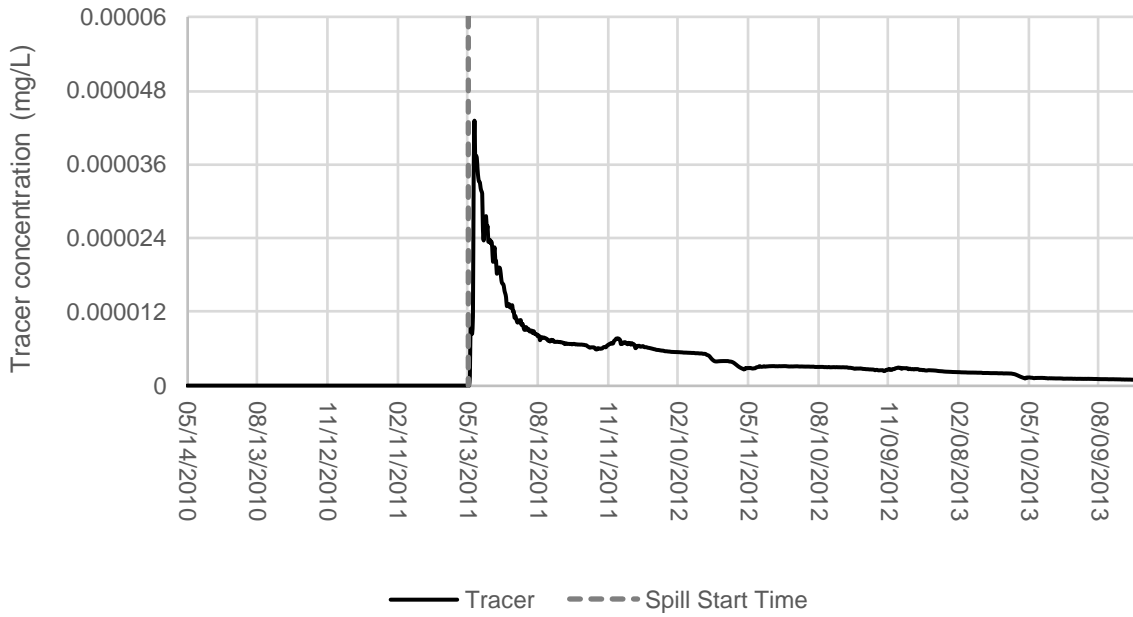


Figure A-21: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

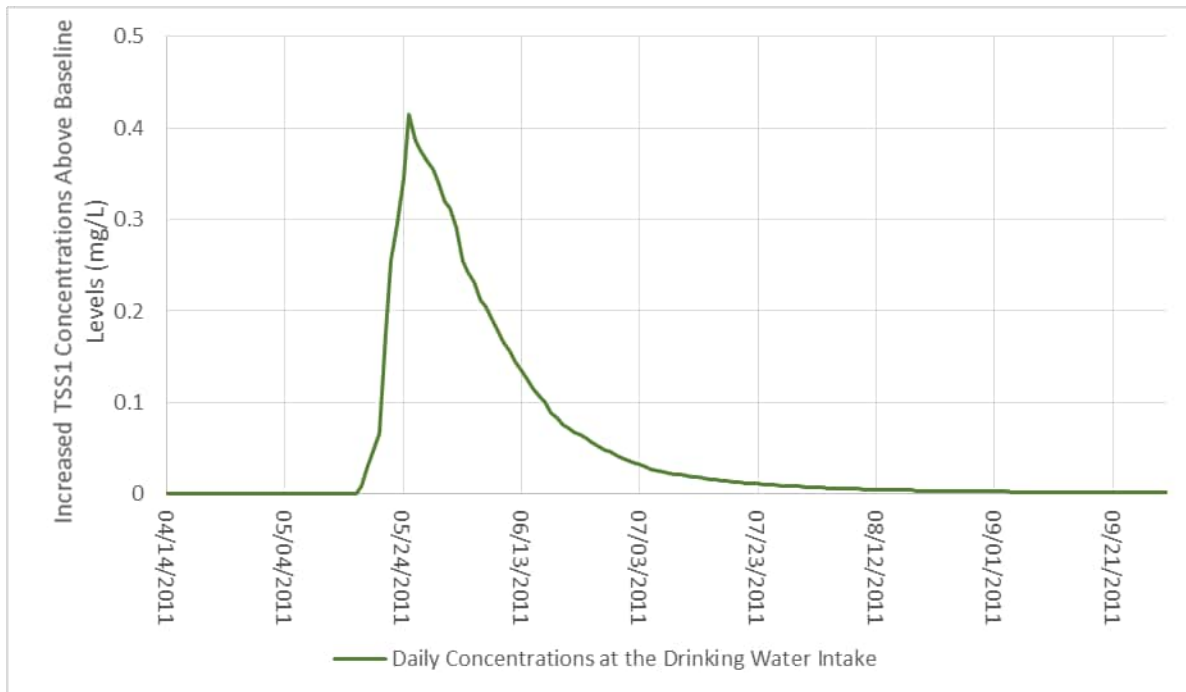


Figure A-22: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

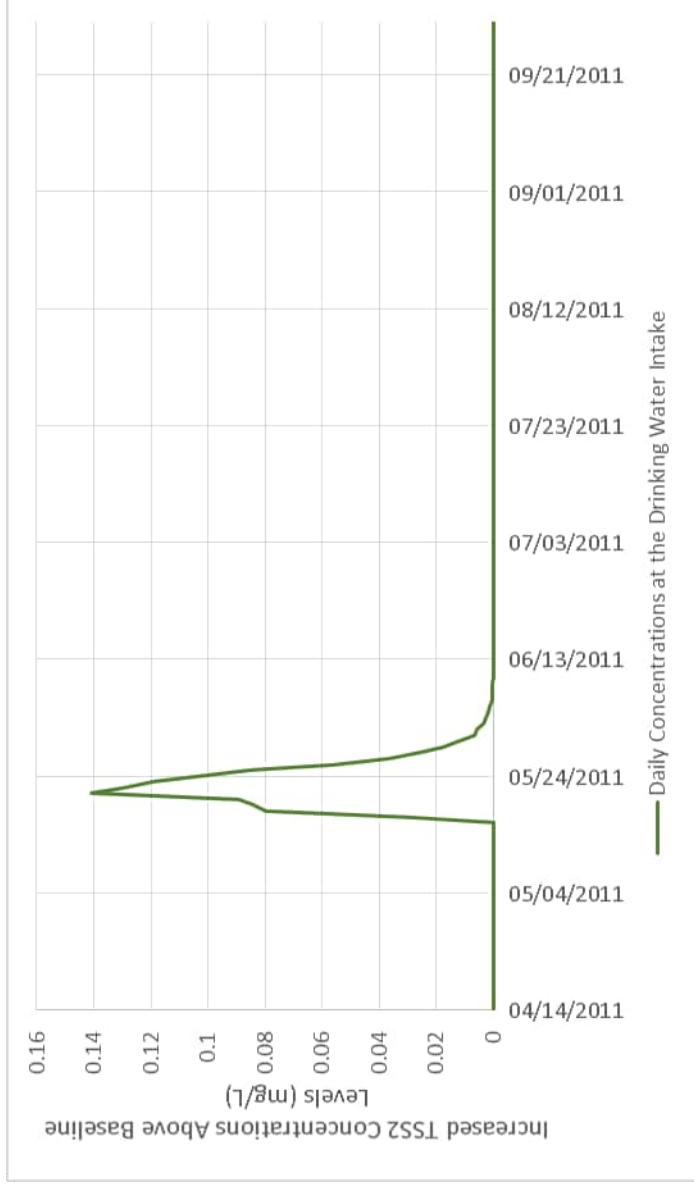


Figure A-23: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

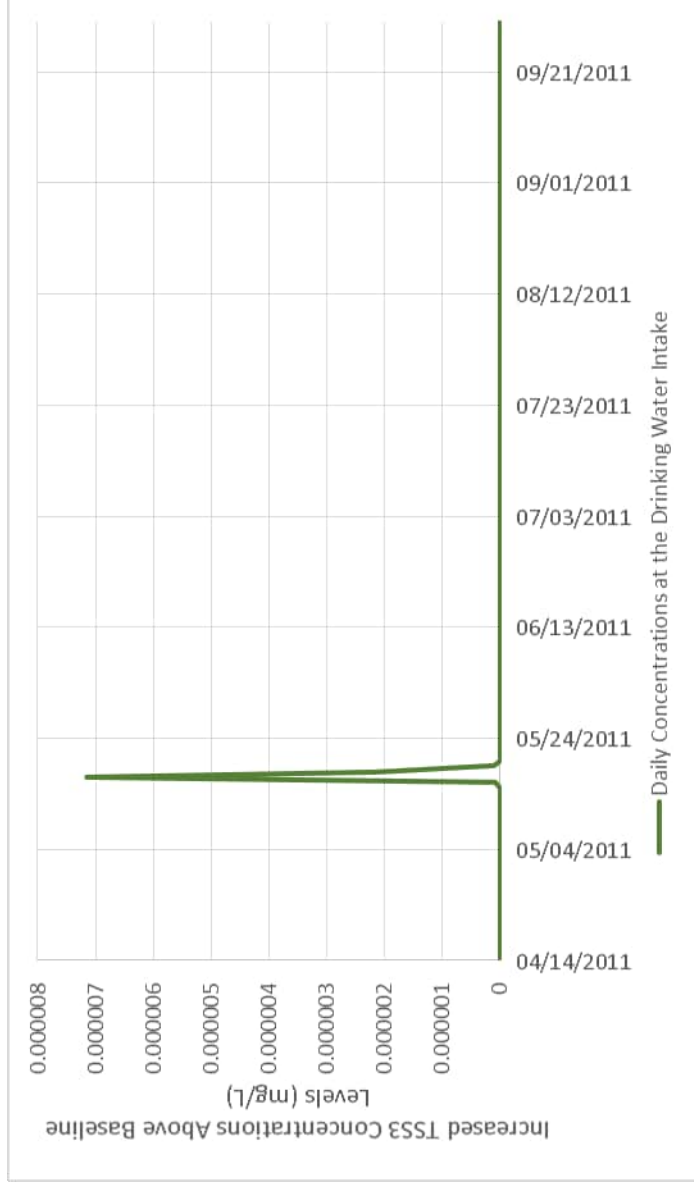


Figure A-24: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

1.4 Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

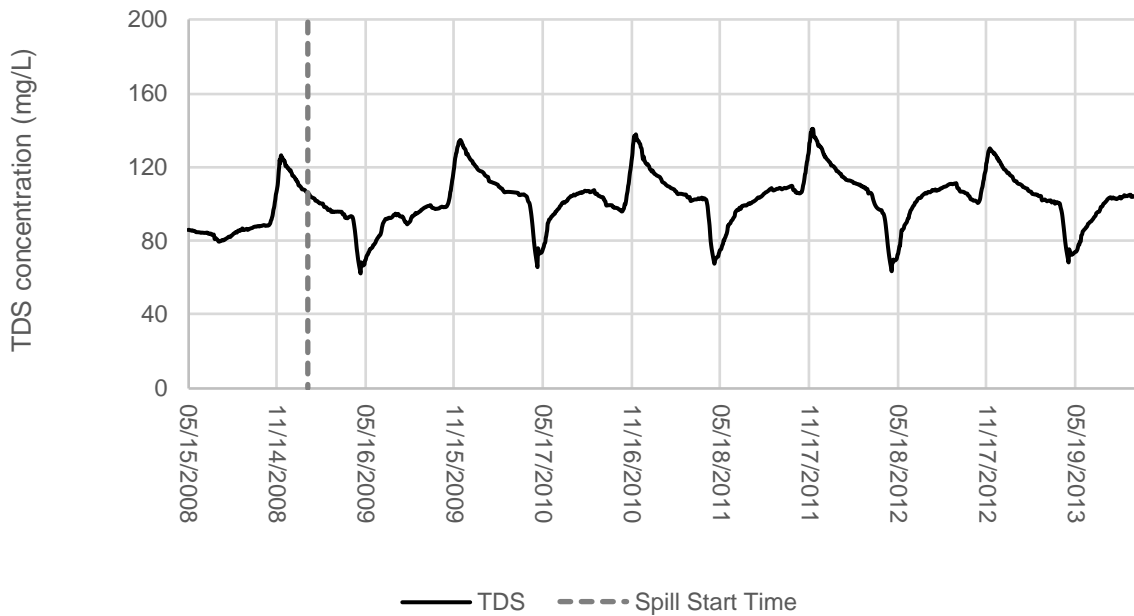


Figure A-25: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

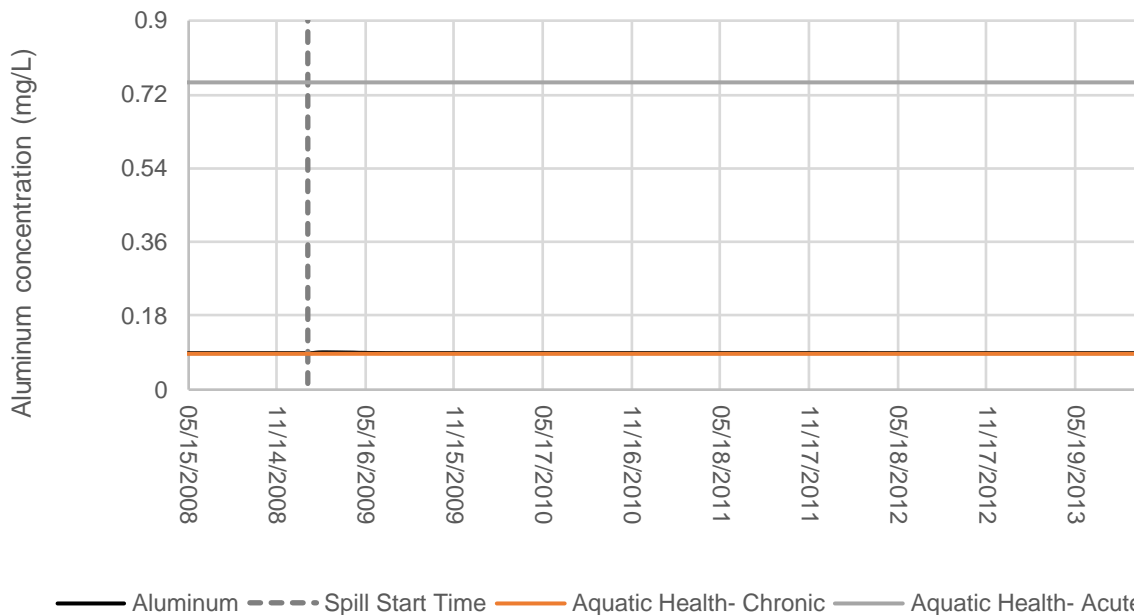


Figure A-26: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

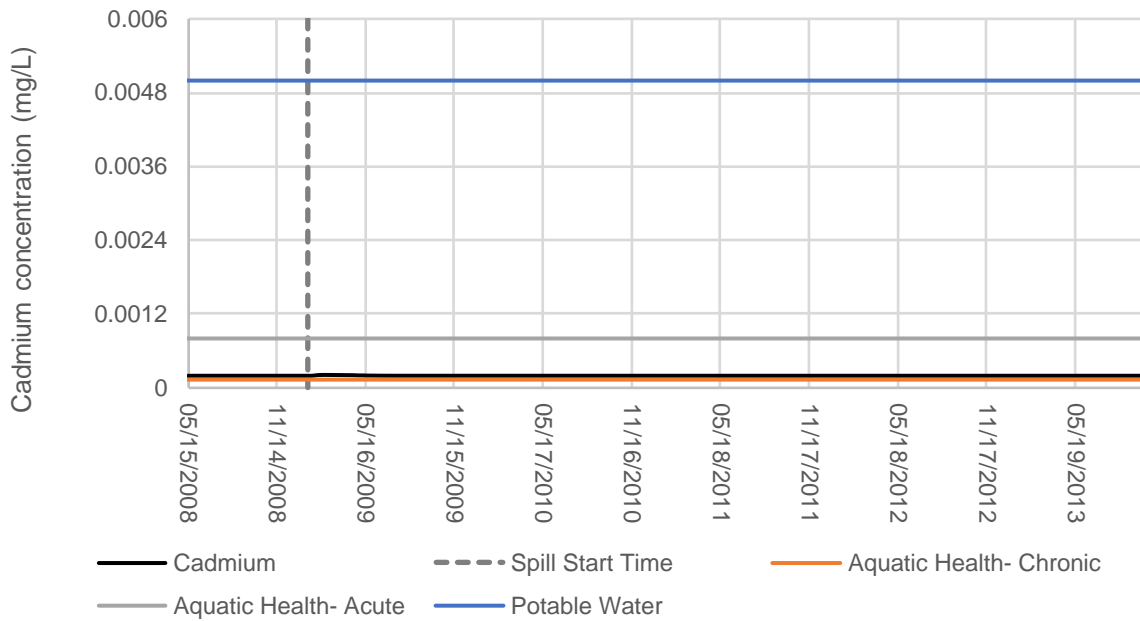


Figure A-27: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

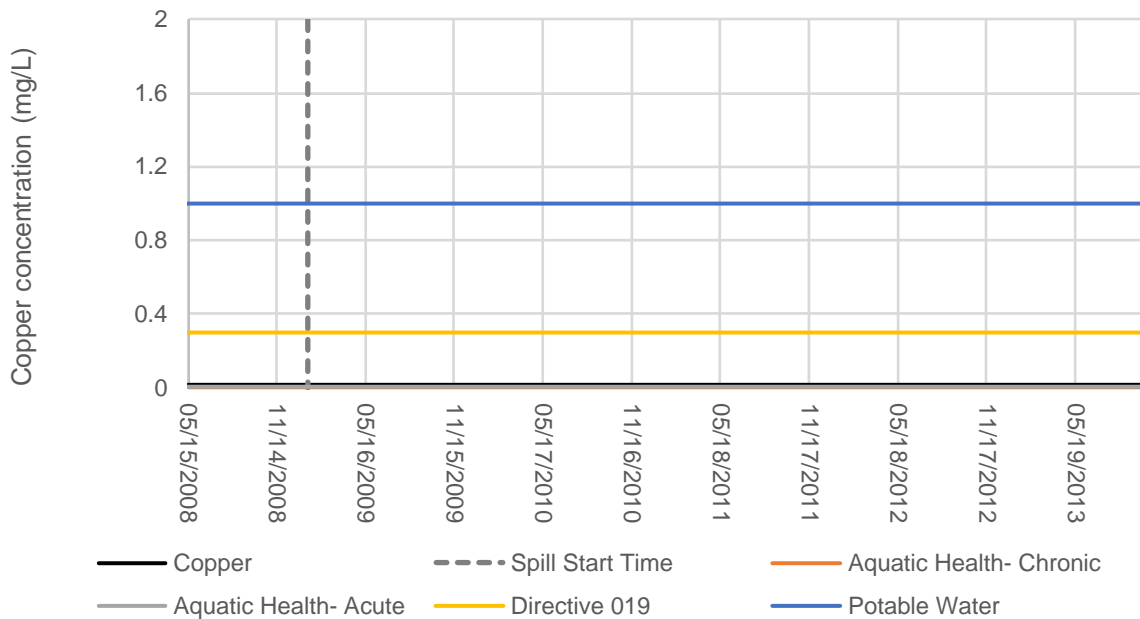


Figure A-28: Predicted Copper Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

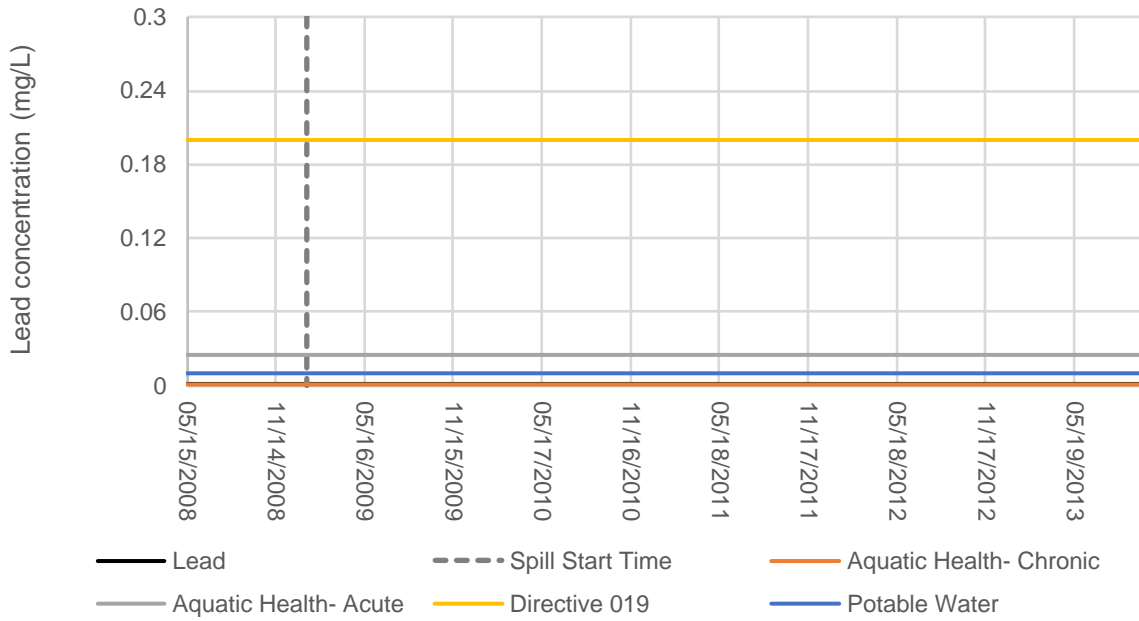


Figure A-29: Predicted Lead Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

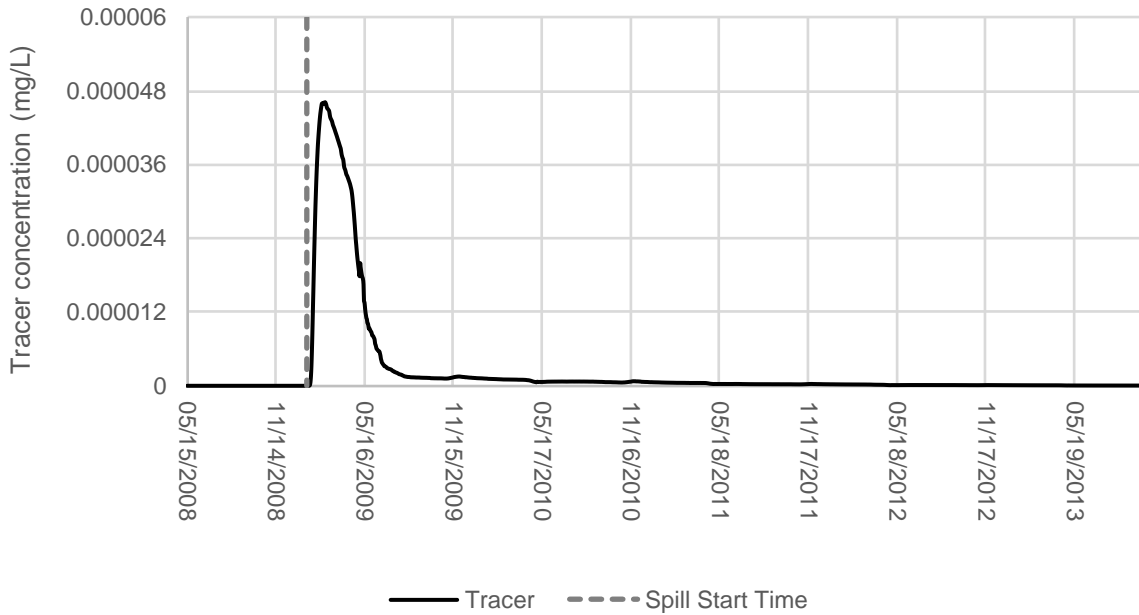


Figure A-30: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

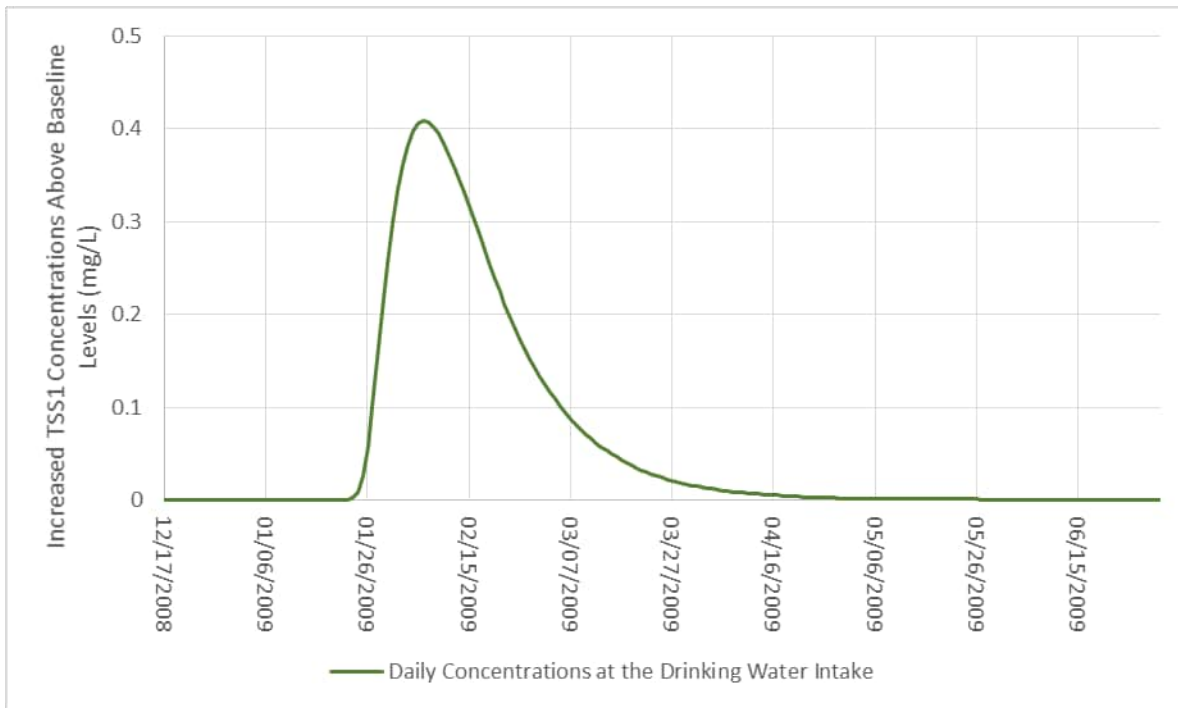


Figure A-31: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

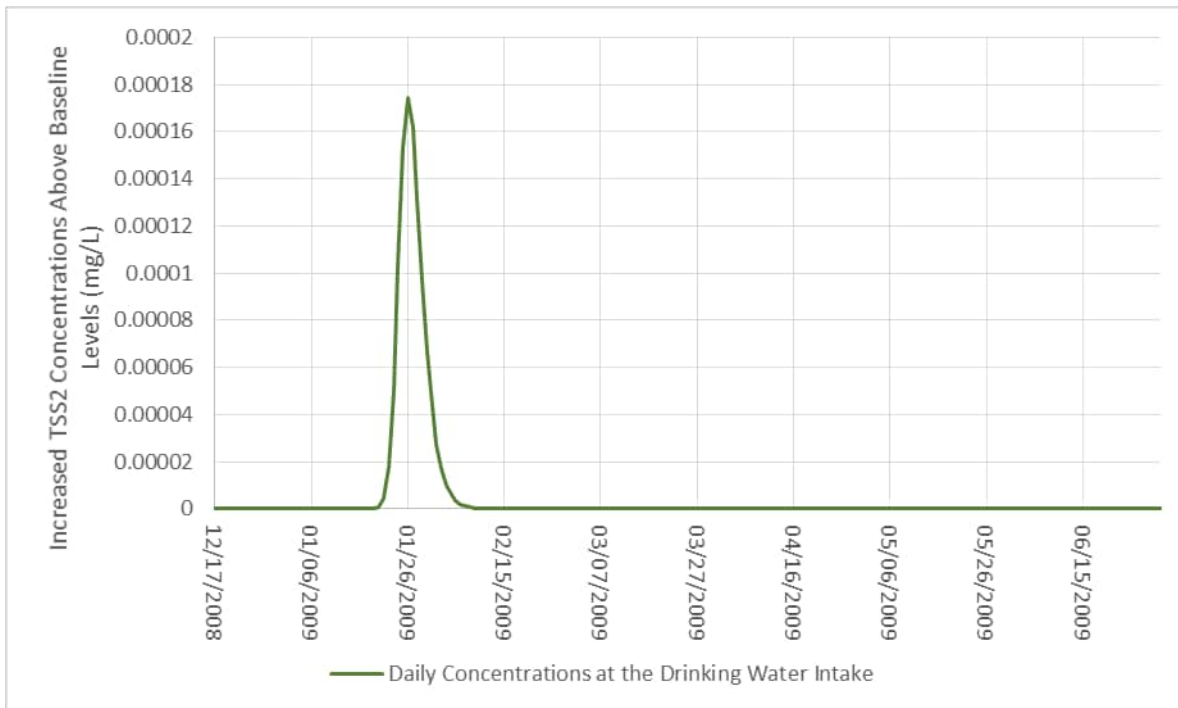


Figure A-32: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

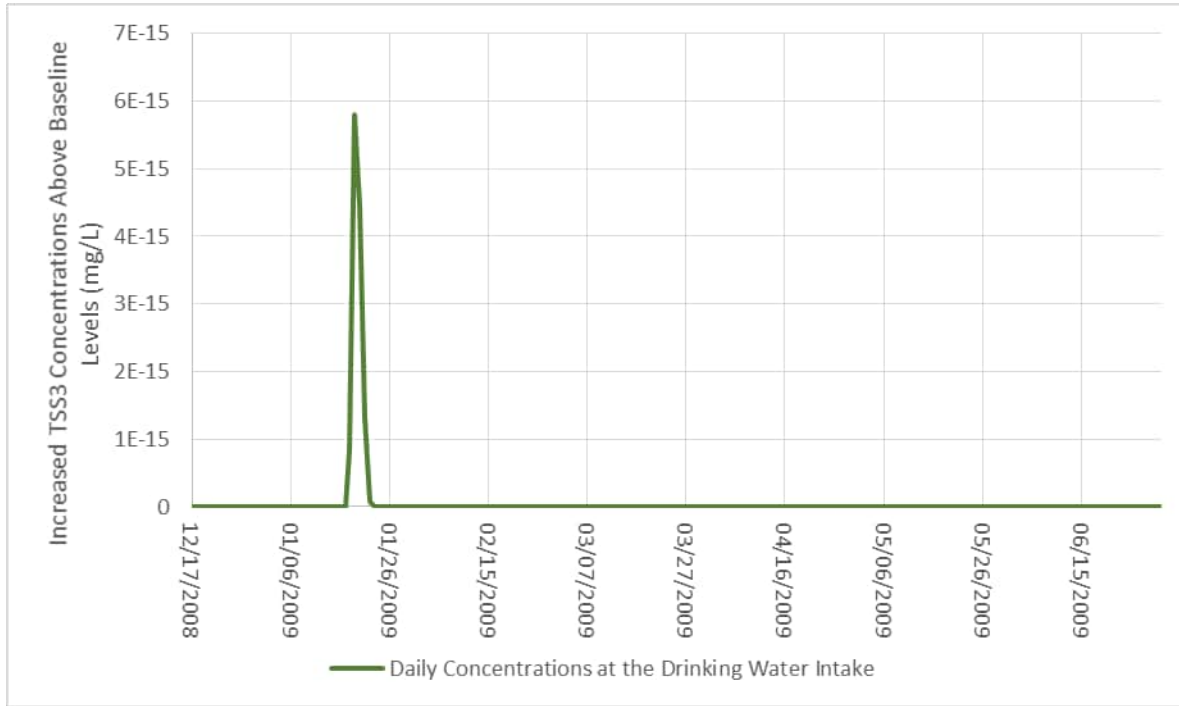


Figure A-33: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

1.5 Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline

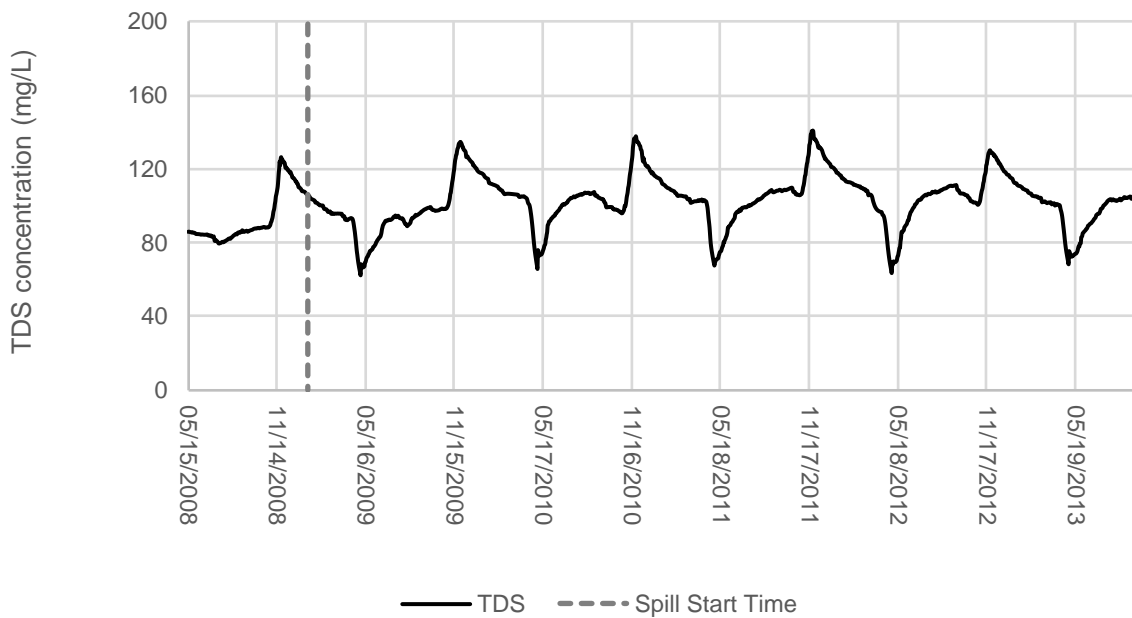


Figure A-34: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

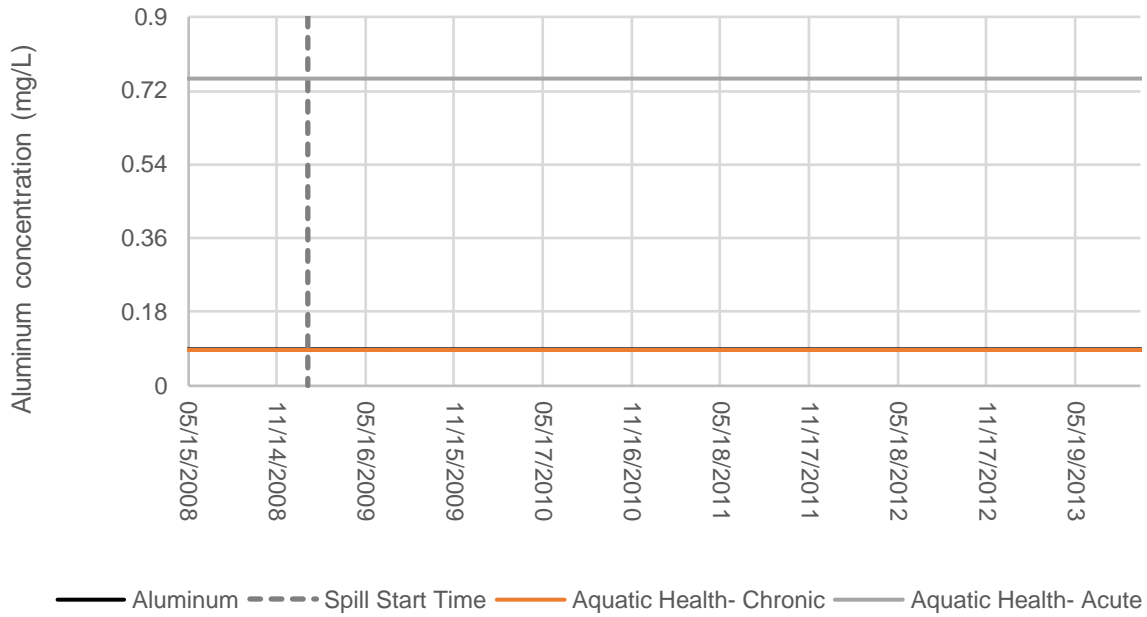


Figure A-35: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

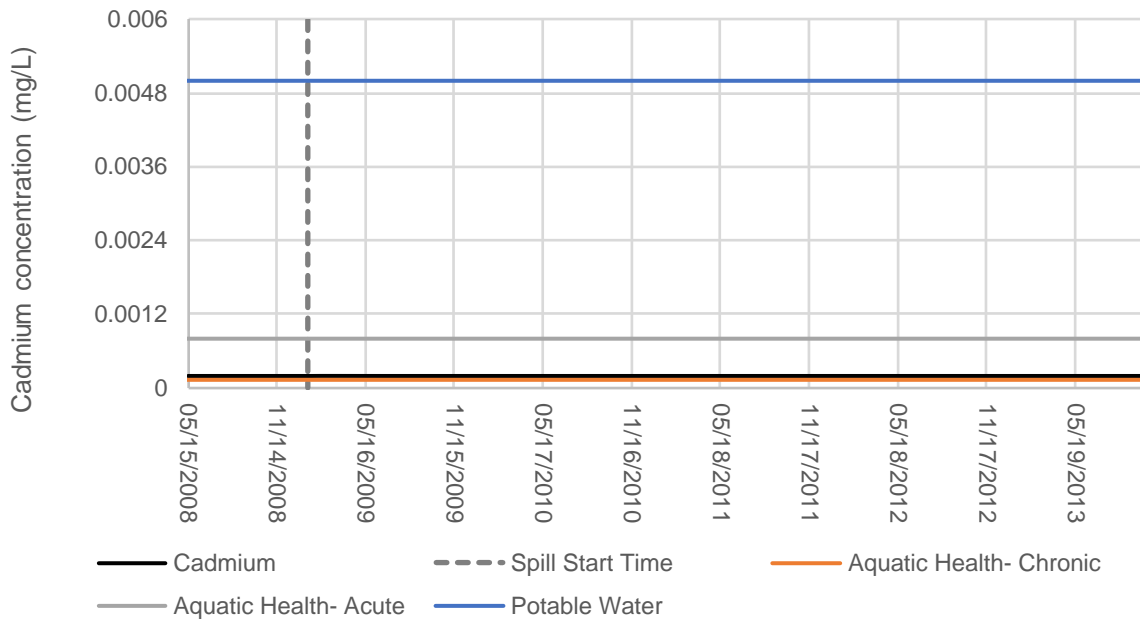


Figure A-36: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

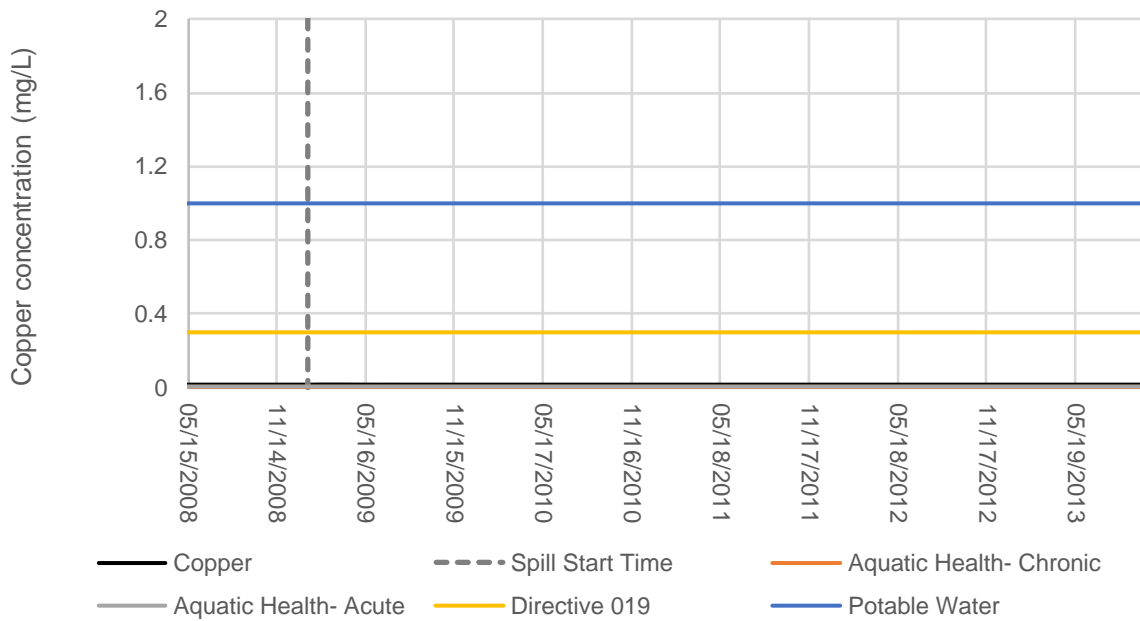


Figure A-37: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

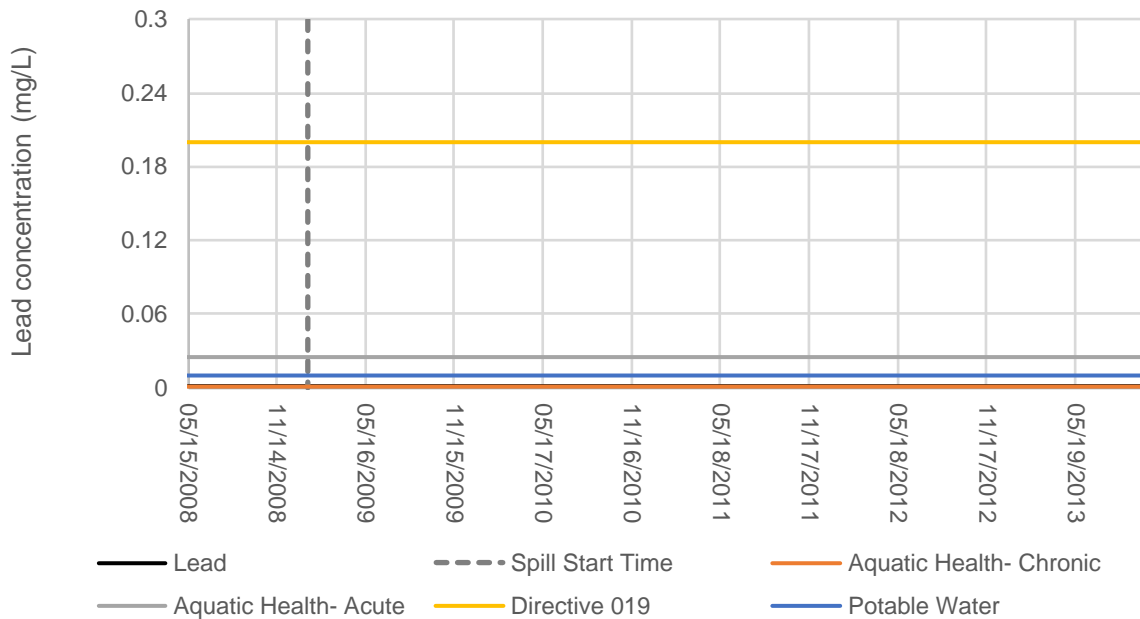


Figure A-38: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

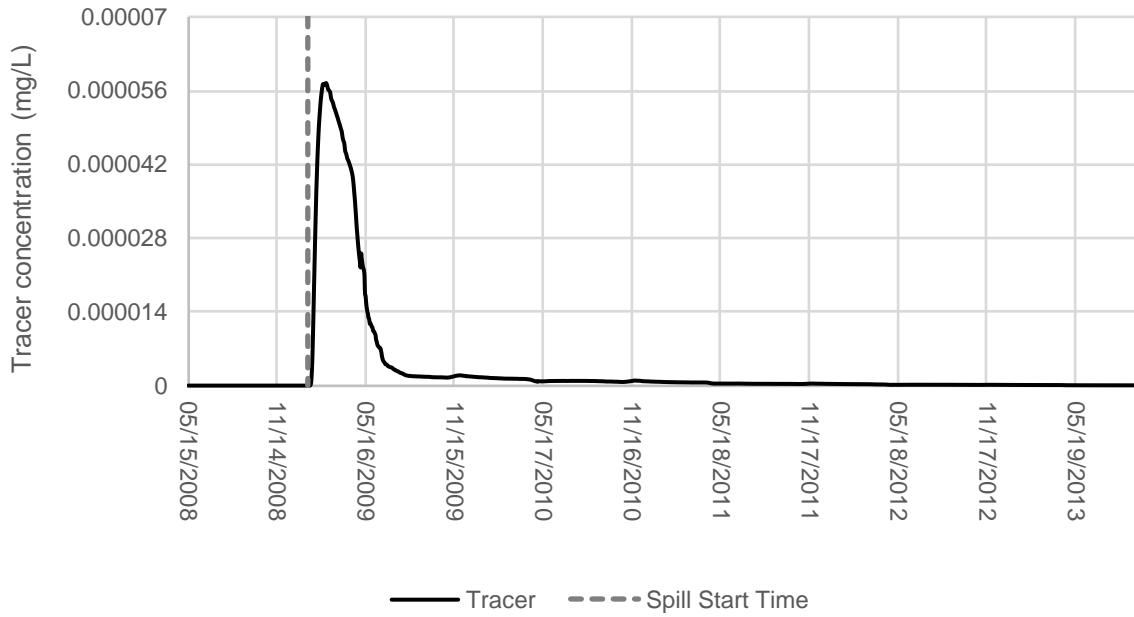


Figure A-39: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

1.6 Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines

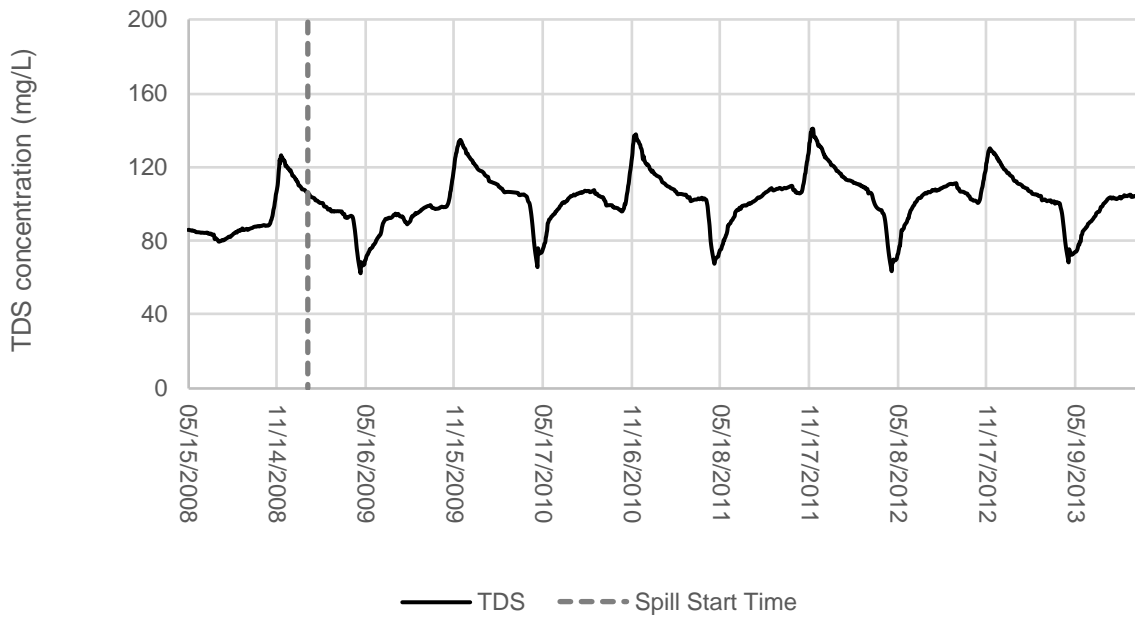


Figure A-40: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

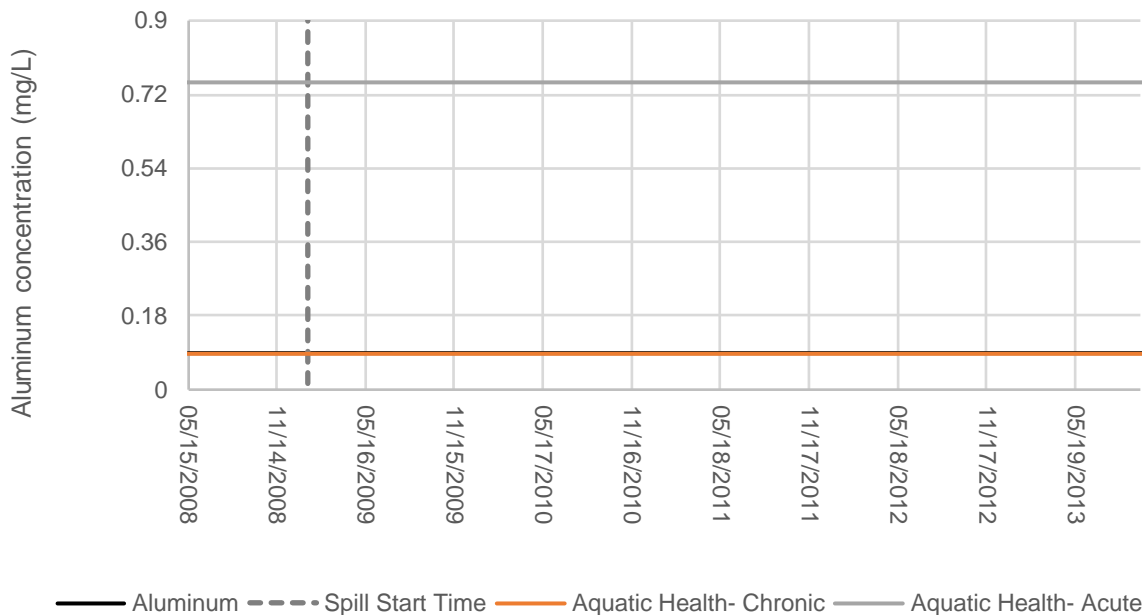


Figure A-41: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

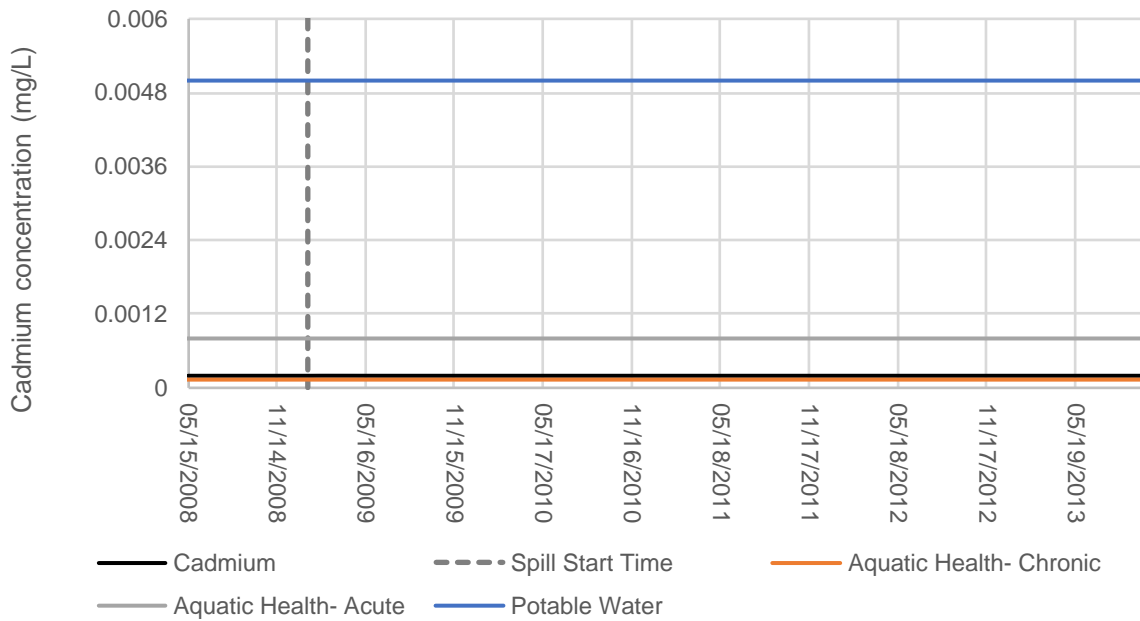


Figure A-42: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

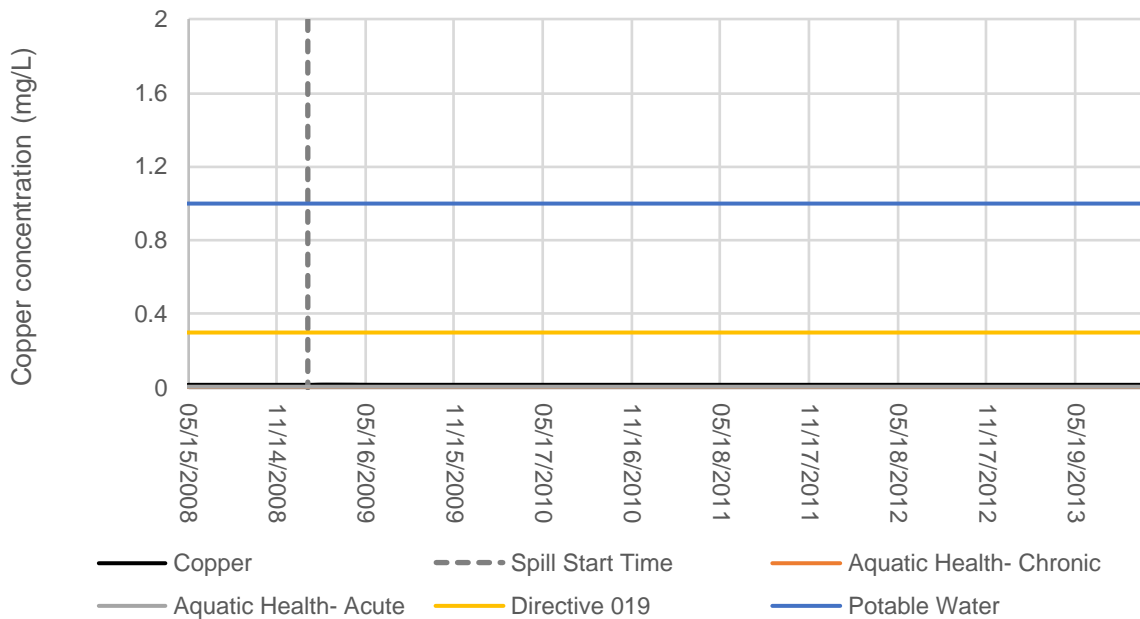


Figure A-43: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

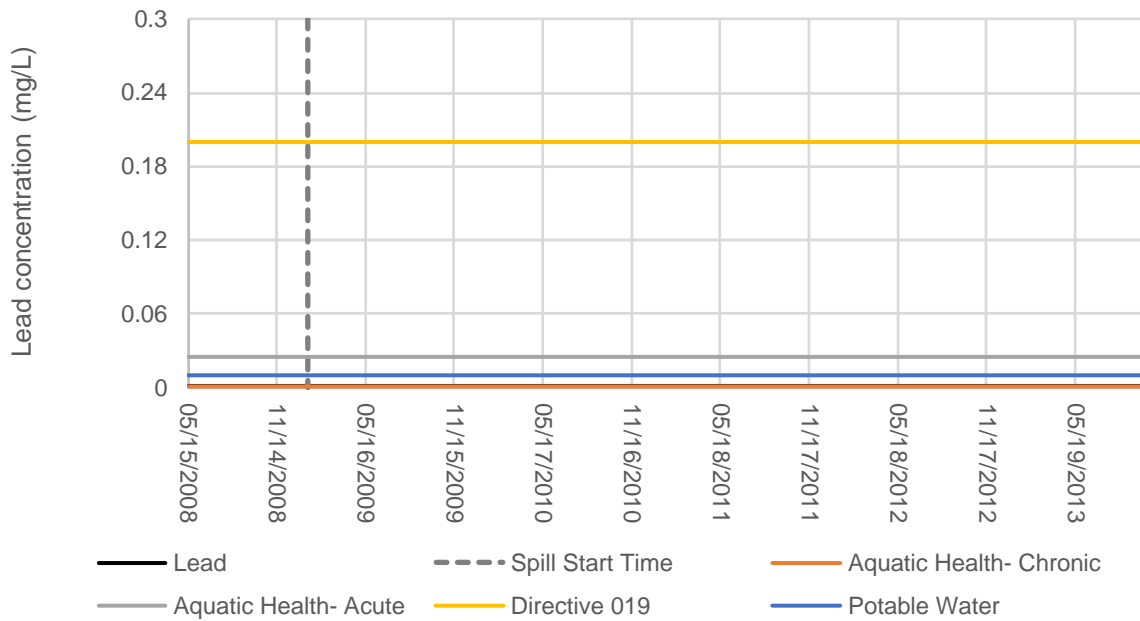


Figure A-44: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

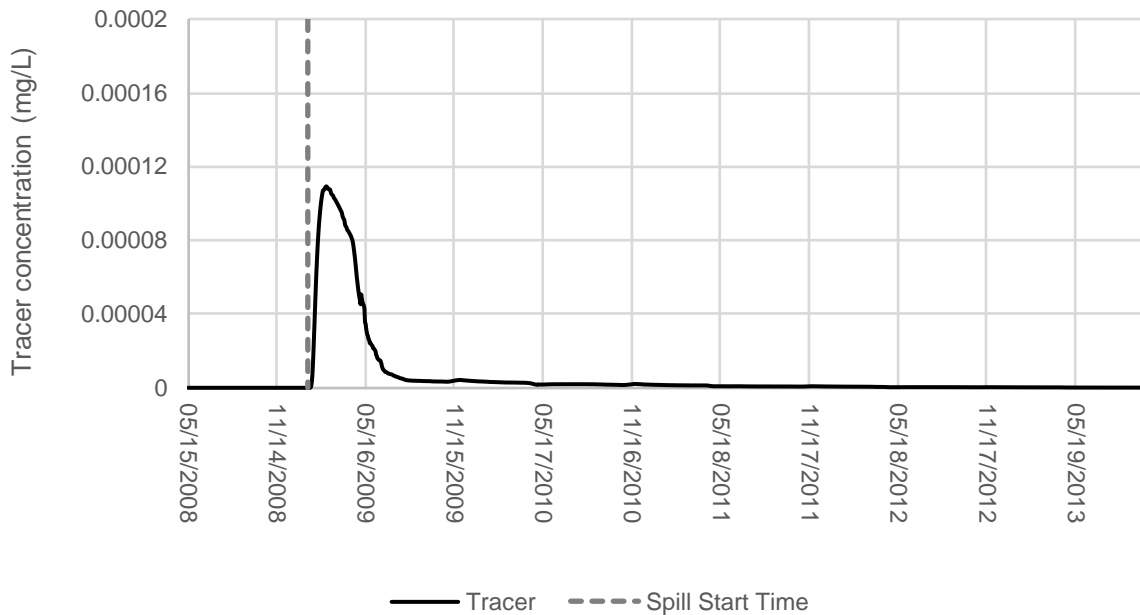


Figure A-45: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

1.7 Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

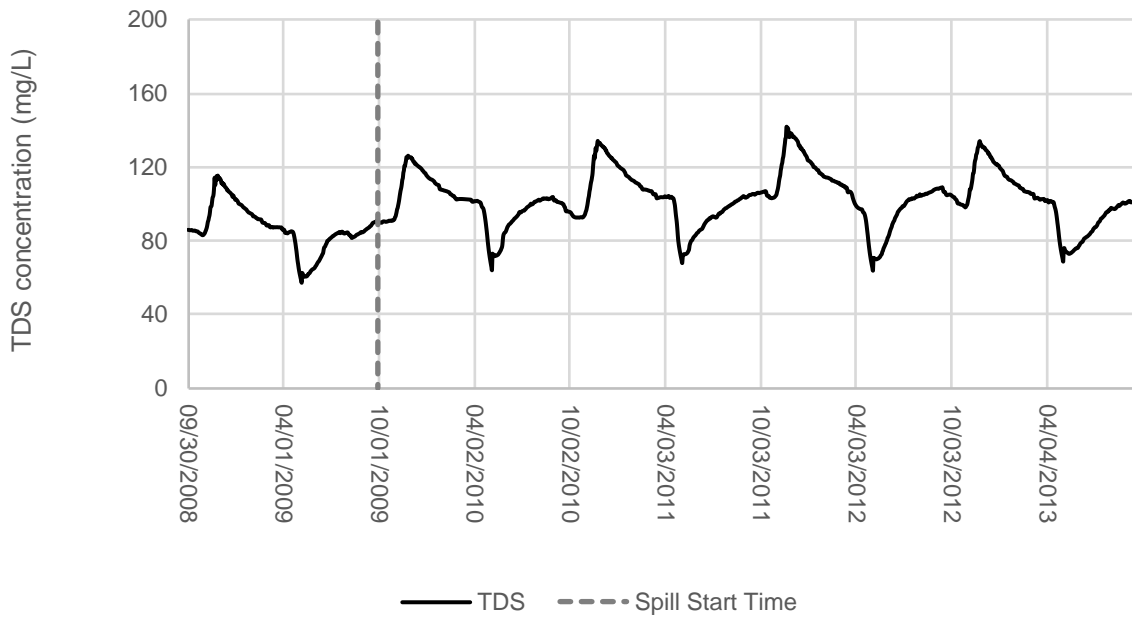


Figure A-46: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

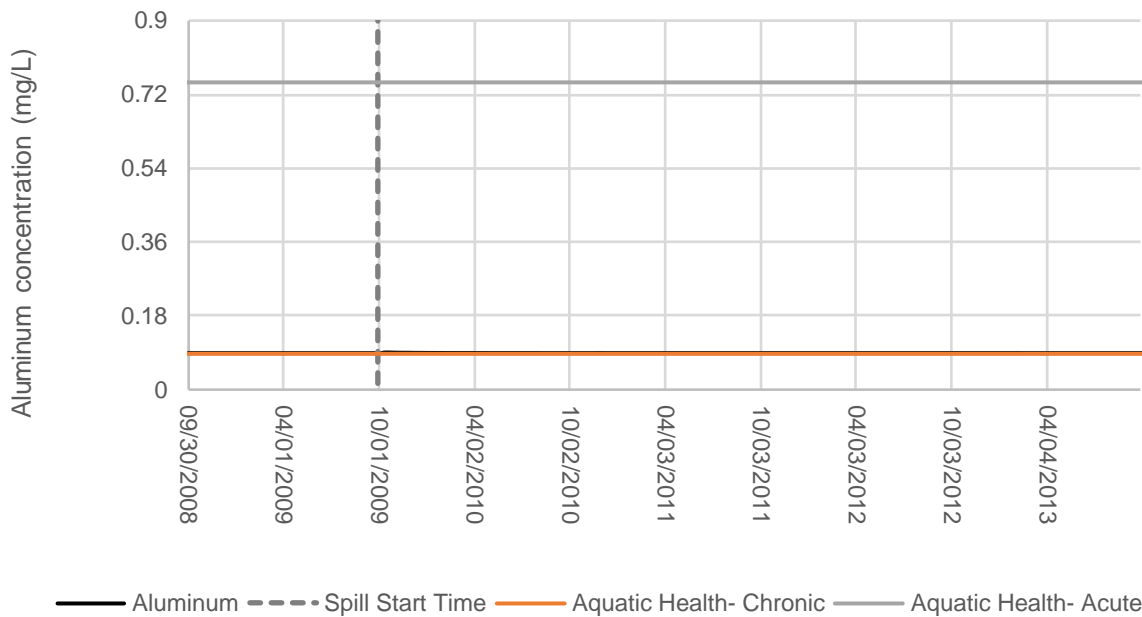


Figure A-47: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

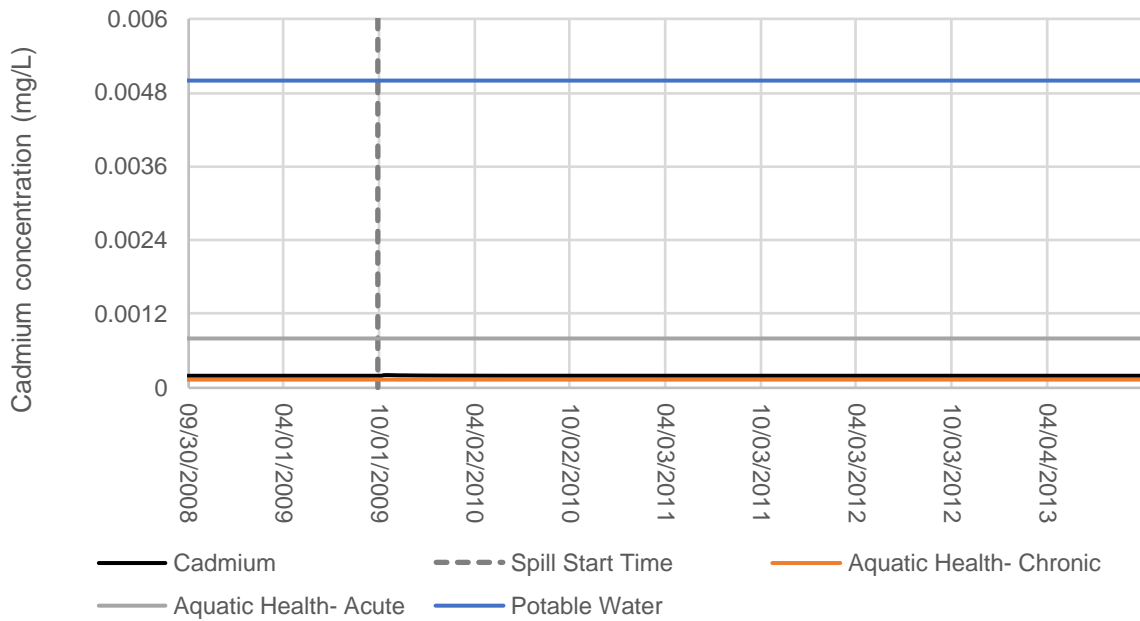


Figure A-48: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

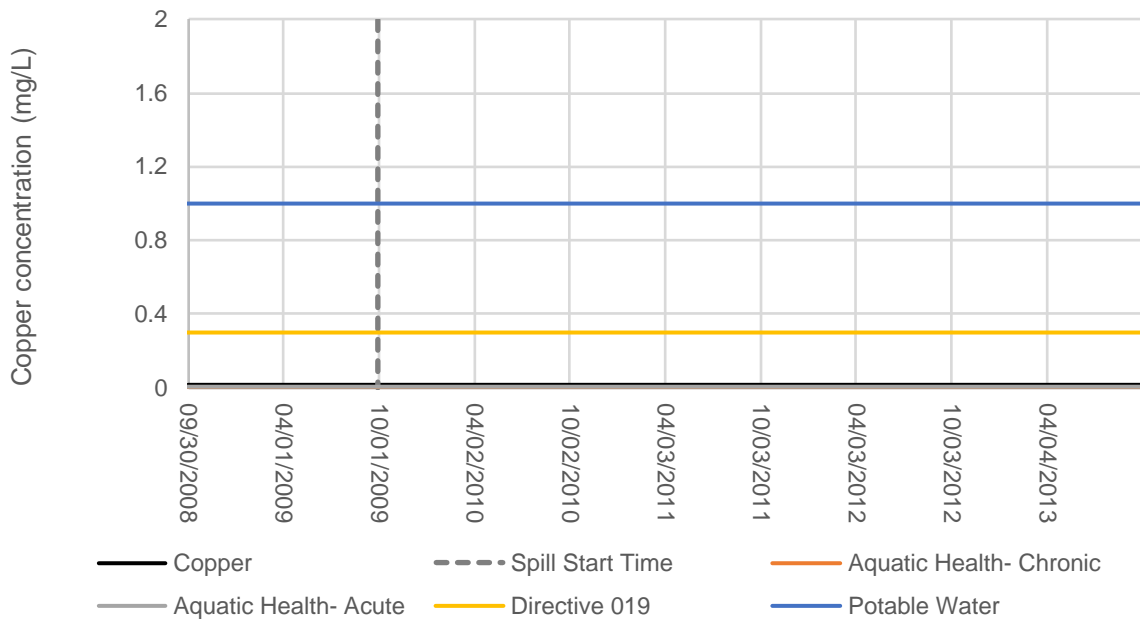


Figure A-8: Predicted Copper Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

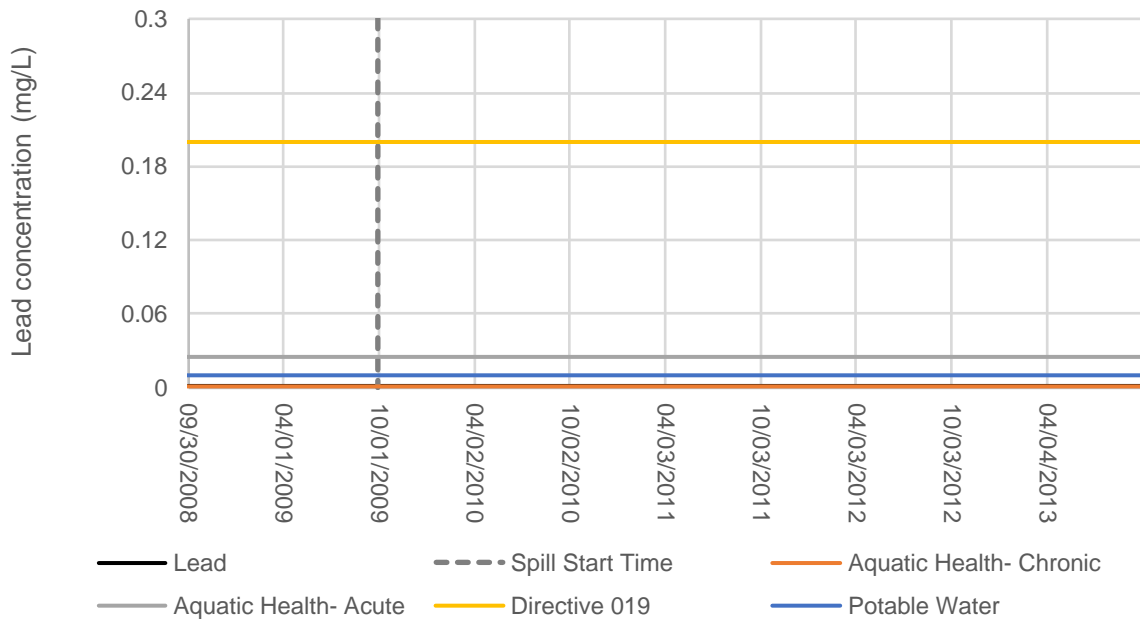


Figure A-50: Predicted Lead Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

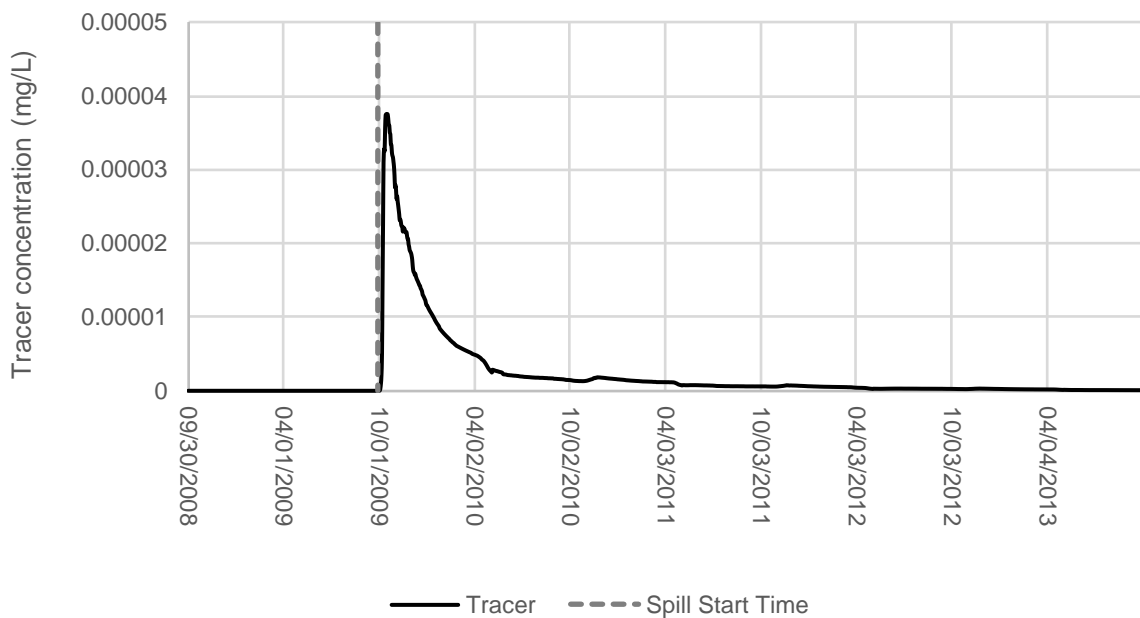


Figure A-51: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

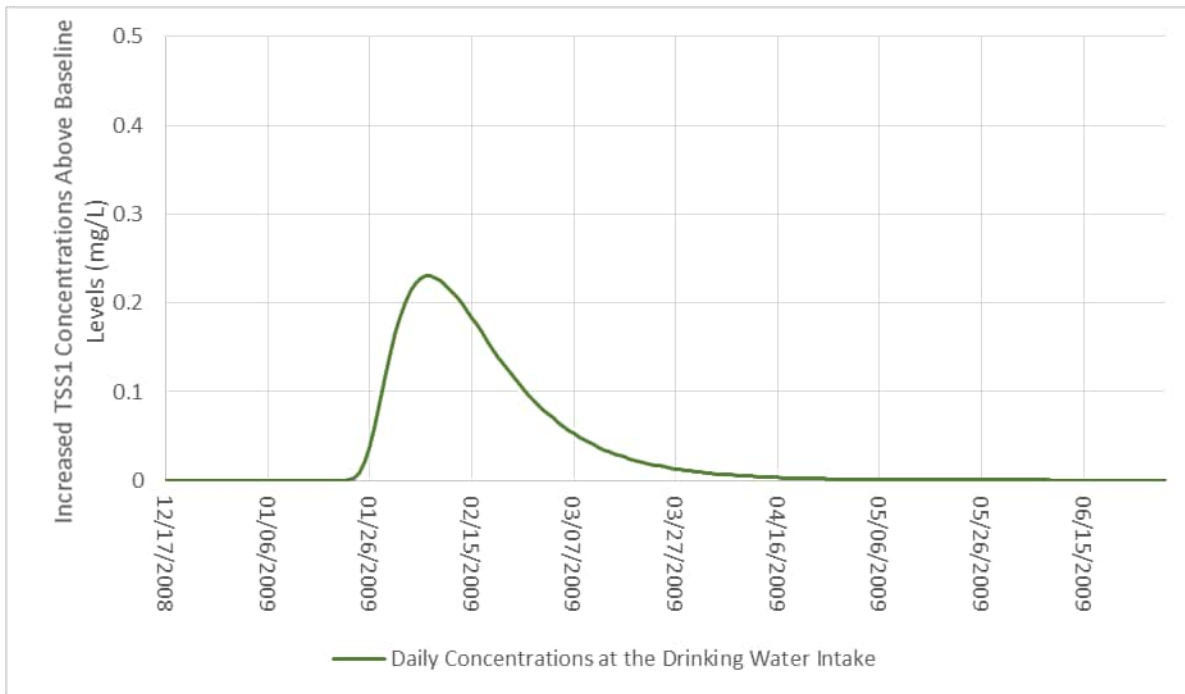


Figure A-52: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

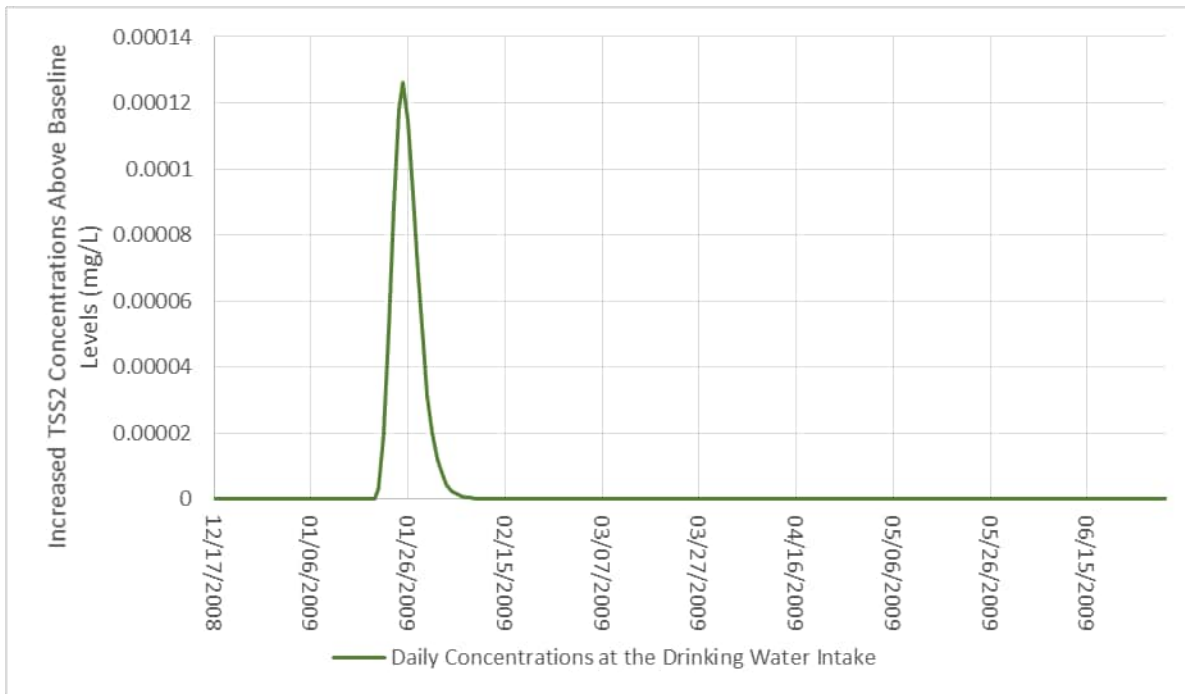


Figure A-53: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

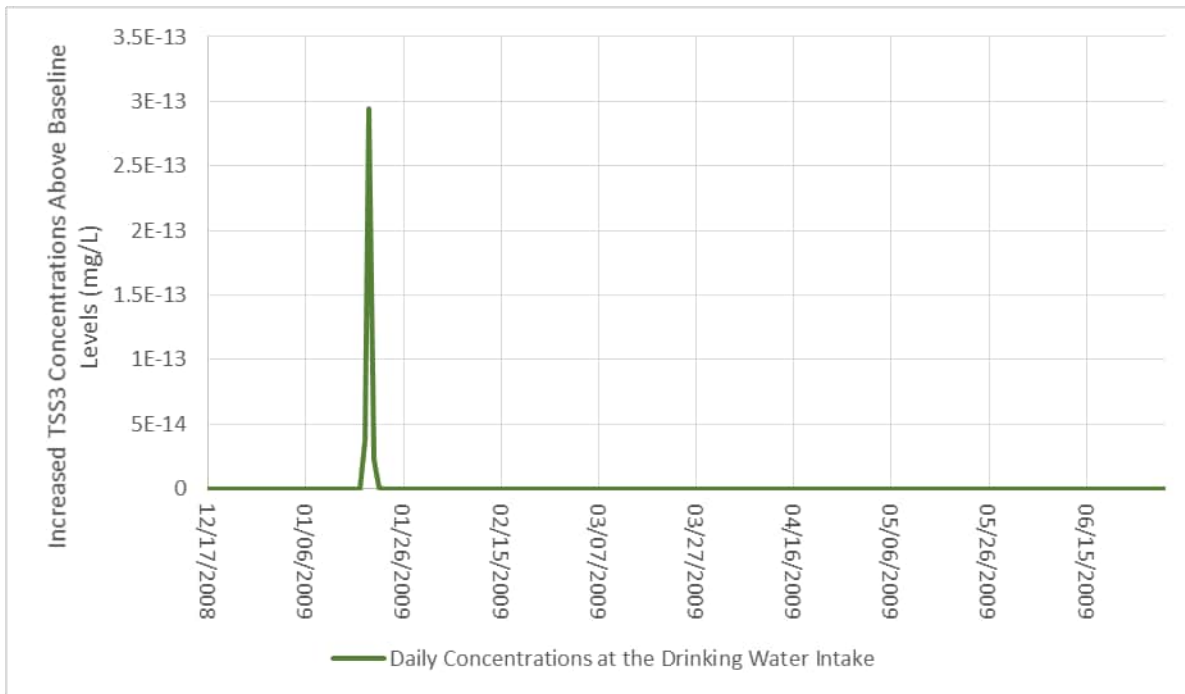


Figure A-54: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

1.8 Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline

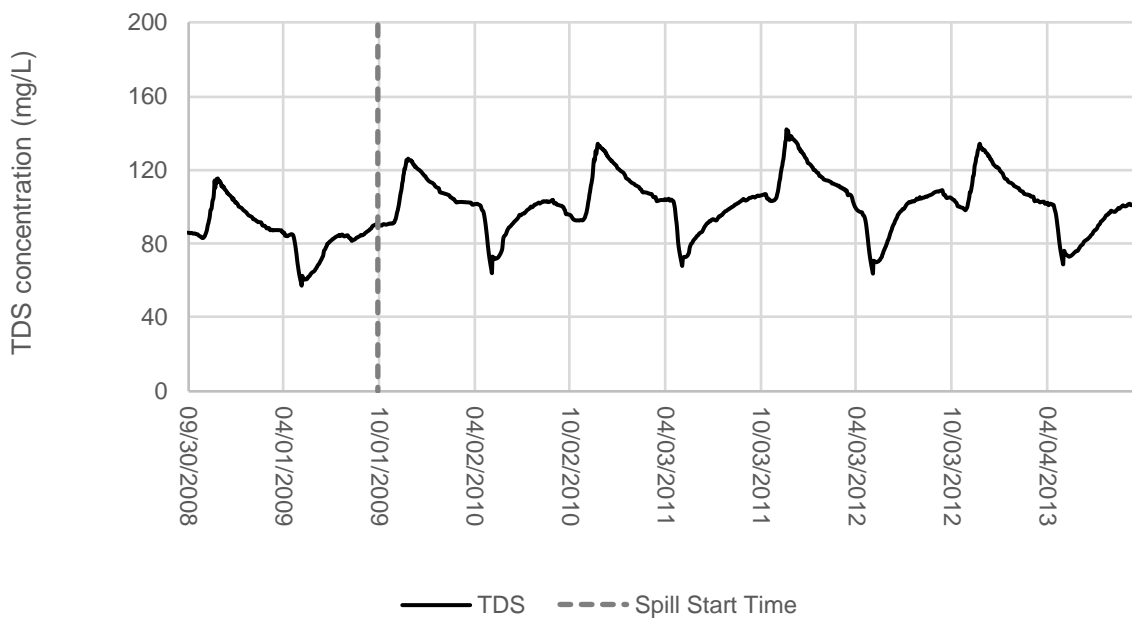


Figure A-55: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

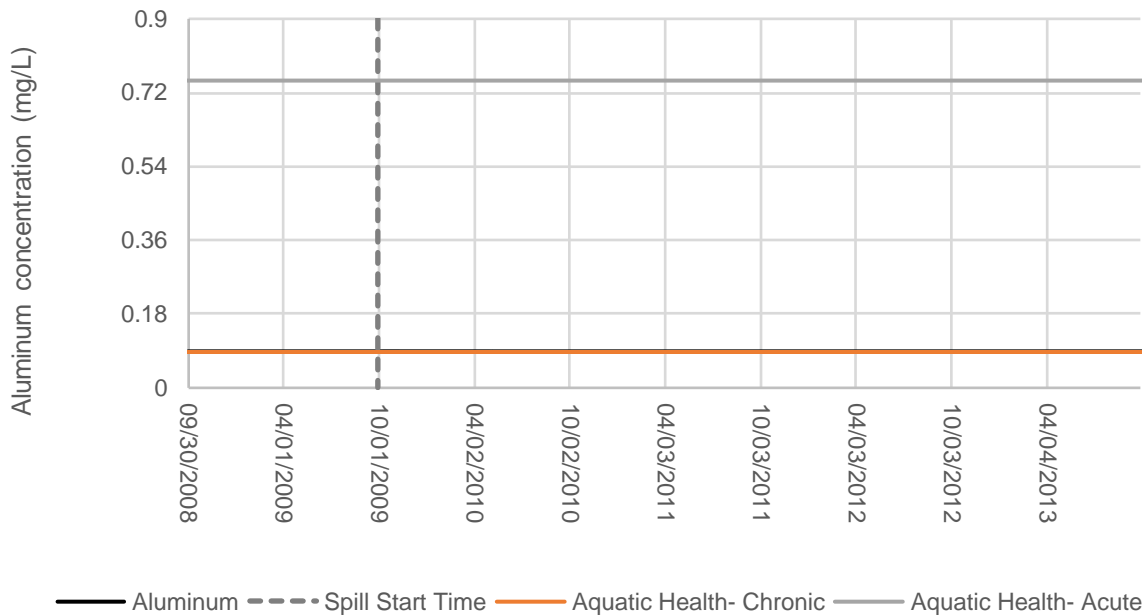


Figure A-56: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

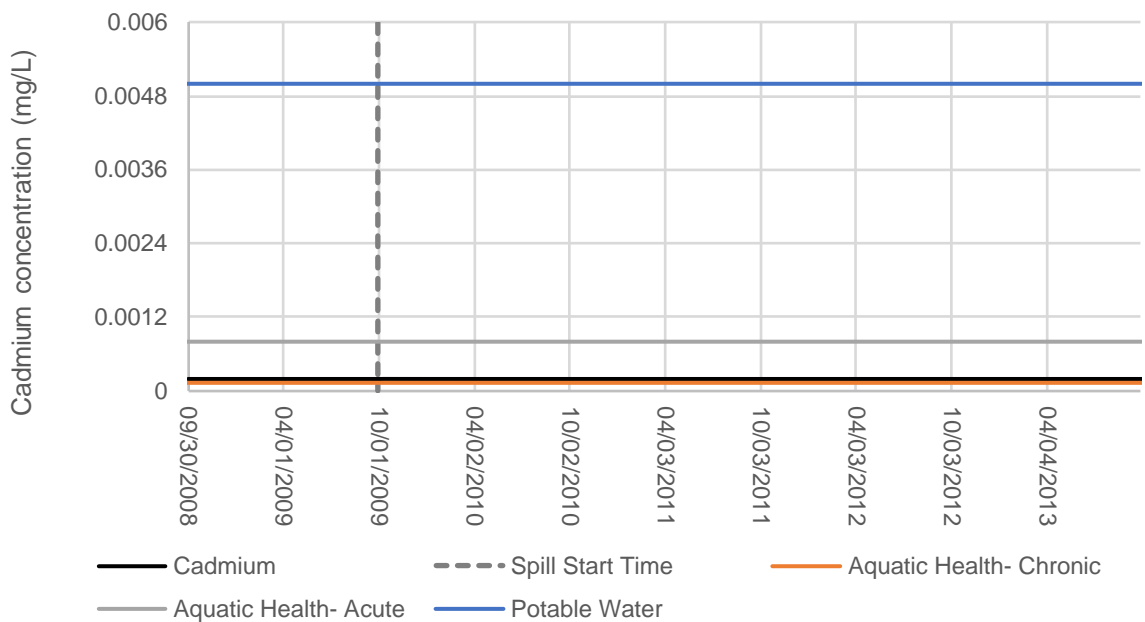


Figure A-57: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

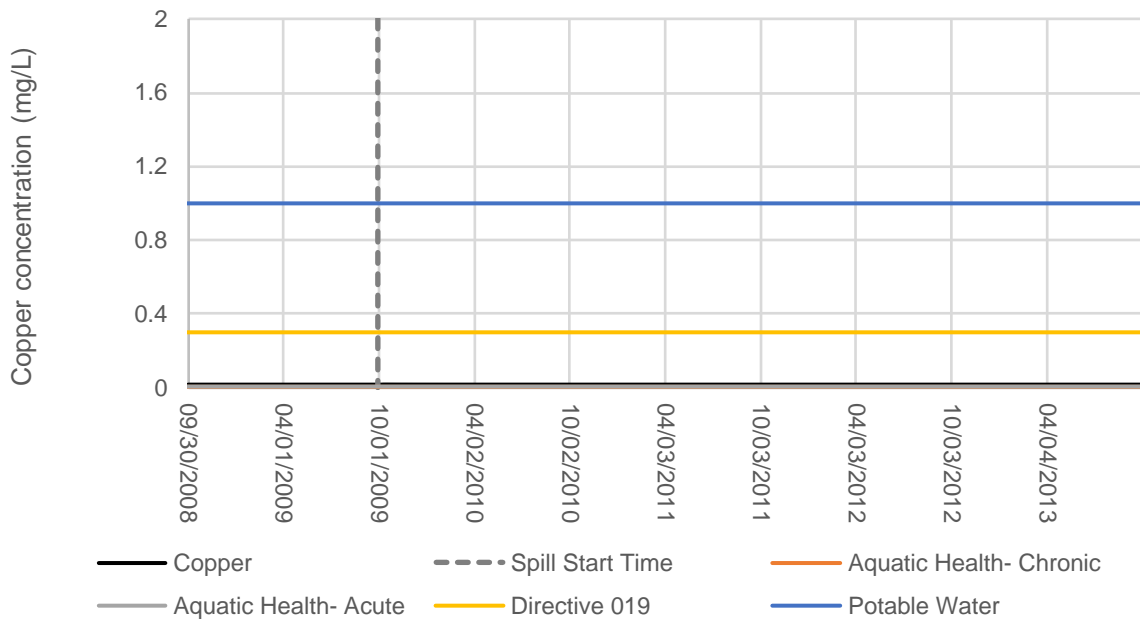


Figure A-58: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

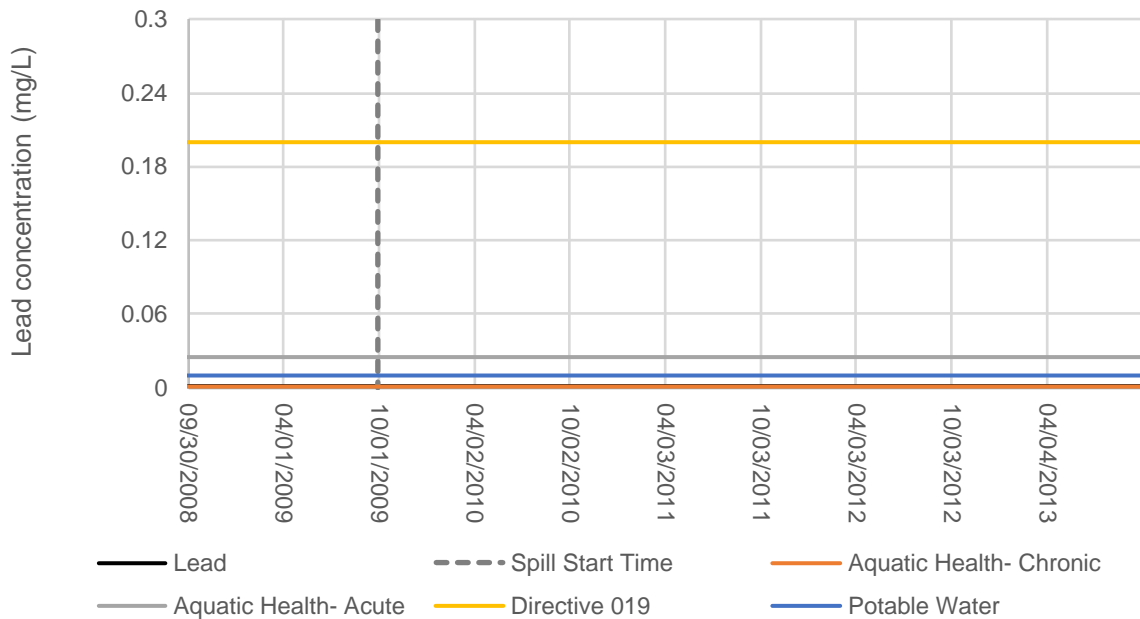


Figure A-59: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

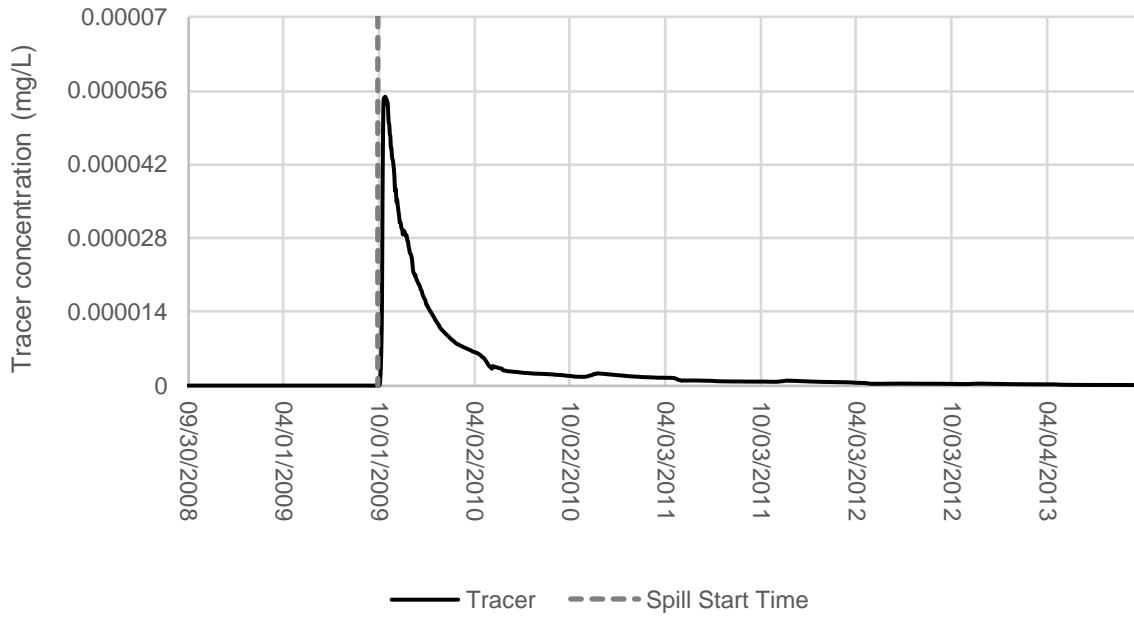


Figure A-60: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

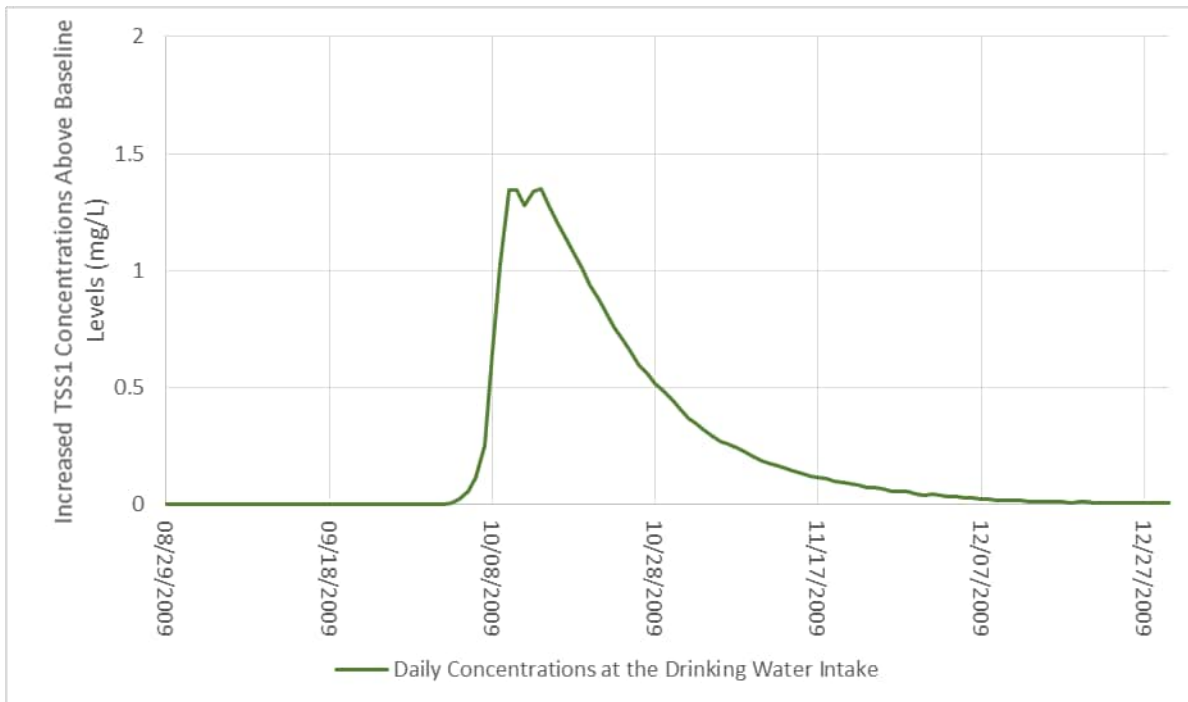


Figure A-61: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

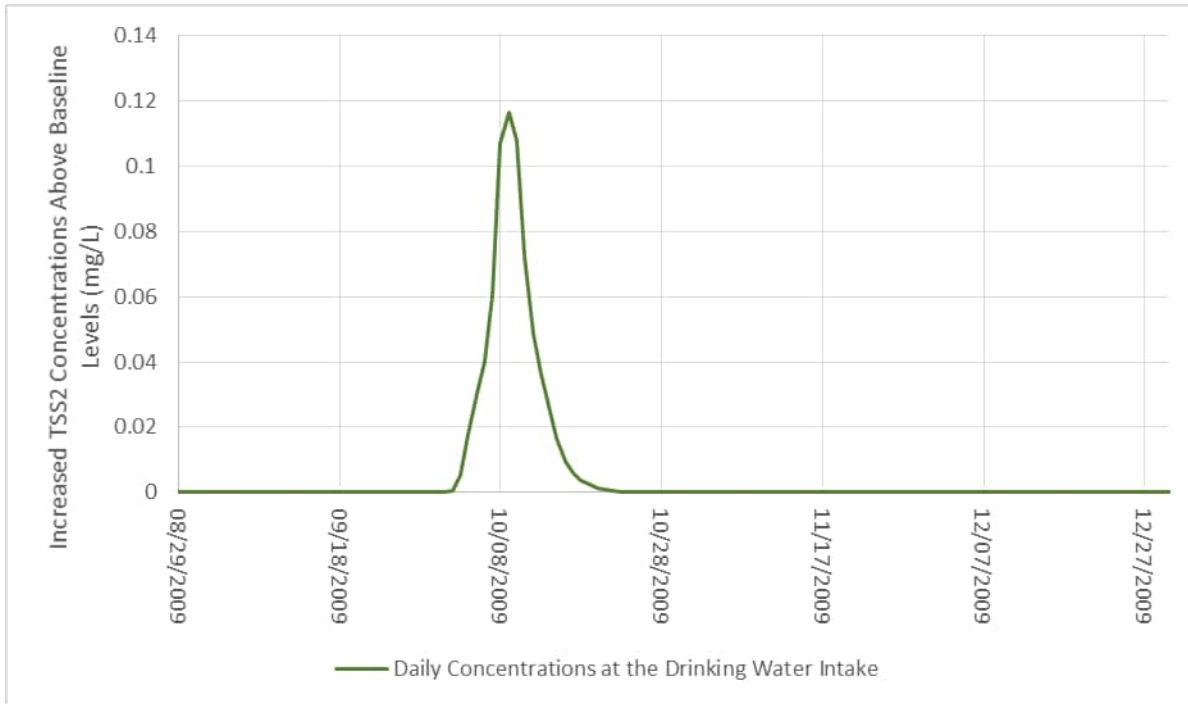


Figure A-62: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

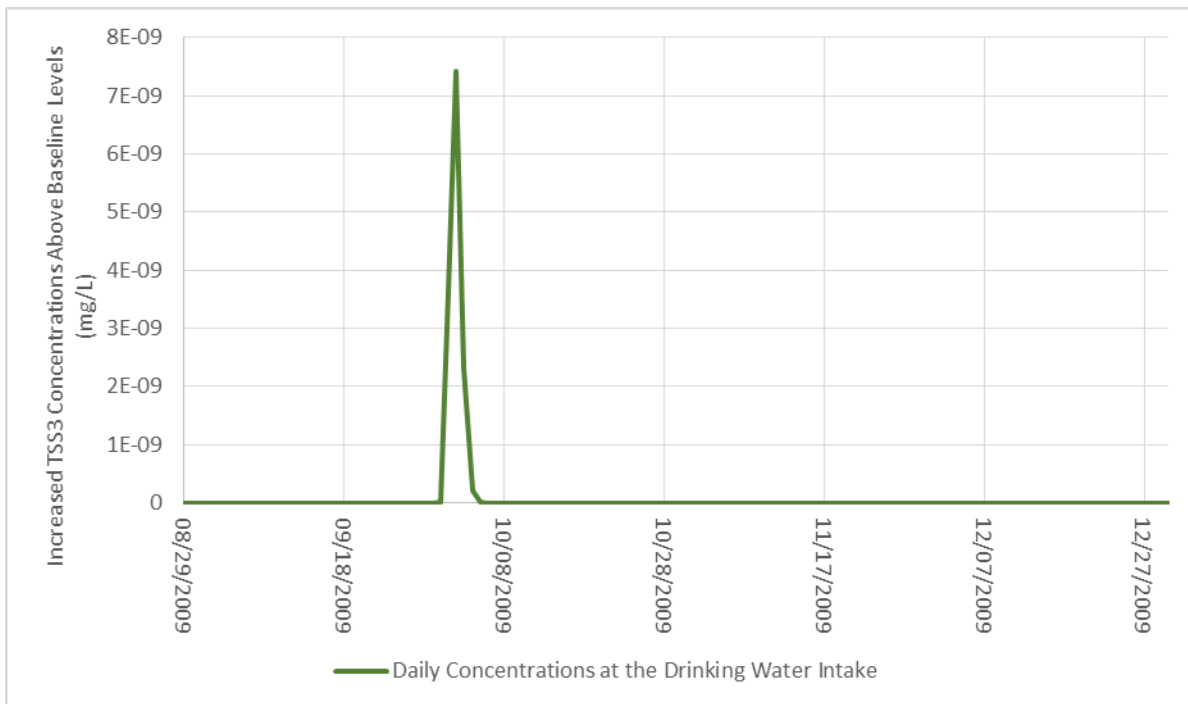


Figure A-63: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Drinking Water Intake Location

1.9 Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines

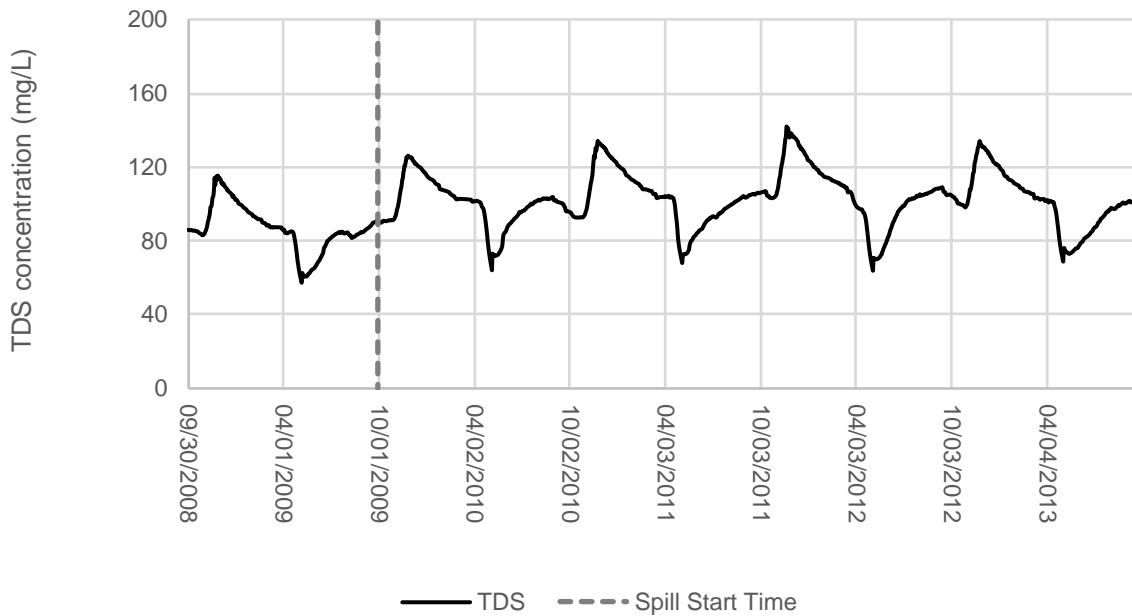


Figure A-64: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

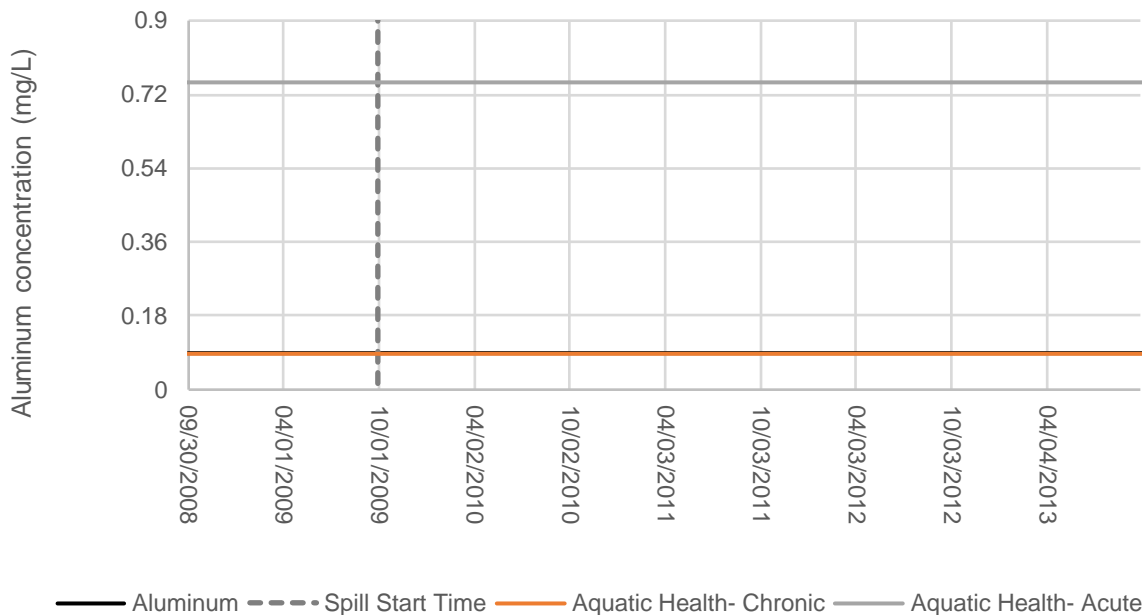


Figure A-65: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

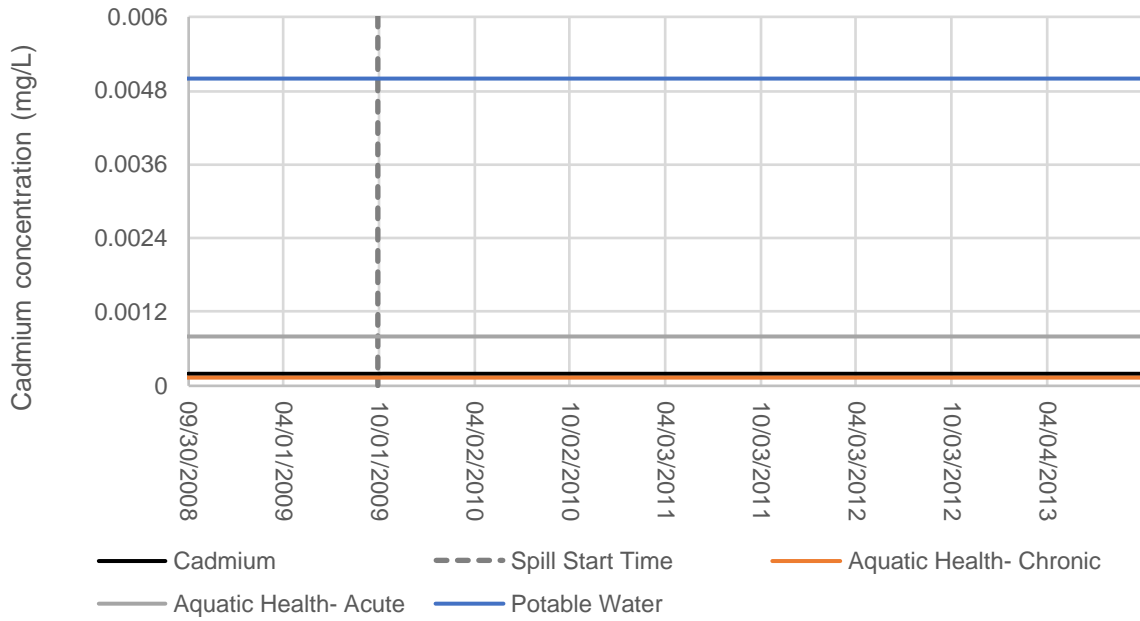


Figure A-66: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

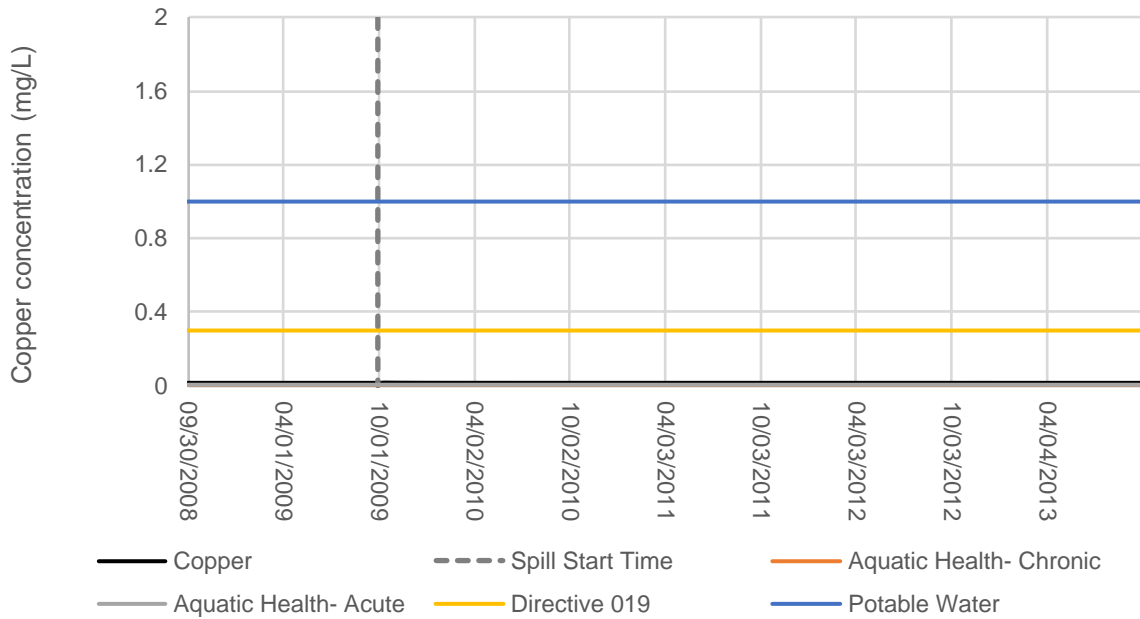


Figure A-67: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

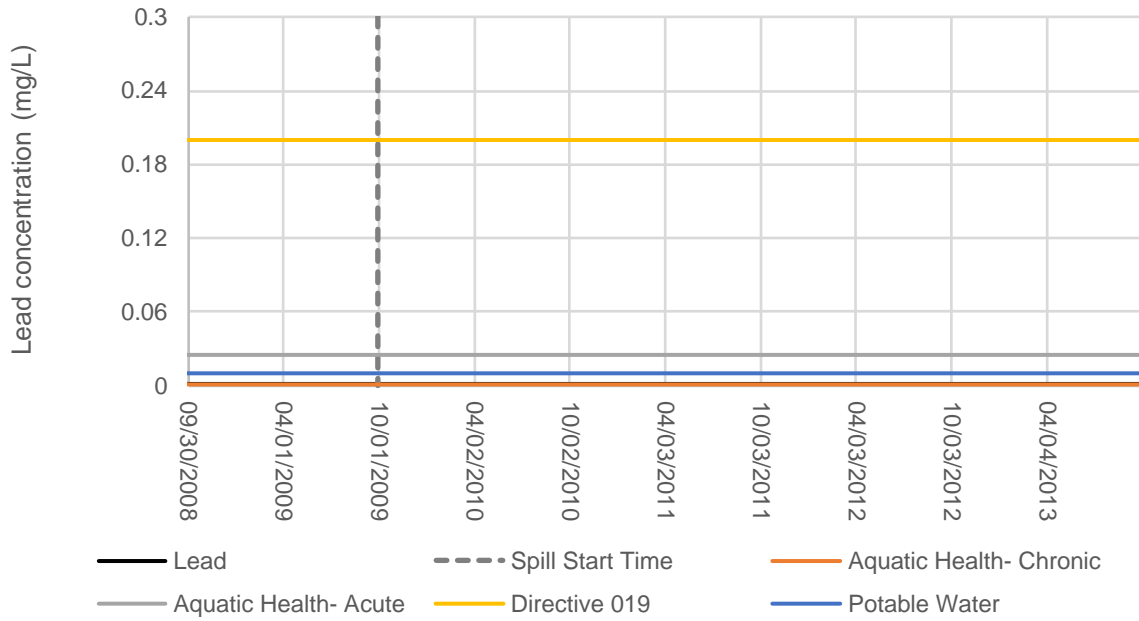


Figure A-68: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

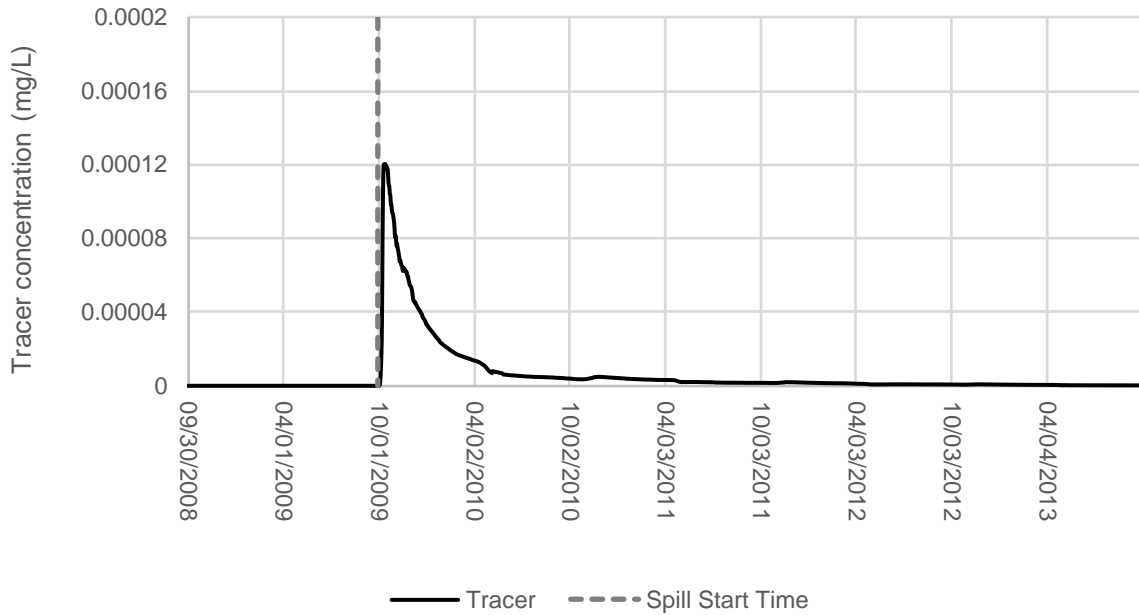


Figure A-69: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

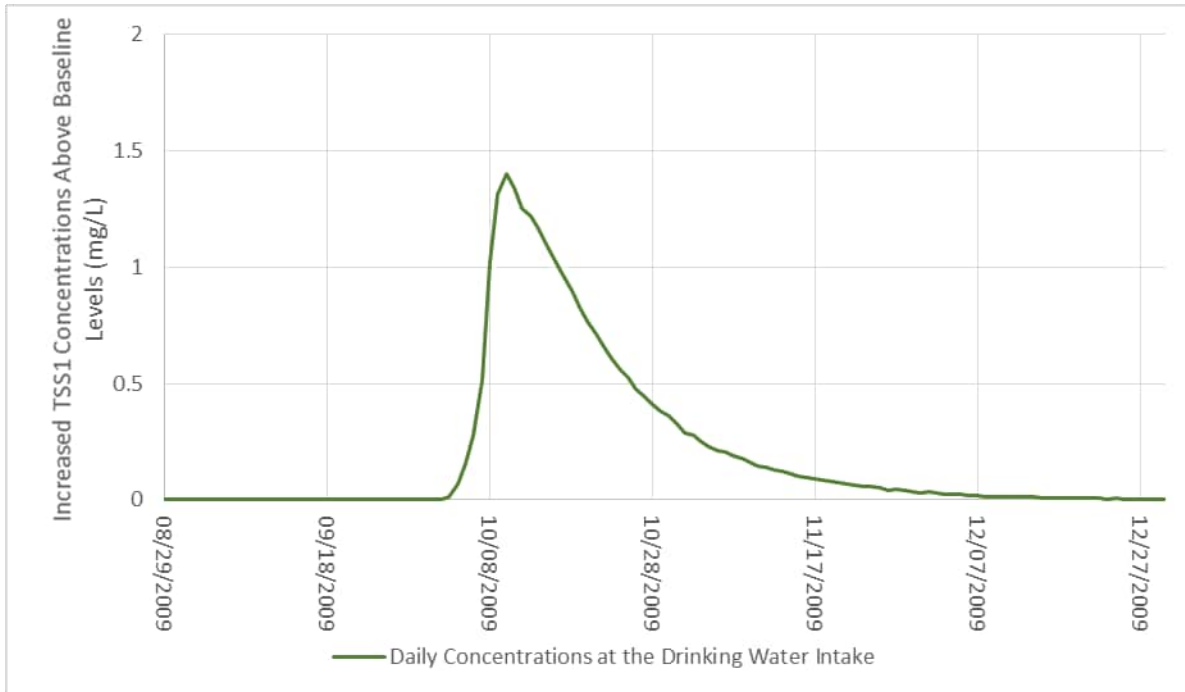


Figure A-70: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

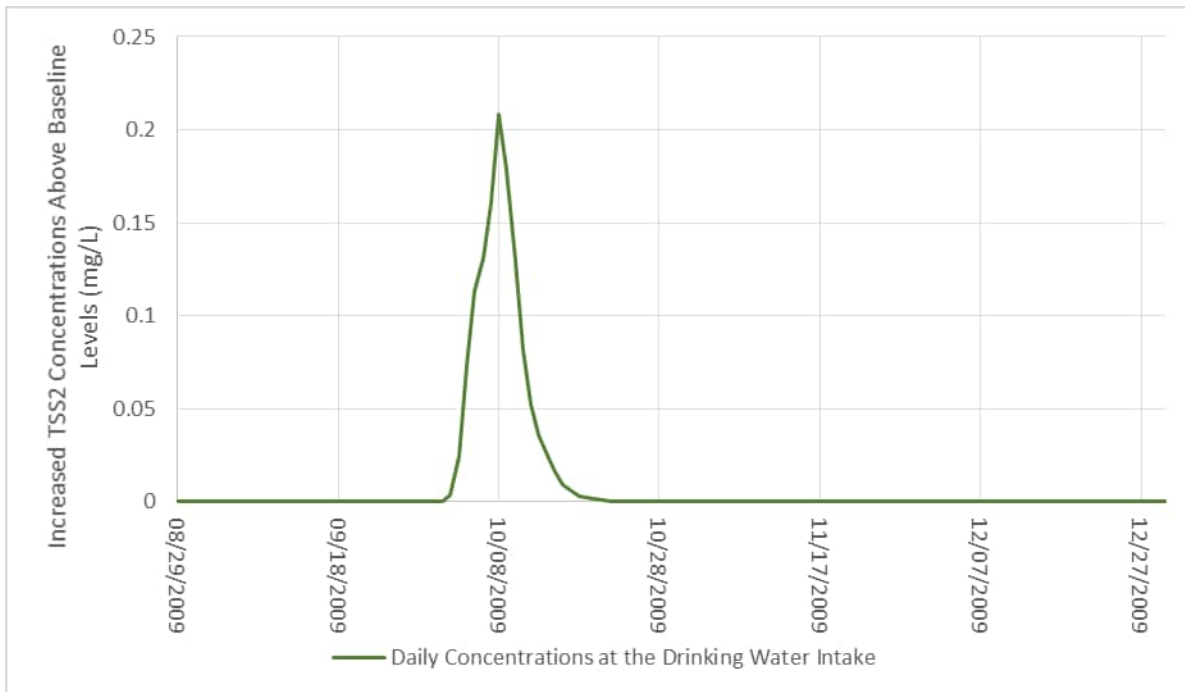


Figure A-71: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

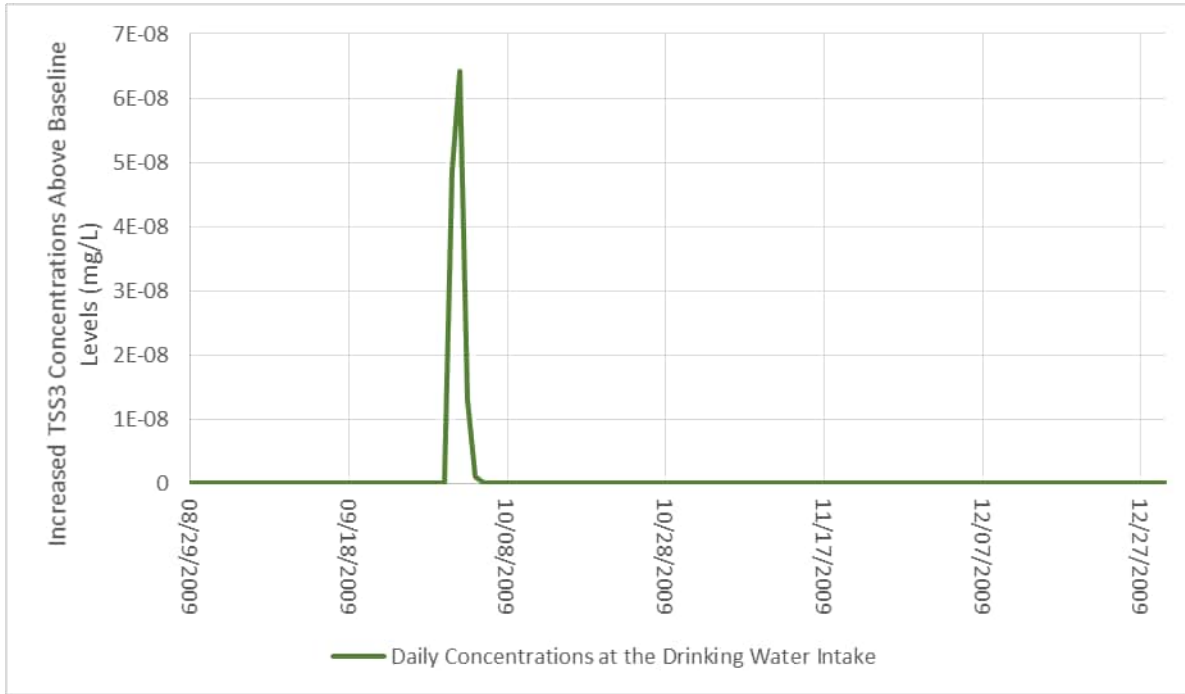


Figure A-72: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Drinking Water Intake Location

2.0 AT SPILL LOCATION

2.1 Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

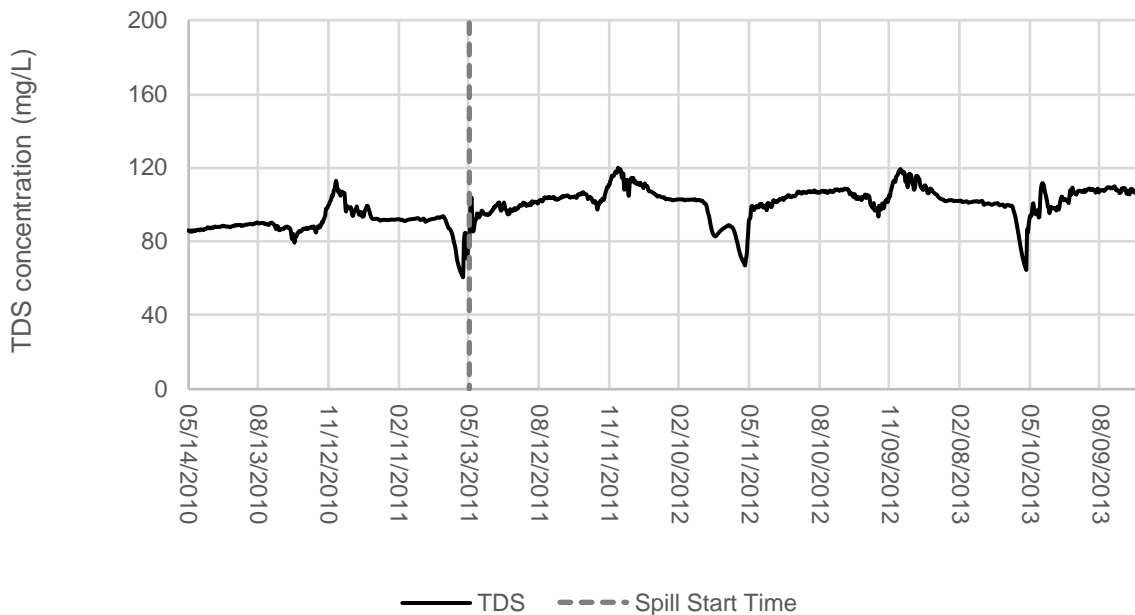


Figure A-73: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

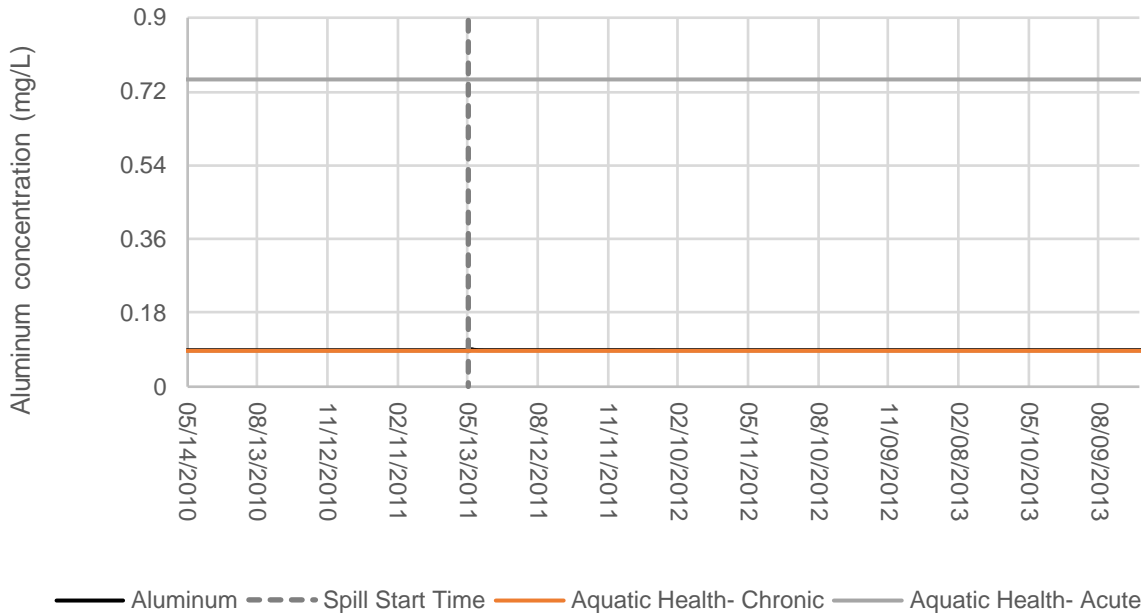


Figure A-74: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

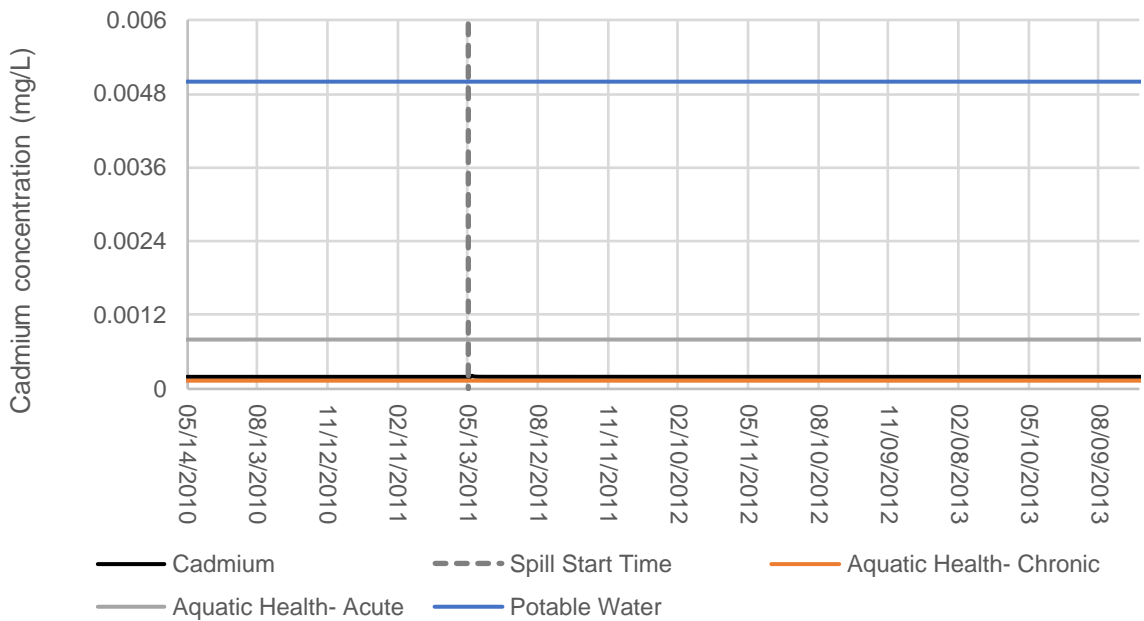


Figure A-75: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

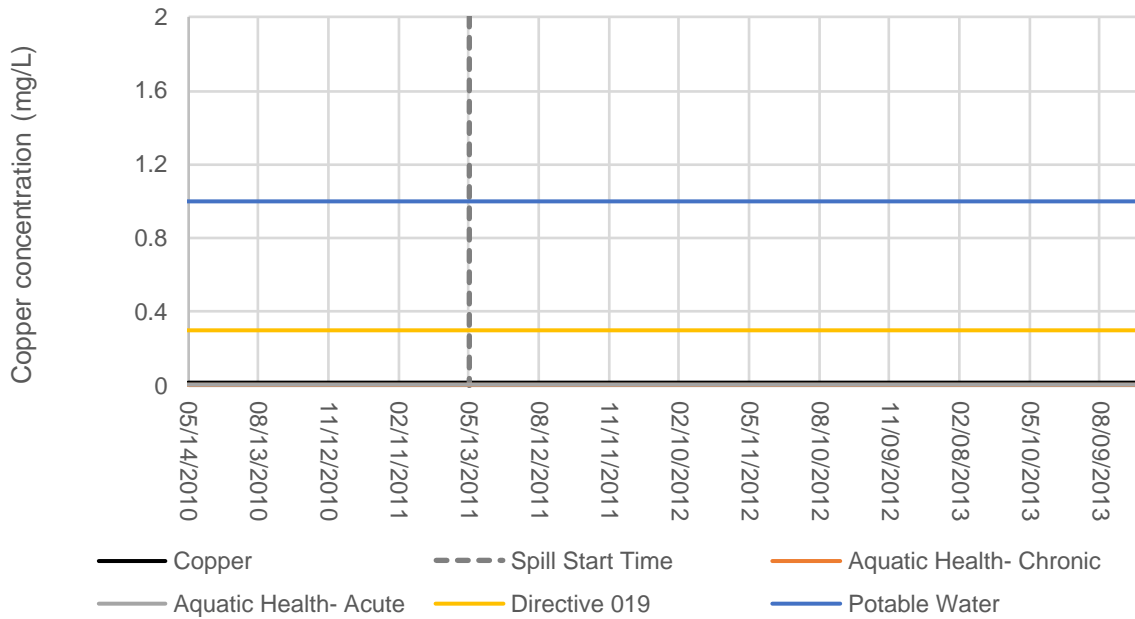


Figure A-76: Predicted Copper Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

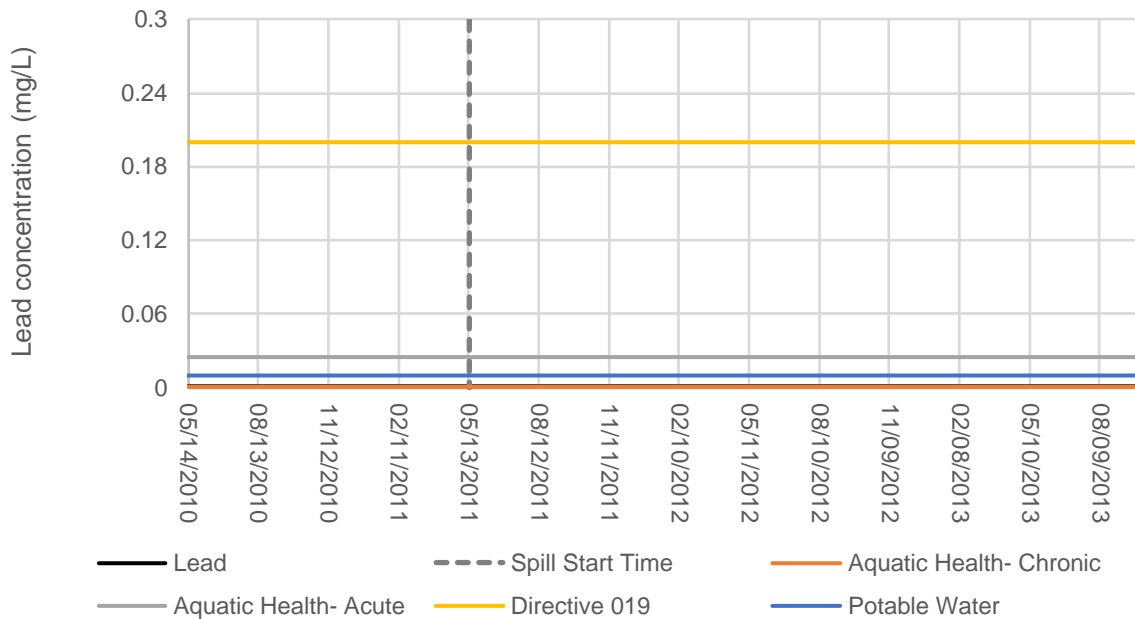


Figure A-77: Predicted Lead Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

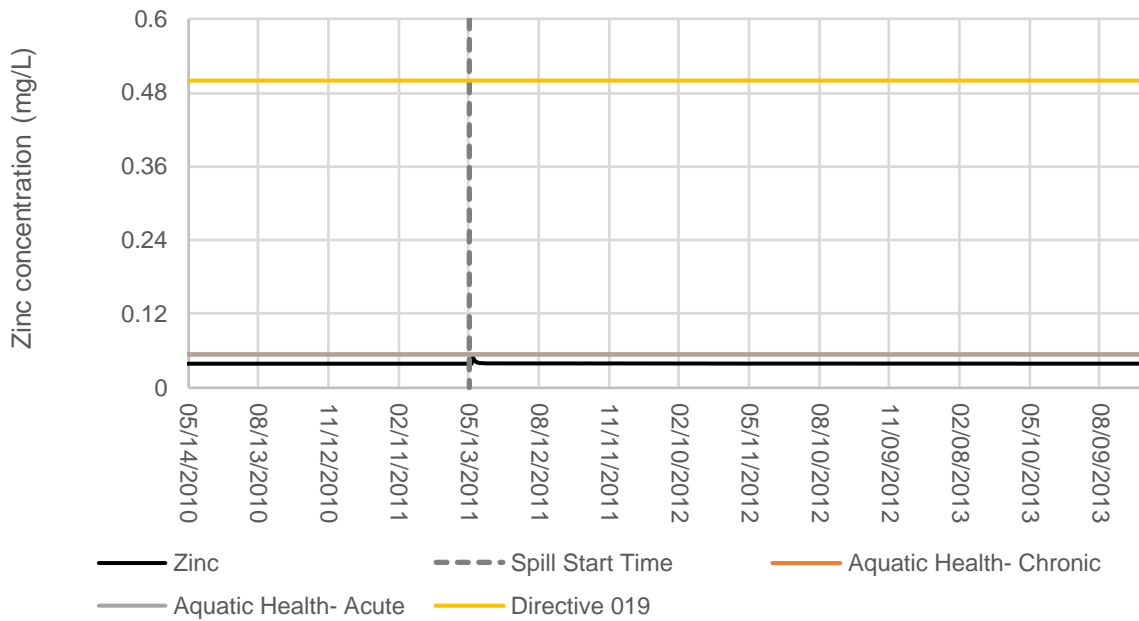


Figure A-78: Predicted Zinc Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

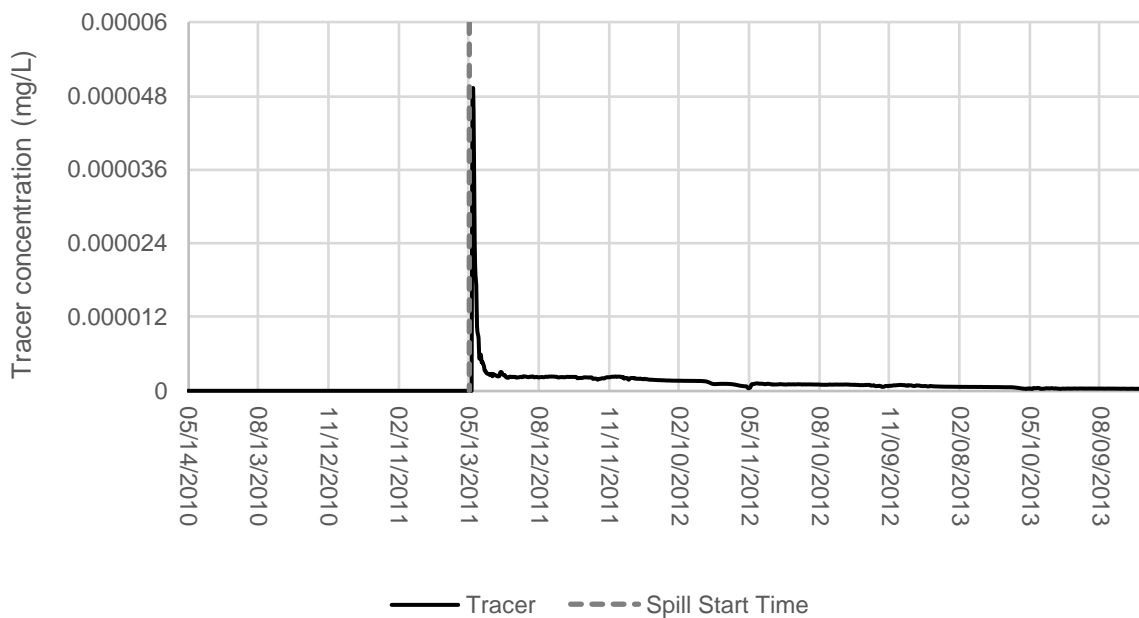


Figure A-79: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

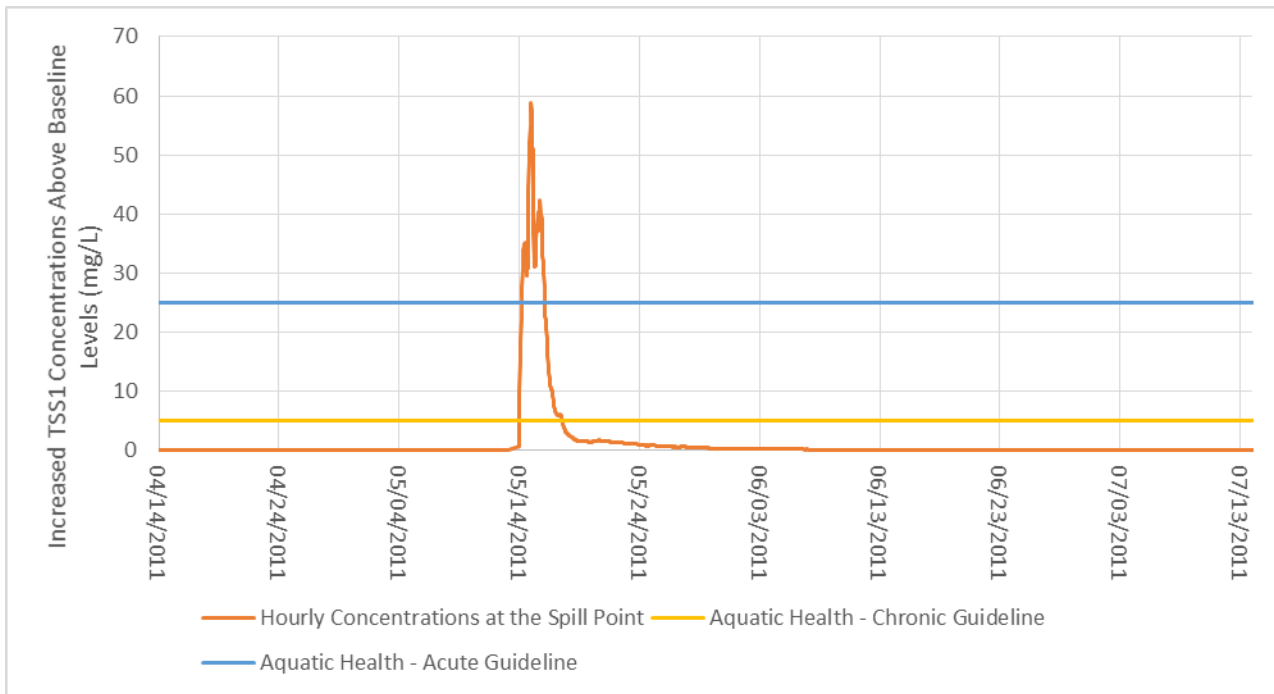


Figure A-80: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

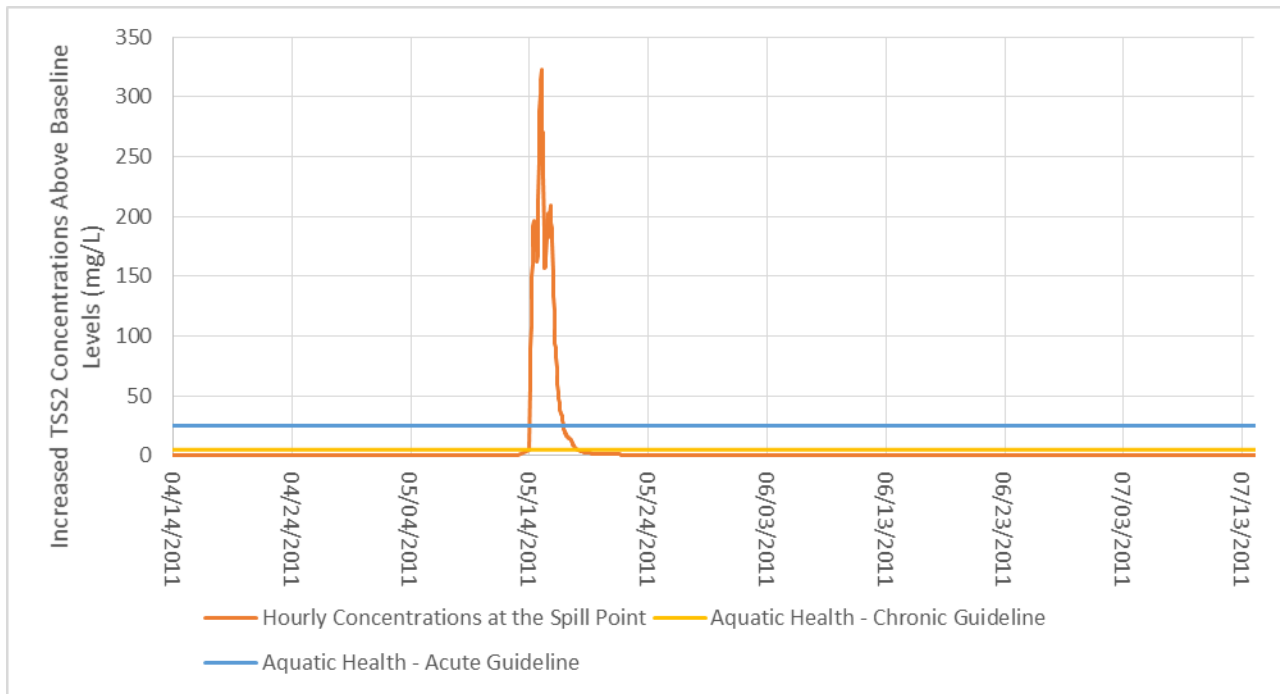


Figure A-81: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

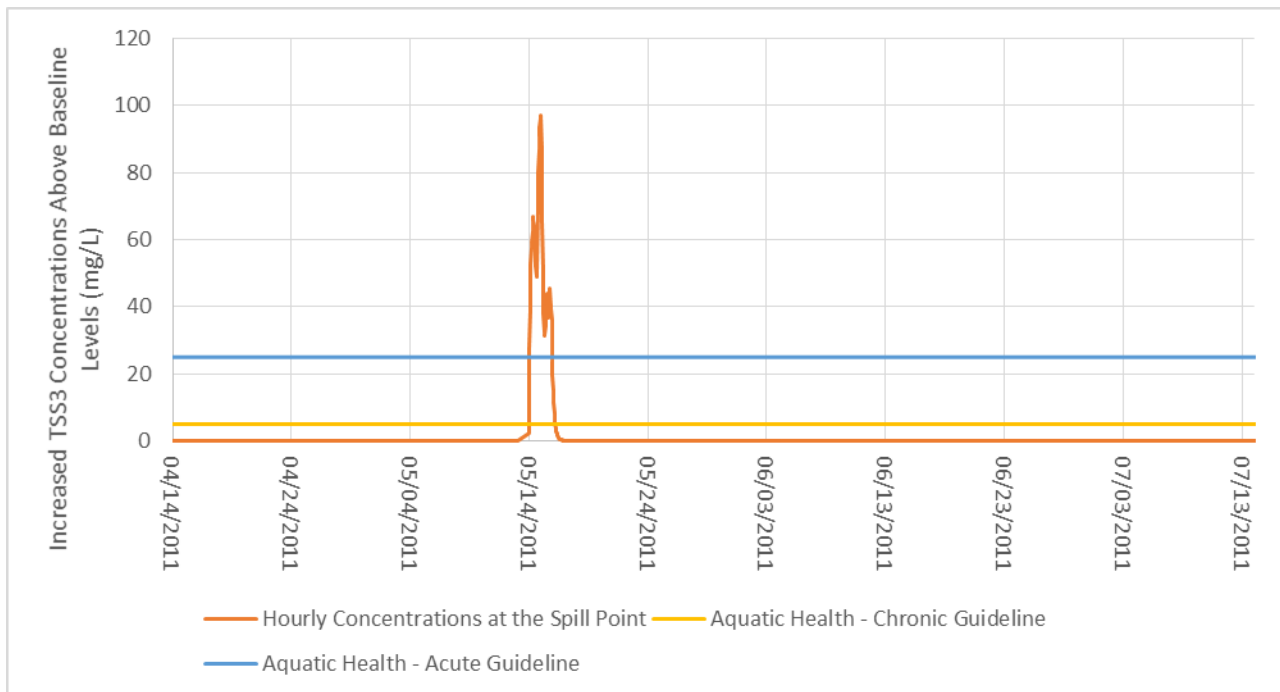


Figure A-82: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

2.2 Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline

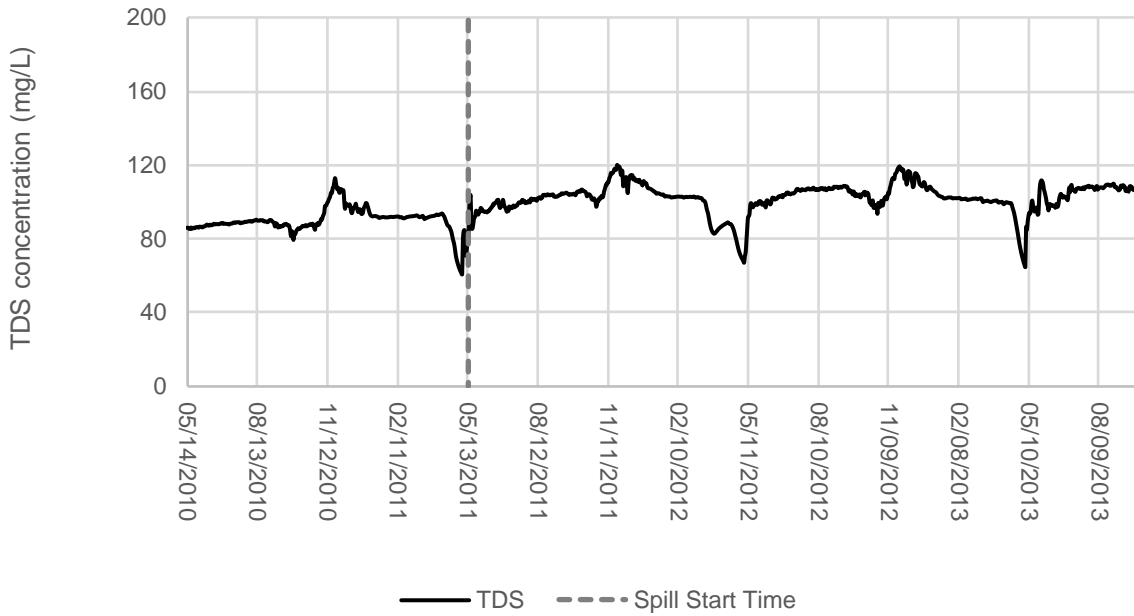


Figure A-83: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

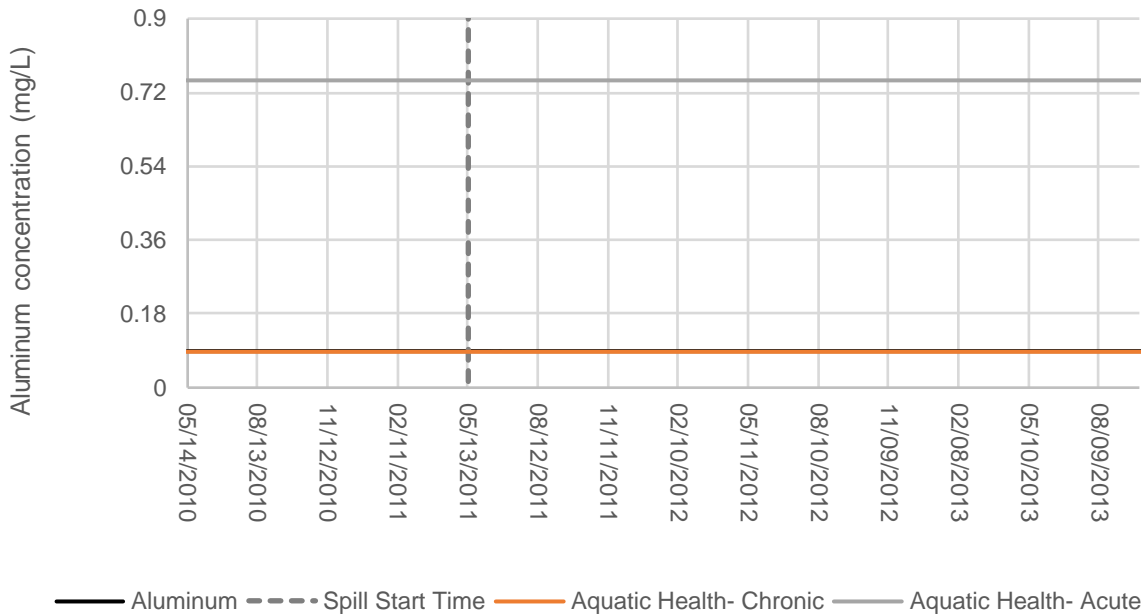


Figure A-84: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

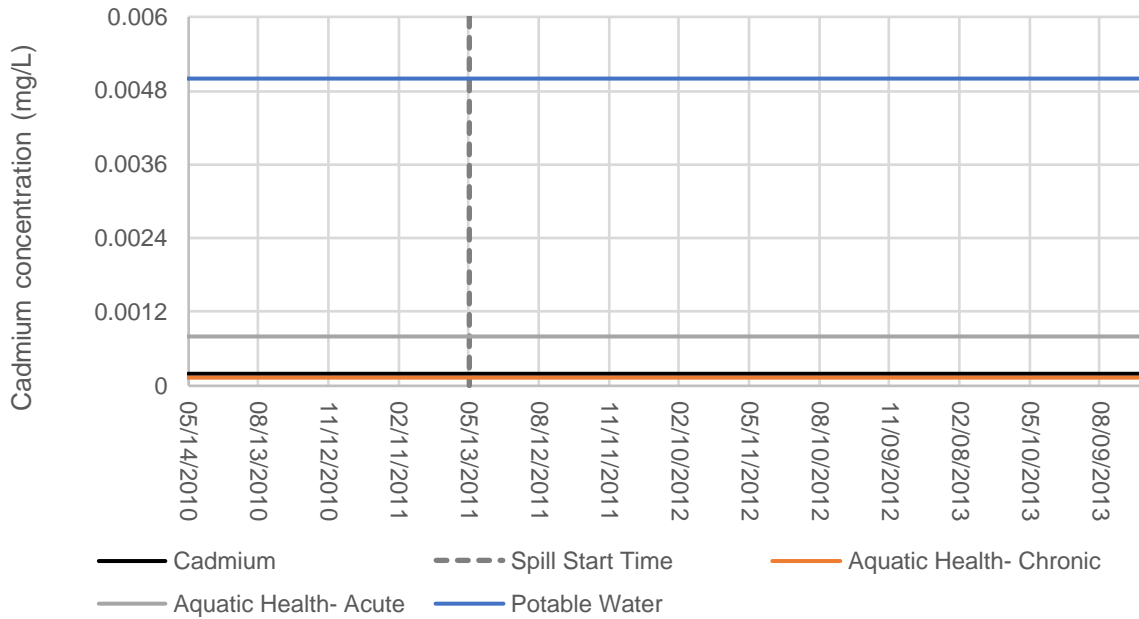


Figure A-85: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

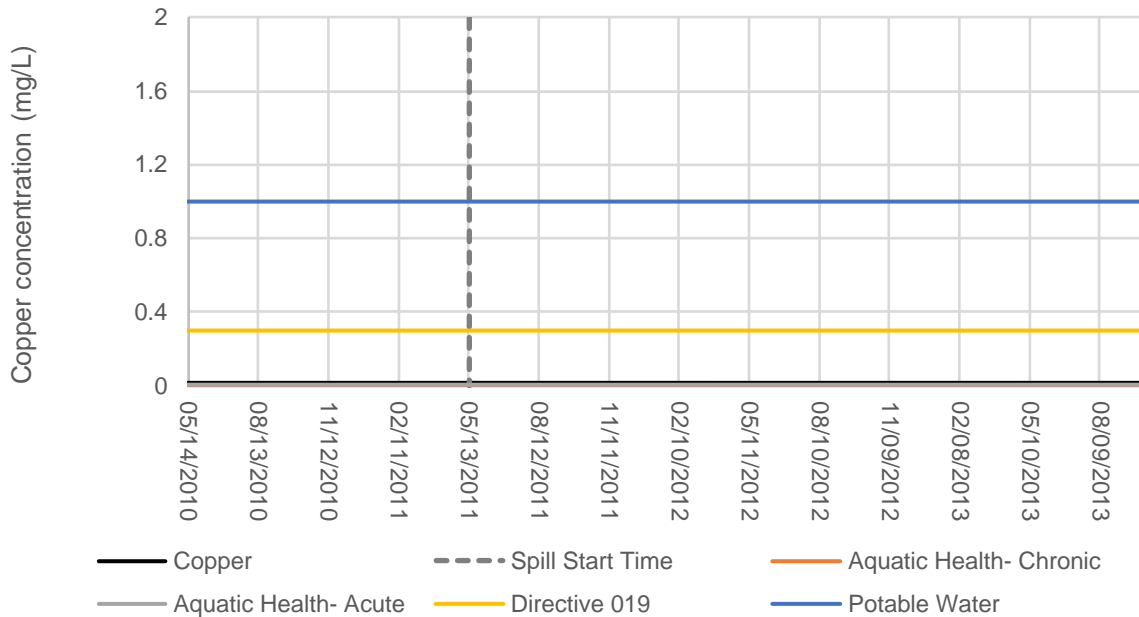


Figure A-86: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

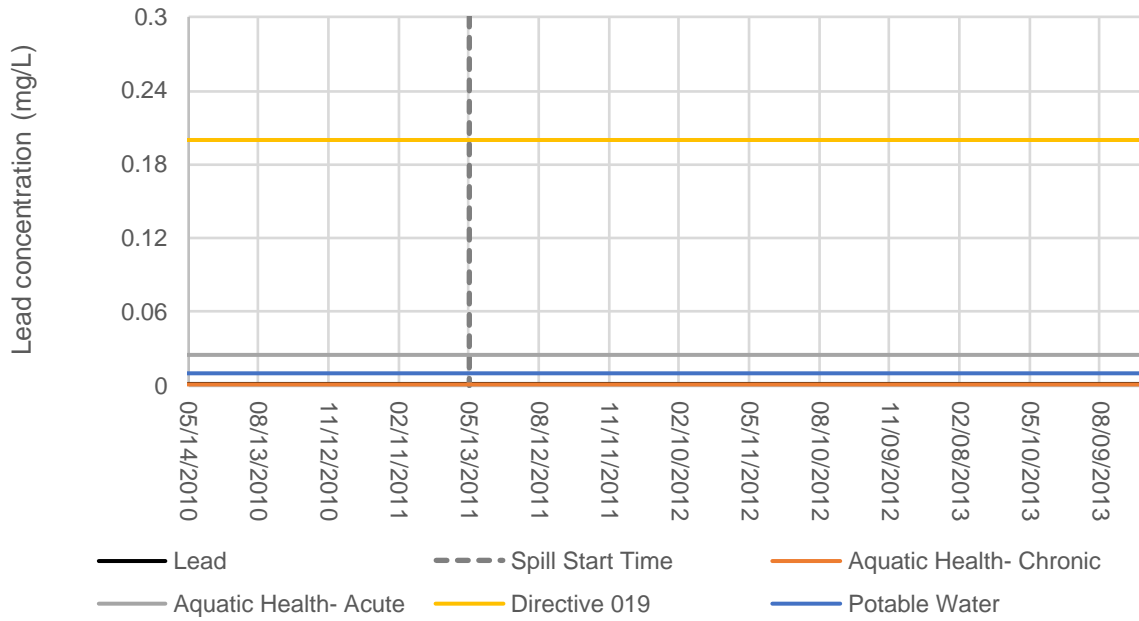


Figure A-87: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

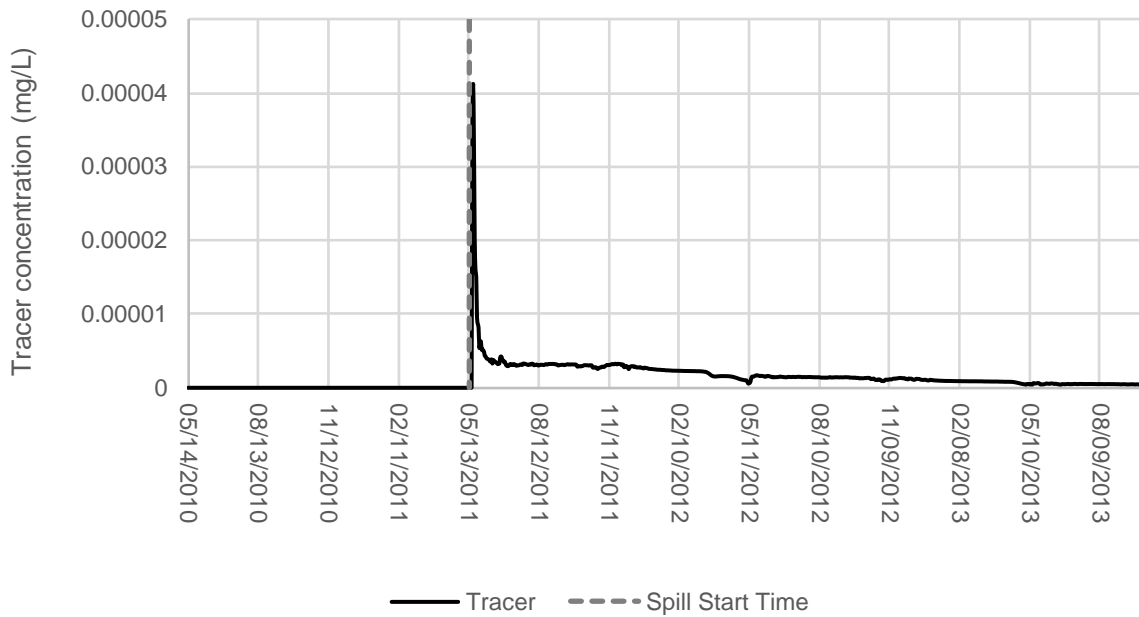


Figure A-88: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

2.3 Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines

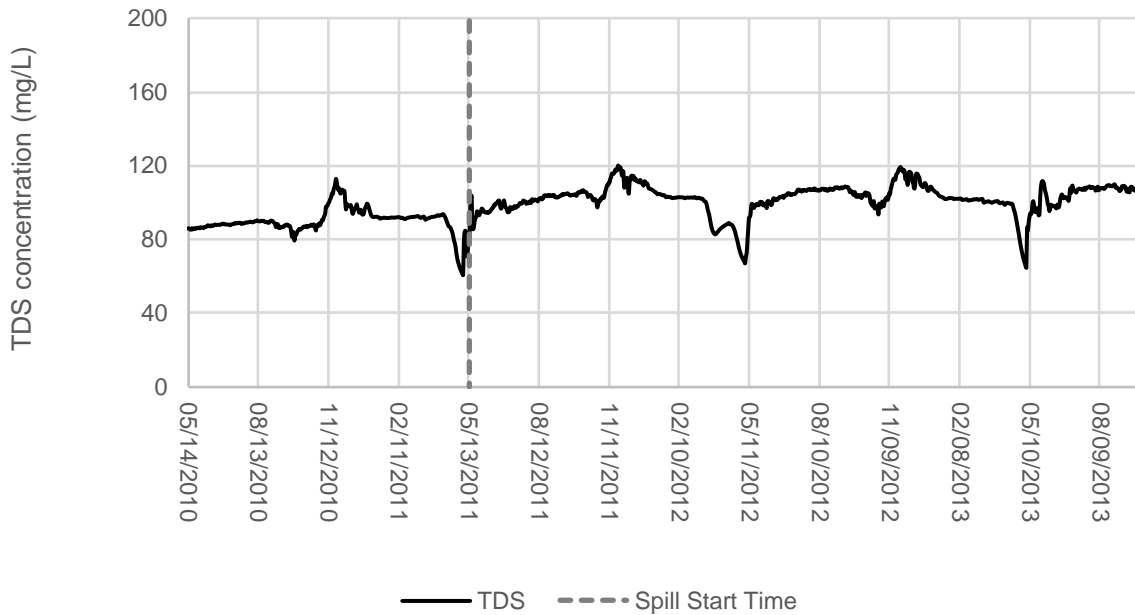


Figure A-89: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

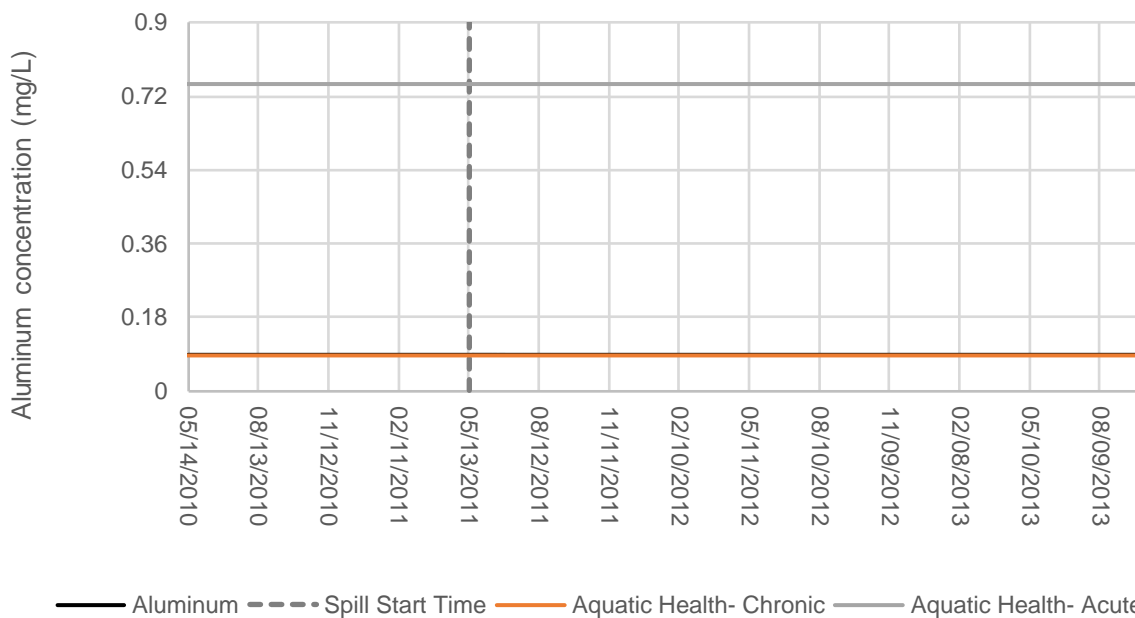


Figure A-90: Predicted Aluminum Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

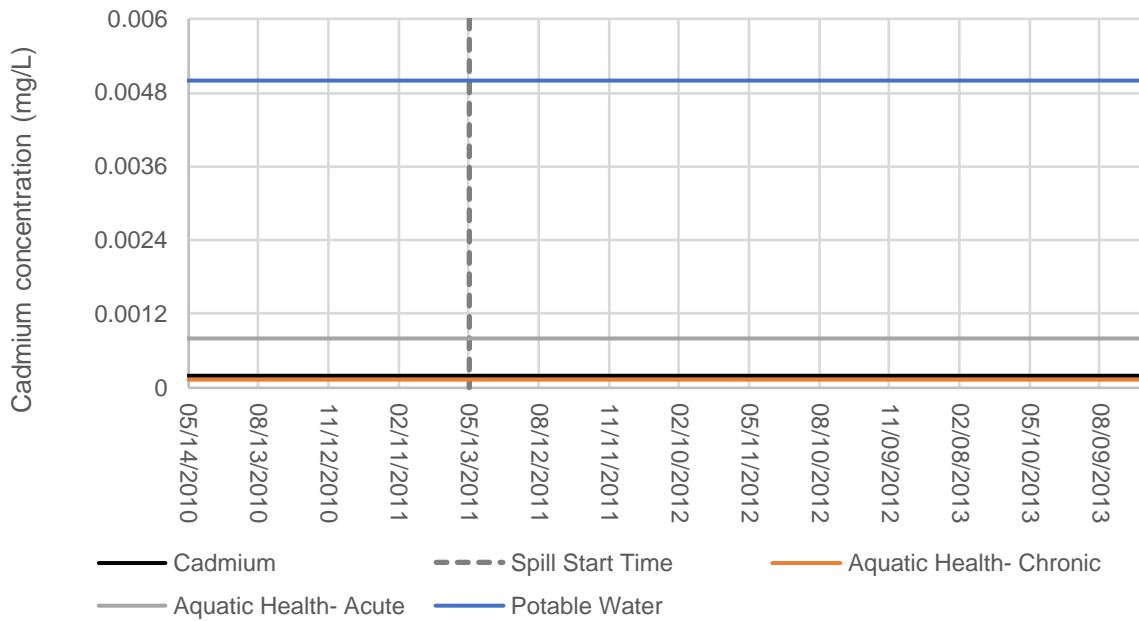


Figure A-91: Predicted Cadmium Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

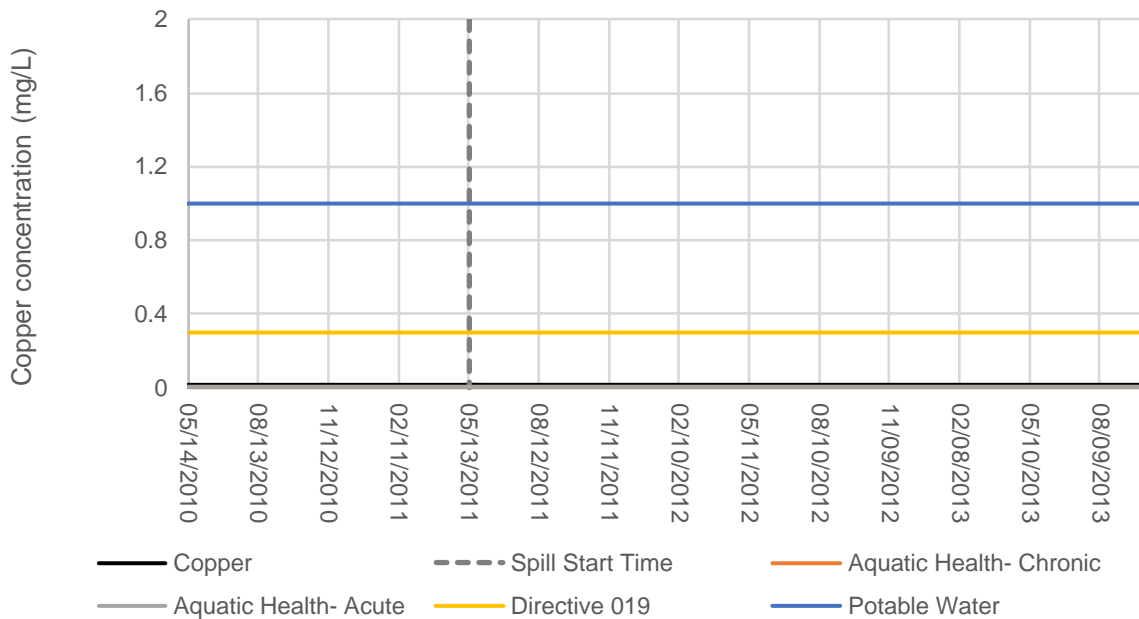


Figure A-92: Predicted Copper Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

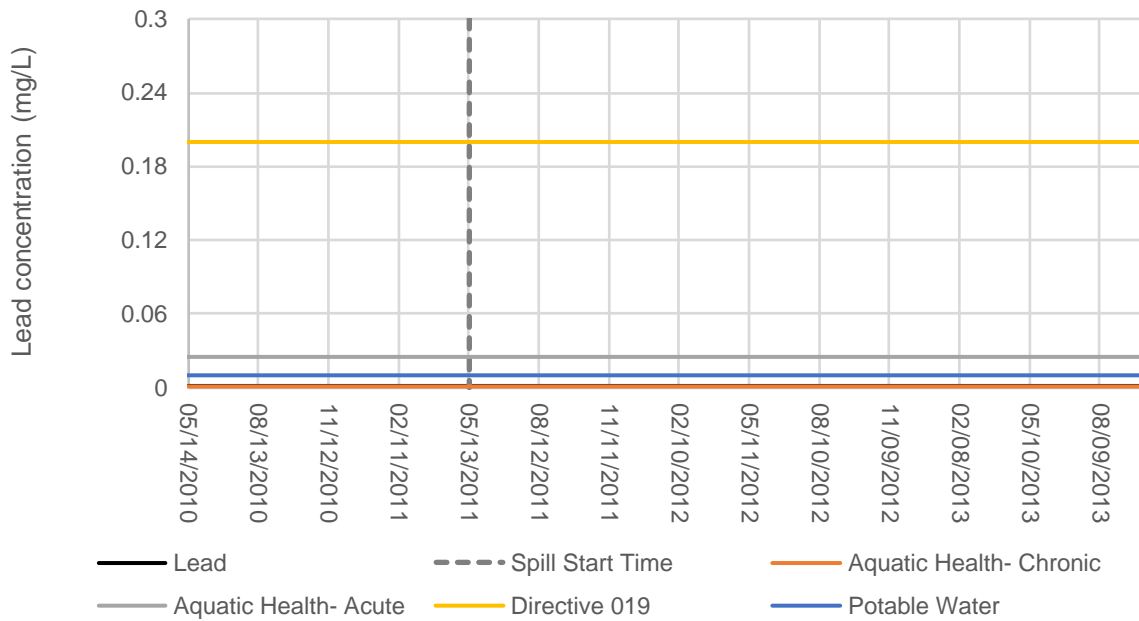


Figure A-93: Predicted Lead Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

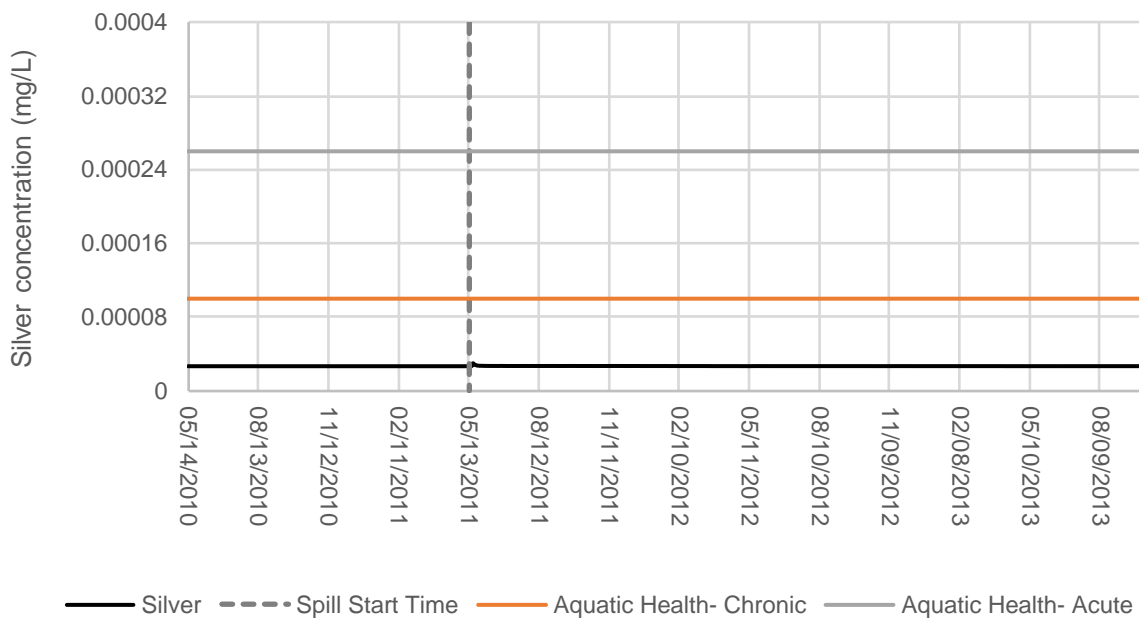


Figure A-94: Predicted Silver Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

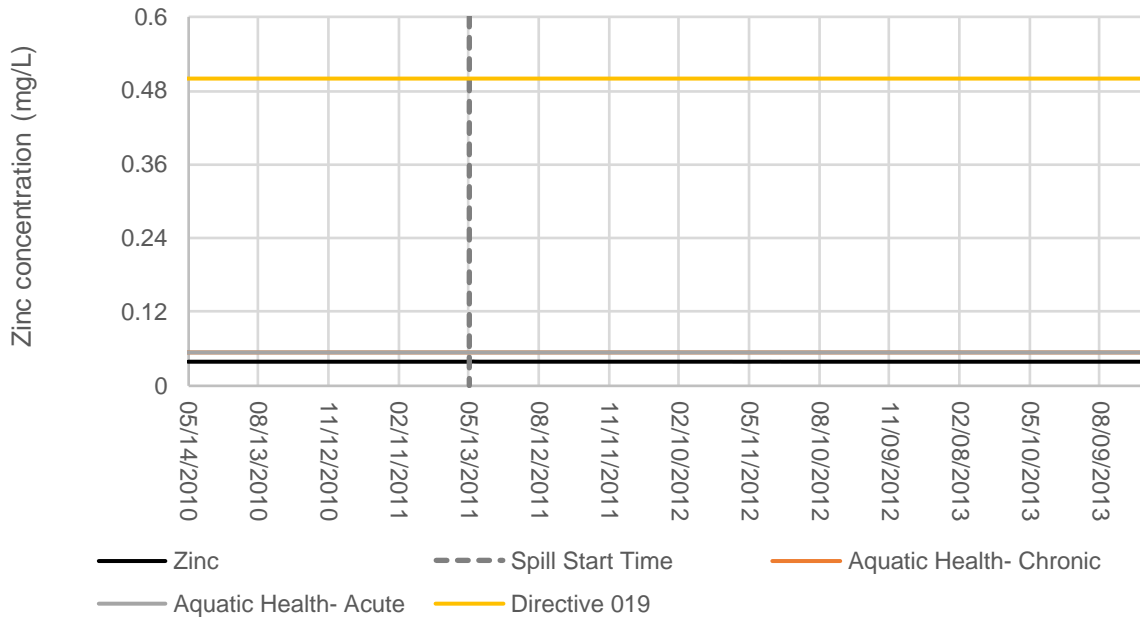


Figure A-95: Predicted Zinc Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

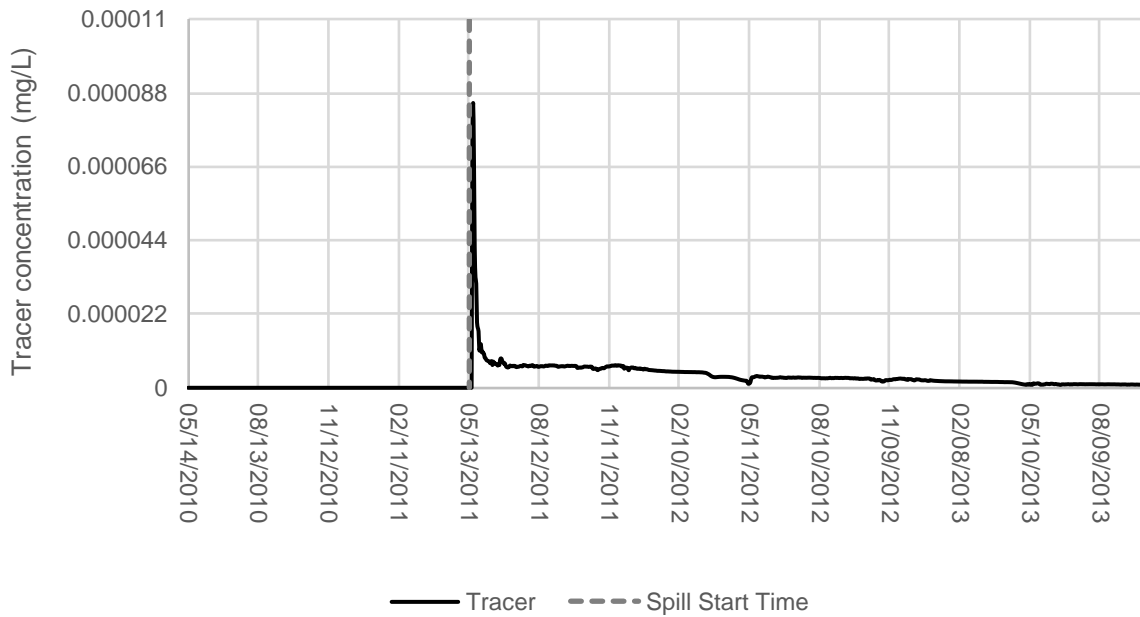


Figure A-96: Predicted Tracer Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

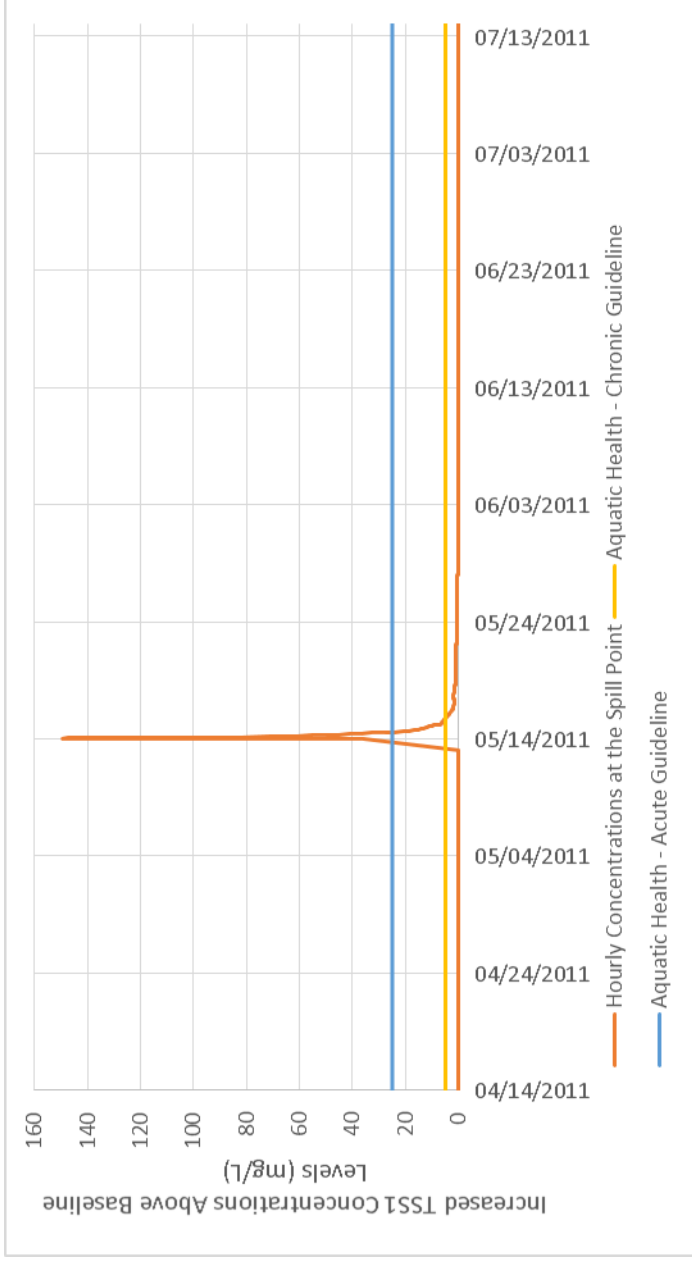


Figure A-97: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

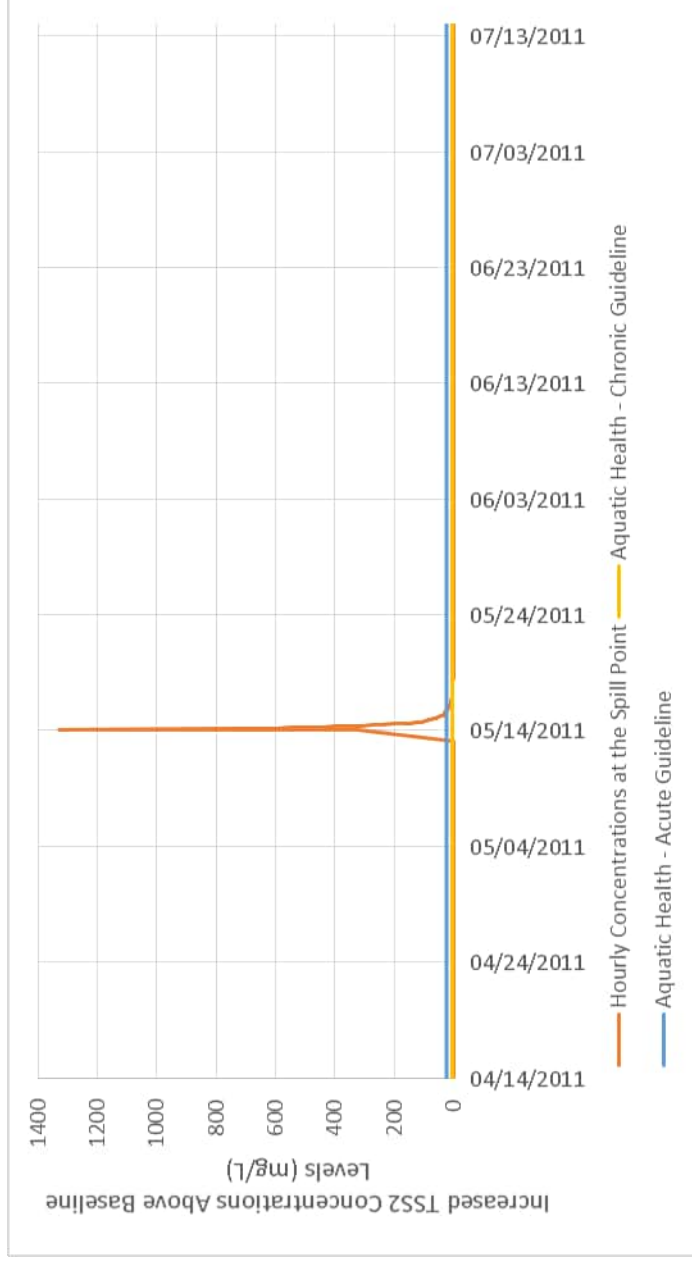


Figure A-98: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

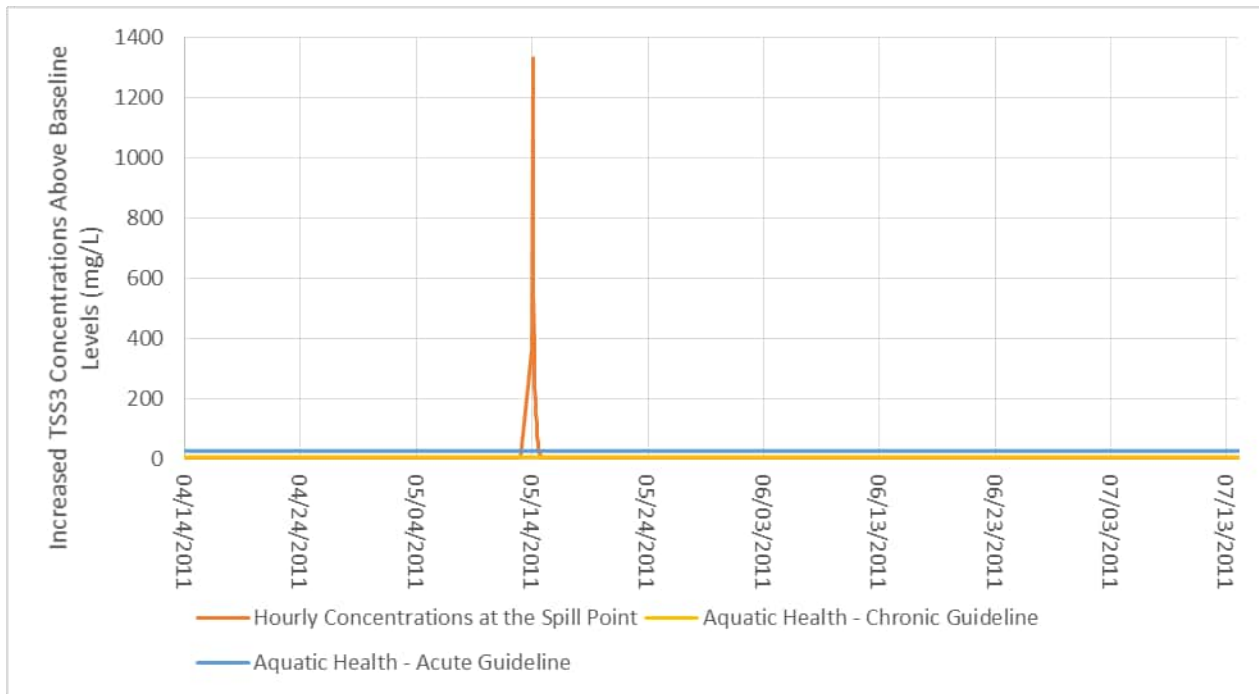


Figure A-99: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Spring - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

2.4 Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

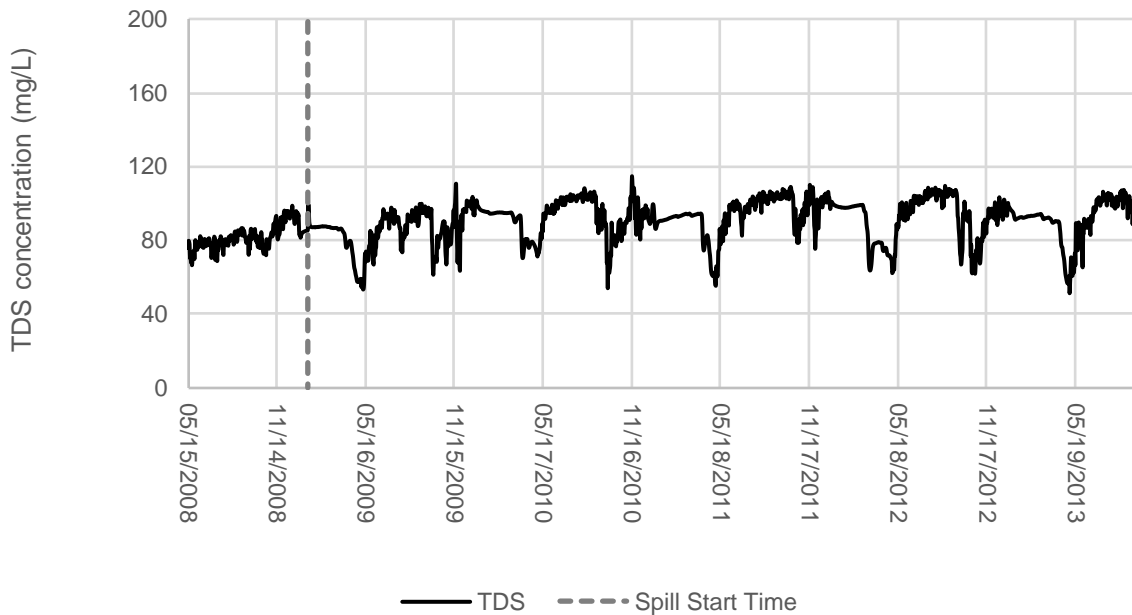


Figure A-100: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

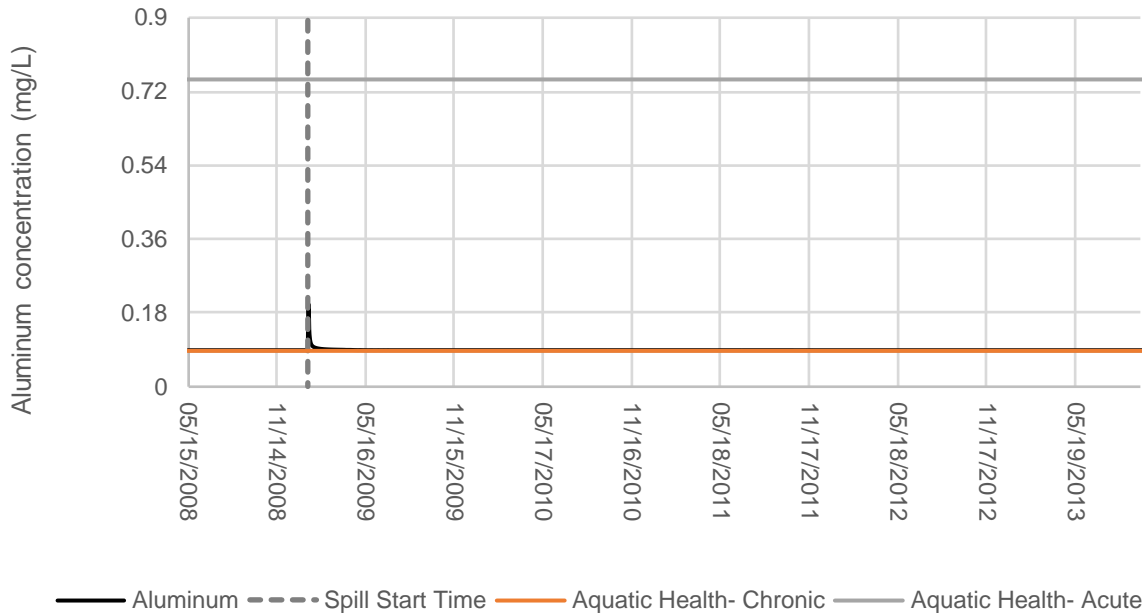


Figure A-101: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

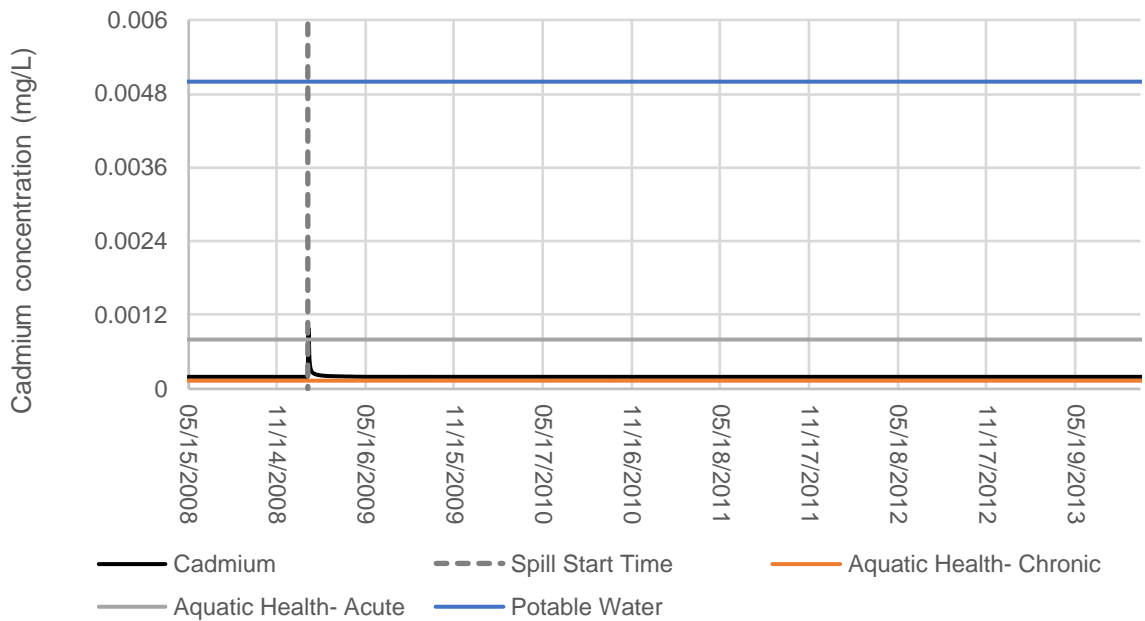


Figure A-102: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

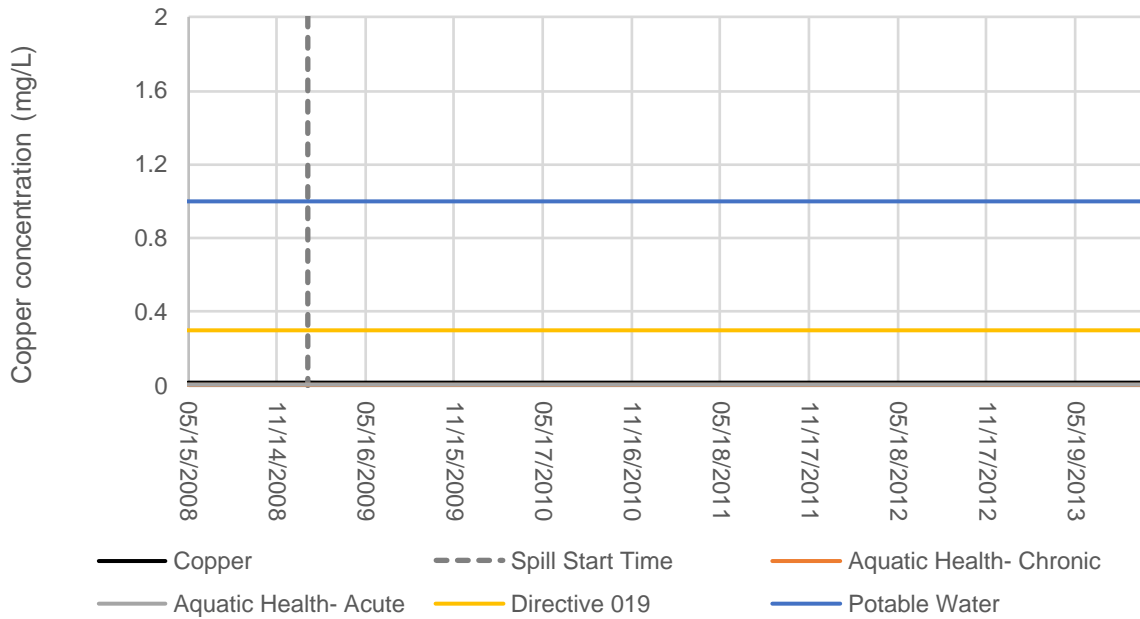


Figure A-103: Predicted Copper Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

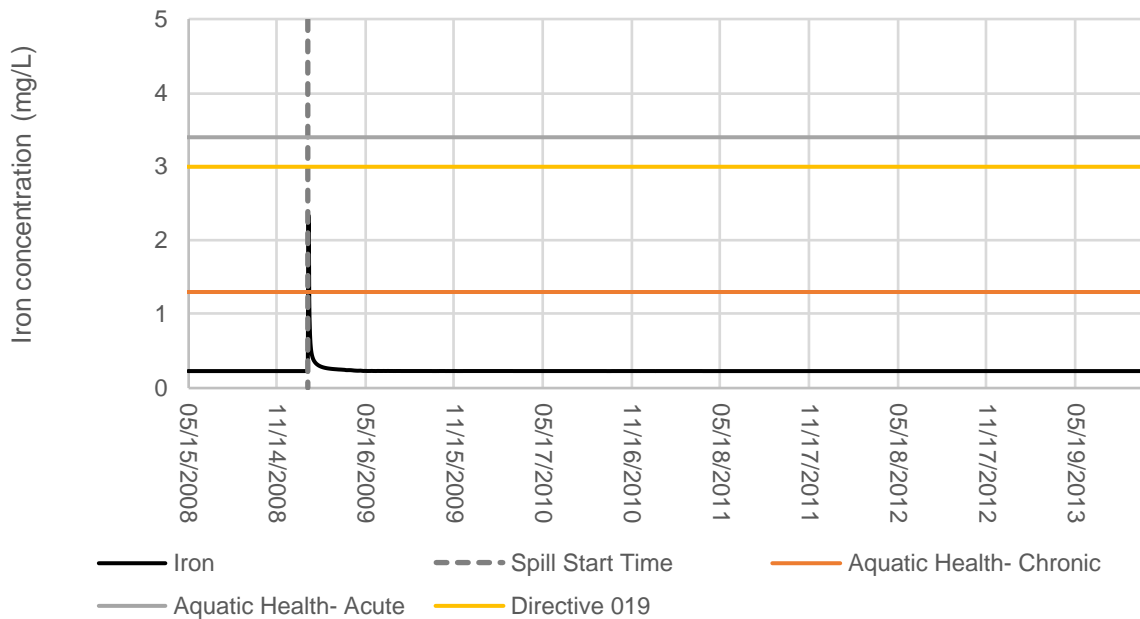


Figure A-104: Predicted Iron Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

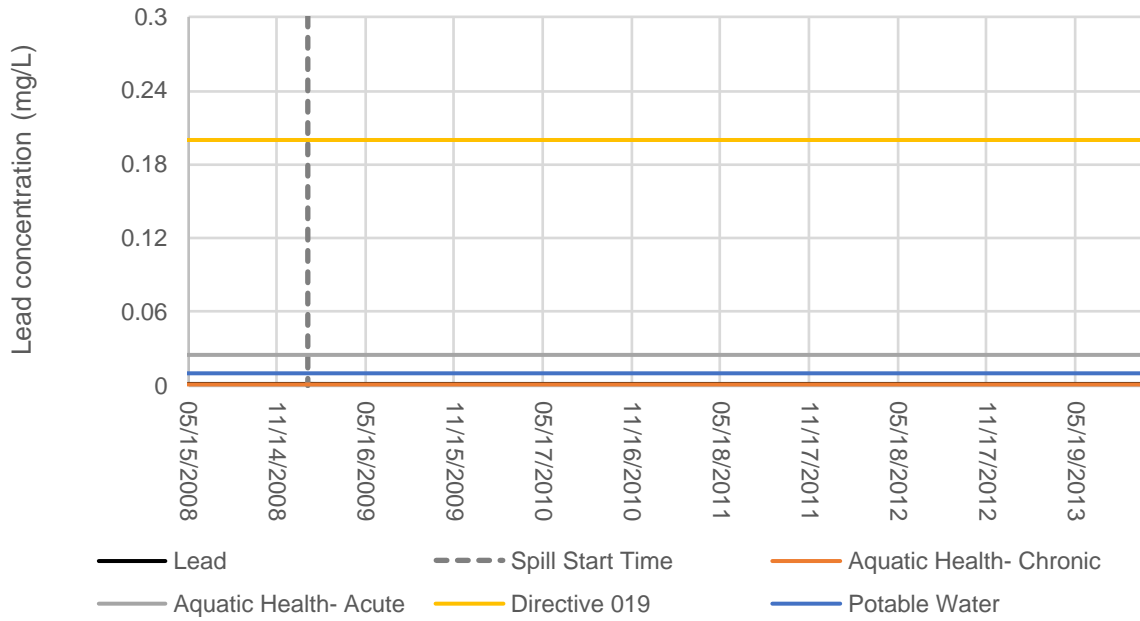


Figure A-105: Predicted Lead Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

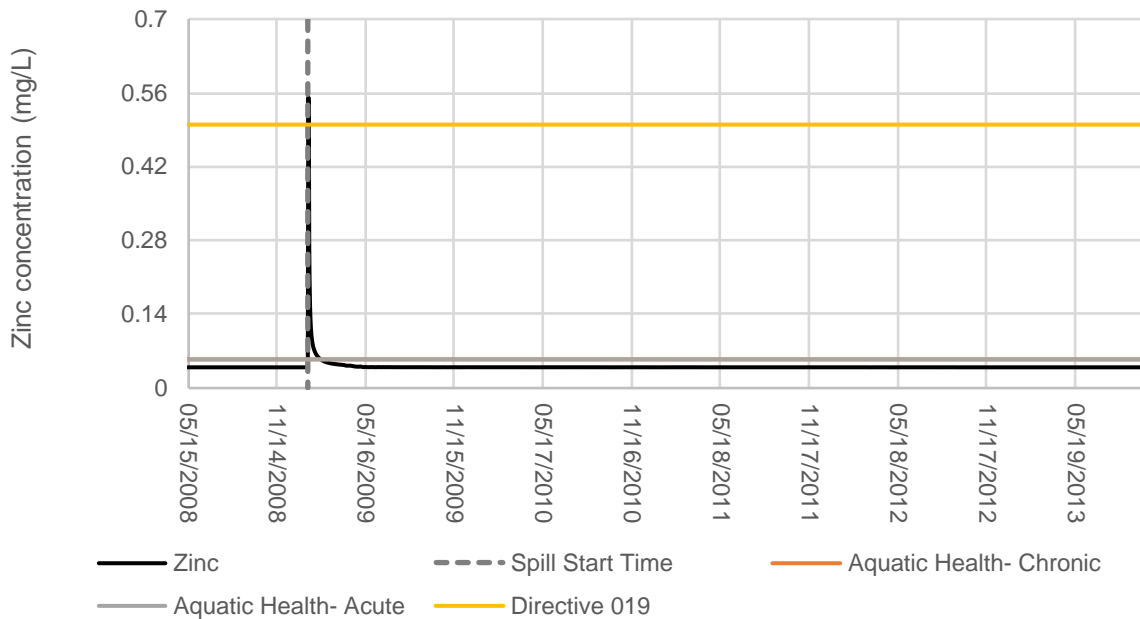


Figure A-106: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

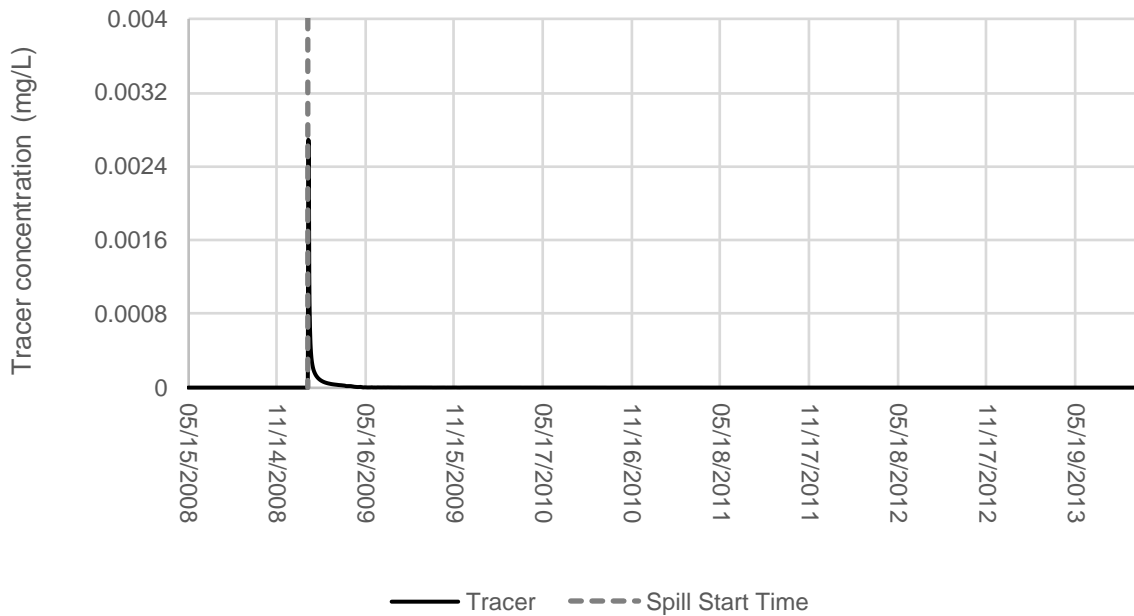


Figure A-107: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

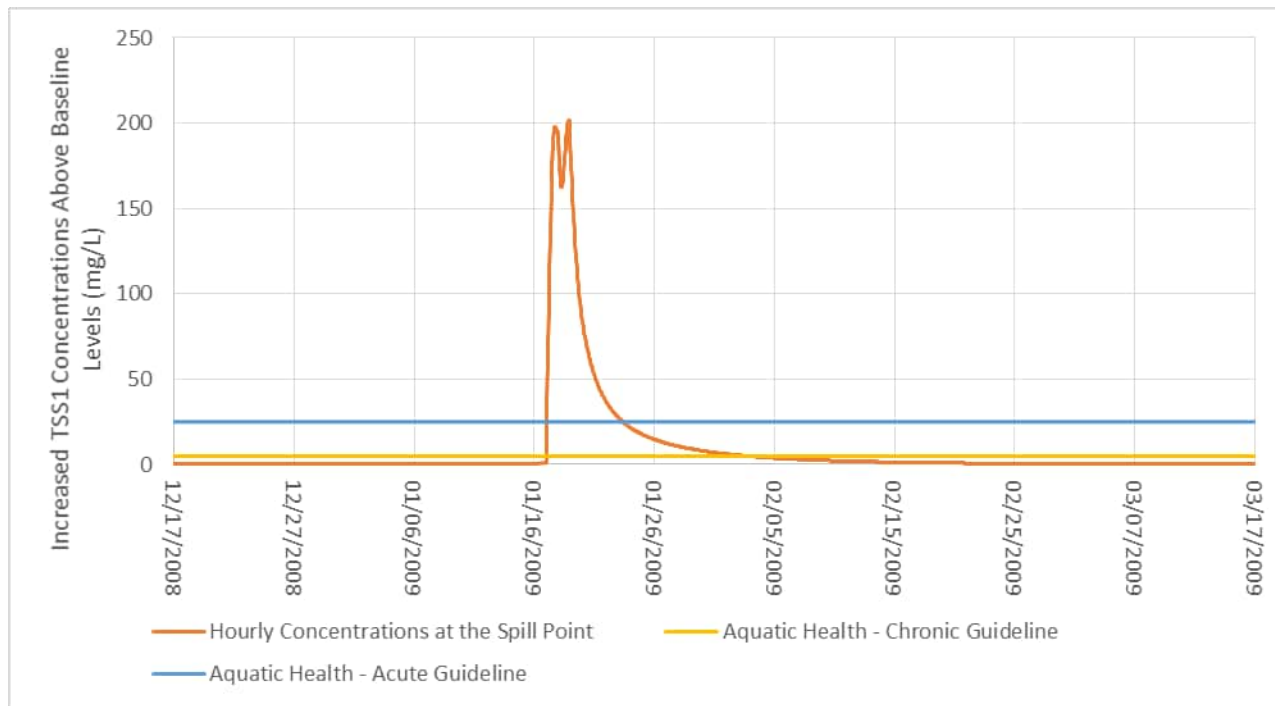


Figure A-108: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

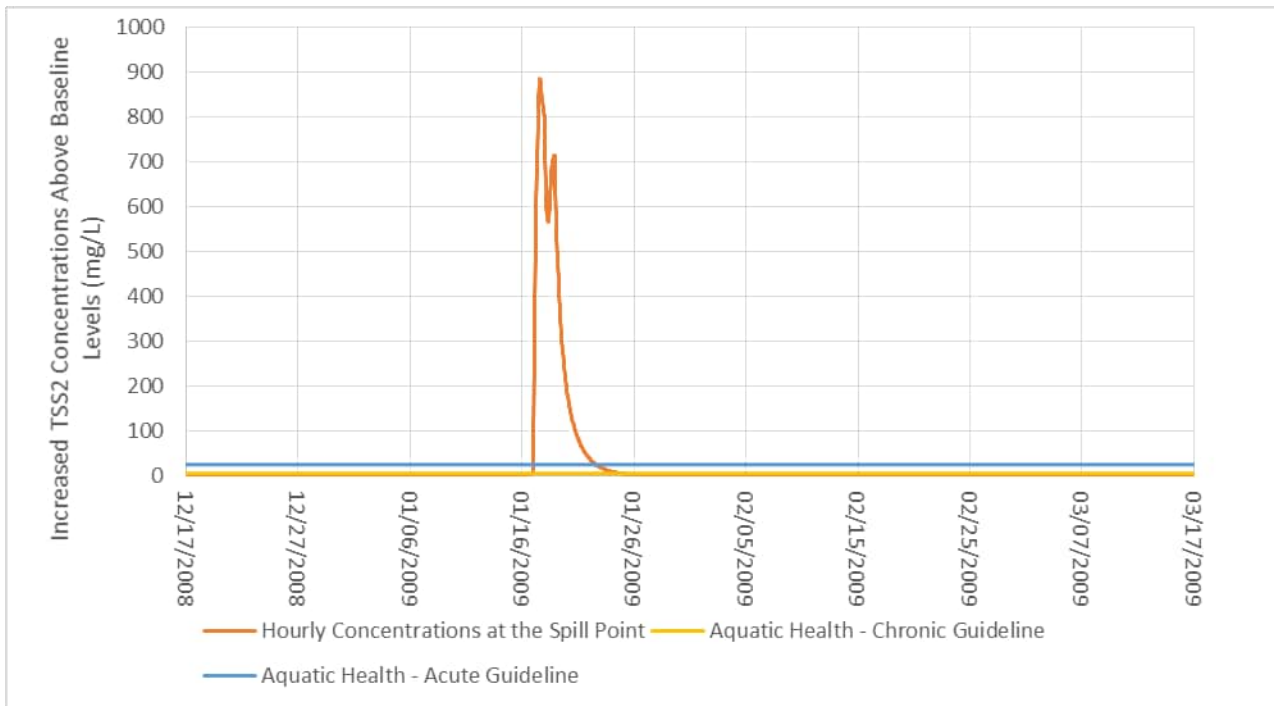


Figure A-109: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

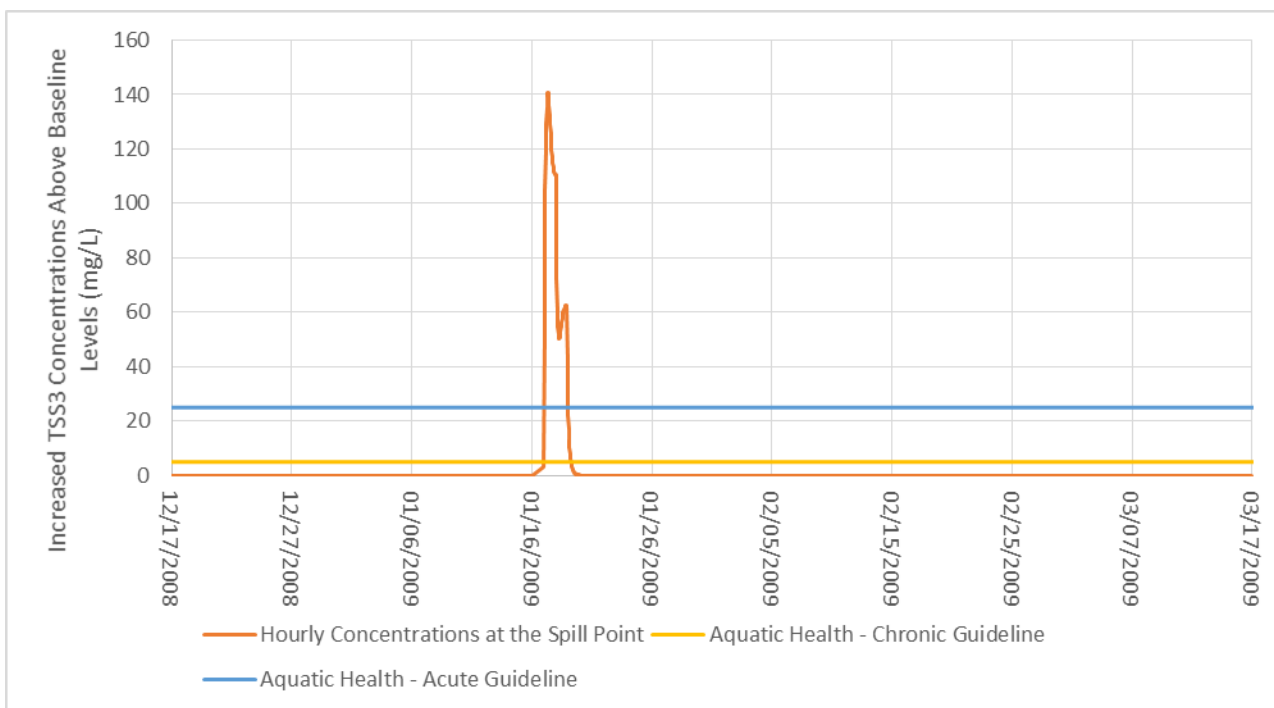


Figure A-110: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

2.5 Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline

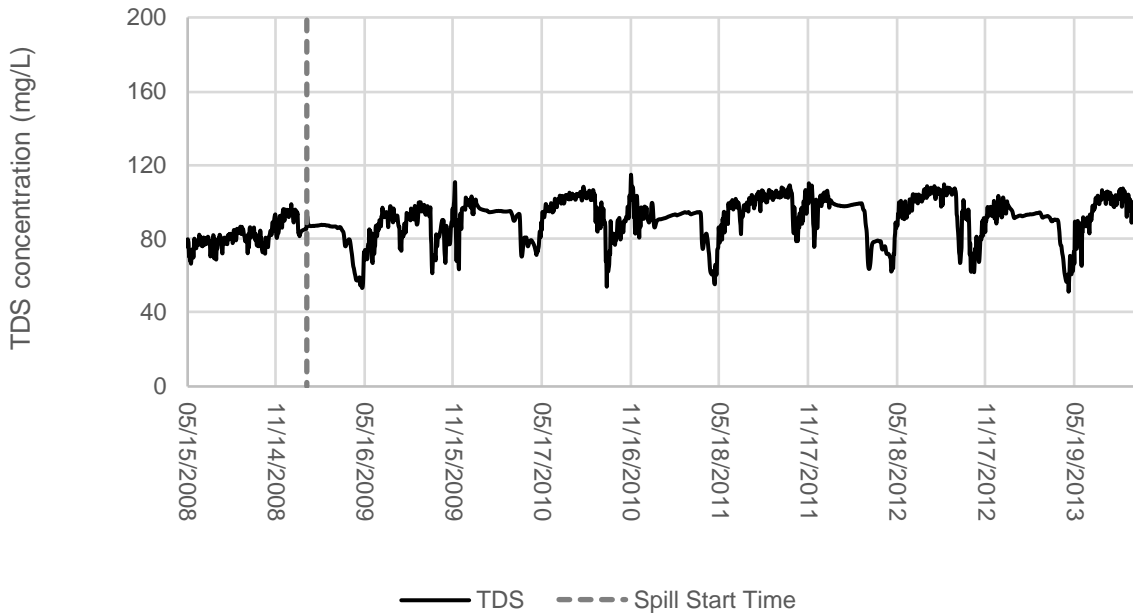


Figure A-111: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

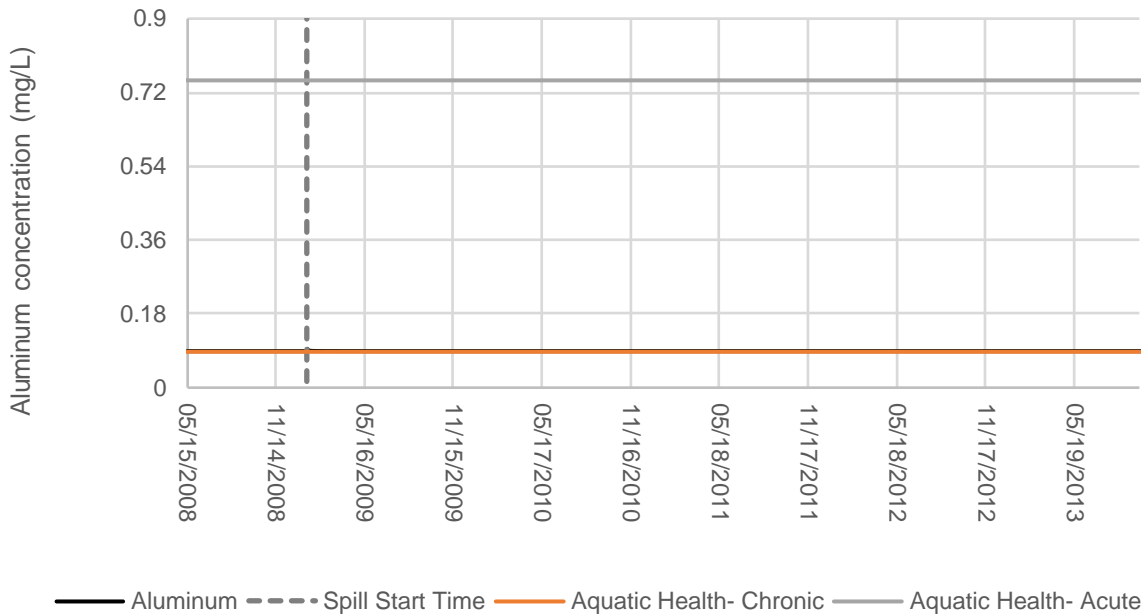


Figure A-112: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

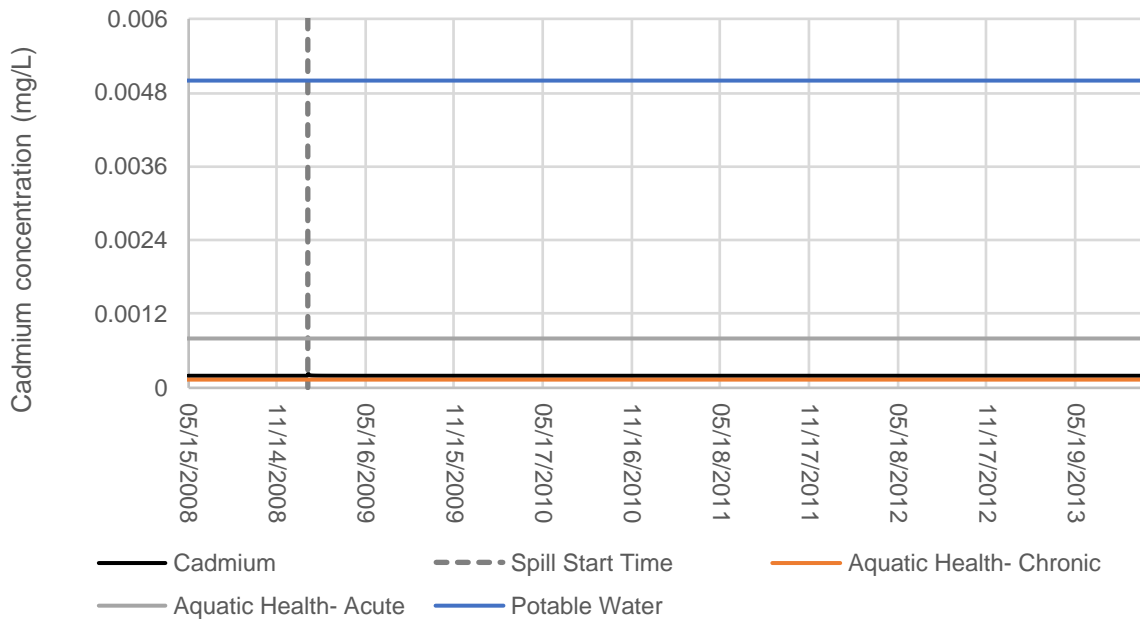


Figure A-113: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

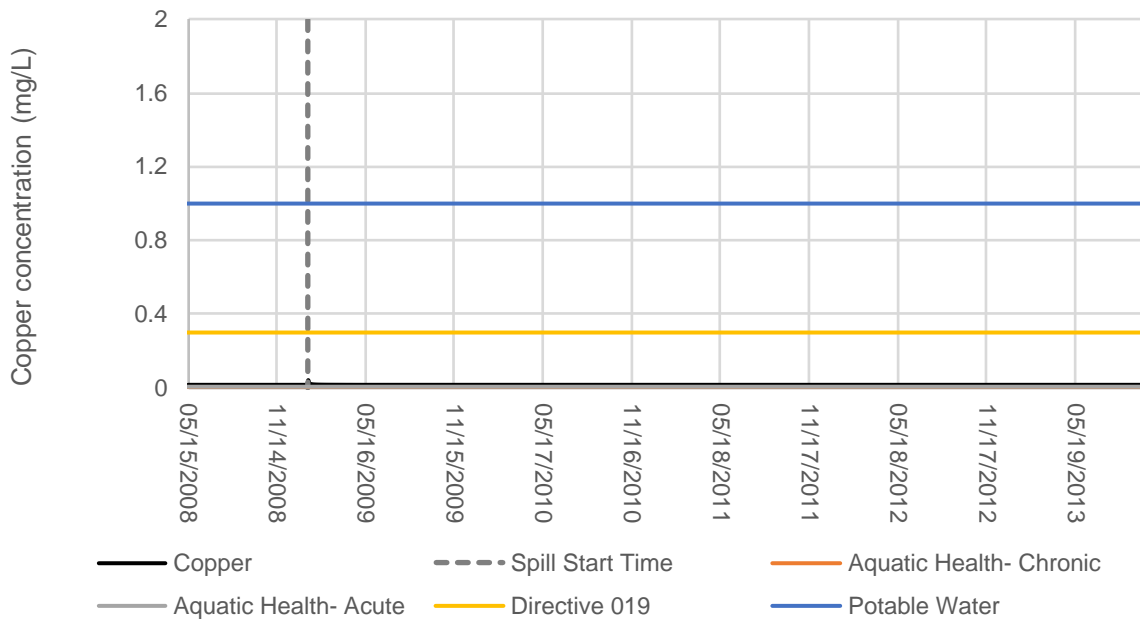


Figure A-114: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

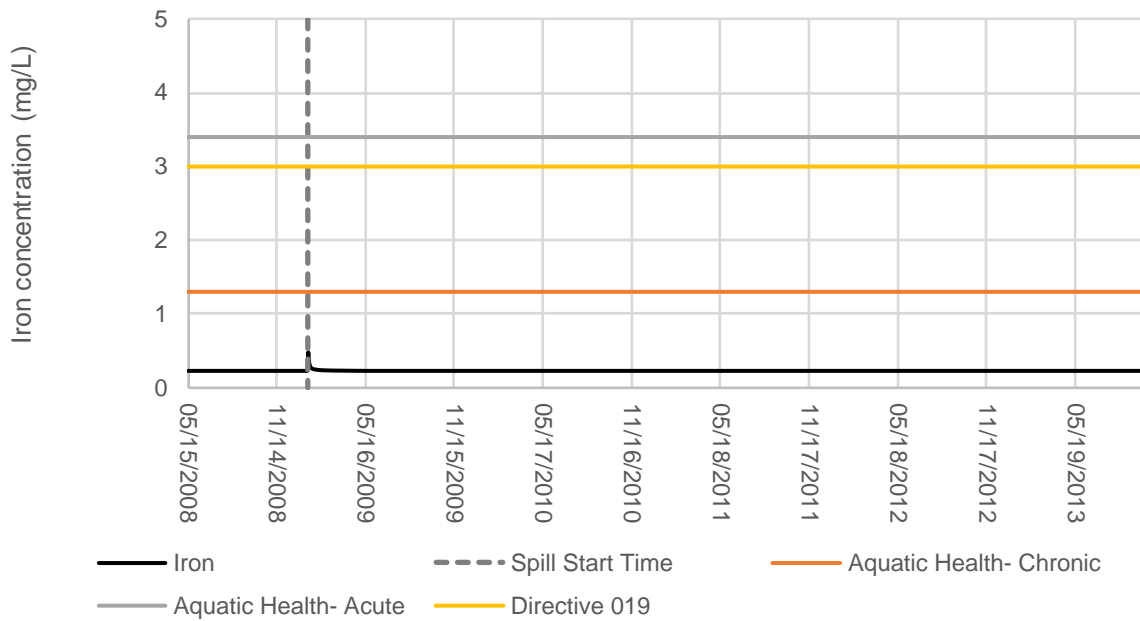


Figure A-115: Predicted Iron Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

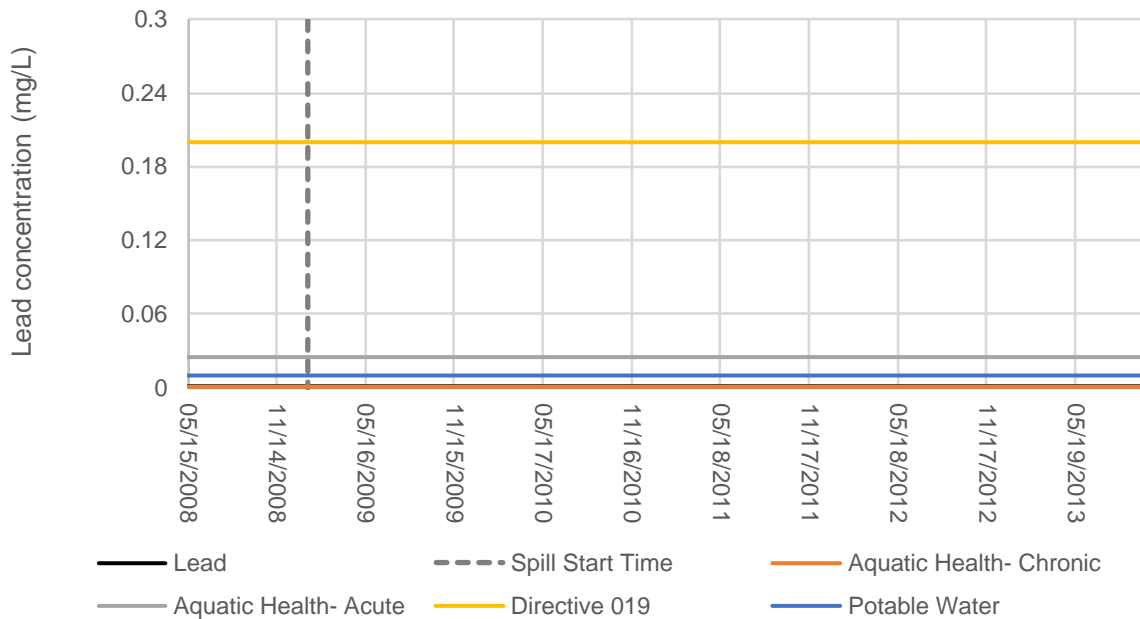


Figure A-116: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

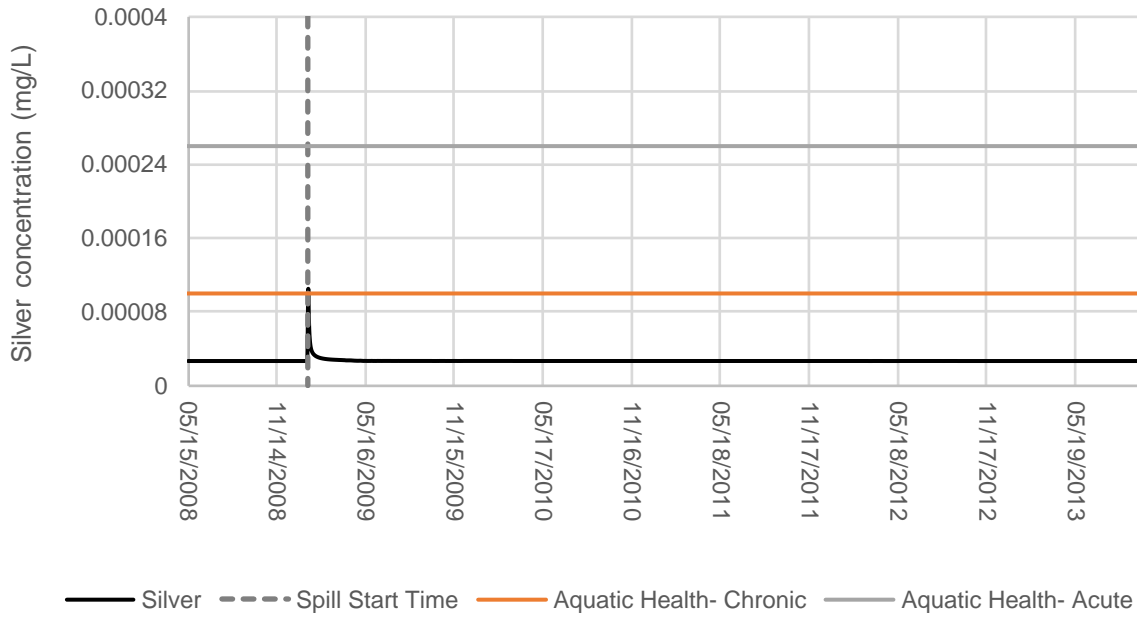


Figure A-117: Predicted Silver Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

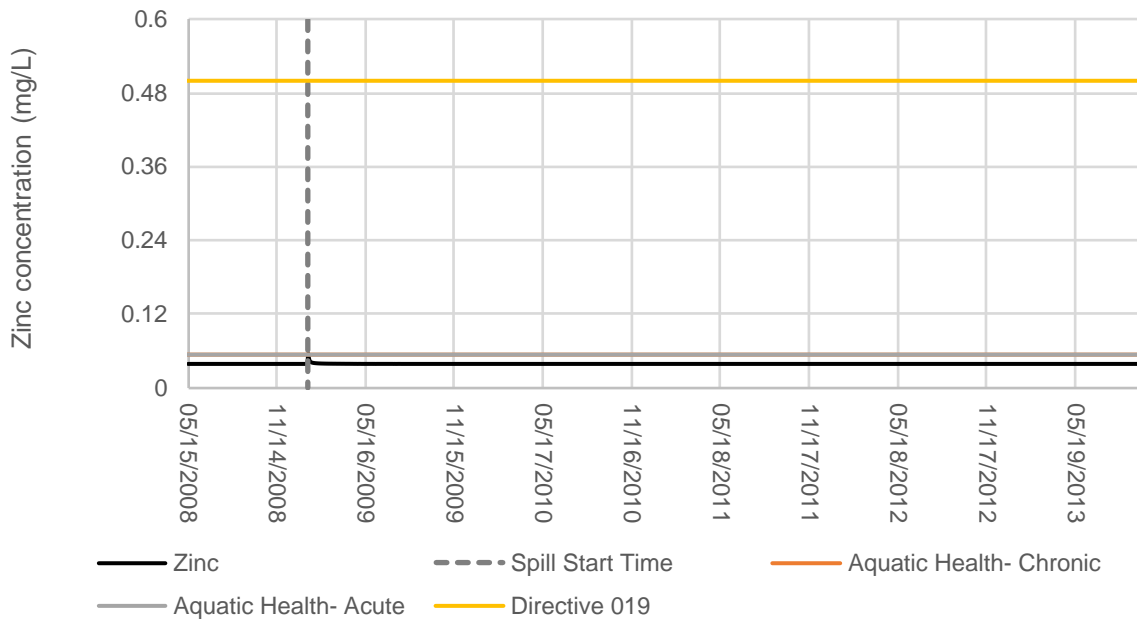


Figure A-118: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

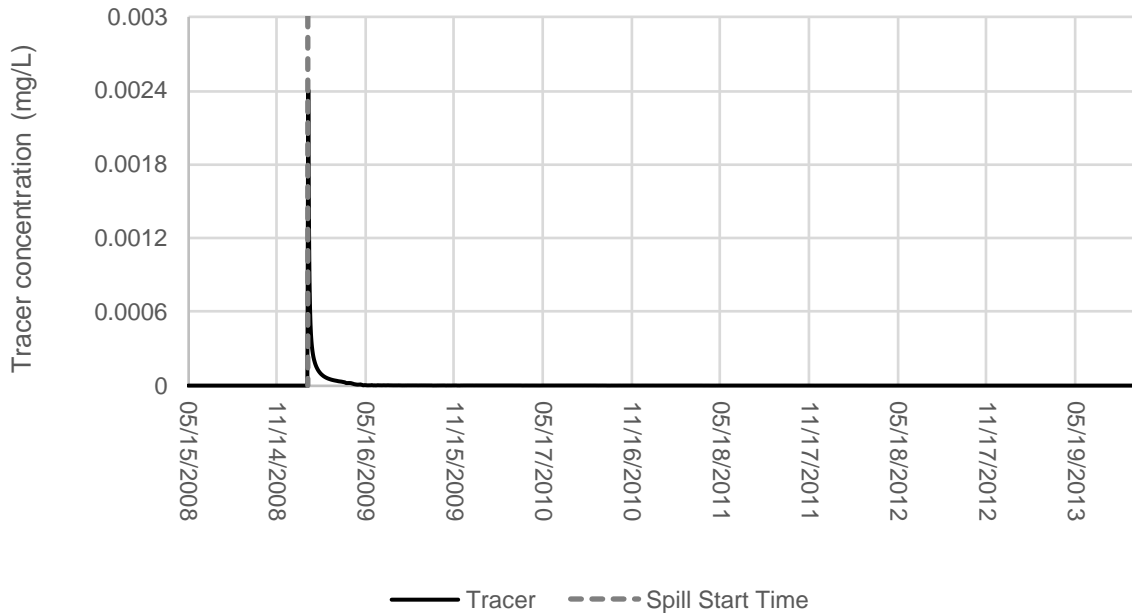


Figure A-119: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

2.6 Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines

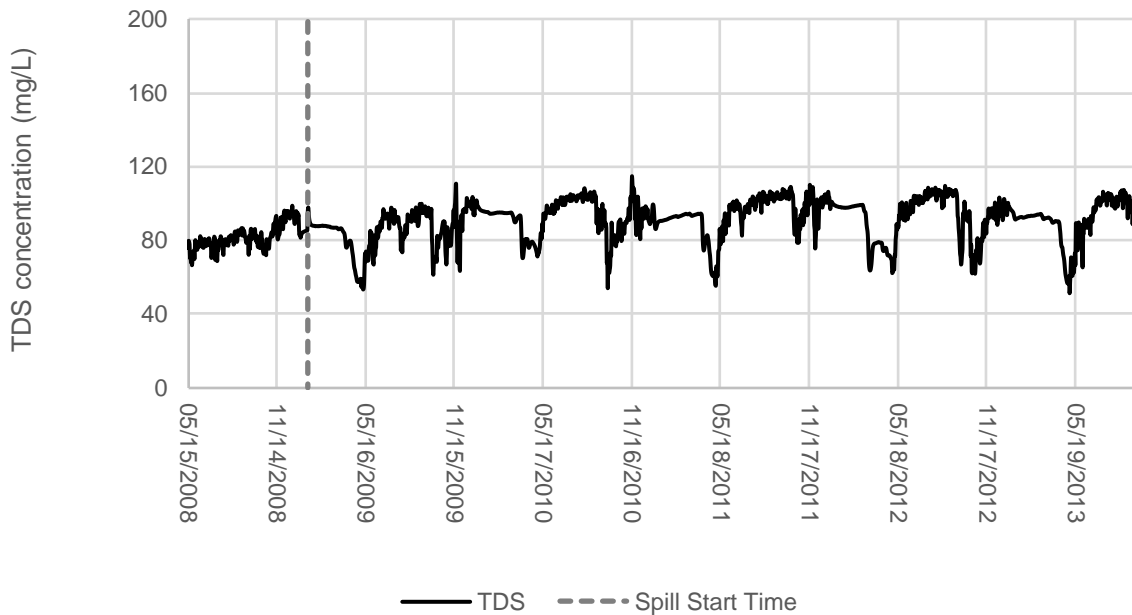


Figure A-120: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

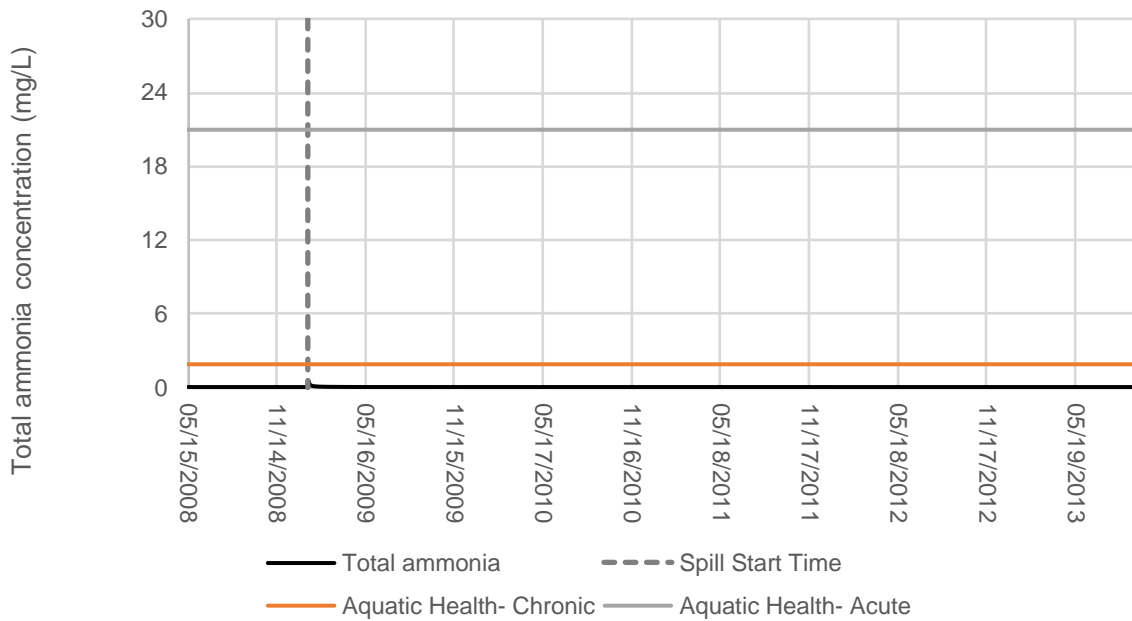


Figure A-121: Predicted Ammonia Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

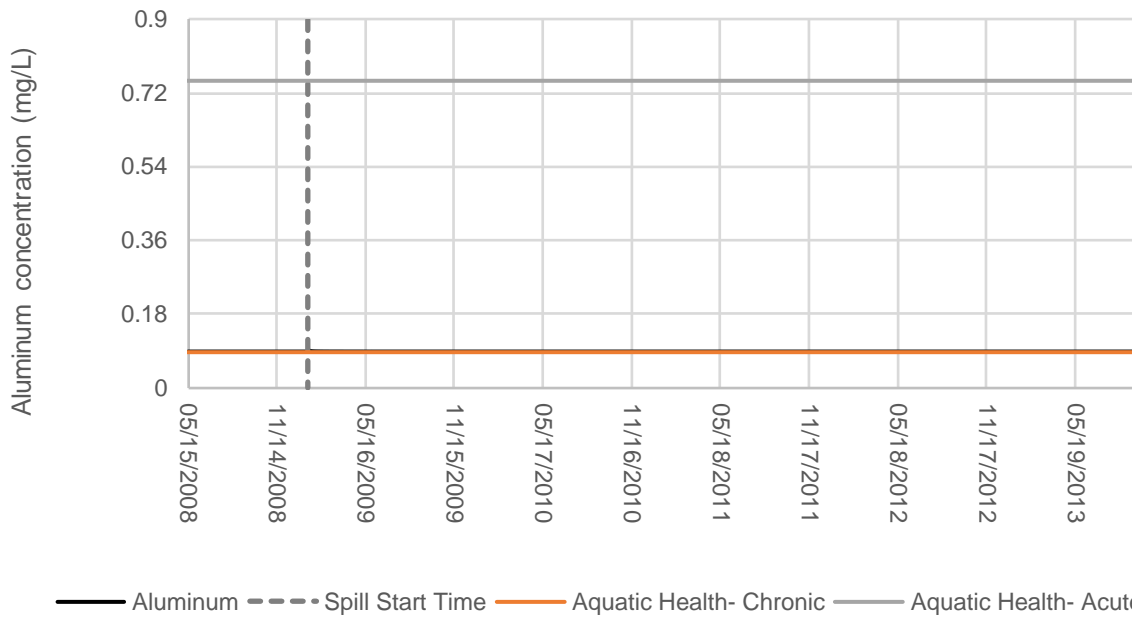


Figure A-122: Predicted Aluminum Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

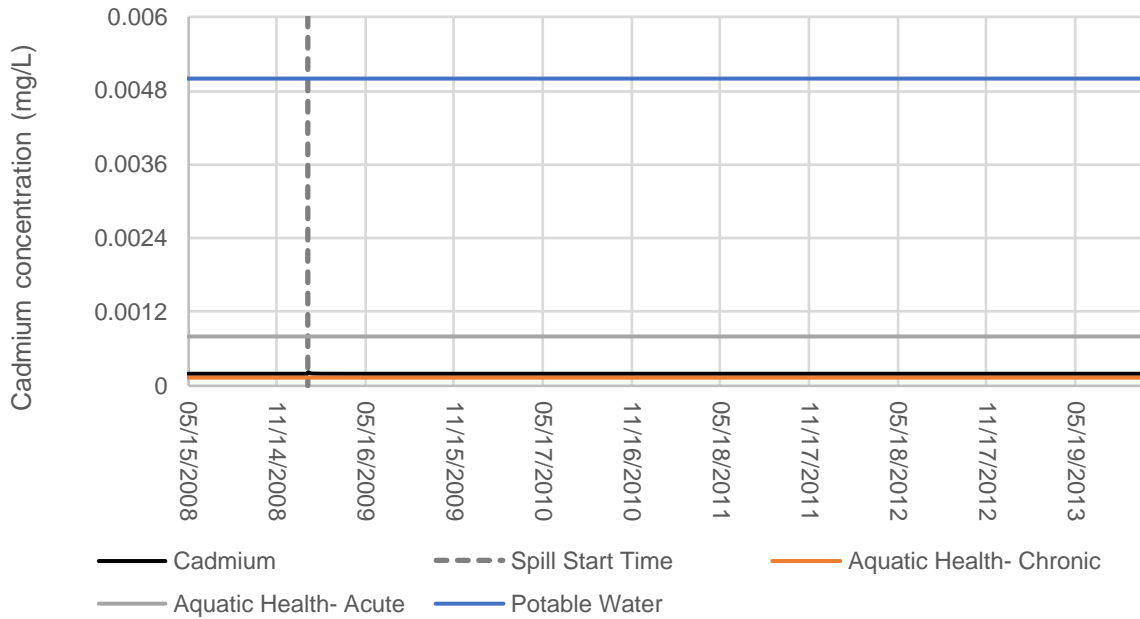


Figure A-123: Predicted Cadmium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

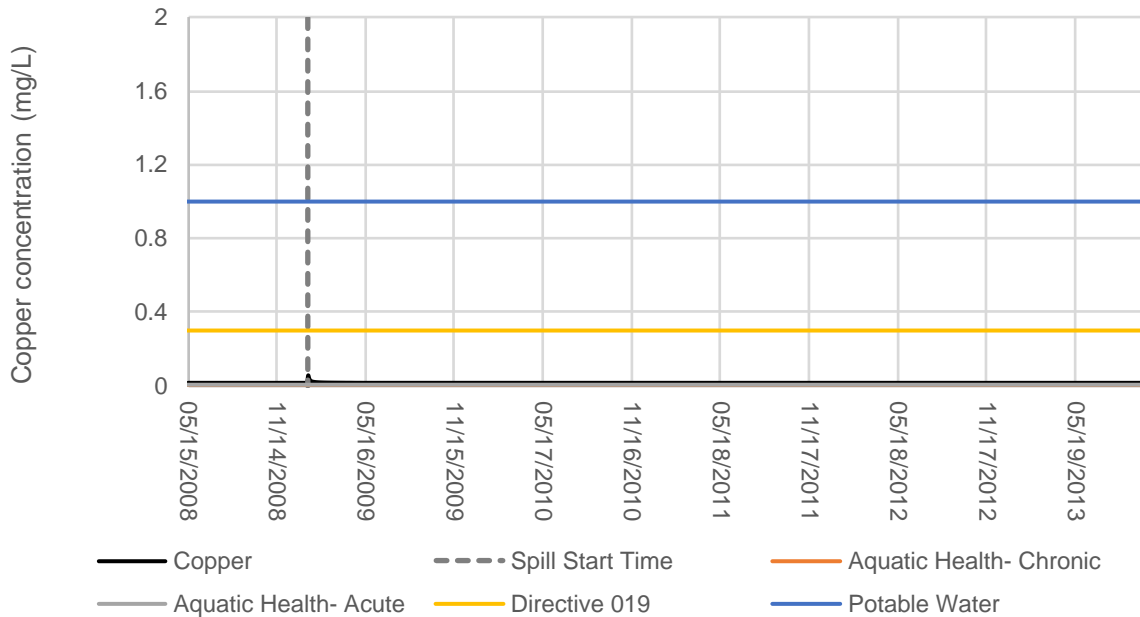


Figure A-124: Predicted Copper Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

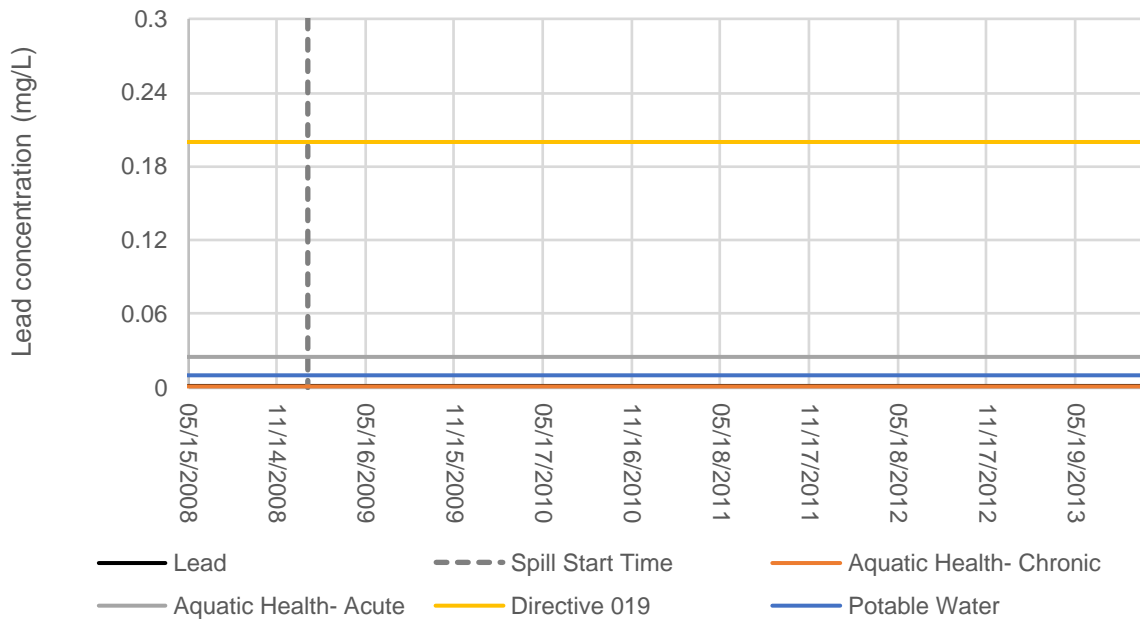


Figure A-125: Predicted Lead Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

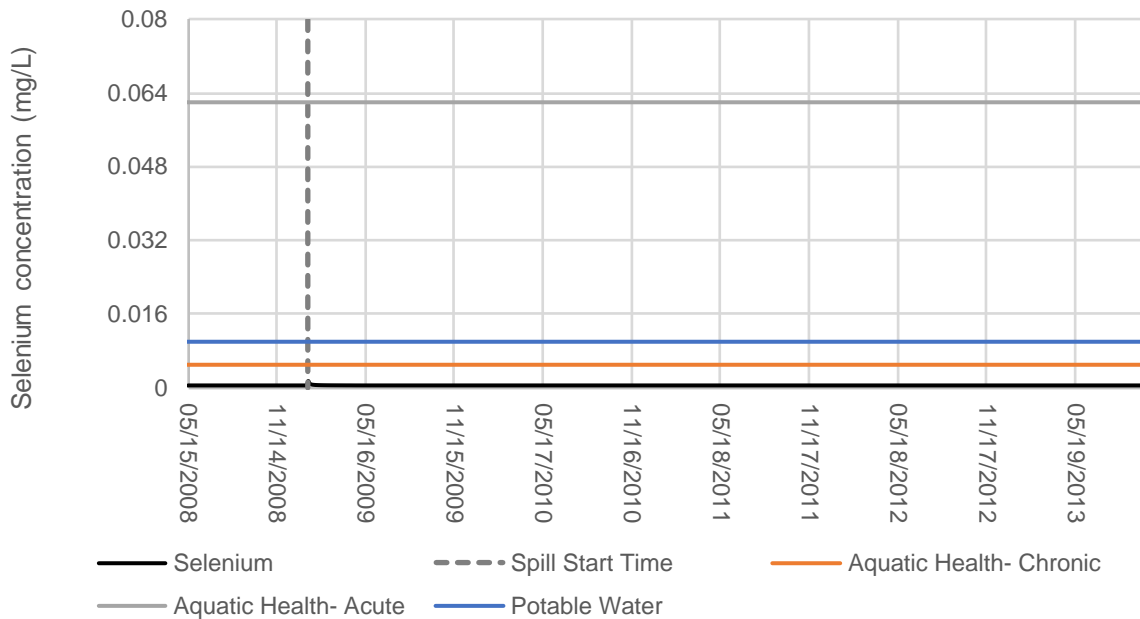


Figure A-126: Predicted Selenium Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

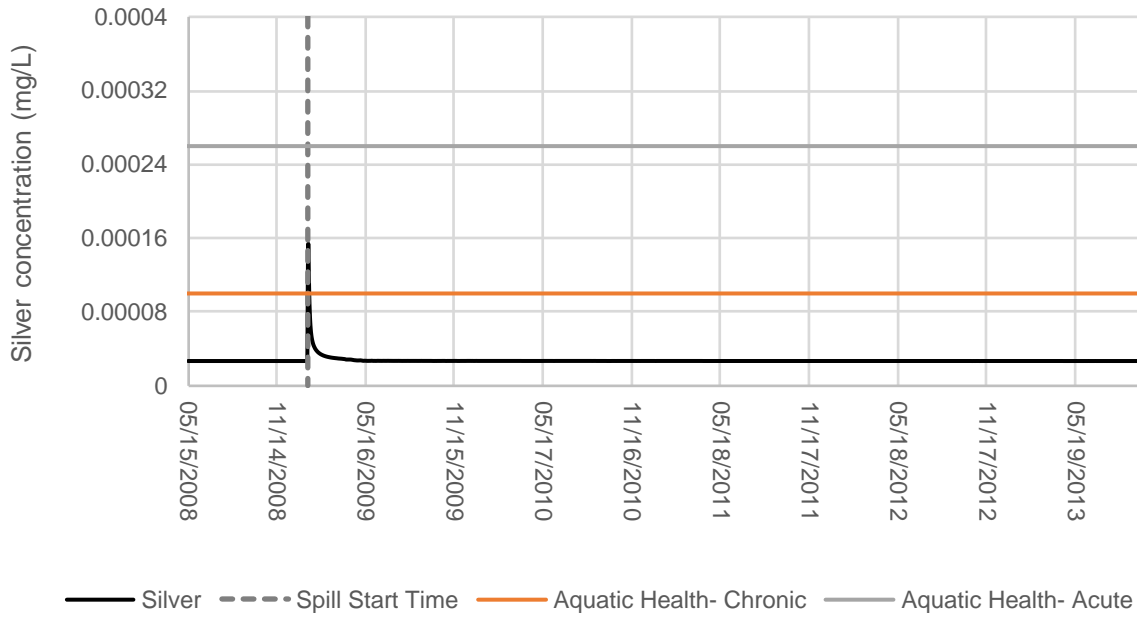


Figure A-127: Predicted Silver Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

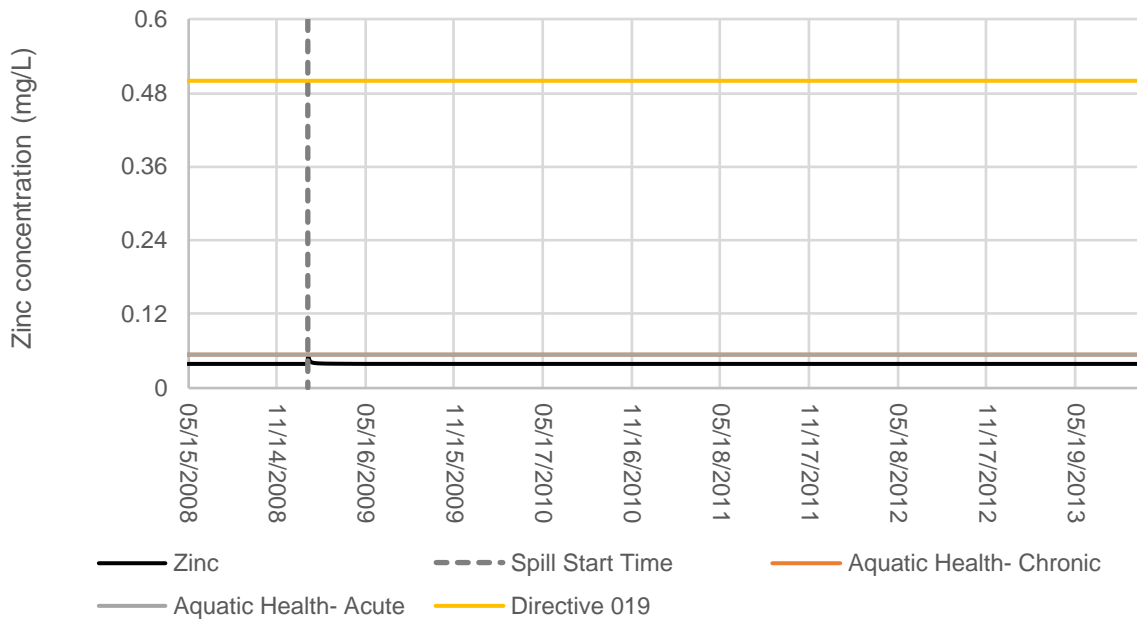


Figure A-128: Predicted Zinc Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

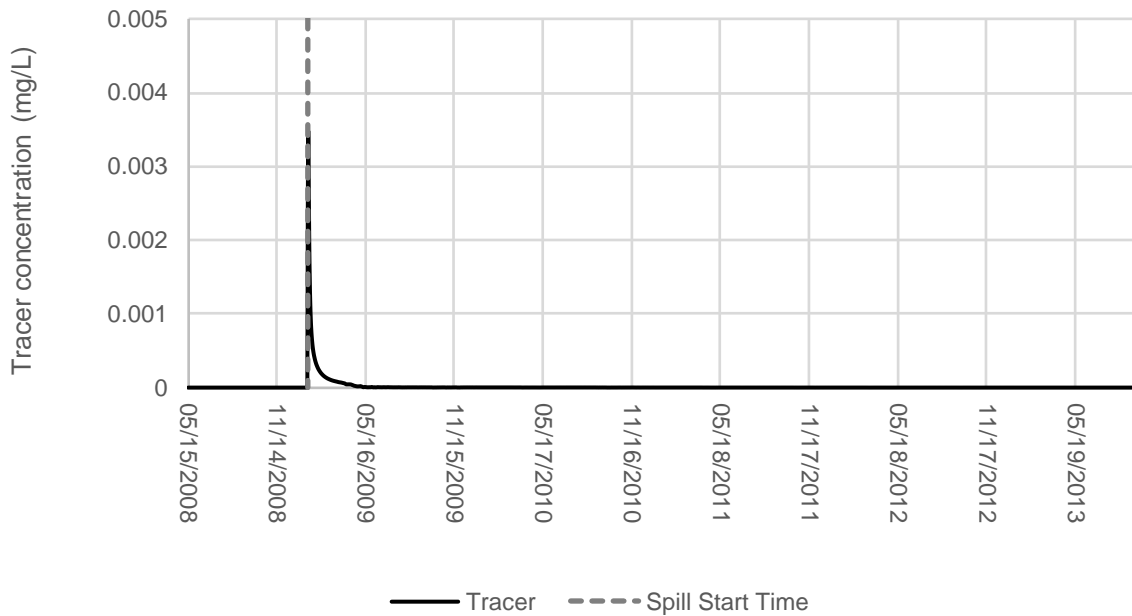


Figure A-129: Predicted Tracer Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

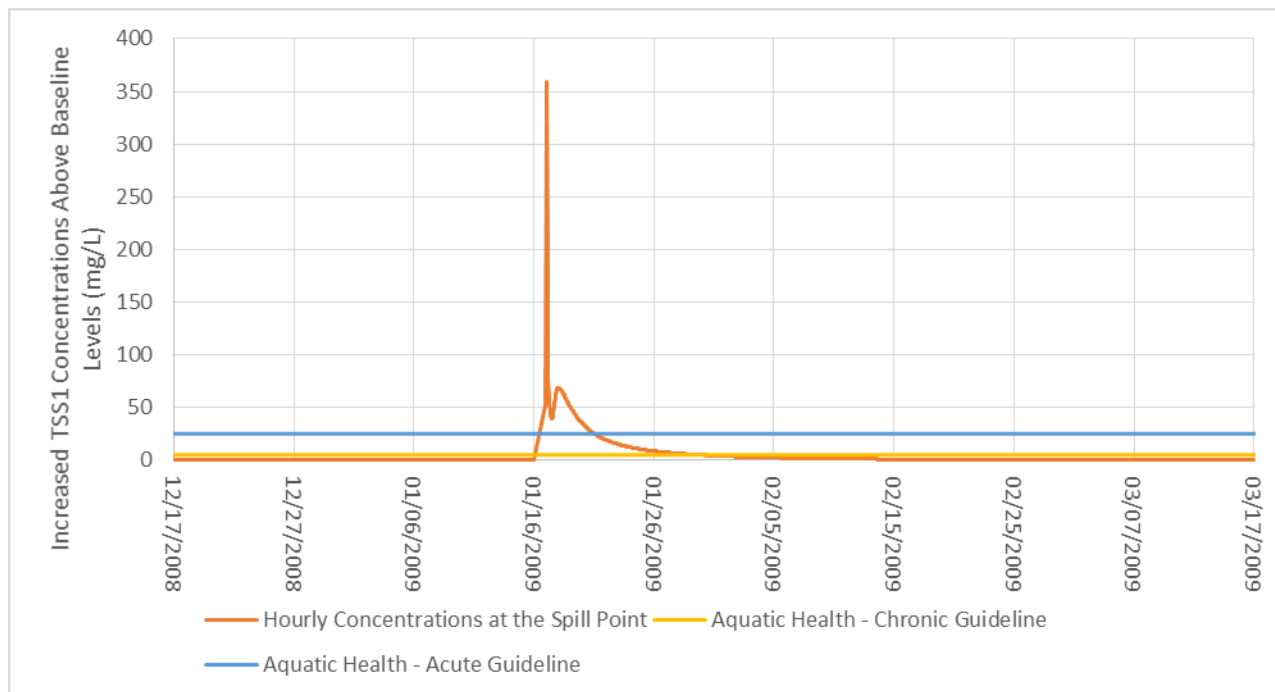


Figure A-130: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

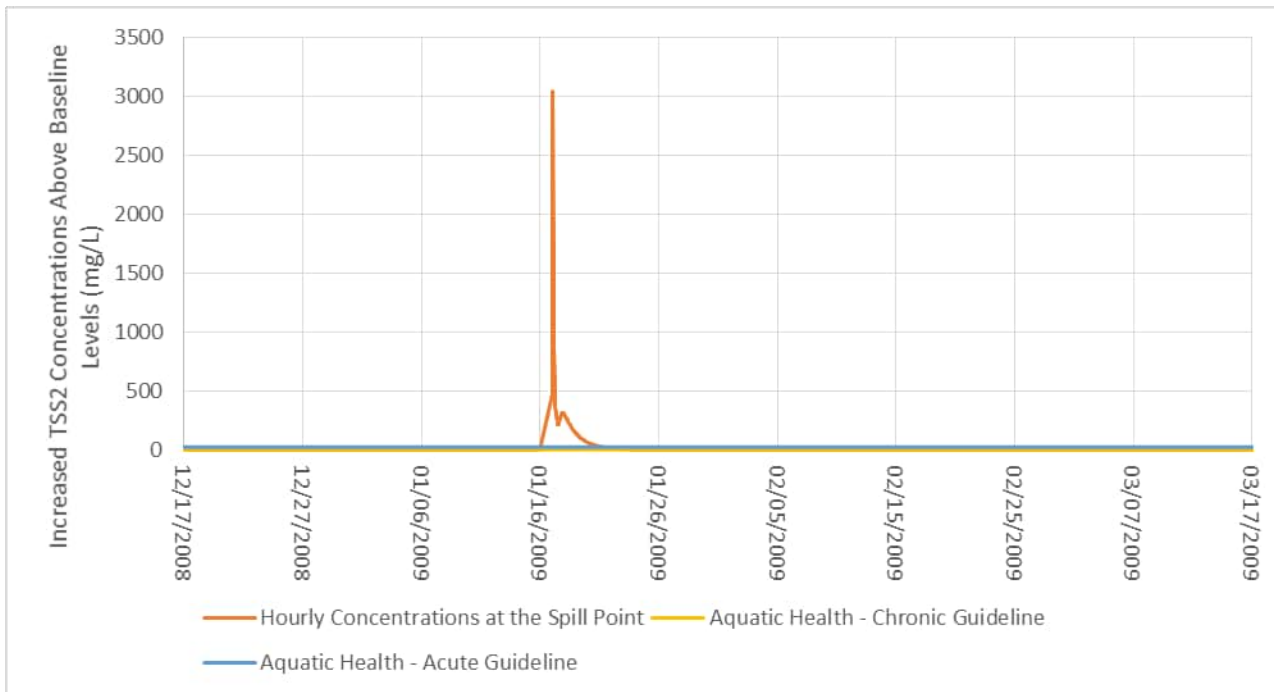


Figure A-131: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

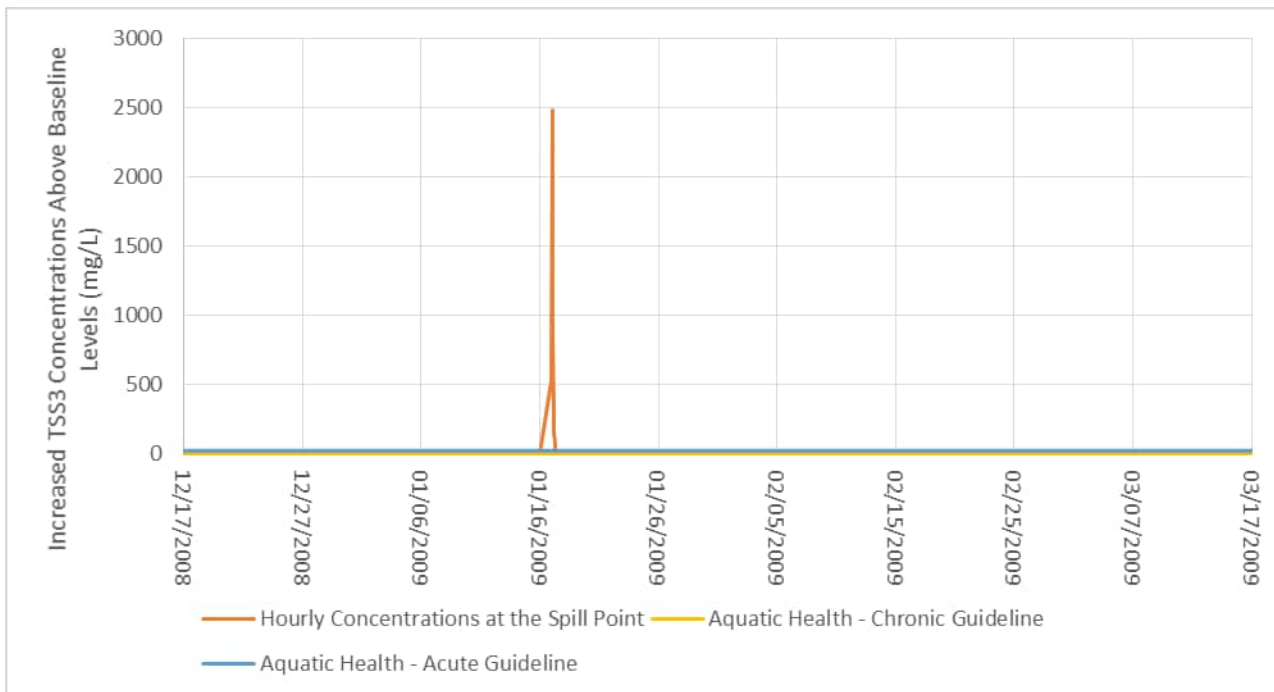


Figure A-132: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Winter - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

2.7 Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline

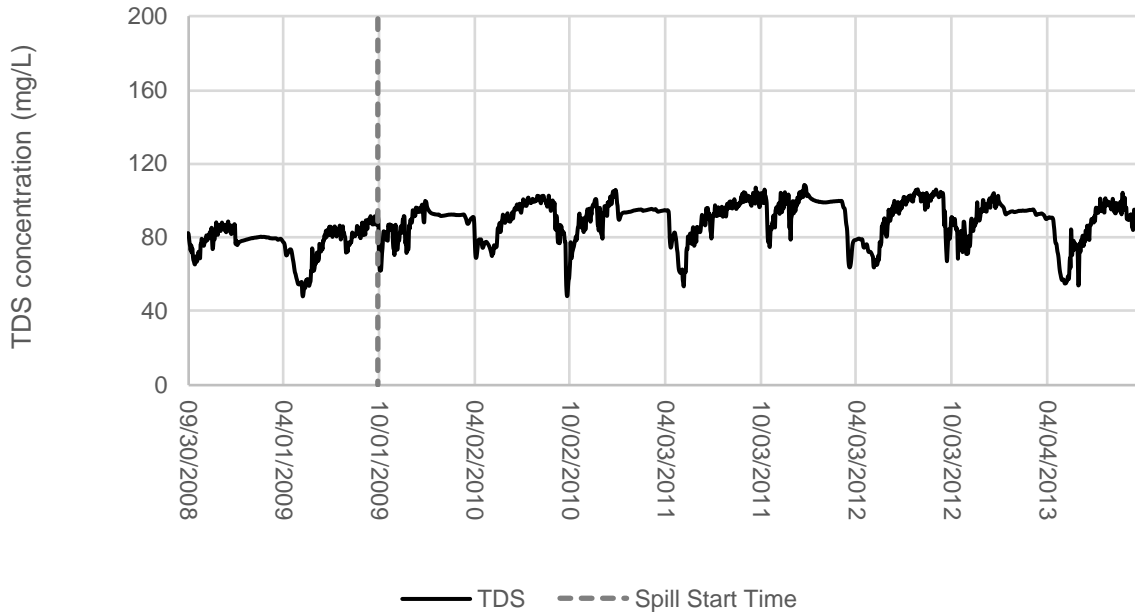


Figure A-133: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

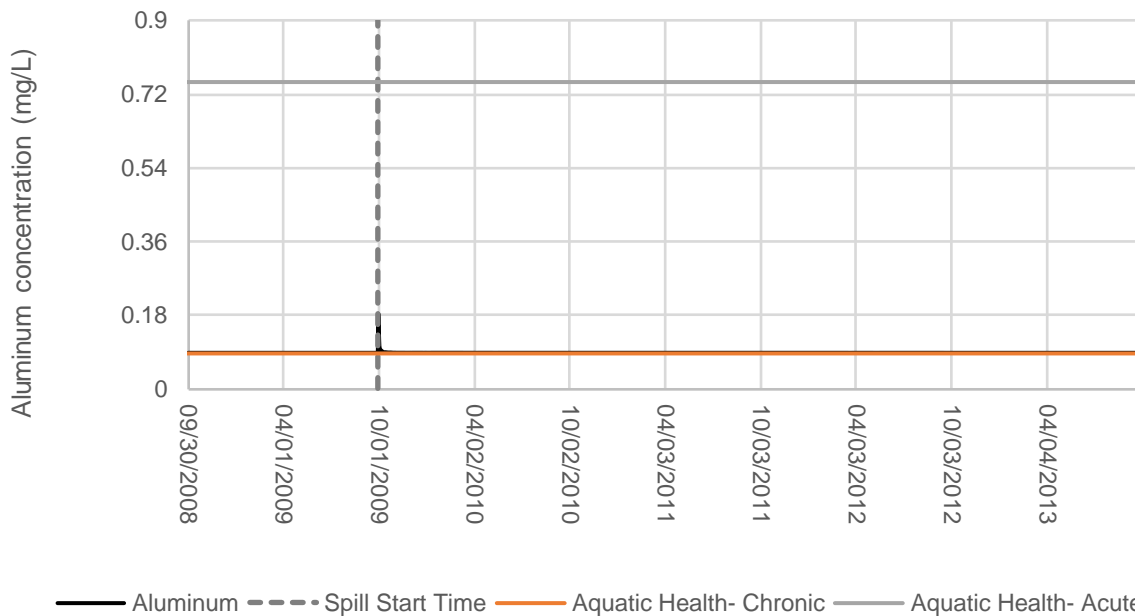


Figure A-134: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

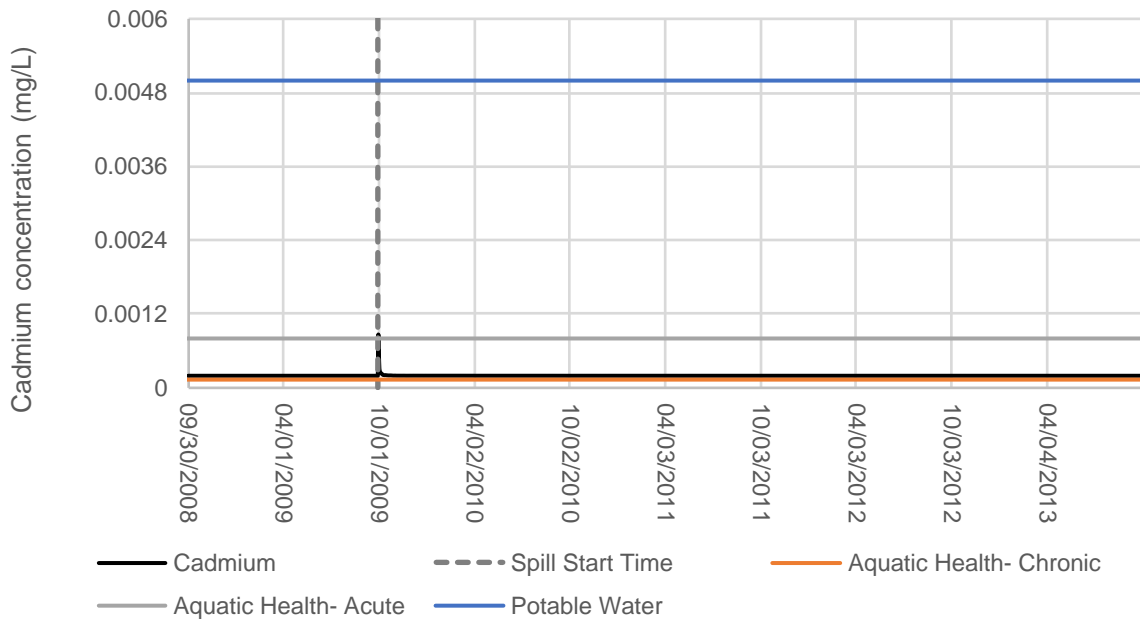


Figure A-135: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

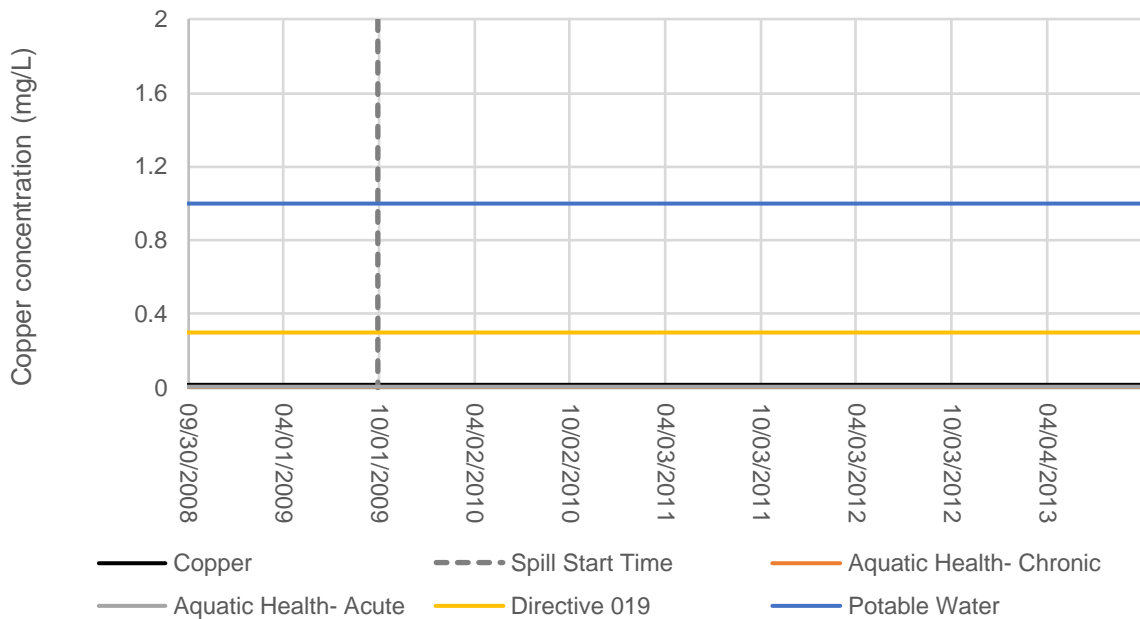


Figure A-136: Predicted Copper Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

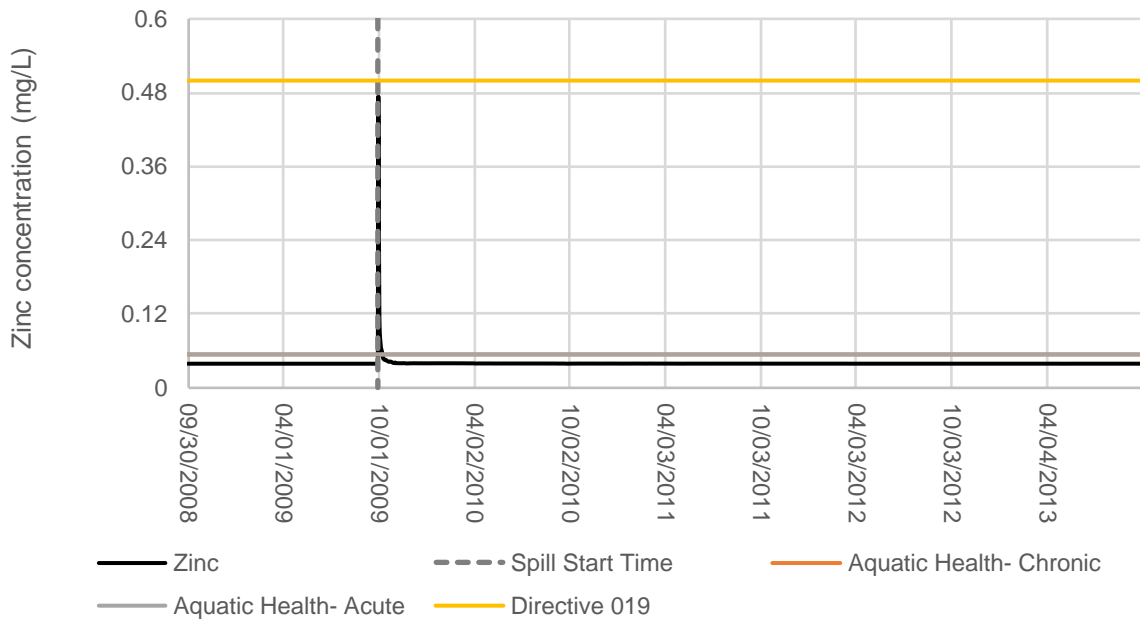


Figure A-139: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

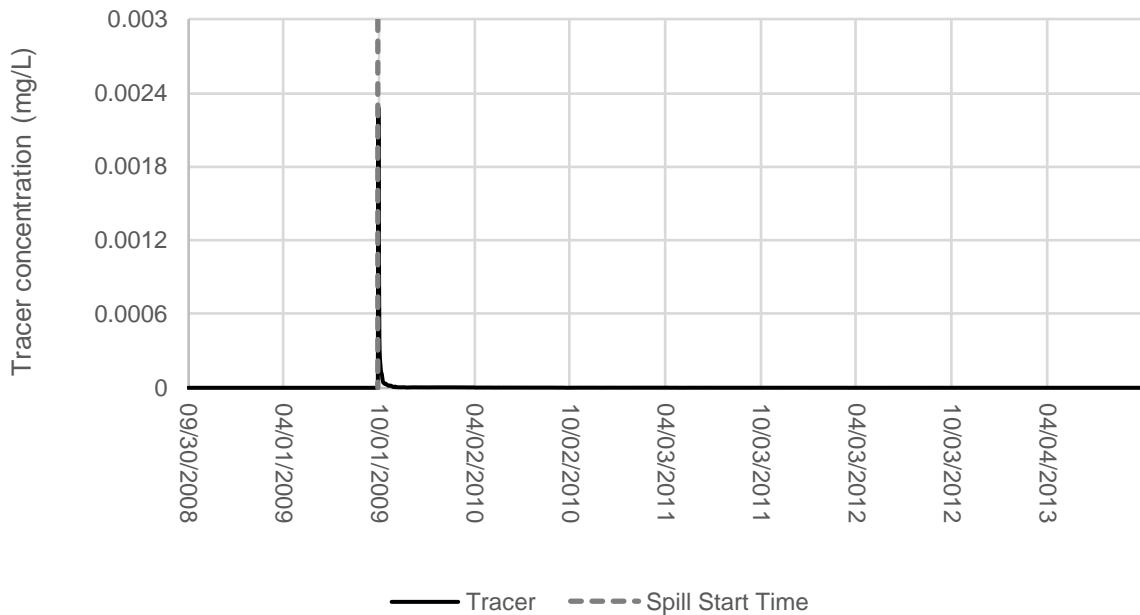


Figure A-140: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

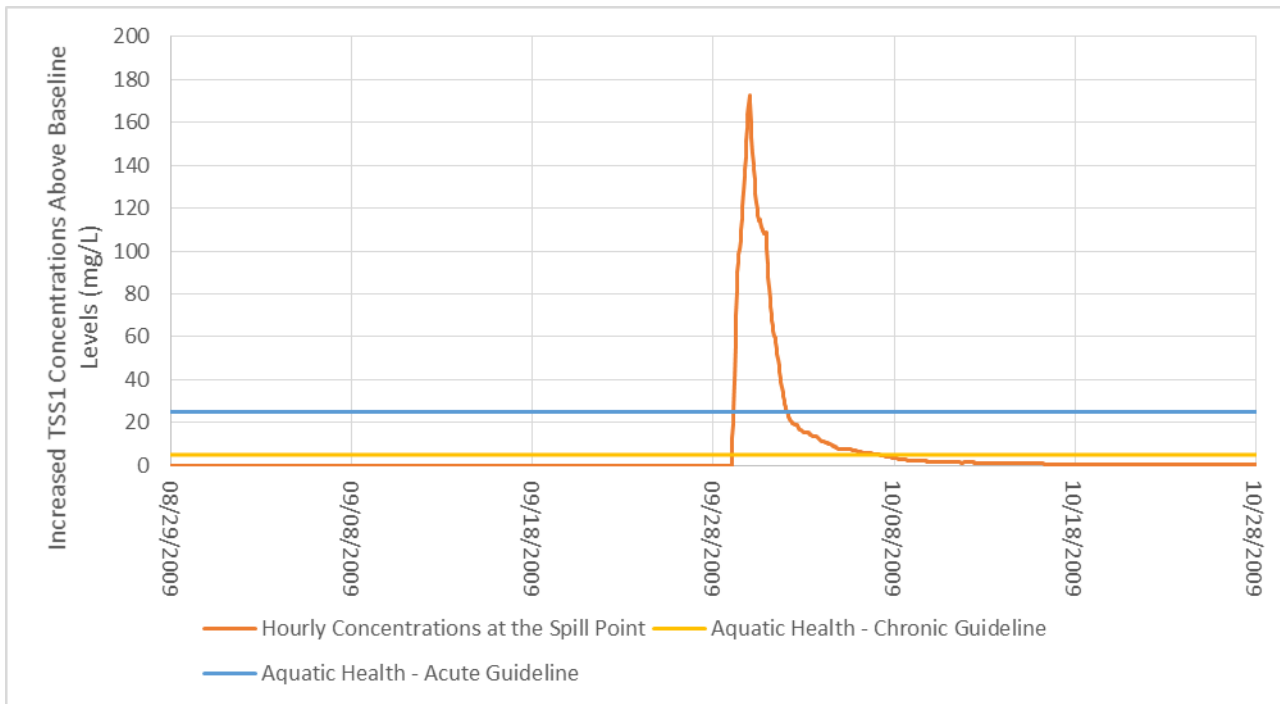


Figure A-141: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

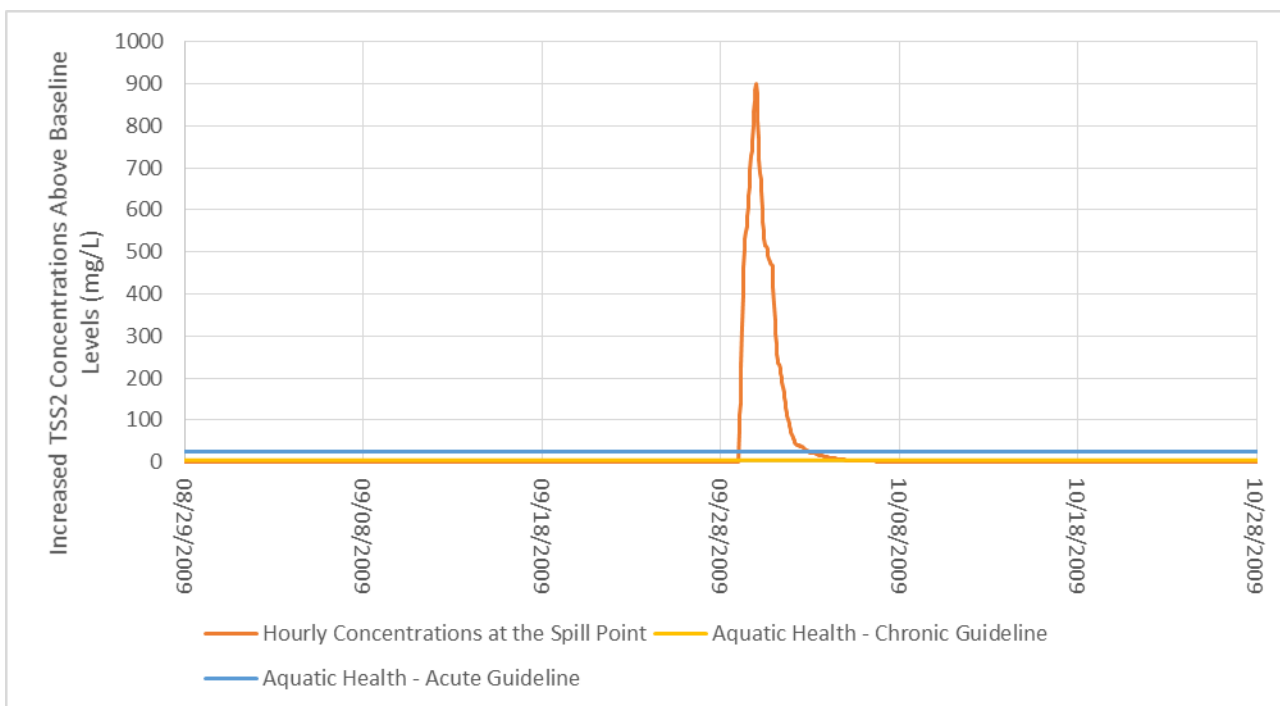


Figure A-142: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

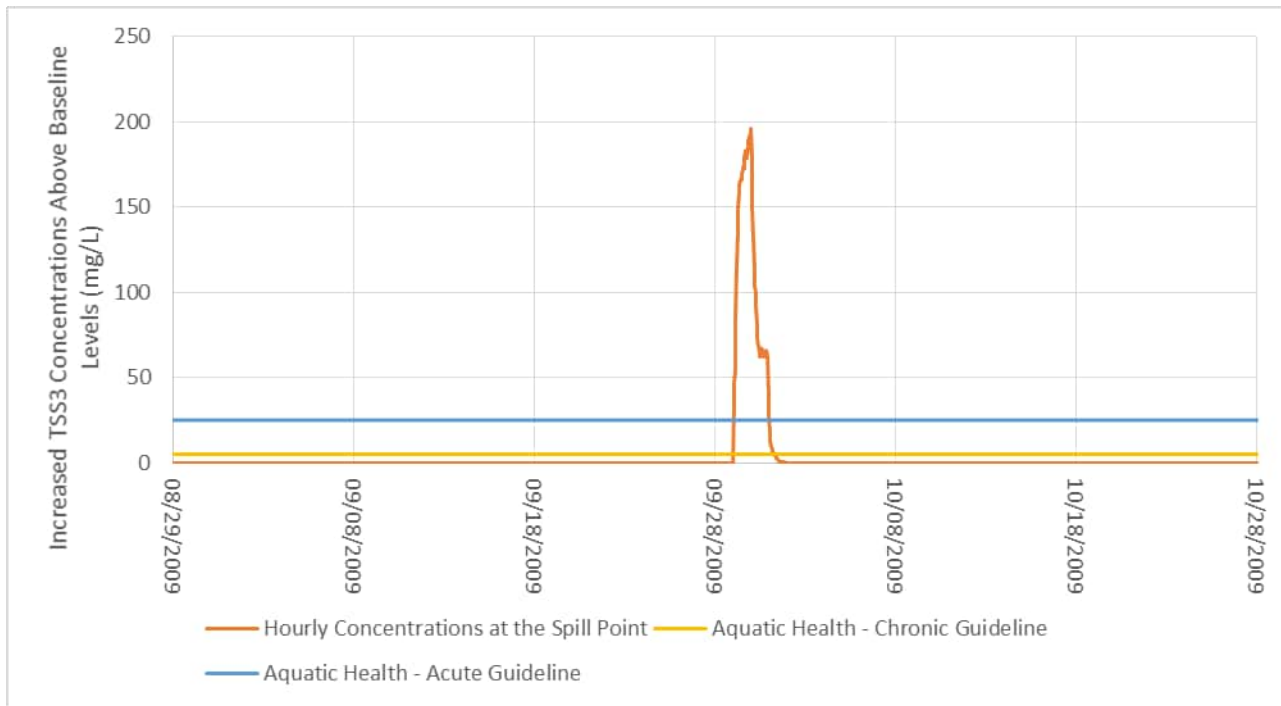


Figure A-143: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario at Spill Location

2.8 Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline

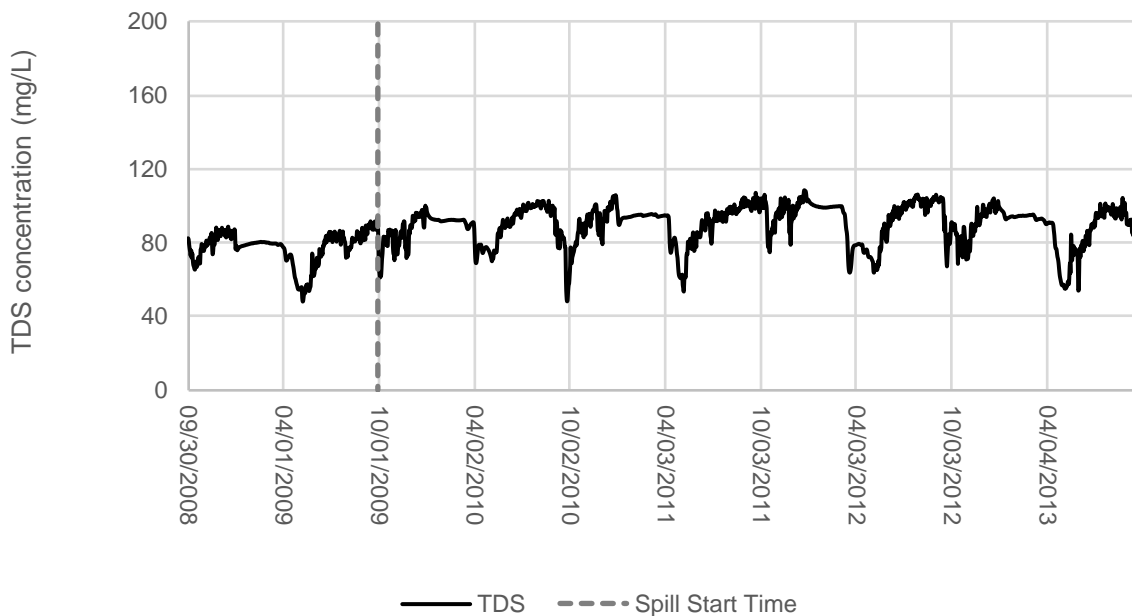


Figure A-144: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

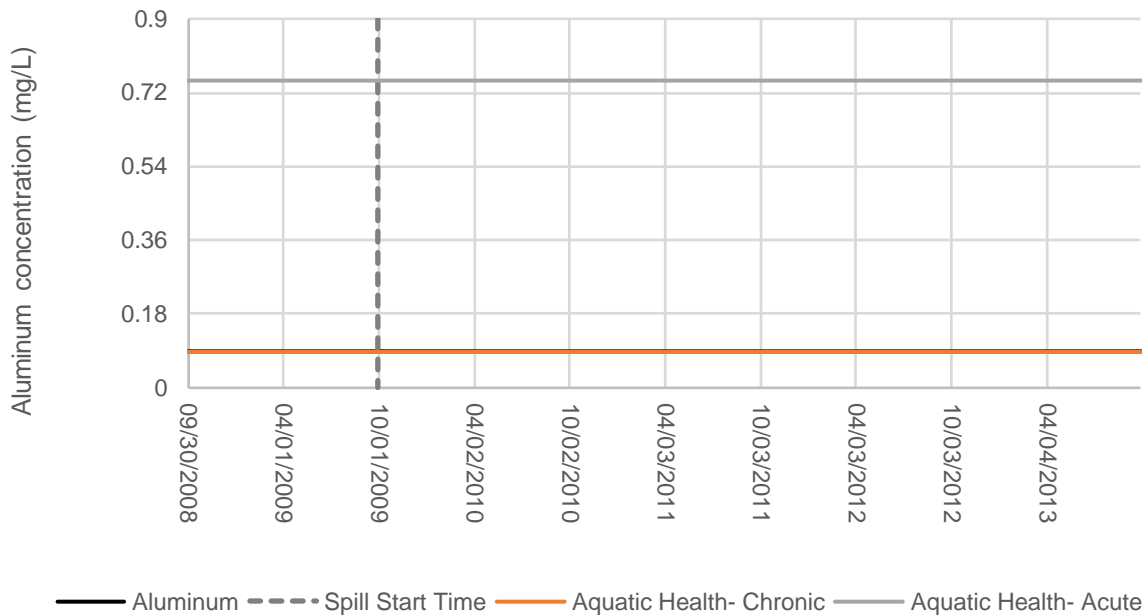


Figure A-145: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

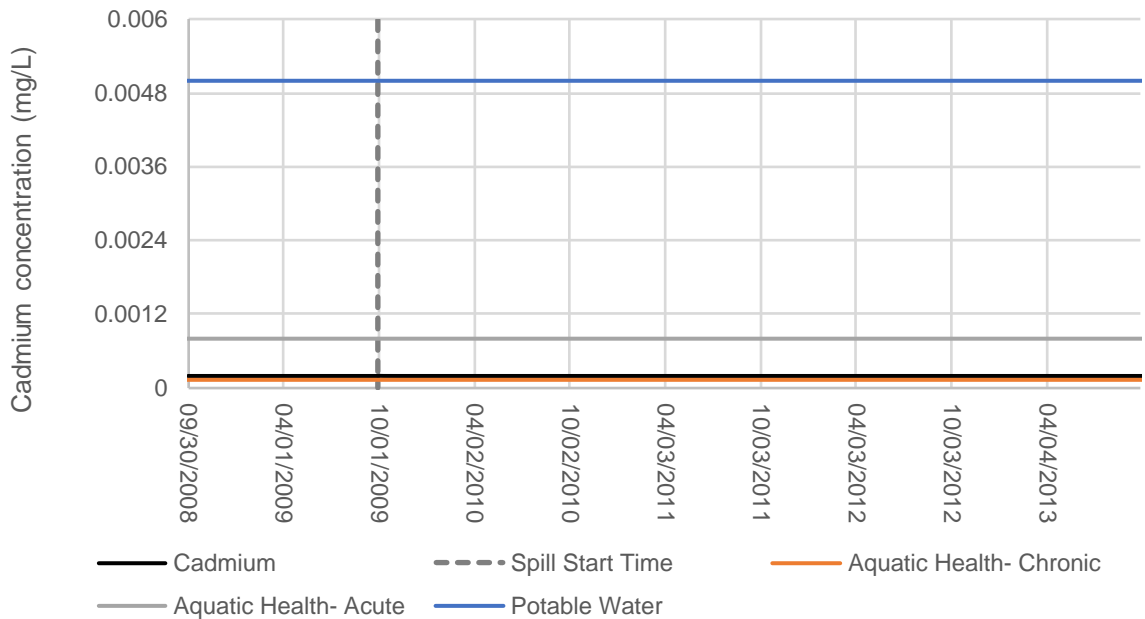


Figure A-146: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

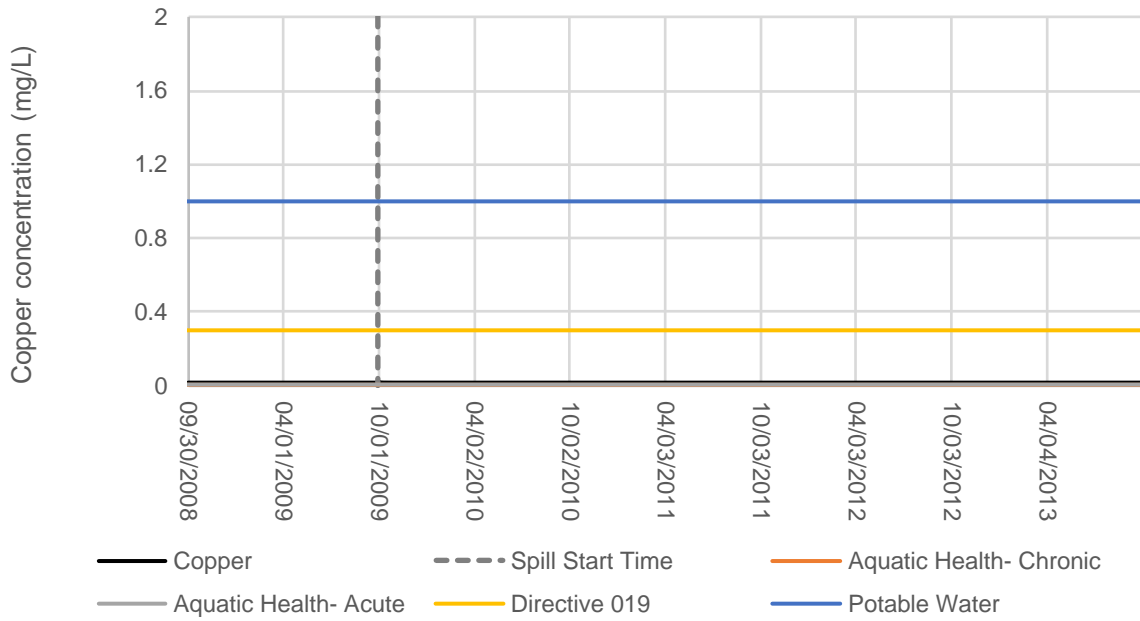


Figure A-147: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

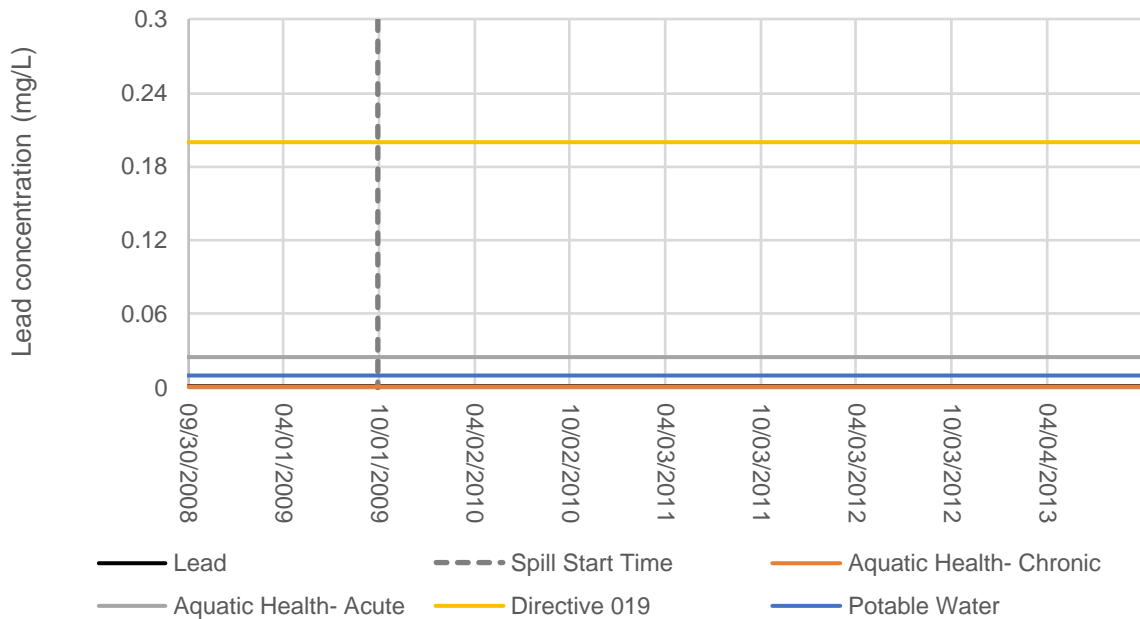


Figure A-148: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

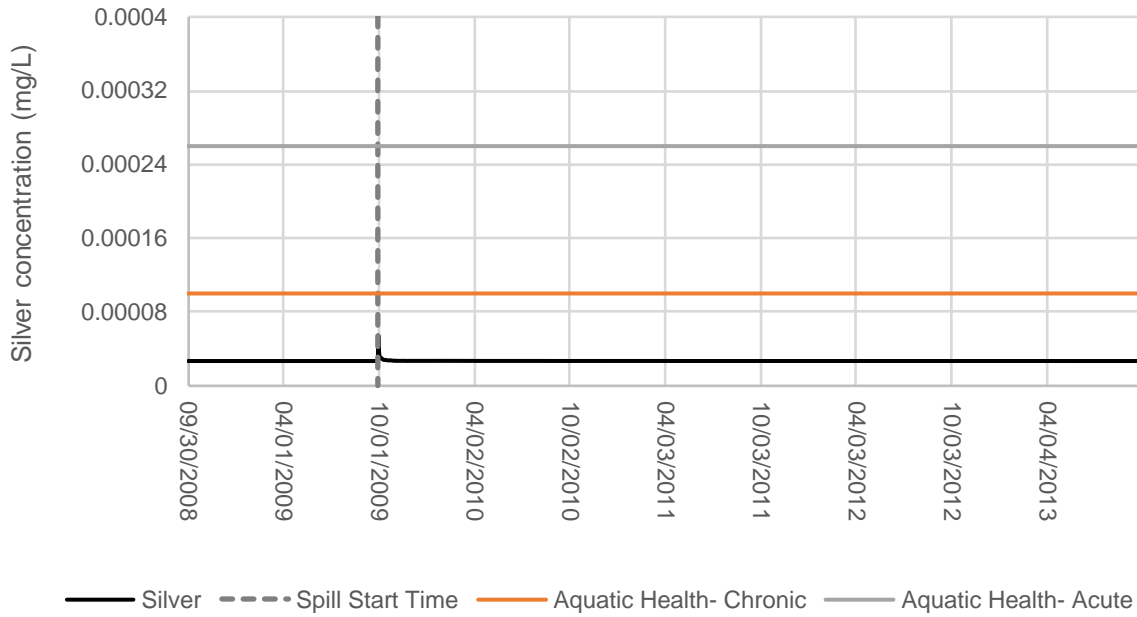


Figure A-149: Predicted Silver Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

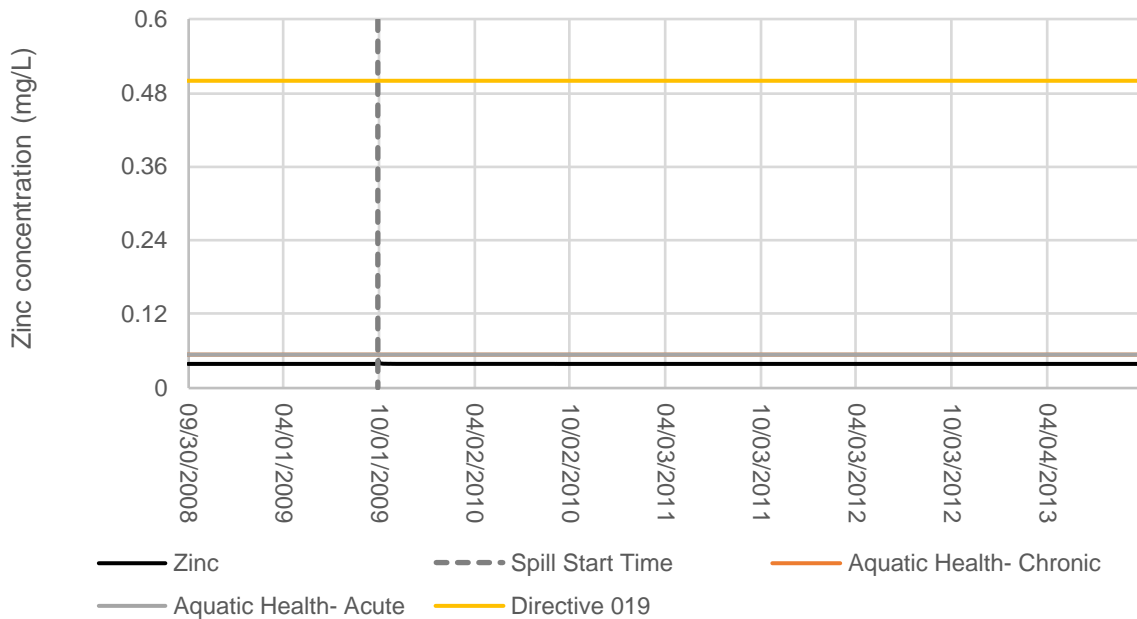


Figure A-150: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

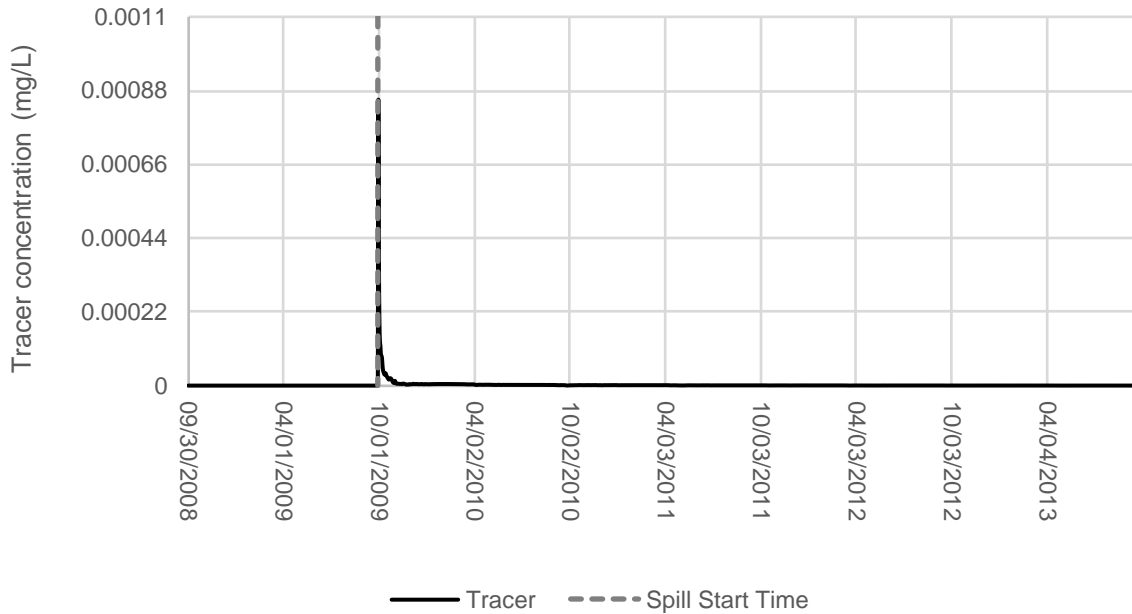


Figure A-151: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario at Spill Location

2.9 Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines

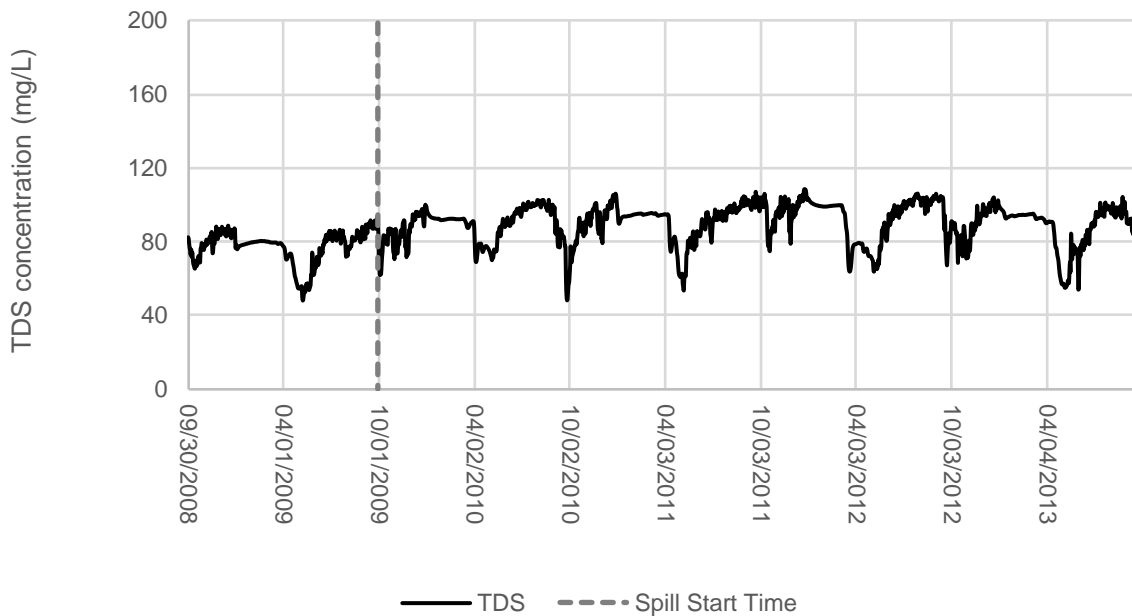


Figure A-152: Predicted Total dissolved solids (TDS) Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

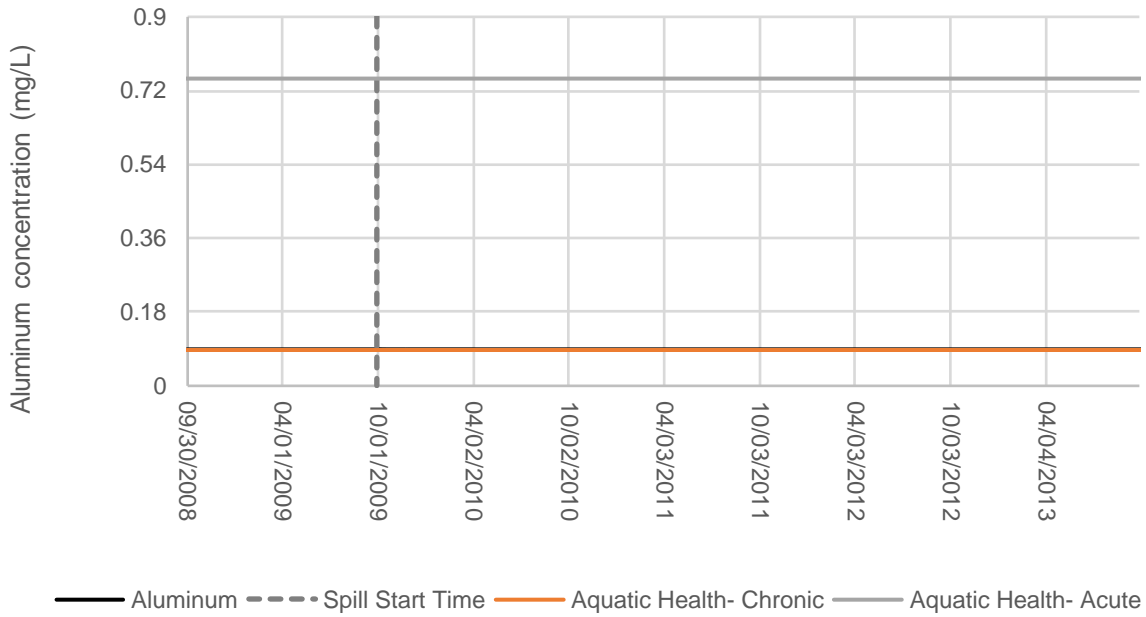


Figure A-153: Predicted Aluminum Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

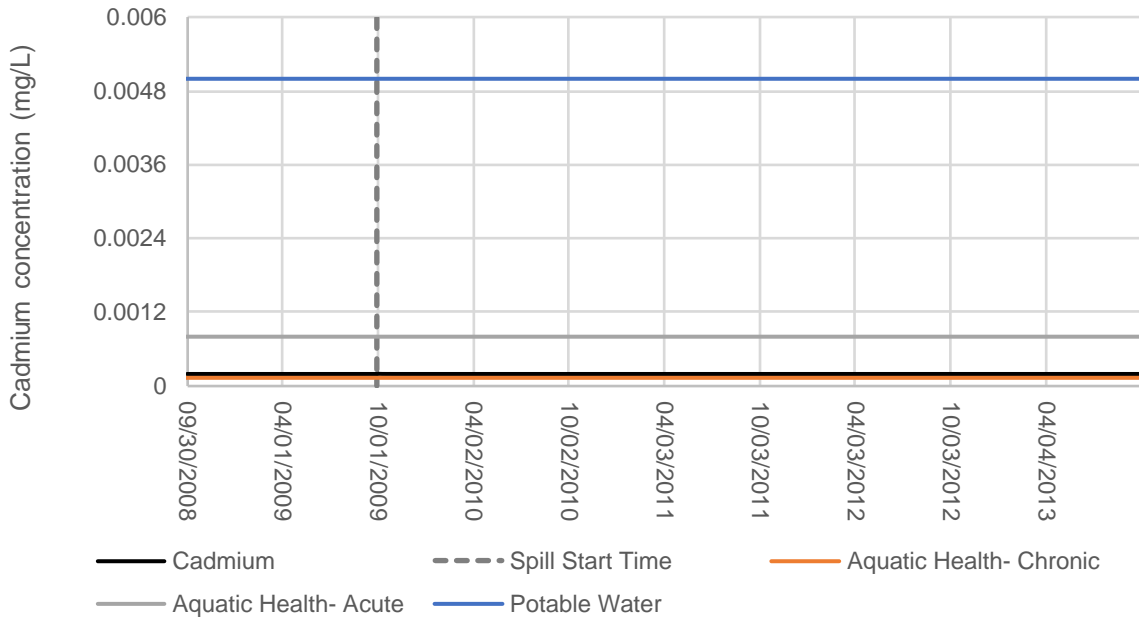


Figure A-154: Predicted Cadmium Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

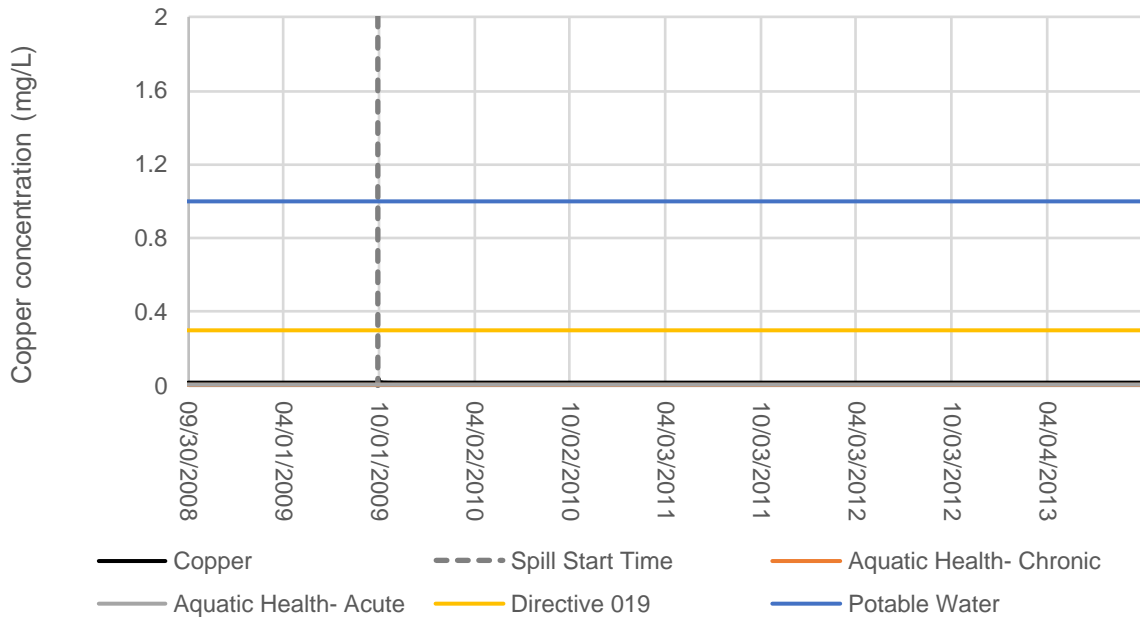


Figure A-155: Predicted Copper Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

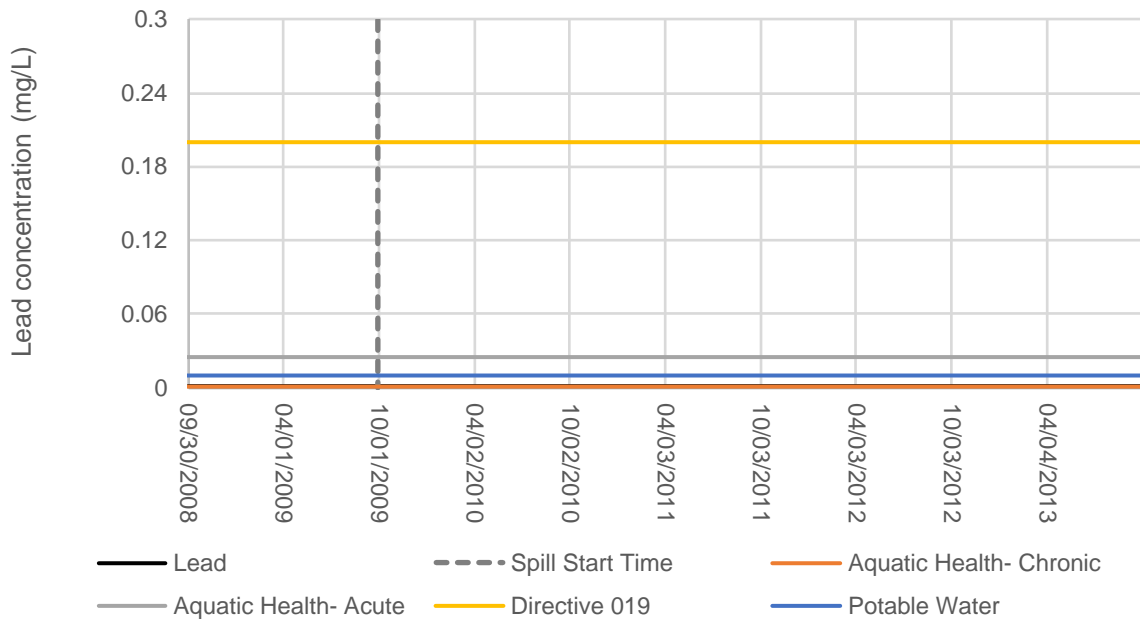


Figure A-156: Predicted Lead Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

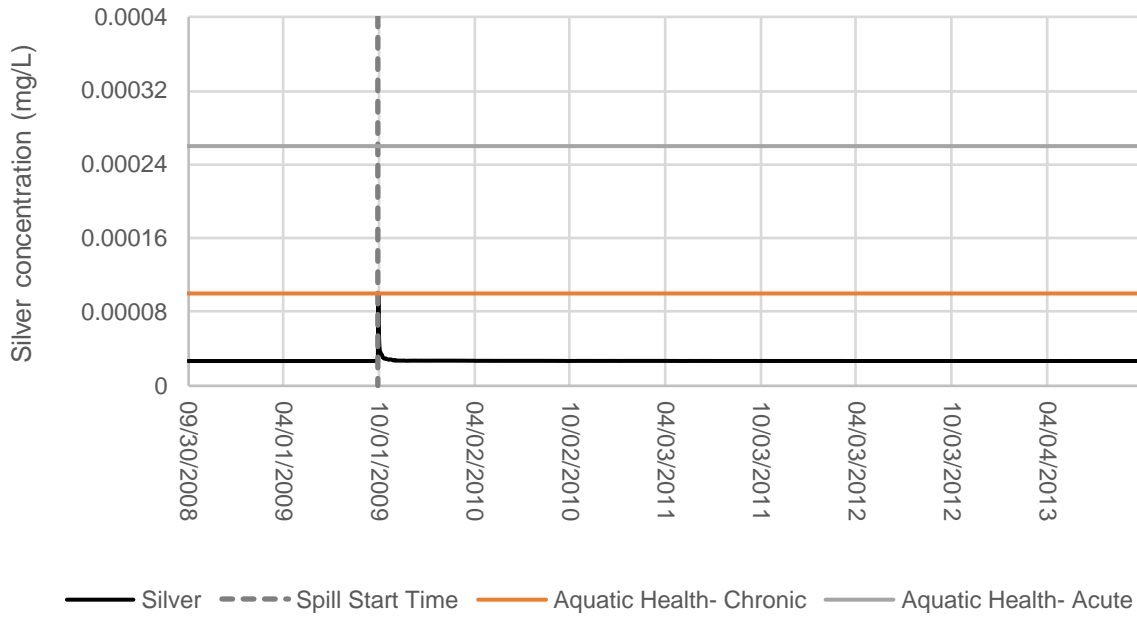


Figure A-157: Predicted Silver Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

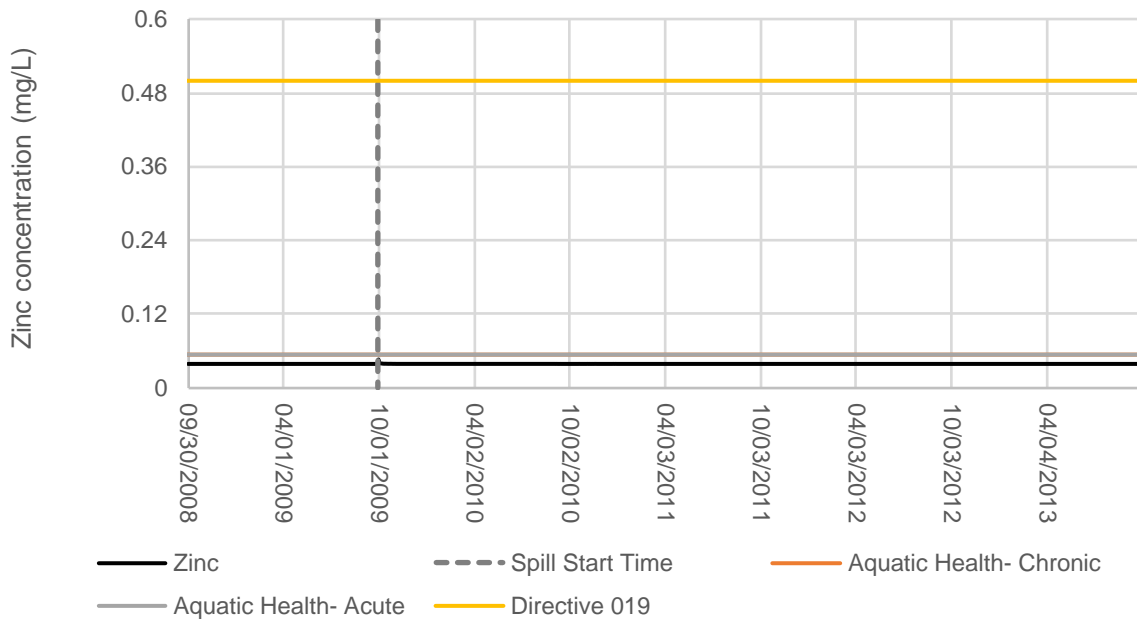


Figure A-158: Predicted Zinc Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

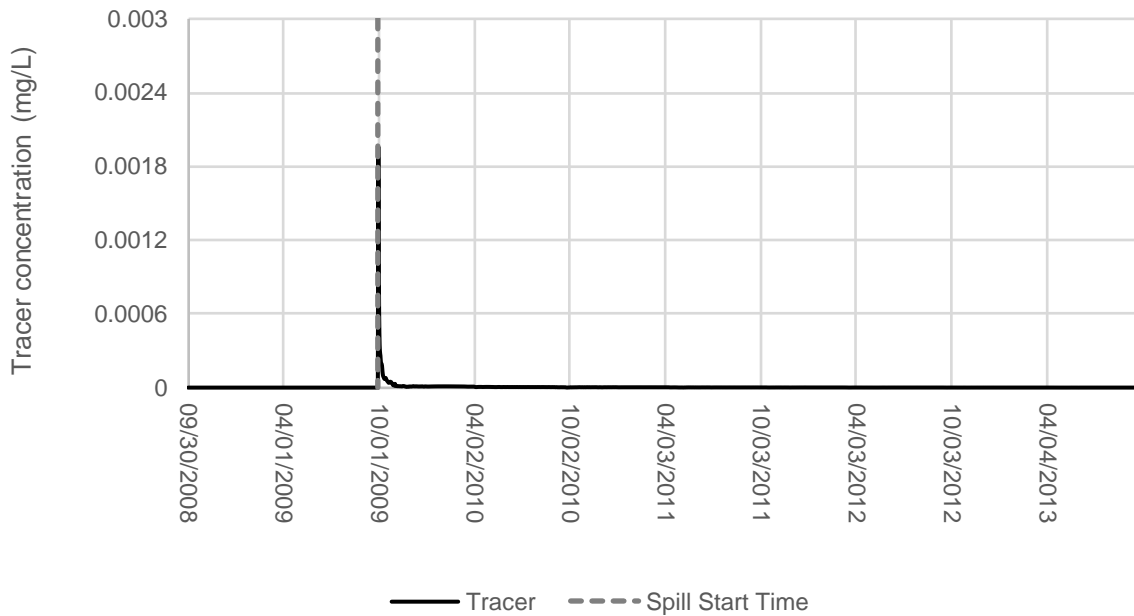


Figure A-159: Predicted Tracer Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

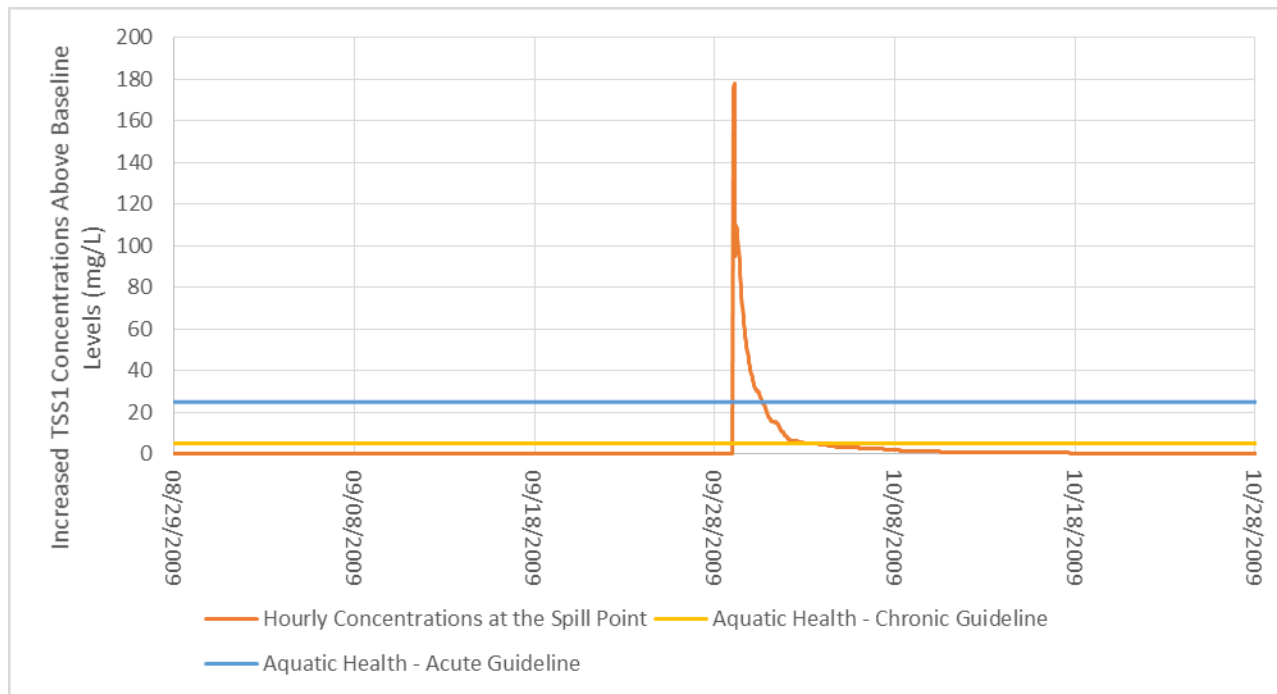


Figure A-160: Predicted Suspended Solids Group 1 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

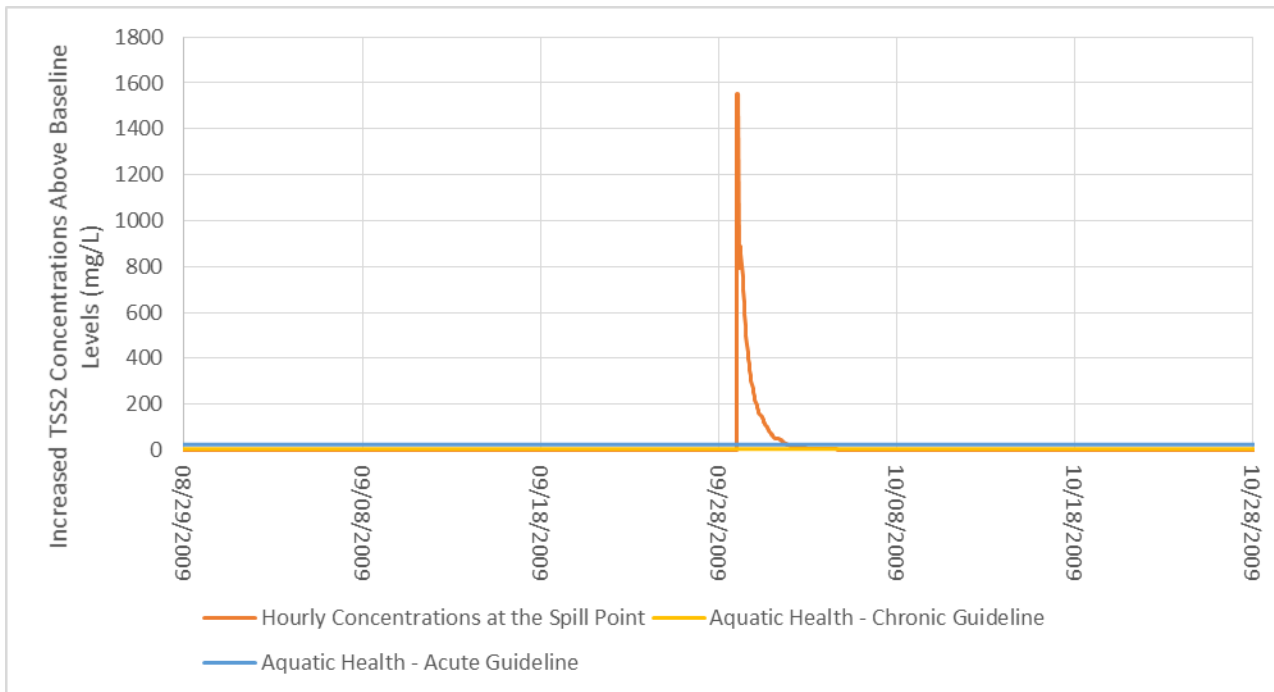


Figure A-161: Predicted Suspended Solids Group 2 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

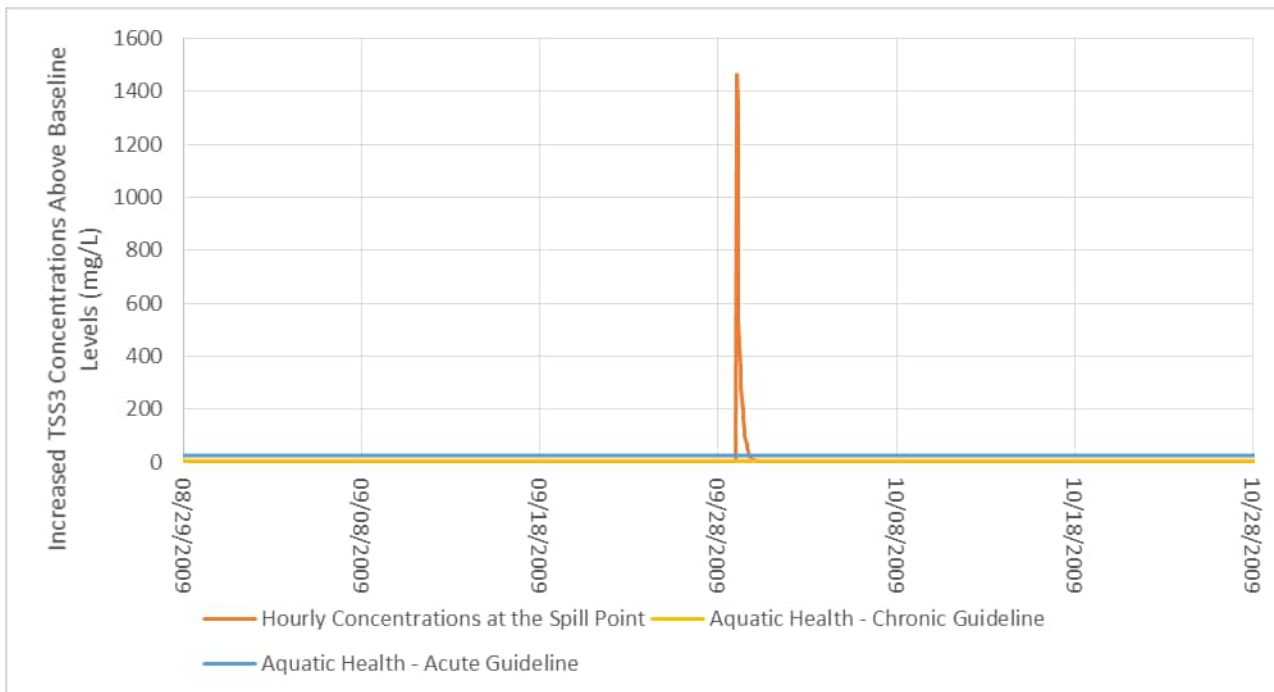


Figure A-162: Predicted Suspended Solids Group 3 Concentration for the Summer - Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario at Spill Location

ANNEXE C

Résultats du modèle GEMSS –
Figures

Table of Contents

1.0 SPRING - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE	1
2.0 SPRING - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES	2
3.0 WINTER - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE	4
4.0 WINTER - COMPLETE RUPTURE OF THE WATER PIPELINE	6
5.0 WINTER - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES	9
6.0 SUMMER - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE	13
7.0 SUMMER - COMPLETE RUPTURE OF THE WATER PIPELINE	15
8.0 SUMMER - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES	17

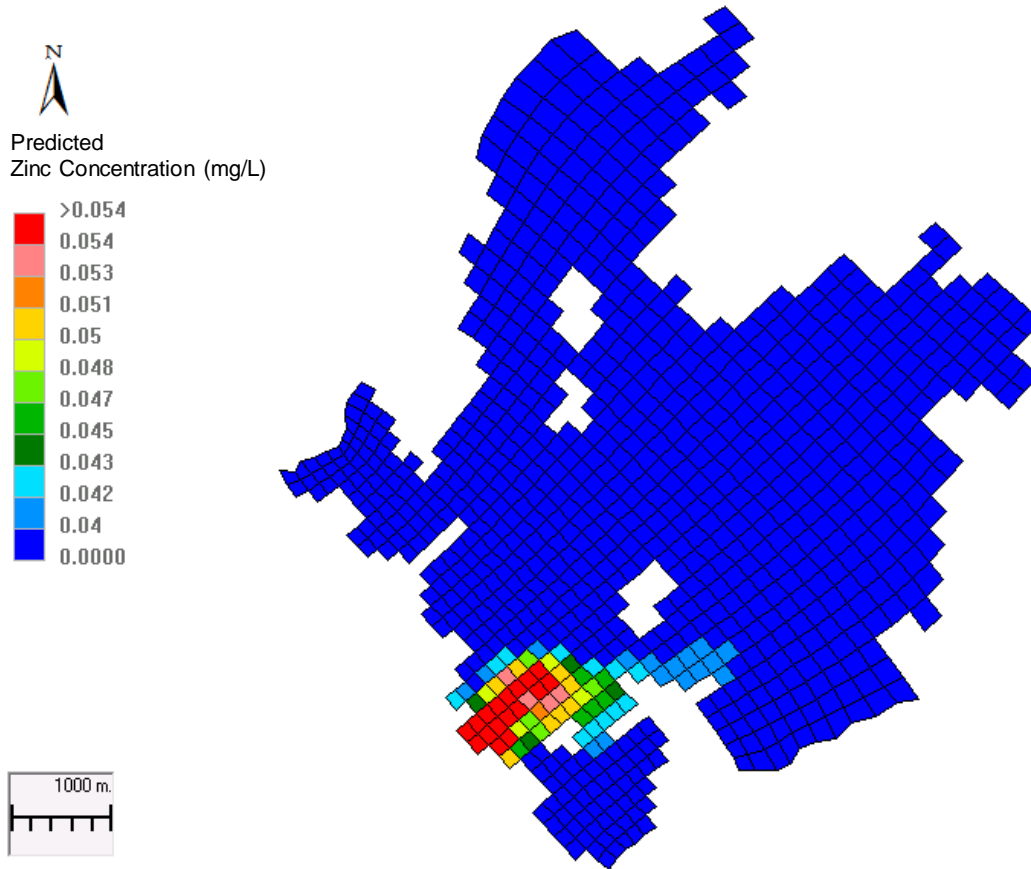
Figures

Figure B-1: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	1
Figure B-2: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	2
Figure B-3: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	3
Figure B-4: Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	4
Figure B-5: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	5
Figure B-6: Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario.....	6
Figure B-7: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario.....	7
Figure B-8: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario.....	8
Figure B-9: Predicted Ammonia Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	9
Figure B-10: Predicted Selenium Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	10
Figure B-11: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	11
Figure B-12: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	12

Figure B-13:	Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	13
Figure B-14:	Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	14
Figure B-15:	Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario.....	15
Figure B-16:	Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario.....	16
Figure B-17:	Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	17
Figure B-18:	Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario	18

In this appendix, figures are presented to show the maximum plume size for parameters that were predicted to exceed guidelines (under various failure scenarios). Edge of the plume was defined to be equal to the guideline value. The parameters, which led to the largest plume extent, are presented.

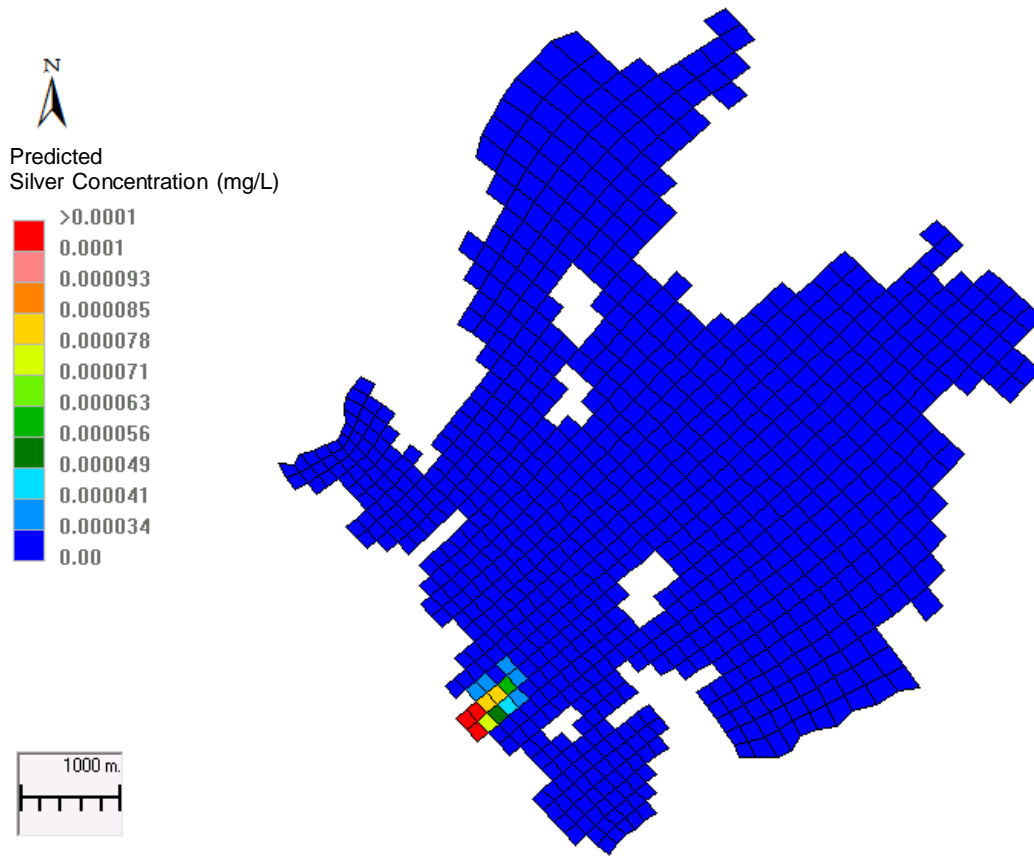
1.0 SPRING - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE



Note: Spill occurred on May 14, 2011 at 00:00; maximum plume size occurred on May 16, 2011 at 12:00.

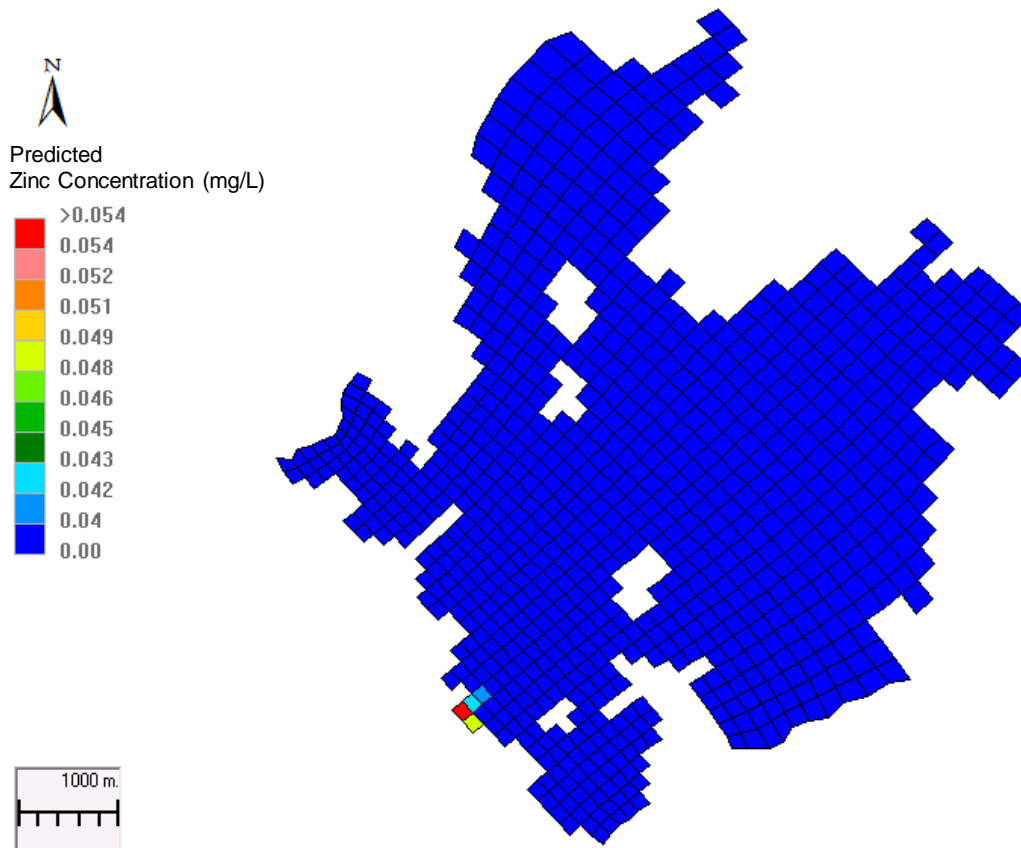
Figure B-1: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario

2.0 SPRING - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES



Note: Spill occurred on May 14, 2011 at 00:00; maximum plume size occurred on May 14, 2011 at 8:00.

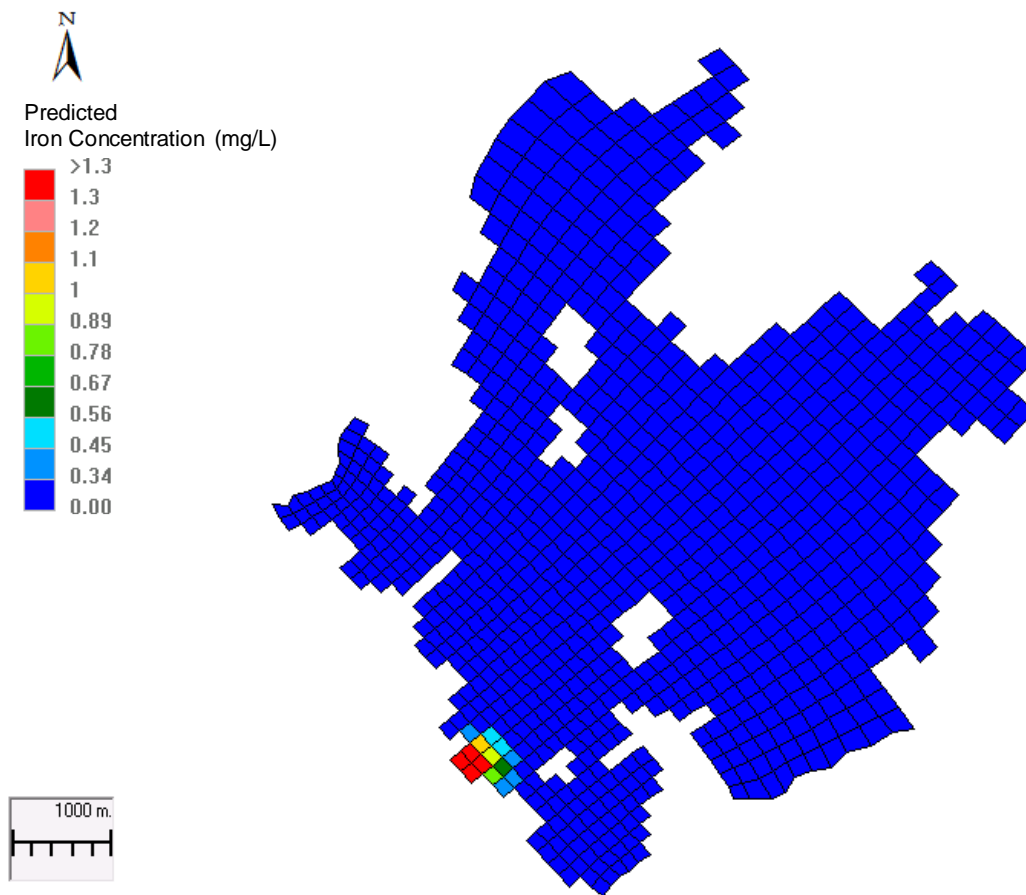
Figure B-2: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



Note: Spill occurred on May 14, 2011 at 00:00; maximum plume size occurred on May 14, 2011 at 2:00.

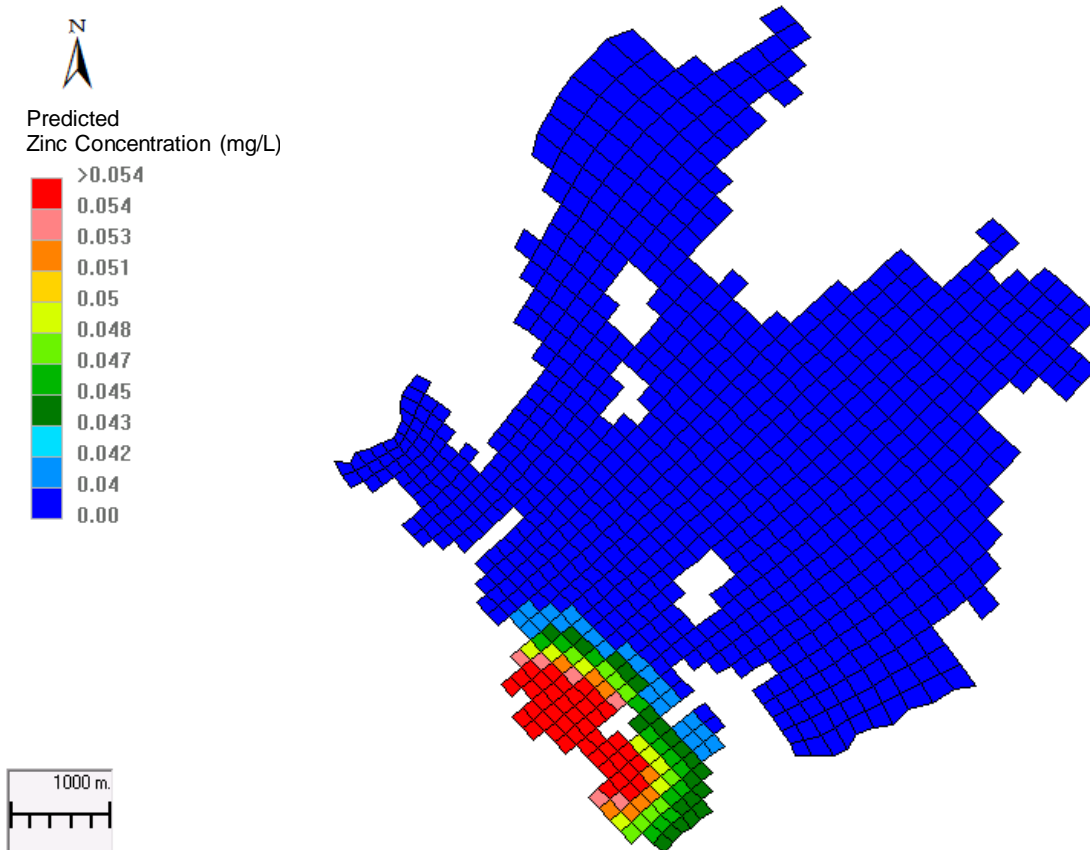
Figure B-3: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Spring-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario

3.0 WINTER - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 19, 2009 at 18:00.

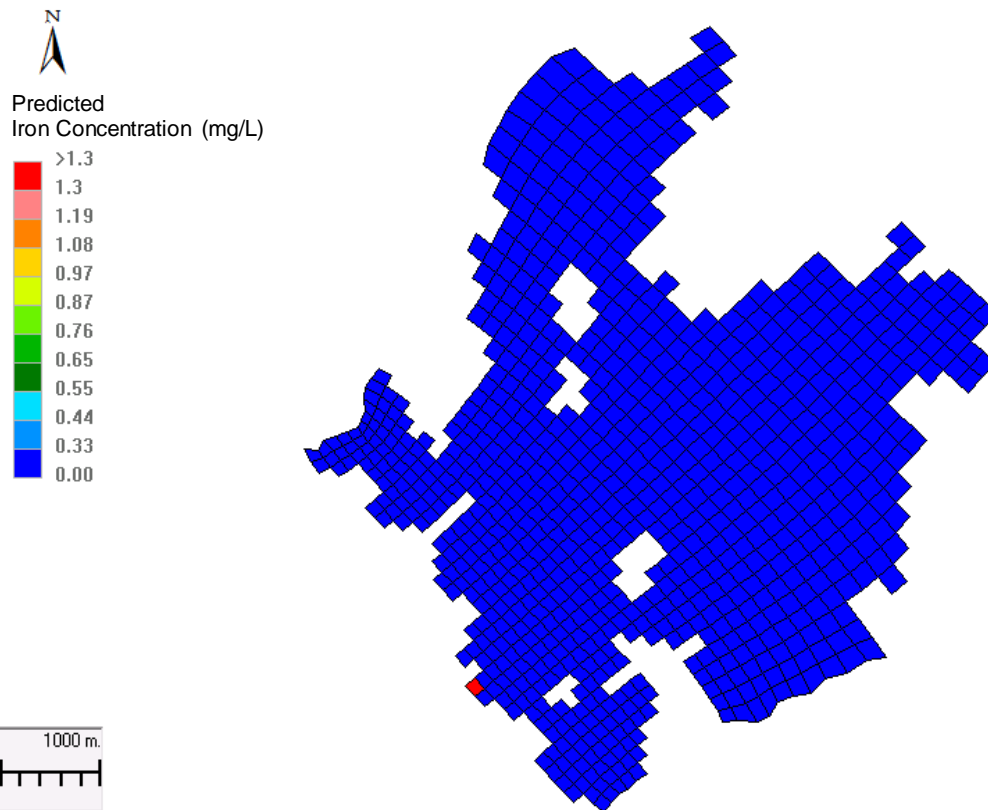
Figure B-4: Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on February 3, 2009 at 00:00.

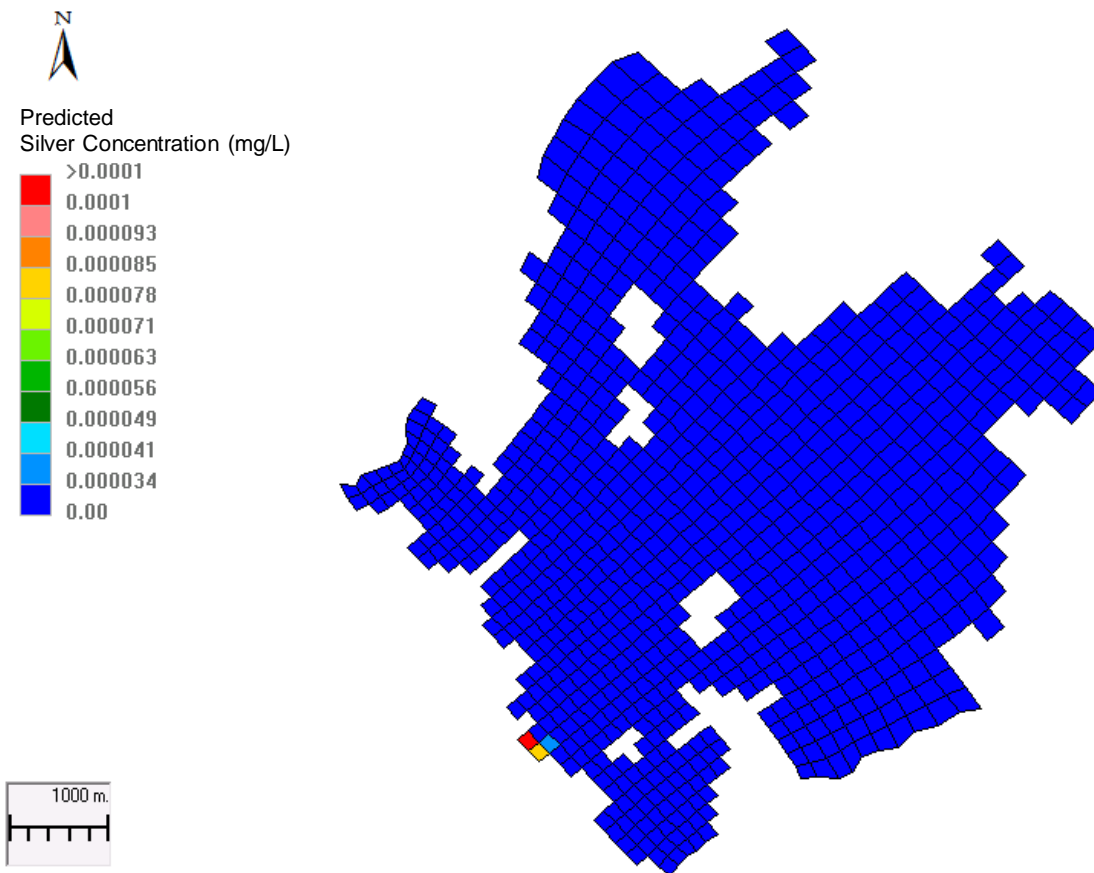
Figure B-5: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario

4.0 WINTER - COMPLETE RUPTURE OF THE WATER PIPELINE



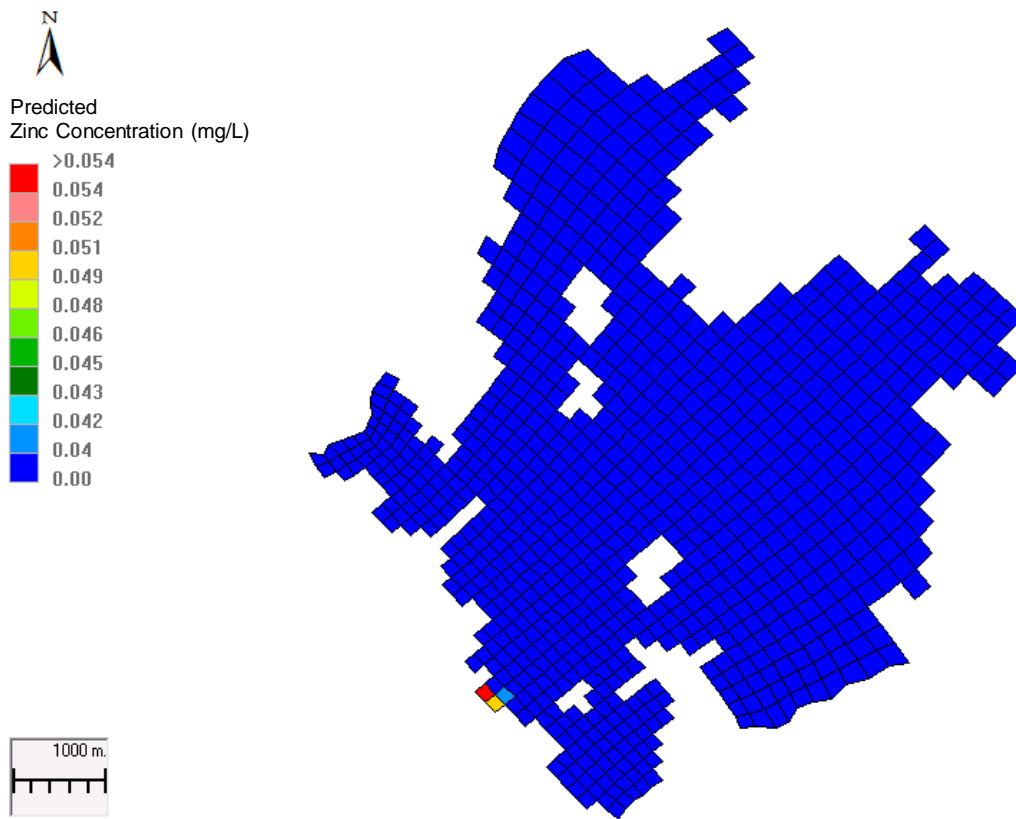
Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 01:00.

Figure B-6: Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 05:00.

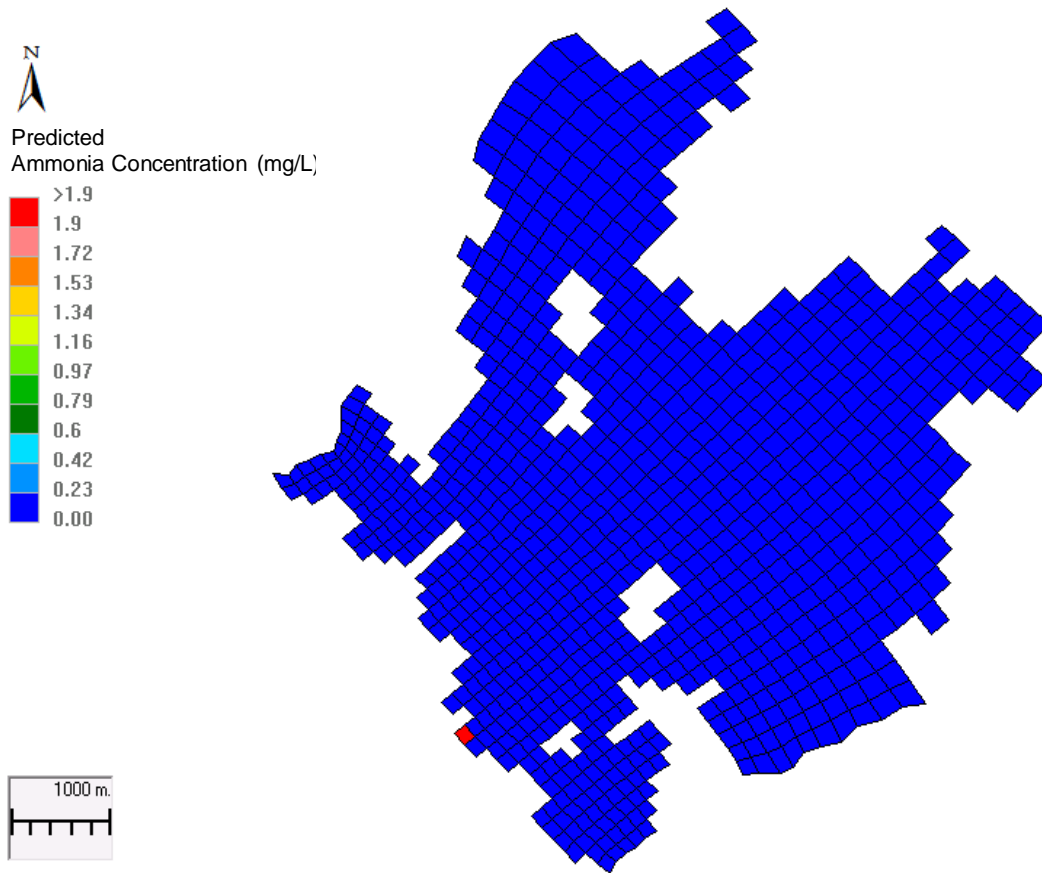
Figure B-7: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 05:00.

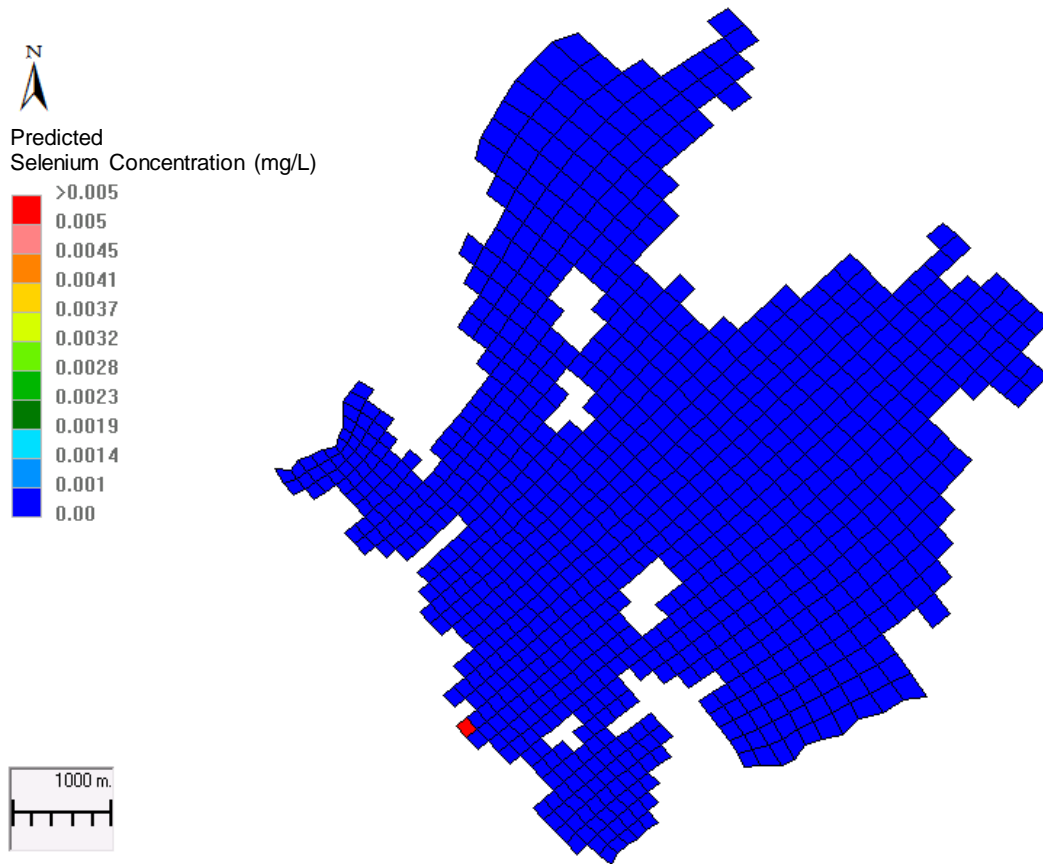
Figure B-8: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario

5.0 WINTER - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES



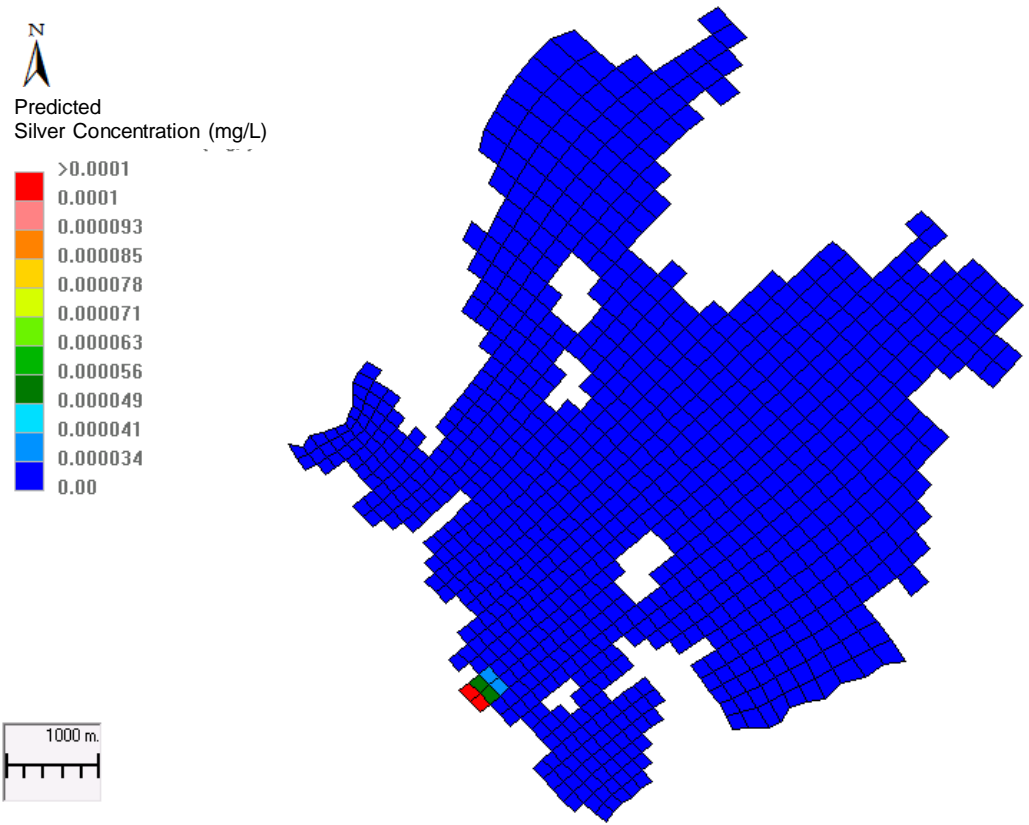
Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 02:00.

Figure B-9: Predicted Ammonia Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



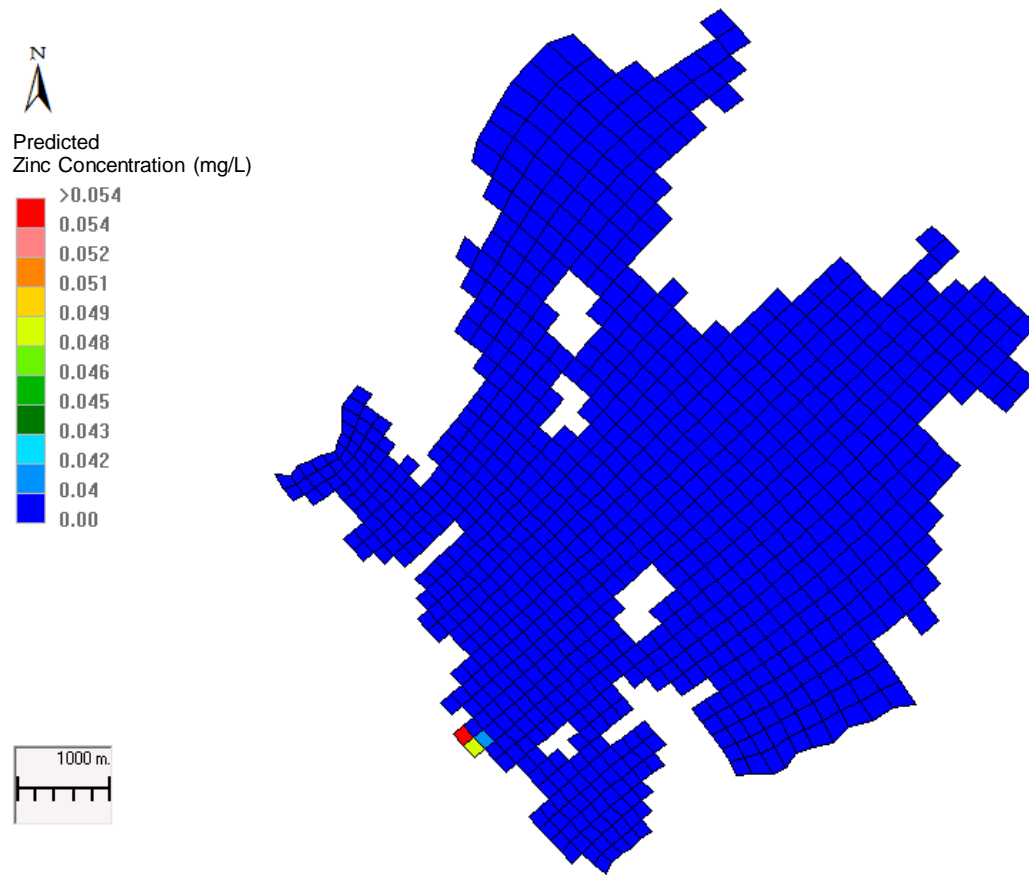
Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 02:00.

Figure B-10: Predicted Selenium Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 11:00.

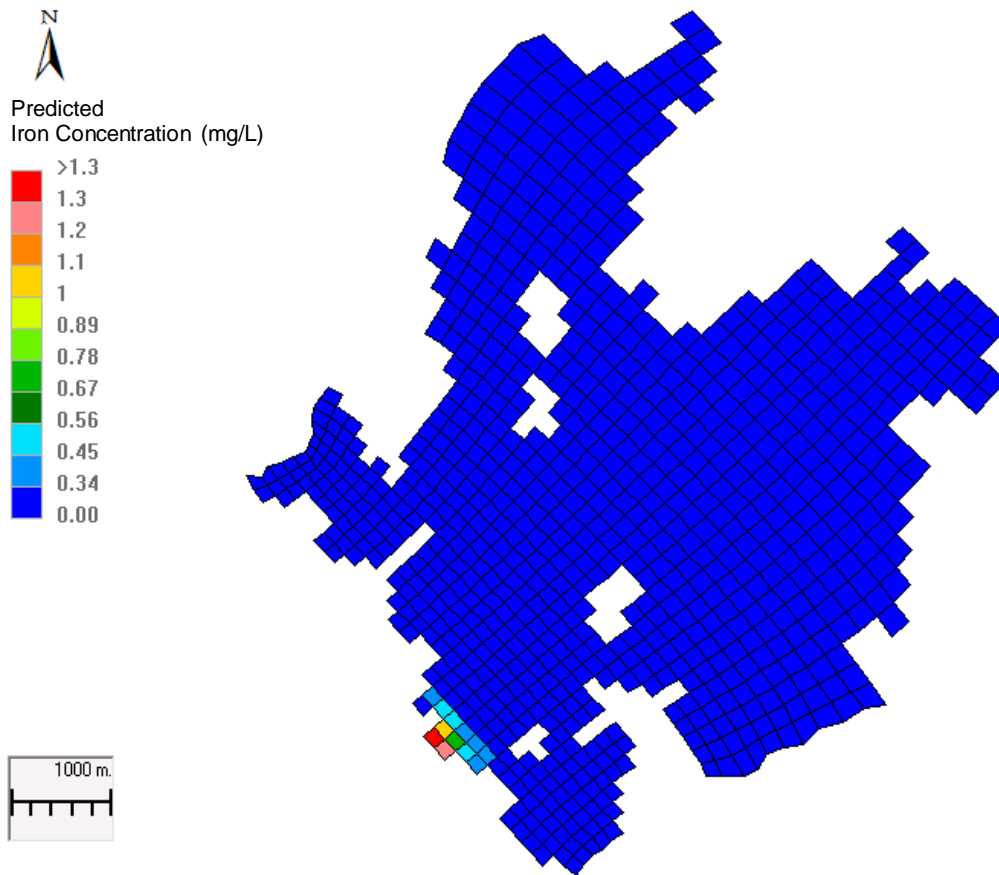
Figure B-11: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



Note: Spill occurred on January 17, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on January 17, 2009 at 04:00.

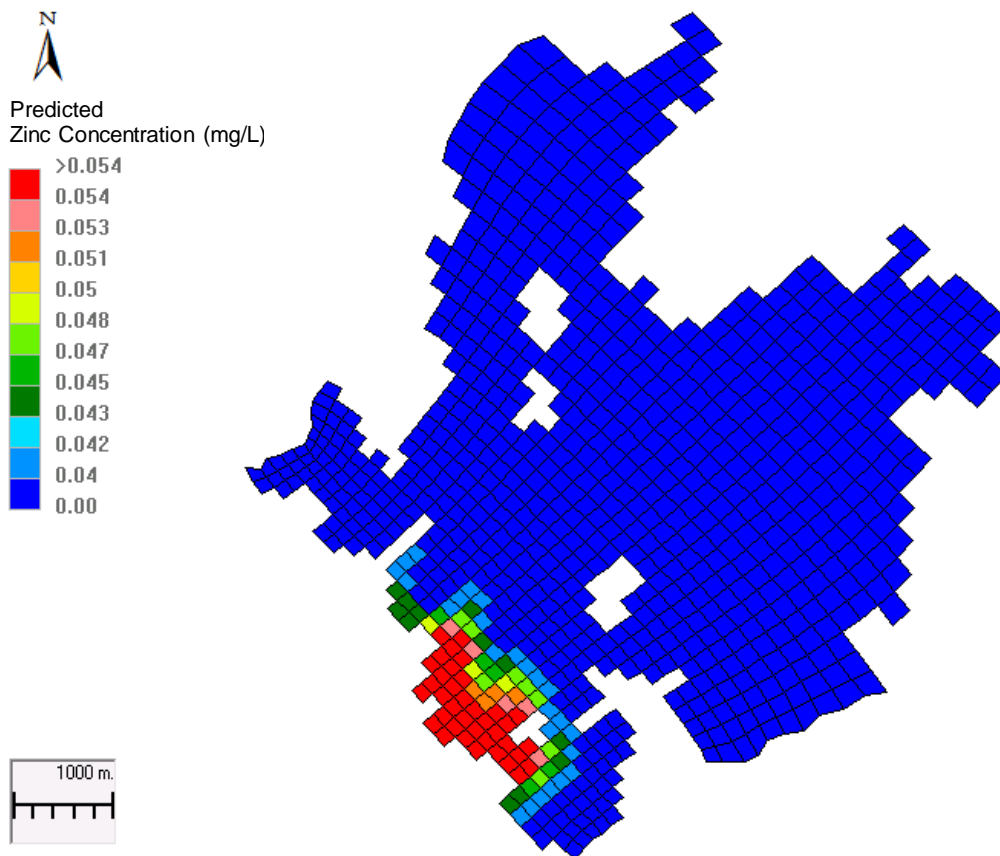
Figure B-12: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Winter-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario

6.0 SUMMER - POINT LEAK IN THE RCP TAILINGS PIPELINE



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on September 30, 2009 at 16:00.

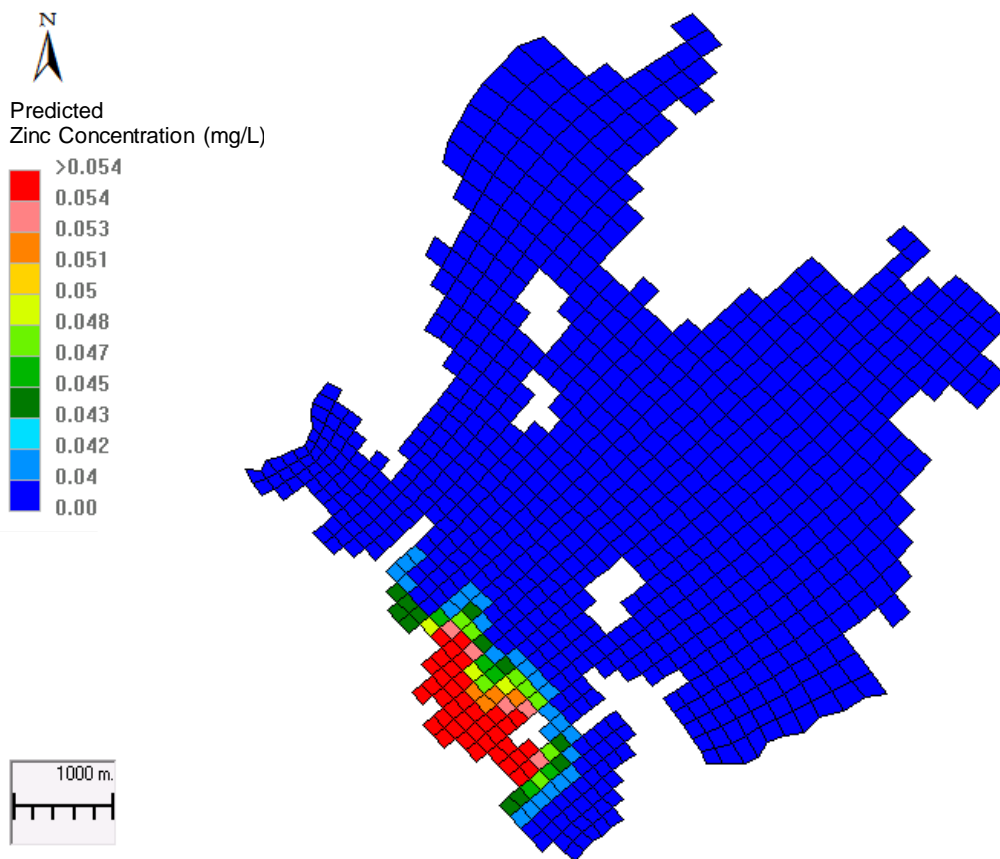
Figure B-13: Predicted Iron Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on October 4, 2009 at 17:00.

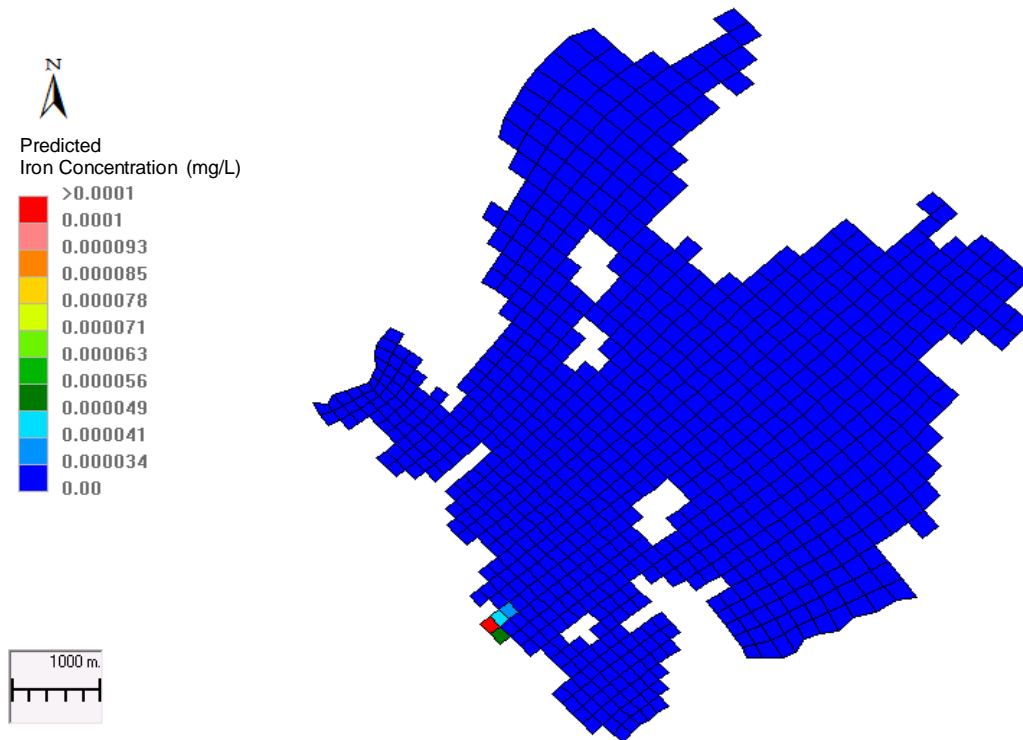
Figure B-14: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario

7.0 SUMMER - COMPLETE RUPTURE OF THE WATER PIPELINE



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on October 4, 2009 at 17:00.

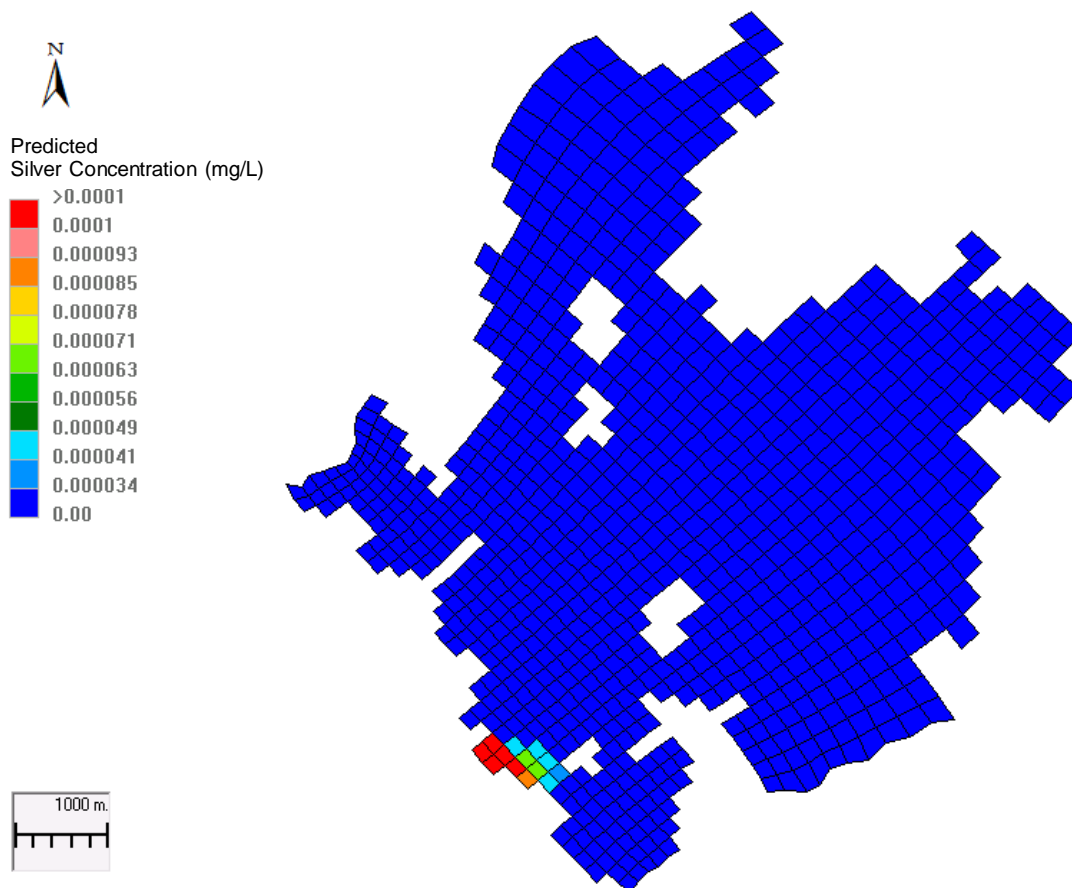
Figure B-15: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Point Leak in the RCP Tailings Pipeline Scenario



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on September 29, 2009 at 02:00.

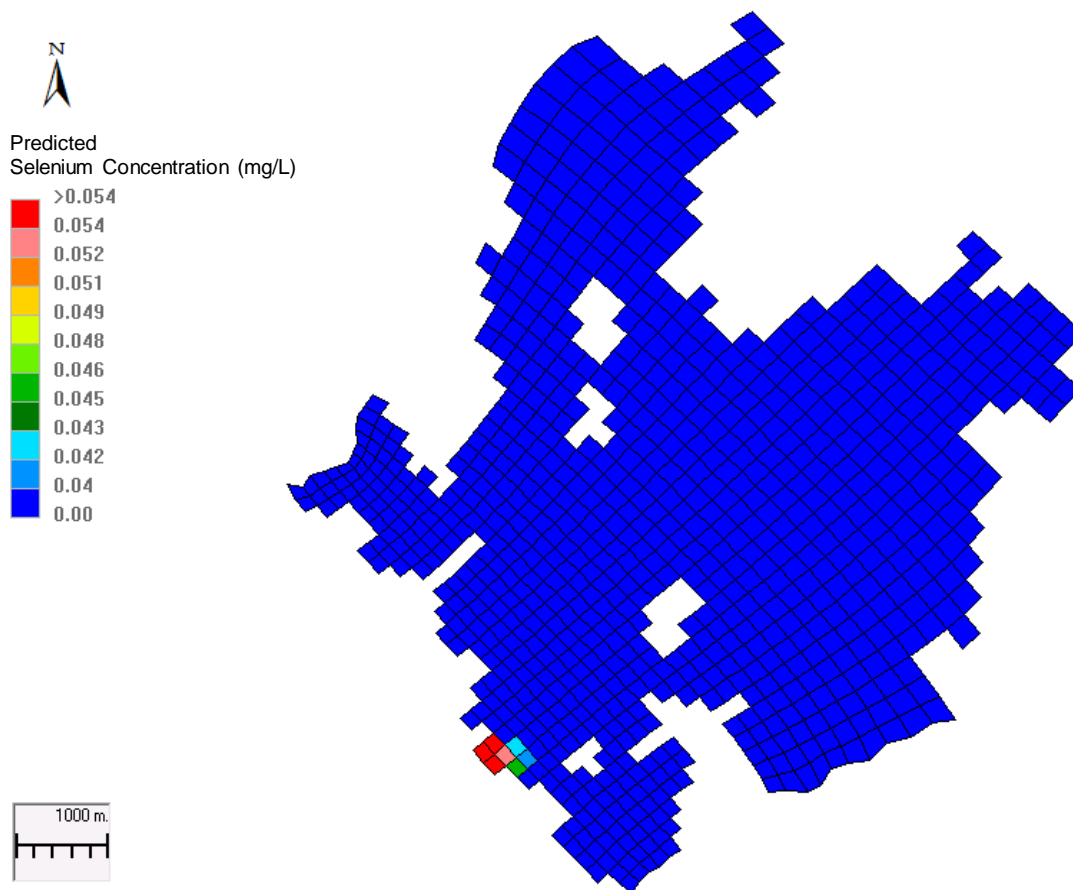
Figure B-16: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Water Pipeline Scenario

8.0 SUMMER - COMPLETE RUPTURE OF THE THREE PIPELINES



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on September 29, 2009 at 17:00.

Figure B-17: Predicted Silver Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



Note: Spill occurred on September 29, 2009 at 00:00; maximum plume size occurred on September 29, 2009 at 09:00.

Figure B-18: Predicted Zinc Concentrations in Lac Dufault at the Maximum Plume Size for the Summer-Complete Rupture of the Three Pipelines Scenario



golder.com