

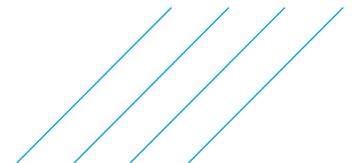



SNC · LAVALIN

Cobertura con geomembrana sobre relaves reactivos – Sitio Minero Normétal

Presentación a la Cámara de Comercio Perú-Canadá - Marc Arpin

26 de abril 2021



PERSONAS DE CONTACTO

Roberto Flores, Líder SMD

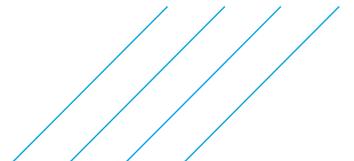
Roberto.flores3@snclavalin.com

Daniel Gonzalez Pye, Gerente de Desarrollo de Negocios

Daniel.gonzalez2@snclavalin.com

Marc Arpin, Director SMD (Montreal)

negocios.peru@snclavalin.com



Contexto Regulatorio – Cierre de sitios mineros

Desde la perspectiva del cierre, existen tres (3) situaciones posibles para sitios mineros:

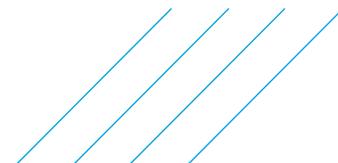
- › **Sitio regular** – Propietario presentó el Plan de cierre y emprenderá las obras de cierre cuando terminen las operaciones mineras
- › **Sitio abandonado** – Propietario insolvente
- › **Sitio huérfano** – Ningún propietario (no existe más legalmente)

Antecedentes del Sitio Normétal

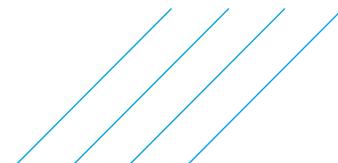
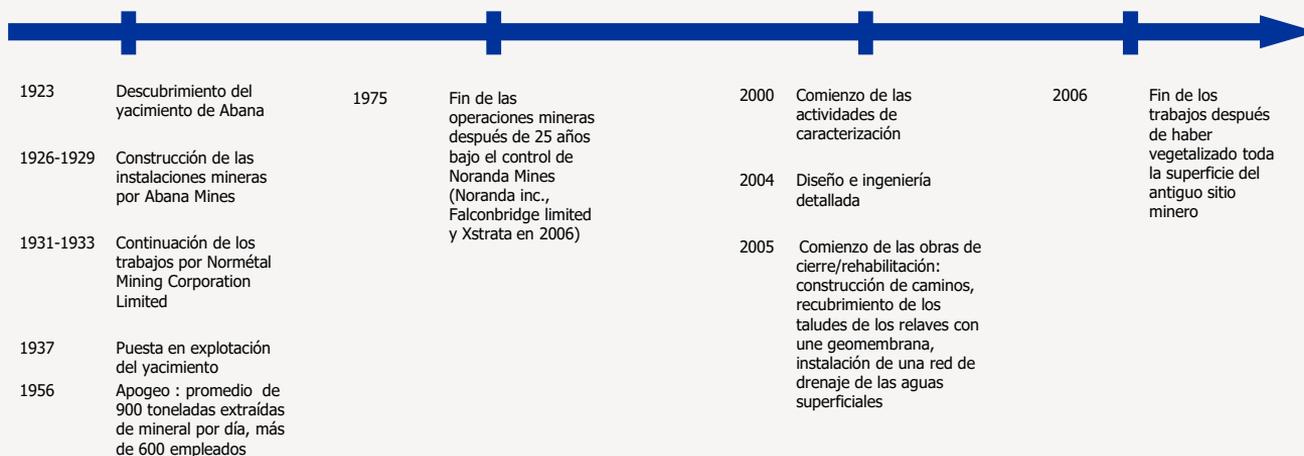


Antecedentes del Sitio Normétal

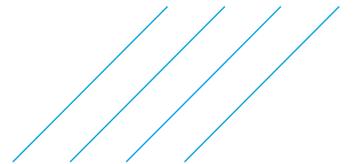
- › Mina subterránea operada entre 1937-1975
- › 10 millones de toneladas de mineral sulfurado extraído
- › Relaves almacenados en tres presas circundantes al municipio de Normétal y al Río Desméloizes
- › Rehabilitación (cierre) ejecutada en 1980s : cobertura de arena + revegetación
- › A lo largo del tiempo, erosión superficial + infiltración de aguas ácidas en el medio receptor vía el Río Desméloizes



Historial y Desarrollo de los trabajos

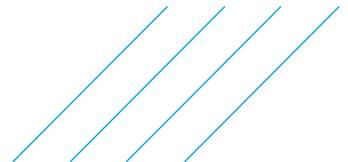


Descripción del sitio



Antecedentes del Sitio (cont.)

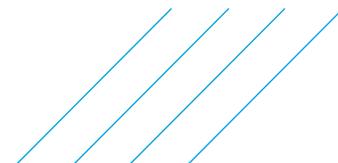
- › En 1998, el *Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec* (MRNF) avisó al entonces propietario del sitio sobre la necesidad de realizar trabajos de cierre adicionales
- › Como el propietario era insolvente, el MRNF pidió al propietario anterior tomar responsabilidad por la rehabilitación del sitio
- › En 2004, el propietario dio a SNC-Lavalin el mandato de desarrollar una nueva medida de cierre y de supervisar la obras de cierre.



Antecedentes del Sitio Normétal (*cont.*)

OBJETIVOS MEDIO AMBIENTALES

- › Limpiar las áreas de derrames de relaves a lo largo del río
- › Prevenir la erosión superficial y el transporte subsiguiente de relaves al río Desméloizes
- › Asegurar la estabilidad a largo plazo de los diques de retención
- › Cubrir los relaves con una geomembrana de PEHD para reducir la penetración de oxígeno y agua hacia los relaves
- › No se fijó ningún objetivo de calidad de agua. Ningún tratamiento del efluente.

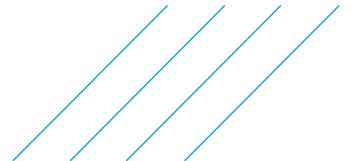


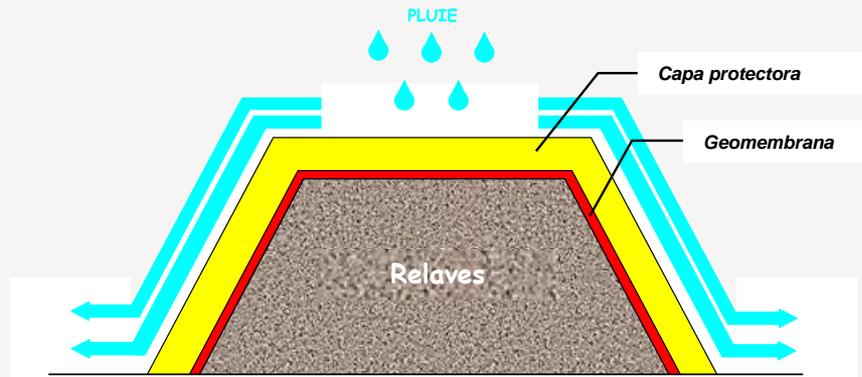
Medida de Cierre Seleccionada



Medida de Cierre

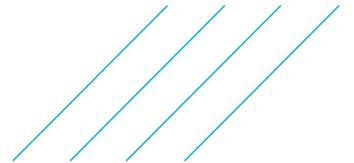
- › Limpiar las áreas de derrames de relaves y aplanamiento de las pendientes de los diques
- › Instalación de 56 ha de membrana de PEHD: texturada en las pendientes de los diques y lisa en las superficies del embalse
- › Colocación de una capa de arcilla sobre la geomembrana: 0,30m en las pendientes; 0,50m en las partes planas
- › Colocación de empedrado en las pendientes
- › Revegetación de las zonas cubiertas y de las áreas de derrames excavadas con materiales residuales fertilizantes



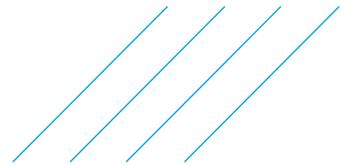


Principio de la geomembrana

Los relaves sulfurosos contaminan el medio cuando están en contacto con aire y agua. La instalación de una barrera hermética como la geomembrana sobre la pila de relaves impide la penetración de esos dos elementos. A fin de evitar la perforación o la fisuración de la geomembrana, lo que haría disminuir la eficacia del sistema, una capa protectora de arcilla ha sido colocada para protegerla.

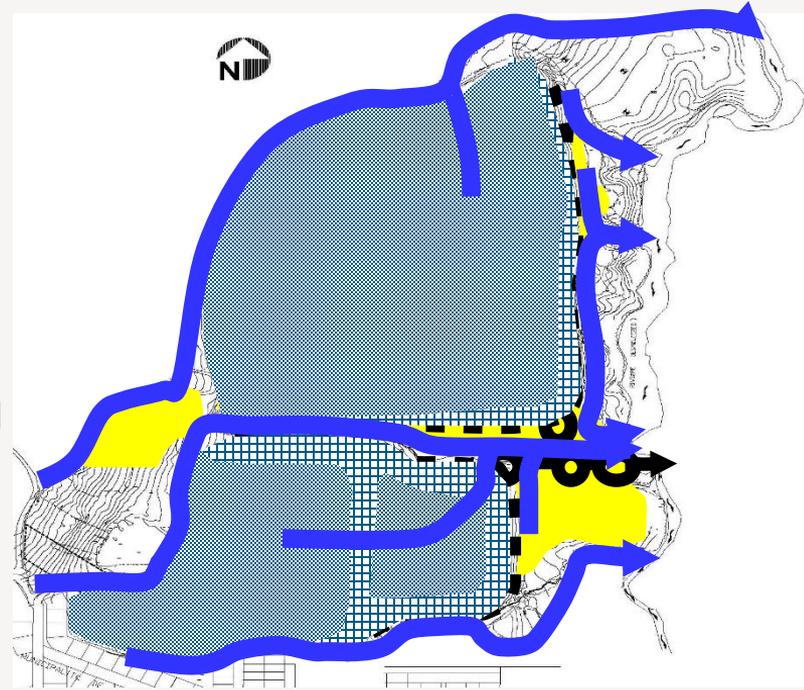


Instalación de una geomembrana sobre los relaves



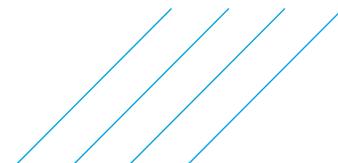
Medida de Cierre

- 1- Limpiar áreas de derrames y llevar los relaves al área de relaves 3
- 2- Construcción de un drenó de pie de talud y de una red de alcantarillas
- 3- Instalación de la geomembrana (texturada y lisa)
- 4- Construcción de la red de drenaje superficial
- 5- Protección de las pendientes
- 6- Cobertura de suelo (arcilla) y revegetación.



Construcción (2005-2006) en Cifras

- › Habilitación de una cantera y de un banco de préstamo de arcilla, ambos adyacentes al sitio
- › Excavación y transporte de 146 000 m³ de relaves derramados
- › Instalación de 2,5 km de drenos de pie de talud y de 4,3 km de zanjas para el drenaje superficial
- › Instalación de 17 ha de geomembrana texturada y de 37 ha lisa
- › Colocación de 210 000 m³ de arcilla y 150 000 m³ de empedrado



Cantera y Banco de préstamo de arcilla



Excavación de relaves derramados



Preparación del sitio: decapado y relleno



Construcción del drenaje de pie de talud



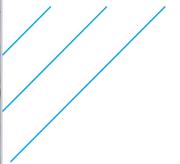
Preparación de la superficie final



Instalación de la geomembrana texturada



Colocación de arcilla y empedrado en las pendientes



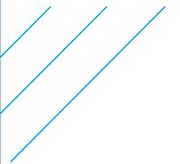
Construcción de zanjas y vertederos en gabión





Colocación de la arcilla sobre la geomembrana lisa

Fertilización y sembrado

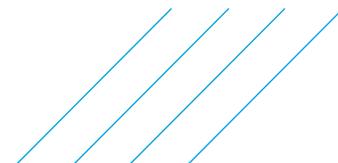


Monitoreo postcierre y Desempeño de la cobertura



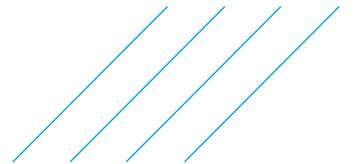
Monitoreo postcierre

El plan de cierre preveía un período de monitoreo postcierre de 5 años

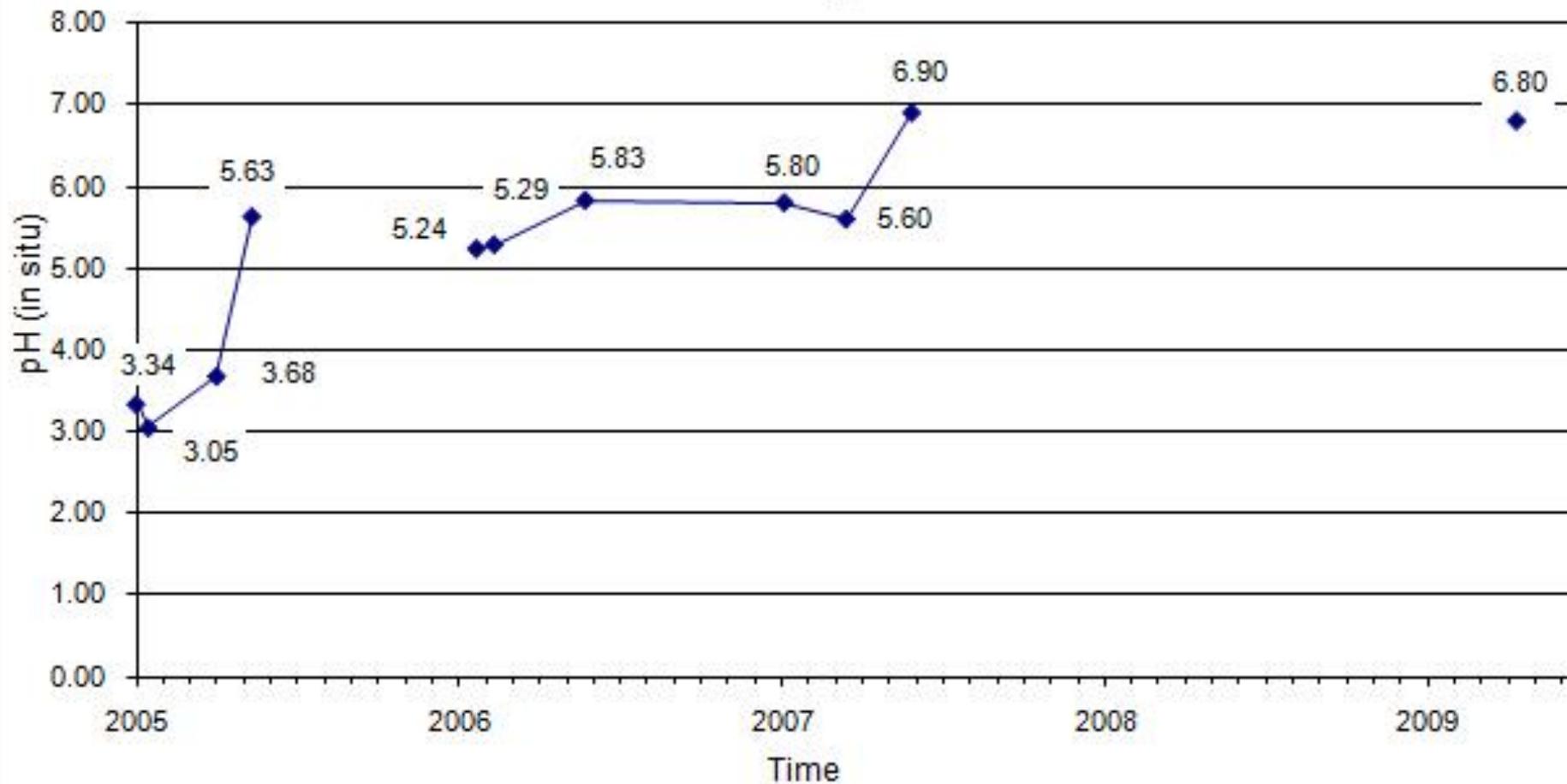


Desempeño de la cobertura

- › **Se terminó la instalación de la geomembrana en septiembre de 2006**
- › Descenso de nivel del agua subterránea en los relaves embalsados es de 5,8cm por mes.
- › Reducción del gradiente hidráulico: reducción del caudal de descarga de aguas contaminadas : de 150 litros por minuto a 103 litros por minuto entre 2006 y 2008.
- › Mejoramiento del pH y de las concentraciones de hierro y zinc río abajo.

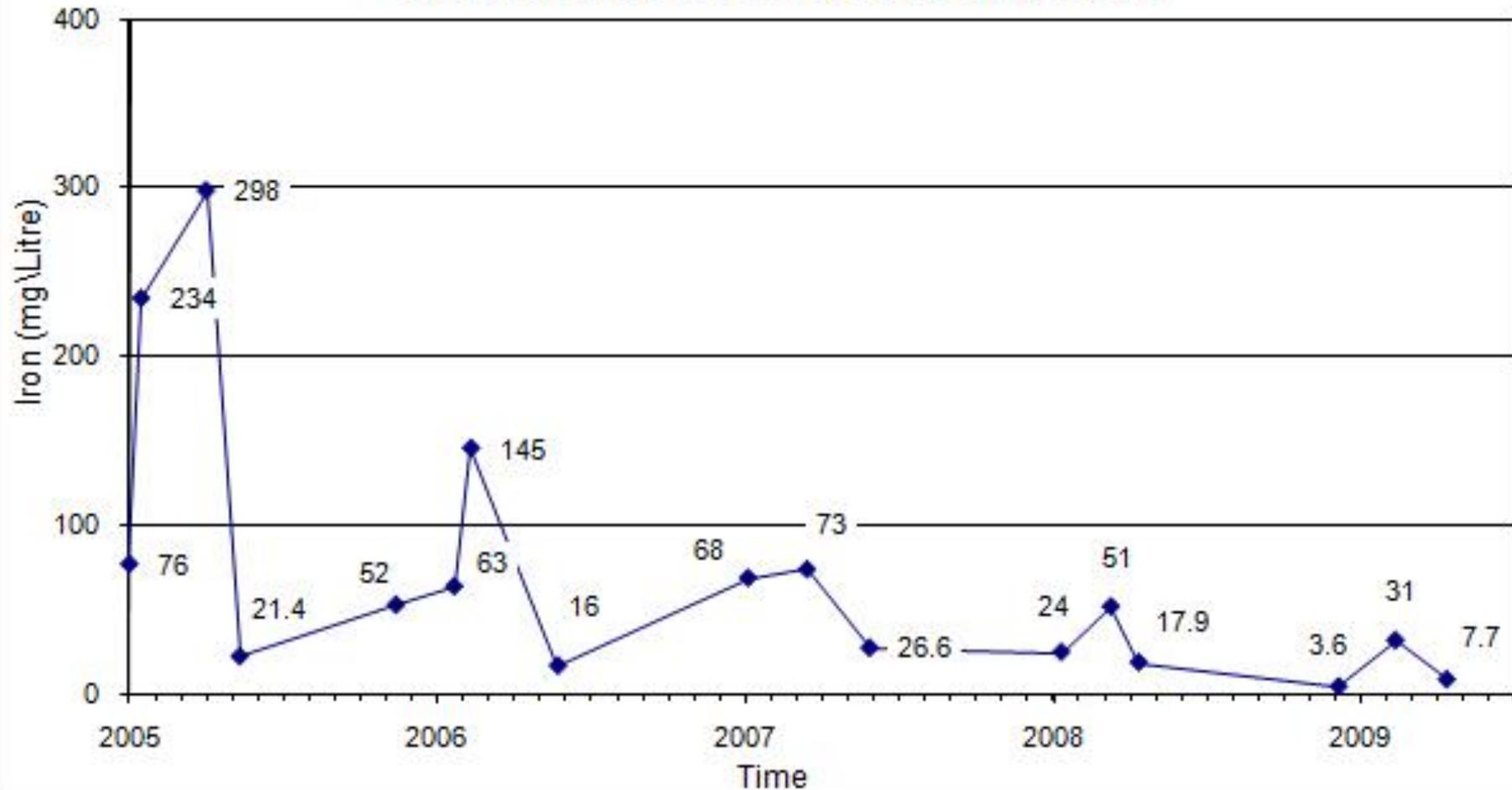


Des Méloizes River - Downstream from site Variation of pH with Time

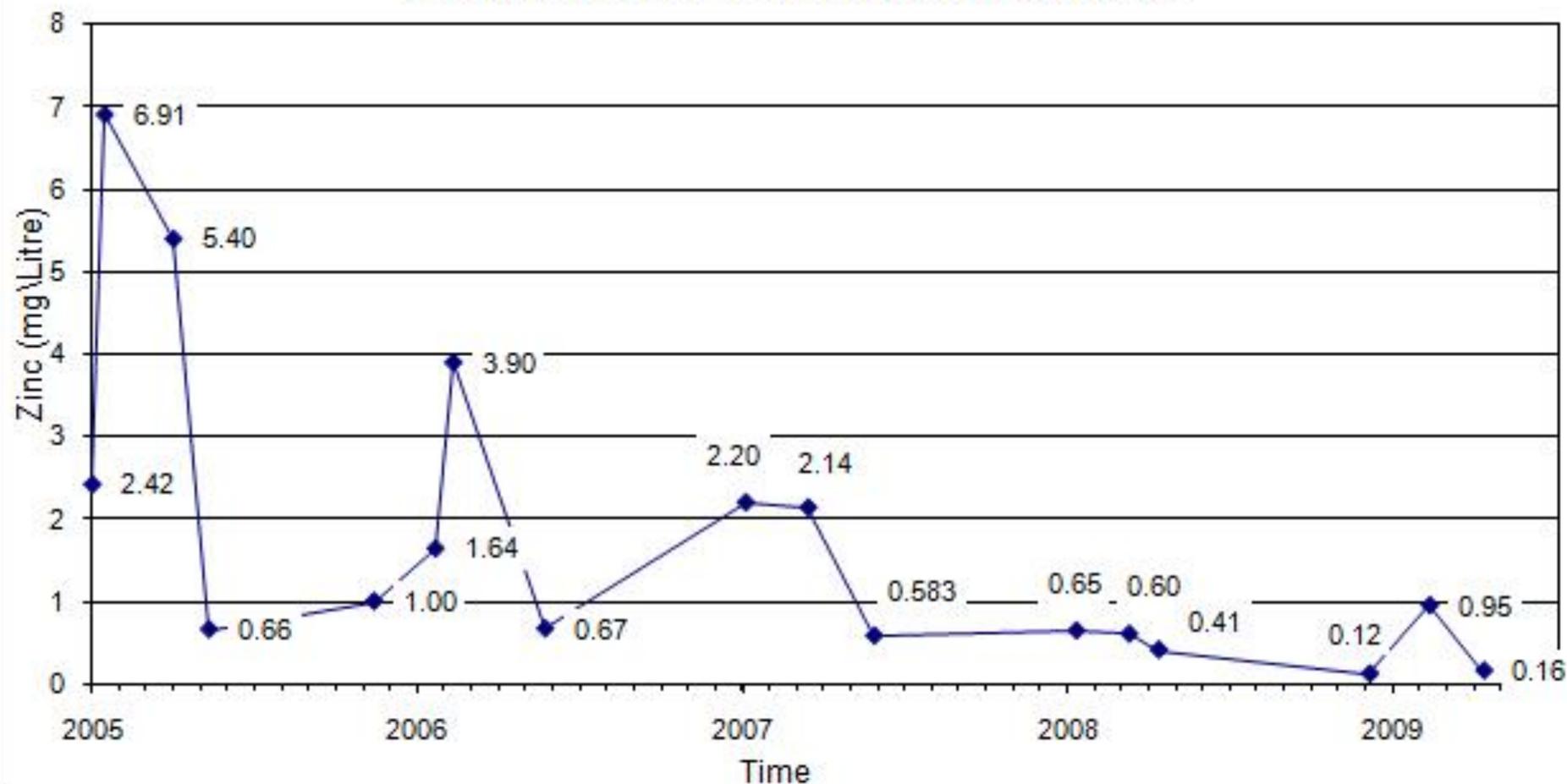


Des Méloizes River - Downstream from site

Variation of Iron Concentration with Time

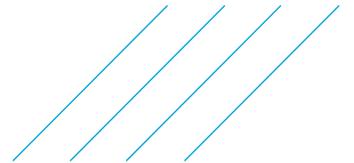


Des Méloizes River - Downstream from site Variation of Zinc Concentration with Time



Monitoreo postcierre

- › En 2009, las cañerías de colecta de infiltraciones entre las alcantarillas fueron parcialmente tapadas por un limo compuesto de masa bacteriana y precipitado de hierro insoluble.
- › La formación del limo se debió al crecimiento de ferro bacterias en las paredes de las cañerías en presencia de hierro y oxígeno disueltos en las infiltraciones.
- › Posible solución: una tapa de alcantarilla hermética.

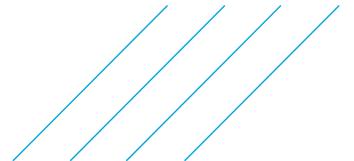


Conclusiones



Conclusiones

- › Los beneficios medioambientales fueron observados inmediatamente después de terminadas las obras de construcción (cierre).
- › Eliminación del transporte de sedimentos, diques estables, mejoramiento de la calidad del agua y baja del nivel freático en los relaves.
- › Problema no anticipado: formación de limo en el sistema de colecta de infiltraciones.
- › Resultados demuestran el éxito del proyecto.



Sitio de Normétal antes de la construcción



Sitio de Normétal en septiembre 2007



PERSONAS DE CONTACTO

Roberto Flores, Líder SMD

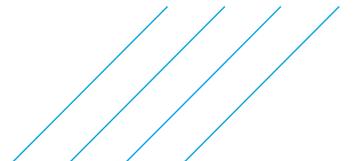
Roberto.flores3@snclavalin.com

Daniel González Pye, Gerente de Desarrollo de Negocios

Daniel.gonzalez2@snclavalin.com

Marc Arpin, Director SMD (Montreal)

negocios.peru@snclavalin.com



Preguntas?



Nos valeurs sont l'essence même de notre entreprise. Elles caractérisent nos gestes, notre voix et notre conduite les uns avec les autres, et nous guident dans nos rapports avec les clients et les parties prenantes.

~~SÉCURITÉ~~

Nous plaçons la sécurité au cœur de toutes nos actions afin de protéger les personnes, les actifs et l'environnement.

~~INTÉGRITÉ~~

Nous agissons comme il se doit, sans compromis, et assumons la responsabilité de nos actions.

~~COLLABORATION~~

Nous travaillons ensemble et valorisons la contribution unique de chacun afin d'obtenir des résultats remarquables pour tous.

~~INNOVATION~~

Nous redéfinissons l'ingénierie en pensant avec audace, fièrement et différemment.

