

CECs
CENTRO
DE ESTUDIOS
CIENTÍFICOS



**INFORME DE TEMPERATURA DE SUELO
AÑO 2011-2012
PROYECTO PASCUA LAMA**

Preparado por el Centro de Estudios Científicos para Compañía Minera Nevada
Jhoann Canto, asesor ambiental,
Andrés Rivera Ibáñez, Glaciólogo Sénior, director del proyecto

Contenido

	Página
I. LIMITACIONES	3
II. INTRODUCCIÓN	4
III. DETALLE DE LOS EQUIPOS	6
IV. ÁREA DE ESTUDIO	6
V. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL AÑO 2012	8
VI. RESULTADOS	9
VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES	16
VIII. REFERENCIAS	17
ANEXO 1	18
ANEXO 2	25

Índice de Tablas

Tabla 1. Detalle de instrumentos de medición y registro.....	6
Tabla 2. Resumen de las principales características de los termistores y sus ubicaciones.	6
Tabla 3. Estado de los data loggers en terreno, mayo 2012.....	8
Tabla 4. Resumen de datos disponibles en sitios de monitoreo en Pascua.	8

I. LIMITACIONES

Este informe ha sido preparado por el Centro de Estudios Científicos (CECs) para la Compañía Minera Nevada S.p.A. (CMN) en el marco del Contrato N° NEVA-1059SC, “Asesoría e implementación del plan de monitoreo de Glaciares”, celebrado entre el CMN y el CECs, y de acuerdo a los datos disponibles a la fecha. El CECs se desliga de la responsabilidad producto de decisiones o acciones por parte de CMN, la autoridad ambiental o terceras partes, basadas en el eventual uso de este informe.

Excepto por el uso de este informe para los fines propios de CMN y para su eventual entrega a la autoridad ambiental, cualquier otro uso de este informe o parte de él a través de cualquier forma, incluyendo la vía impresa o en medios electrónicos, está sujeto a la aprobación por escrito por parte del CECs.

II. INTRODUCCIÓN

El presente informe anual tiene por objeto, dar cumplimiento con lo establecido en el punto 2.6 de la última versión del Plan de Monitoreo de Glaciares versión 3 (PMG v3)¹ aprobado en enero del año 2008, basado en la Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA III Región². En este Plan de Monitoreo se establece que se deben registrar y monitorear las temperaturas de suelo³ en el área de proyecto de Pascua Lama. En específico, se evalúan las características térmicas del suelo a fin de establecer la presencia de permafrost y en el caso que esto sea así, describir y evaluar las características de la capa activa⁴, el permafrost⁵ subyacente, el gradiente geotérmico y la profundidad de la amplitud anual cero (Figura 1). Para esto, se considera la medición de temperaturas mediante cadenas de termistores y su almacenamiento en registradores automáticos. Las cadenas de termistores fueron instaladas en pozos de exploración a diferentes profundidades, por BGC Engineering Inc. (BGC). El presente informe reporta datos desde mayo de 2011 a abril de 2012 para el área de Pascua, zona chilena del proyecto Pascua-Lama.

A partir de mayo del año 2012 el Centro de Estudios Científicos, en adelante CECs, asume la responsabilidad del manejo y mantención de los equipos utilizados para medir y registrar las temperaturas de suelo del proyecto Pascua-Lama, tanto del lado chileno como argentino. La actualización más reciente de los registros de temperaturas fue realizada en mayo del presente año cuando el CECs descargó los datos de los registradores automáticos. Debido a problemas técnicos en terreno, la descarga no se pudo realizar. Es así que los tres registradores, fueron enviados a Canadá para que BGC Engineering descargara la información y se hiciera mantención y recalibración a los equipos por parte del fabricante (Lakewood Systems). Por esta razón, se generó un intervalo de tiempo sin registro de temperaturas de suelo, que finalizará cuando sean definidos los nuevos sitios de monitoreo. Sin embargo, este intervalo es relativamente corto en relación al período completo de medición y las temperaturas presentan un comportamiento estable, por lo que no se prevé que su falta afecte negativamente la evaluación de las condiciones térmicas del suelo monitoreado.

¹/ Punto 2.6 se refiere a “establecer área de permafrost y profundidades del permafrost y la capa activa y sus aportes hídricos y evaluar los efectos adversos asociados con la mina” (pág. 35 PMGv3).

²/ Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA III Región, cláusula N° 4.4 “el titular, deberá entregar un anual con los posibles impactos del permafrost”.

³/ En este informe se usa “suelo” en una definición ingeniería lo cual incluye sedimentos y roca madre.

⁴/ Capa Activa, es la capa superficial del terreno que sufre ciclos anuales de congelamiento y descongelamiento en áreas con permafrost subyacente.

⁵/ Permafrost, se denomina al suelo que permanece a una temperatura de 0°C o menos, por lo menos dos años consecutivos. Cuando la temperatura del permafrost es menor a -1°C, éste se denomina frío, mientras que si su temperatura está entre los 0°C y los -1°C, el permafrost se denomina cálido (van Everdingen, 2005).

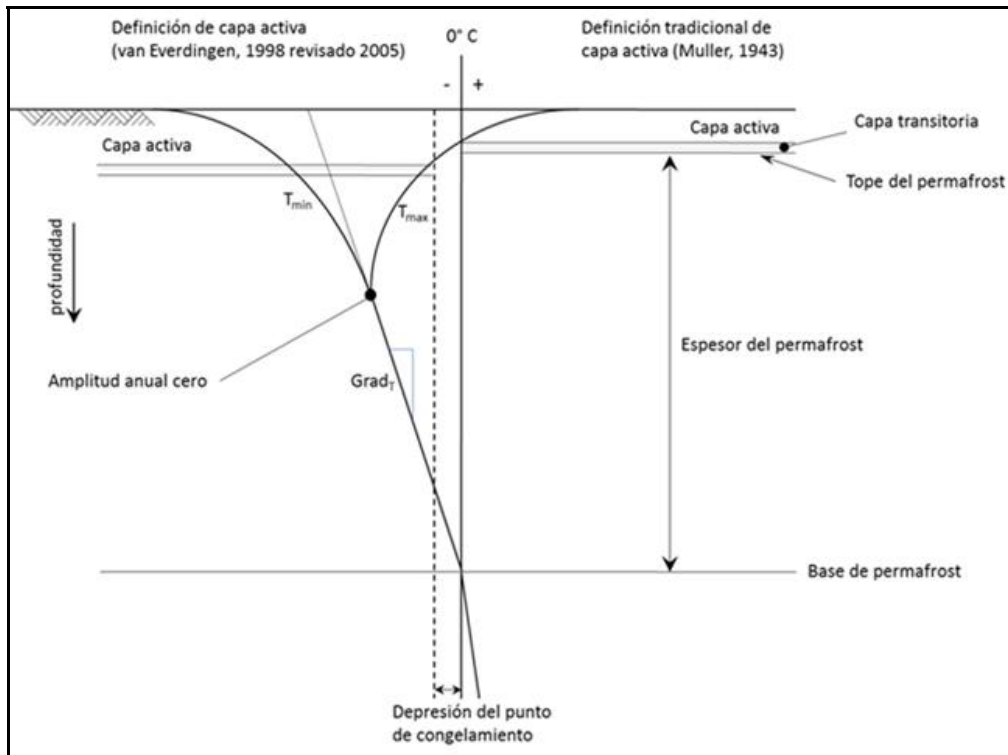


Figura 1. Régimen térmico típico del suelo en zonas de permafrost. Fuente: BGC 2011.

III. DETALLE DE LOS EQUIPOS

En la Tabla 1 se presentan las principales características de los instrumentos de medición utilizados, y en el Apéndice A se presentan los detalles de instalación de los registradores y de cada una de las tres cadenas de termistores (TH20.1, TH20.3 y TH 100.1) instaladas en el área de Pascua.

La frecuencia de medición de los termistores es de dos veces por día, la que puede variar en caso de que los equipos presenten errores tales como descarga inusual de la batería o problemas con el reloj interno.

Tabla 1. Detalle de instrumentos de medición y registro

Fabricante de termistores	M2 Instruments - Cochrane, Alberta, Canadá
Sensores utilizados	YSI 4007 ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ de precisión)
Fabricante de Data logger	Lakewood Systems Ltd. – Edmonton, Alberta, Canadá
Modelo	RX-16 Revision J-C
Batería	LE8304, 12 volt, recargable

Fuente: Barrick 2008.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

BGC instaló en Pascua tres cadenas de termistores, entre los años 2006 y 2008, para registrar temperaturas de suelo. La Tabla 2 resume las principales características de los termistores y sus coordenadas. En la Figura 2 se muestra el área del proyecto y la ubicación de los termistores.

Tabla 2. Resumen de las principales características de los termistores y sus ubicaciones.

N° cadena de termistor	Ubicación	Norte	Este	Elevación (m)	Número de sensores / Longitud del cable (m)	Inclinación desde la horizontal
TH20.1	Pascua	6.756.111	400.996	5.082	10 / 20	85°
TH20.3	Pascua	6.756.111	401.251	4.794	16 / 20	90°
TH100.1	Pascua	6.755.605	400.843	5.096	16 / 100	86°

Nota: Coordenadas basadas en Datum WGS84, zona 19J Sur.
Coordenadas obtenidas en terreno.

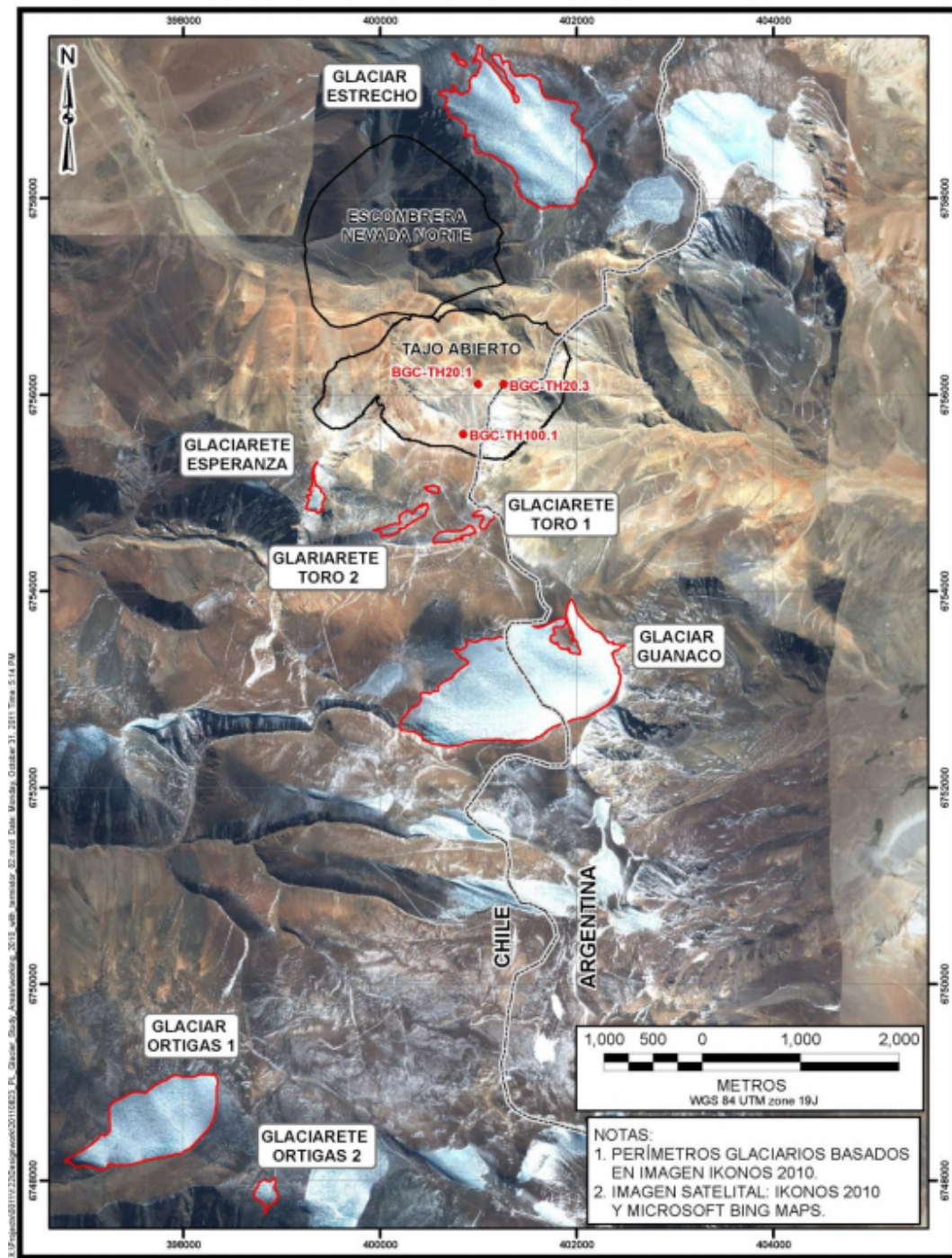


Figura 2. Área de estudio proyecto Pascua-Lama con los termistores ubicados en Pascua y ubicación preliminar de tajo y escombrera. En la imagen se observan los glaciares Estrecho, Guanaco y Ortigas 1, además de los glaciaretos Esperanza, Toro 1, Toro 2 y Ortigas 2. La imagen corresponde a una Ikonos del año 2010. Fuente: BGC 2011.

V. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL AÑO 2012

En mayo del año 2012, el CECs inspeccionó el estado de las tres cadenas de termistores y de los registradores ubicados en el área de Pascua. Los estados de los termistores se revisaron para confirmar su funcionalidad actual y se retiraron los registradores de datos. De los tres registradores inicialmente instalados en el año 2006. Las cadenas TH100.1, el 20.1 y 20.3 debieron retirarse con anterioridad por estar ubicados dentro del área de operación de la mina. Los detalles de su estado se describen en la Tabla 3. En estos momentos se está evaluando el lugar para su reinstalación

Tabla 3. Estado de los registradores en terreno, mayo 2012

Cadena de Termistores	Estado de los registradores
TH20.1	Solo el registrador se encontraba en bodega, la cadena y caja protectora, se extraviaron. Se retiró con anterioridad por estar ubicado dentro del área de operación de la mina.
TH20.3	Solo el registrador se encontraba en bodega, la cadena y caja protectora, se extraviaron. Se retiró con anterioridad por estar ubicado dentro del área de operación mina.
TH100.1	Se retiró completo (cadena, data y caja protectora), por encontrarse dentro de área de operación mina.

La Tabla 4 proporciona un resumen de los datos disponibles después de la visita de terreno realizada en Mayo 2012 por personal de CECs. Además, es necesario destacar que durante abril 2008 y mayo 2011, se registraron fallas técnicas en los registradores, lo que significa, que durante esas fechas hubo pérdida de información y/o ausencia de registro de datos.

Tabla 4. Resumen de datos disponibles en sitios de monitoreo en Pascua.

Cadena de Termistores	Instalación	Periodos de Datos disponibles
TH20.1	14/04/2006	20/04/2006 – 11/05/2006 04/04/2007 – 17/04/2008 03/12/2009 – 11/05/2011 11/05/2011 - 02/06/2012
TH20.3	14/04/2006	16/04/2006 – 27/10/2006 08/09/2007 – 17/04/2008 03/12/2009 – 31/01/2010 12/11/2010 - 02/12/2011
TH100.1	15/04/2006	17/04/2006 – 27/10/2006 24/10/2007 – 17/04/2008 03/12/2009 – 11/05/2011 12/05/2011 -17/12/2011

VI. RESULTADOS

Al intentar descargar los datos de los registradores en terreno, se observó que sólo existían valores “NAN (Not A Number)”, aunque se apreciaba que los dispositivos registraban datos en forma periódica de acuerdo a la programación. Por esta razón, se enviaron los tres registradores a las oficinas de BGC en Canadá en donde se gestionó la descarga de los datos. Posterior a la descarga de información, los equipos fueron mandados a ser mantenidos y recalibrados a cargo de la empresa fabricante Lakewood Systems en Edmonton, estado de Alberta. A continuación se describen los resultados (mayor información de instalación de termistores y temperatura del suelo se encuentran en Anexos 1 y 2).

TH20.1

La cadena de termistores TH20.1 está ubicada a una elevación de 5.082 msnm. Fue instalada por BGC en abril del año 2006. La Figura 3, muestra los perfiles verticales obtenidos en esta cadena de termistores, para el período 2010-2012, en tanto que la Figura 4, muestra las series temporales de datos disponibles para el período 2010-2012. El apéndice presenta más detalles con respecto a información histórica.

Muy similarmente al año 2010-2011, se observa que el permafrost es clasificado “frío” en esta ubicación (definido por $< -1^{\circ}\text{C}$). Durante el período registrado (2006-2012) la temperatura de suelo mínima a 1 m de profundidad fue de -12.7°C , mientras que durante abril 2012, las temperaturas registradas a 1 m de profundidad tuvieron un promedio de -3.5°C y una mínima de -5.2°C .

La profundidad de la capa activa se estima que es menor a 0,4 m, pero no se puede estimar con precisión ya que el primer termistor (1 m de profundidad) se encuentra ya imbuido en el permafrost por debajo de su tope. La profundidad de amplitud anual cero sigue siendo de aproximadamente 17,5 m. La profundidad de las mediciones de temperatura no es lo suficiente como para medir el gradiente geotérmico positivo, lo que sería necesario para estimar la temperatura media anual de la superficie y la profundidad de la base del permafrost.

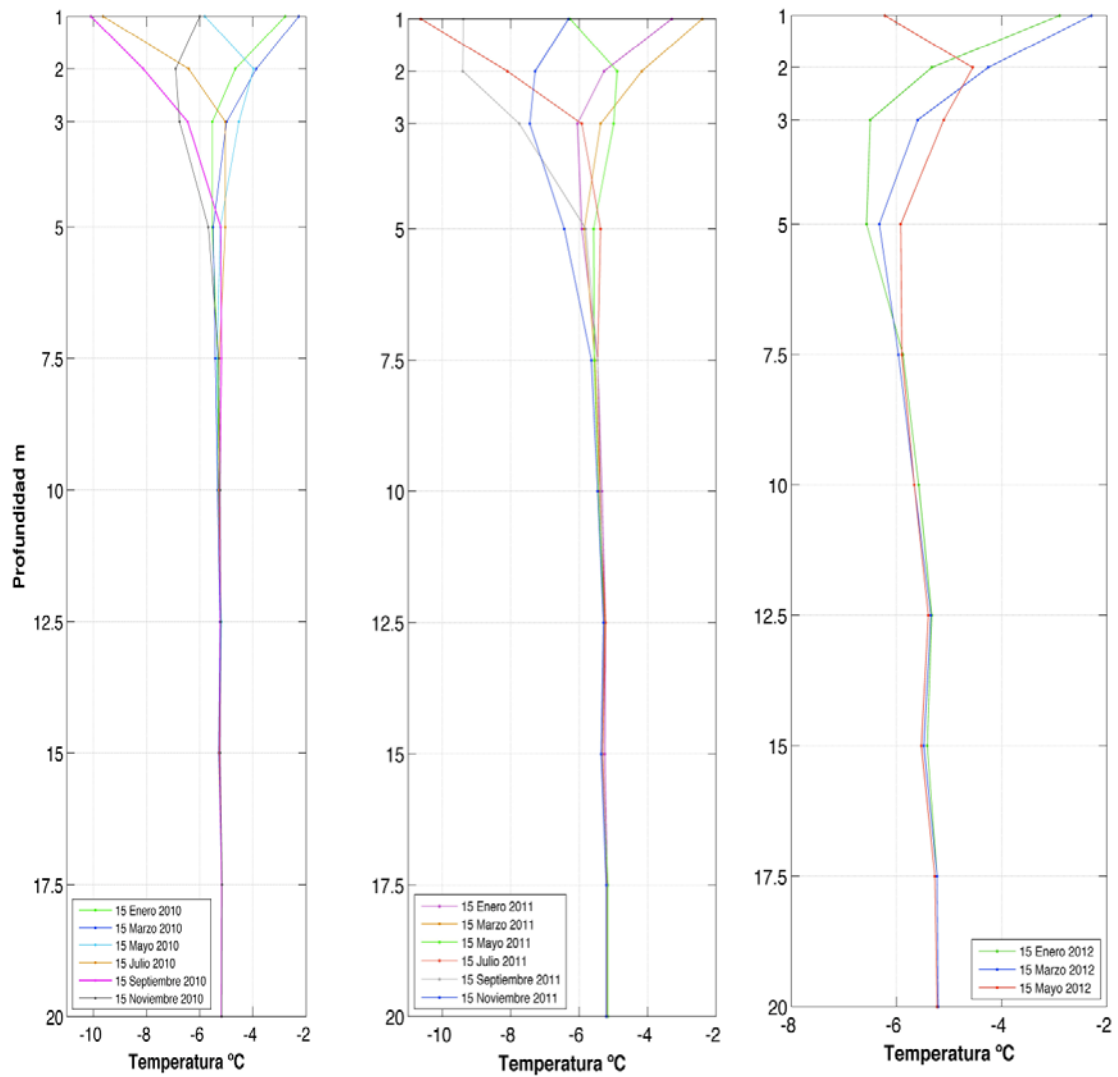


Figura 3. Perfiles de temperatura (°C) en profundidad para diferentes años. Cadena de termistores TH20.1

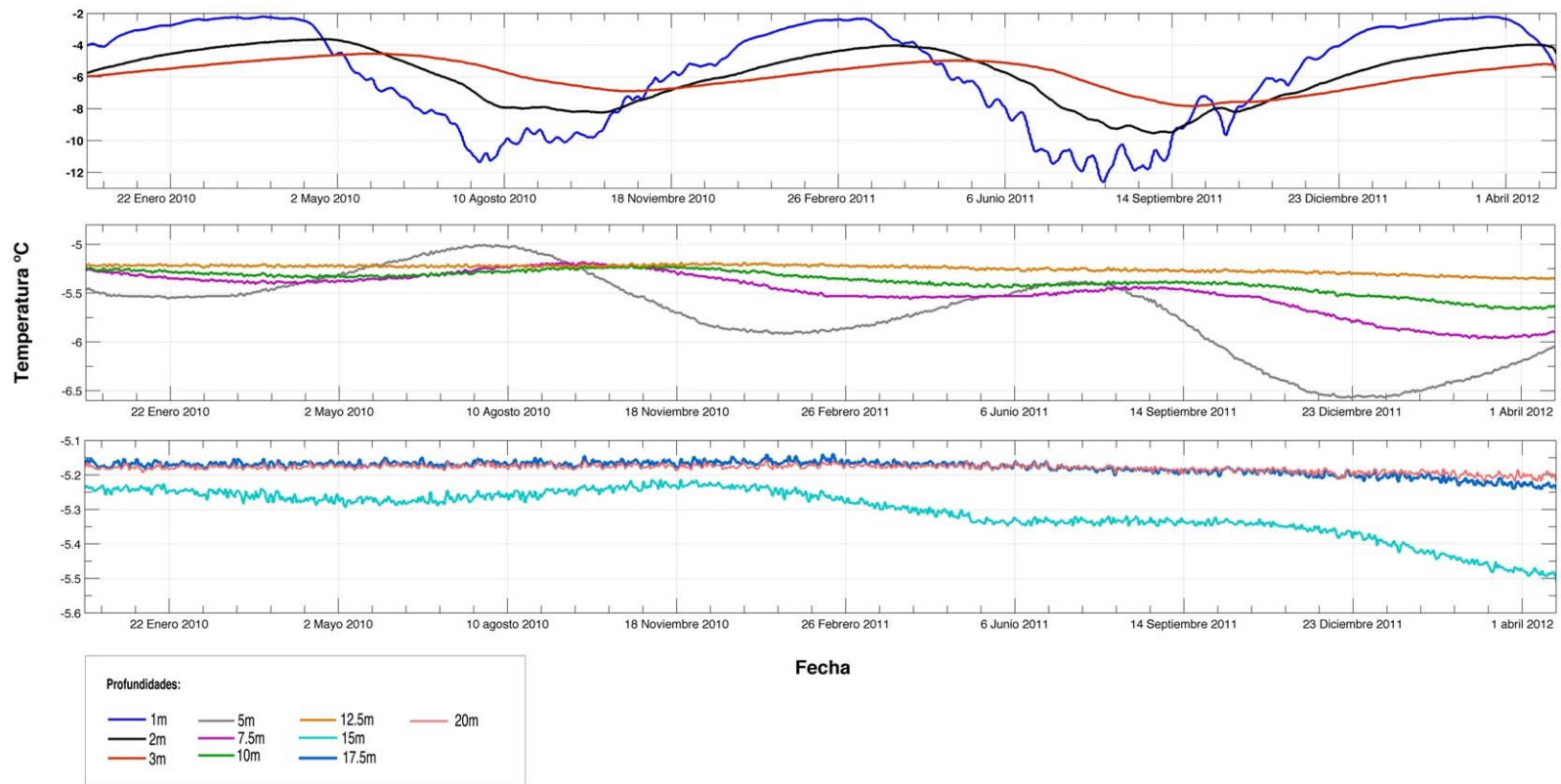


Figura 4. Serie temporal de temperatura (°C) para distintas profundidades. Cadena de termistores TH20.1

TH20.3

La cadena de termistores TH20.3 está ubicada a una elevación de 4.794 msnm. Fue instalada por BGC en Abril del año 2006. La Figura 5 muestra los perfiles verticales de temperatura promedio mensual durante el 2011, entre tanto que la Figura 6 muestra las series de temperatura a lo largo del año. Muy similarmente al año 2010-2011, se observa que el permafrost es frío en esta ubicación ($< -1^{\circ}\text{C}$). Durante el período registrado (2006-2011) la temperatura de suelo mínima a 1 m de profundidad fue de -6°C . Las amplitudes de temperatura mayores se dan en la capa activa, la cual tiene un grosor estimado de ~ 1 m de profundidad. Las oscilaciones anuales térmicas disminuyen con la profundidad hasta llegar a los aproximadamente 12.5 m que corresponde con la amplitud anual cero. Se estima que el gradiente geotérmico en esta ubicación es de aproximadamente $2.2^{\circ}\text{C}/100$ m.

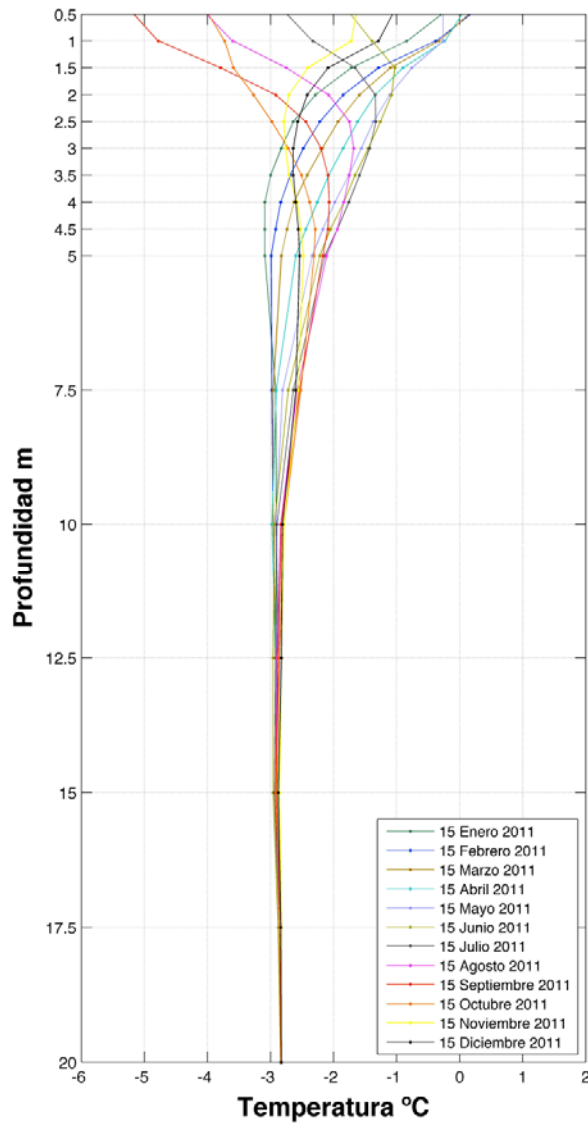


Figura 5. Perfil de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) promedio mensual para el 2011. Cadena de termistores TH20.3

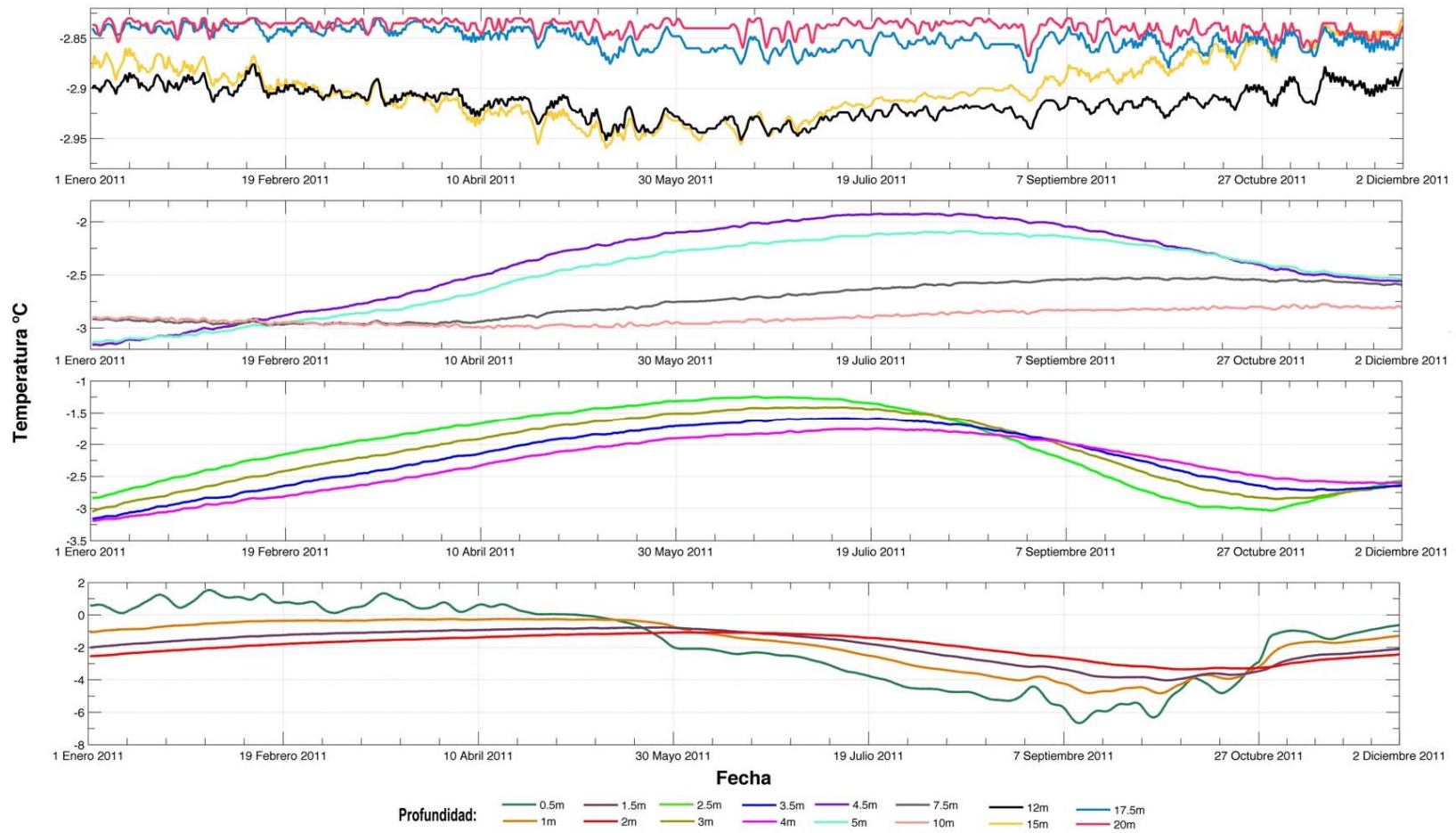


Figura 6. Series de temperatura (°C) para distintas profundidades. Cadena de termistores TH20.3

TH100.1

La cadena de termistores TH100.1 está ubicada a una elevación de 5.096 msnm. Tiene un largo de 100 m y fue instalada por BGC en Abril del año 2006. Posee un registro bastante completo para el año 2011, en comparación con las otras dos cadenas de termistores. No se registran datos durante el 2012. La figura 7 muestra el perfil vertical de temperatura con las medias mensuales del mes de Diciembre desde el 2006 al 2011, mientras que el Apéndice, muestra la serie completa de temperaturas desde la instalación de la cadena de termistores el año 2006, la cual muestra algunas interrupciones, hasta completar casi en un 100% el año 2011.

En general se aprecia una clara estacionalidad hasta los aproximadamente 10 m de profundidad, bajo de la cual las oscilaciones disminuyen. En el registro de termistores someros puede verse claramente que entre los 1 y 5 m, el ciclo anual o estacional es muy marcado, con una máxima en verano y mínima en invierno. Para profundidades mayores las oscilaciones térmicas se atenúan y desplazan en una forma similar a la descrita para la cadena de termistores TH20.3.

La profundidad de la amplitud anual cero se estima en 23,6 m (BGC, 2011), y debido a que el termistor más somero (1 m de profundidad) se encuentra ya ubicado en permafrost, la profundidad de la capa activa no puede ser medida sino que solamente estimada. Ésta se estima que sea del orden de 0,5 m (BGC, 2011). Basado en un gradiente geotermal de 2,3°C/100 m, la temperatura anual media de la superficie se estima en -6,1°C y la profundidad de la base del permafrost en aproximadamente 270 m según lo establecido por BGC (2011).

El mes de Diciembre, que se presenta como el más completo para toda la serie y al que sólo le faltan datos el año 2008. Se observa una amplitud mayor en las capas superficiales (1 a 7 m aproximadamente), donde las diferencias medias mensuales pueden ser de hasta 1.5°C a 1 m para bajar a menos de 0,5°C a 7,5 m de profundidad.

No se detecta una tendencia de cambio interanual, dado que el registro se mantiene dentro de los rangos exhibidos en años previos.

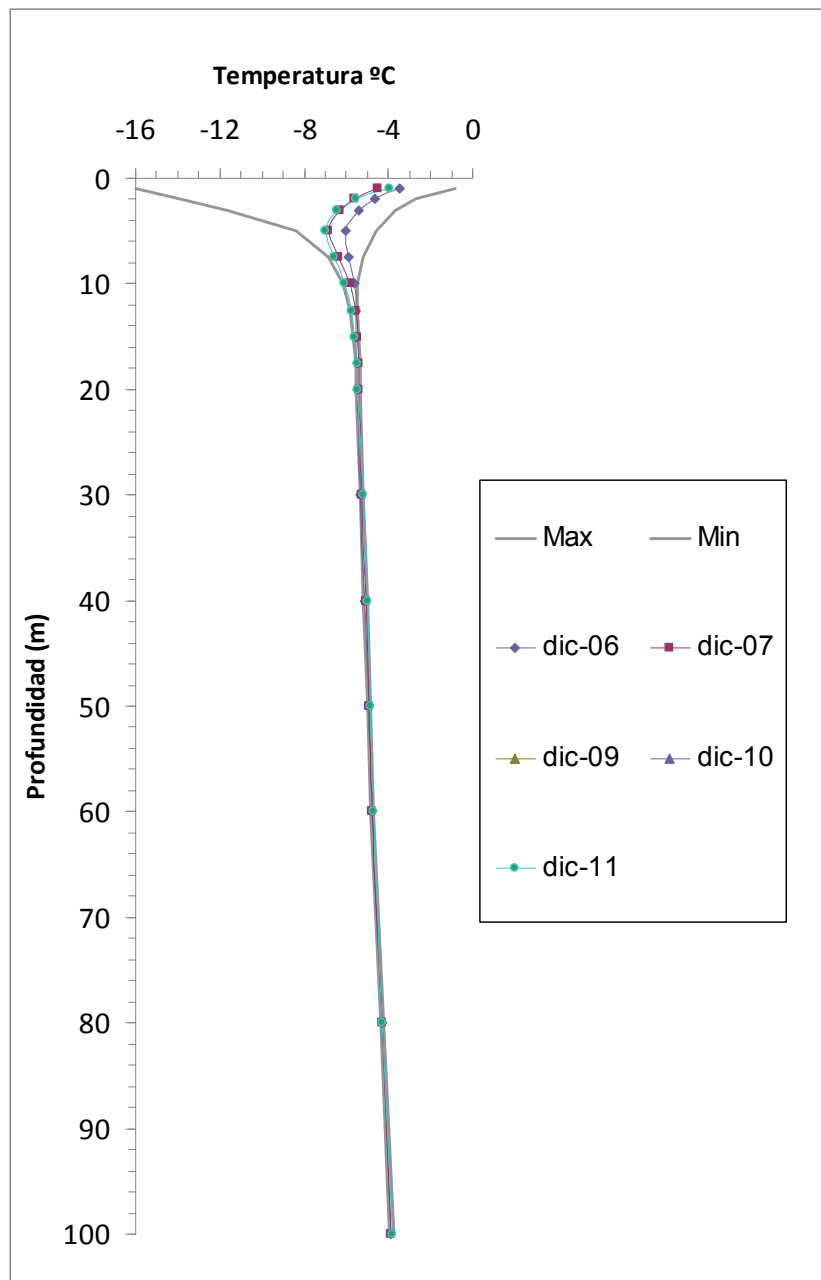


Figura 7. Perfil de temperatura (°C) promedio del mes de diciembre y valores máximos y mínimos para el período 2006-2011, cadena de termistores TH100.1

VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El programa de monitoreo de temperaturas de suelo existente actualmente en Pascua se basa en tres pozos de exploración equipados con cadenas de termistores que alcanzan una profundidad de hasta los 100 m. En general, los registros abarcan el período comprendido entre los años 2006 y 2012.

Las principales conclusiones de este informe son las siguientes:

- Existe permafrost frío ($< -1^{\circ}\text{C}$) en los tres sitios de monitoreo, con elevaciones que varían entre los 4.794 msnm y los 5.095 msnm.
- El espesor de la capa activa a una elevación de 4.794 msnm fue de ~ 1 m, mientras que no se pudo medir el espesor de la capa activa en los sitios de mayor elevación (>5000 m) ya que el primer termistor ya se encuentra en permafrost. Para estos sitios, la profundidad de la capa activa se estima en $\pm 0,5$ m.
- El gradiente geotérmico del permafrost típico en el área es de aproximadamente 2,2 a 2,3 $^{\circ}\text{C}/100$ m según estimaciones hechas por BGC (2011).
- Debido a que existen períodos de falta de datos resultantes de fallas en los registradores, es difícil analizar tendencias de largo plazo. Sin embargo para el sitio TH100.1, el cual tiene un registro de datos más completo, no se observan tendencias de cambios.
- Los valores típicos de profundidades de amplitud anual cero son entre 10 y 15 m. Sin embargo, se observa que la variación de temperatura anual penetra más profundo en TH20.1 (17,5 m) y TH100.1 (23,6 m).

VIII. REFERENCIAS

Barrick. 2008. Plan de monitoreo de glaciares proyecto Pascua Lama. Versión 3. 178 pp.

BGC Ingeniería Ltda. (BGC). 2011. Informe de temperatura del suelo año 2010–2011 – Pascua. 11 enero 2012. 36 pp.

CECs 2012. Informe de Termistores, Revisión de data loggers de Temperatura en permafrost. Mayo 2012. 4 pp

IPA, 2004. International Permafrost Association (IPA). 2004. A Handbook on Periglacial Field Methods. Retrieved from: http://www.unis.no/35_staff/staff_webpages/geology/ole_humlum/PeriglacialHandbook/HandbookMain.htm

International Permafrost Association. <http://ipa.arcticportal.org/resources/what-is-permafrost>

van Everdingen, R.O., 1998 revised May 2005. Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology.

ANEXO 1
RESUMEN DE INSTALACIÓN DEL TERMISTORES
(BGC 2011)

RESUMEN DE INSTALACIÓN DEL TERMISTOR TH20.1

DESCRIPCIÓN GENERAL

- Cliente: Compañía Minera Nevada (CMN)
- Proyecto: Estudio caracterización de permafrost Pascua Lama
- Número de proyecto BGC: 0442-002-05
- Fecha de instalación: Abril 14, 2006
- Instalado por: Jim Cassie & Leonardo Moreno
- Pozo número: DDH-148
- Profundidad del pozo: 366 m
- Fecha de perforación: 1998
- Descripción de la ubicación: Termistor instalado en la zona de cumbre en la parte de Pascua; el pozo de exploración había sido usado previamente por Golder para una instalación previa de termistores. No existen datos disponibles de esta cadena antigua.
- Coordenadas: S 29,32016° / W 070,01960°
- Altitud: 5.082 msnm
- Inclinación del pozo y azimut: 85° desde la horizontal/114°

DETALLES DEL TERMISTOR/REGISTRADOR

- Fabricado por: M-Squared Instruments – Cochrane, AB, Canadá
- Número de cable: BGC442002 – 20.1
- Longitud del cable: 20 m + 3 m guía
- Sensores usados: YSI4007 (0.2°C de precisión)
- Número de sensores: 10
- Calibrado con baño de hielo: Si
- Registrador: Si
- Fabricado por: Lakewood Systems Ltd. – Edmonton, AB, Canadá
- Modelo: RX-16 Revisión J-C
- Número de serie: 05080000
- Tipo de batería: LE8304 12 voltios batería recargable

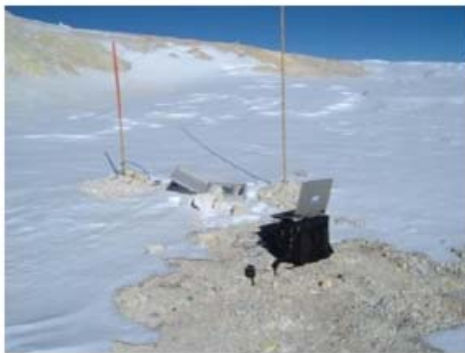
DESCRIPCIÓN DEL SITIO

- Plataforma con 15 m de ancho conformada por corte de material;
- Sobrecarga seca (arenas y gravas con piedras de hasta 20 cm); Hielo-nieve enterrado en el talud hacia arriba;
- No existen materias orgánicas ni cursos de agua localizados en las inmediaciones de la plataforma.

DETALLES DE LA INSTALACIÓN

- Tubo de PVC de 2" existente en el pozo;

- El tubo de PVC existente fue relleno con grava fina, seguidas por arenas y gravas del lugar;
- la parte superior del tubo fue relleno con media bolsa de bentonita con agua;
- aproximadamente una bolsa y media de bentonita fue colocada alrededor del tubo de PVC;
- bentonita seca en polvo fue parcialmente hidratada con agua;
- bentonita, arenas y gravas del lugar fueron desparramadas sobre la bentonita anteriormente descrita alrededor del tubo;
- el cable sobre la superficie del suelo es de 3 m, la “marca cero” esta 0,00 m sobre la superficie del suelo.



Fotografías 1. Sitio de emplazamiento e instalación del Termistor 20.1 Pascua.
Fuente: BGC. 2011.

RESUMEN DE INSTALACIÓN DEL TERMISTOR TH20.3

DESCRIPCIÓN GENERAL

- Cliente: Compañía Minera Nevada (CMN)
- Proyecto: Estudio caracterización permafrost Pascua Lama
- Numero de proyecto BGC: 0442-002-05
- Fecha de instalación: Abril 14, 2006
- Instalado por: Jim Cassie & Leonardo Moreno
- Pozo número: CHRQ-05-02
- Profundidad del pozo: 190 m
- Fecha perforación: 2005
- Descripción de la ubicación: Termistor instalado a la menor altitud en la zona de Pascua
- Coordenadas: S 29,31361° / W 070,01691°
- Altitud: 4.794 msnm
- Inclinación del pozo y azimut: 90° desde la horizontal

DETALLES DEL TERMISTOR/REGISTRADOR

- Fabricado por: M-Squared Instruments – Cochrane, AB, Canadá
- Cable número: BGC442002 – 20.3
- Longitud del cable: 20 m + 3 m guía
- Sensores usados: YSI4007 (0.2°C de precisión)
- Número de sensores: 16
- Calibrado con baño de hielo: Si
- Registrador: Si
- Fabricado por: Lakewood Systems Ltd. – Edmonton, AB, Canadá
- Modelo: RX-16 Revisión J-C
- Número de serie: 06030011
- Tipo de batería: LE8304 12 voltios batería recargable

DESCRIPCIÓN DEL SITO

- Plataforma con aproximadamente 15 m de ancho conformada con corte y relleno de material;
- ubicación del pozo en una porción de relleno;
- existen grietas por tensión en la plataforma (relleno);
- delgada cobertura (arenas y gravas con piedras de hasta 20 cm) y rocas expuestas talud arriba;
- no existen materias orgánicas ni cursos de agua localizados en las inmediaciones de la plataforma.

DETALLES DE LA INSTALACIÓN

- Tubo de acero colocado en el pozo, 35 cm sobre la superficie;
- 20 m de cañería de PVC, con roscado, de 25 mm de diámetro Esquema 80 instalada con tapa en el fondo;
- el pozo fue rellenado con piedras de 75 a 100 mm alrededor del tubo de PVC, seguidas por gravas finas y arenas y gravas del lugar;
- aproximadamente media bolsa de bentonita con agua fue colocada dentro del tubo de acero;
- bentonita, arenas y gravas del lugar fueron desparramadas sobre la bentonita anteriormente descripta alrededor del tubo;
- bentonita seca en polvo fue parcialmente hidratada con agua;
- el cable fue introducido dentro de la cañería de PVC y se colocó silicona y cinta adhesiva para sellar la boca de la cañería;
- el cable sobre la superficie del suelo es de 3 m, la “marca cero” esta 0,00 m sobre la superficie del suelo.



Fotografías 2. Sitio de emplazamiento e instalación del Termistor 20.2 Pascua.
Fuente: BGC. 2011.

RESUMEN DE INSTALACIÓN DEL TERMISTOR TH100.1

DESCRIPCIÓN GENERAL

- Cliente: Compañía Minera Nevada (CMN)
- Proyecto: Estudio caracterización permafrost Pascua Lama
- Número de proyecto BGC: 0442-002-05
- Fecha de instalación: Abril 15, 2006
- Instalado por: Jim Cassie & Leonardo Moreno
- Pozo número: DDH-156
- Profundidad del pozo: 351 m
- Descripción de la ubicación: Termistor instalado a gran altitud en la zona de Pascua
- Coordenadas: 6.755.605/ 400.843 m
- Altitud: 5.092 m s.n.m.
- Inclinación del pozo y azimut: 86° desde la horizontal/334°

DETALLES DEL TERMISTOR/REGISTRADOR

- Fabricado por: M-Squared Instruments – Cochrane, AB, Canadá
- Cable número: BGC442002 – 100.1
- Longitud del cable: 100 m + 3 m guía
- Sensores usados: YSI4007 (0,2°C de precisión)
- Número de sensores: 16
- Calibrado con baño de hielo: Si
- Registrador: Si
- Fabricado por: Lakewood Systems Ltd. – Edmonton, AB, Canadá
- Modelo: RX-16 Revisión J-C
- Número de serie: 06030005
- Tipo de batería: LE8304 12 V batería recargable

DESCRIPCIÓN DEL SITO

- Plataforma con 15 m de ancho conformada por corte de material;
- Delgada capa de sobrecarga seca (arenas y gravas) en el talud hacia arriba;
- No existen materias orgánicas ni cursos de agua localizados en las inmediaciones de la plataforma.

DETALLES DE LA INSTALACIÓN

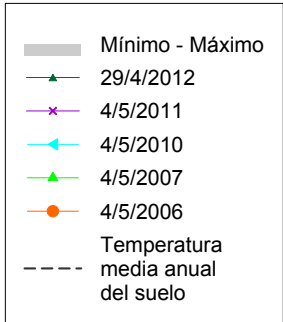
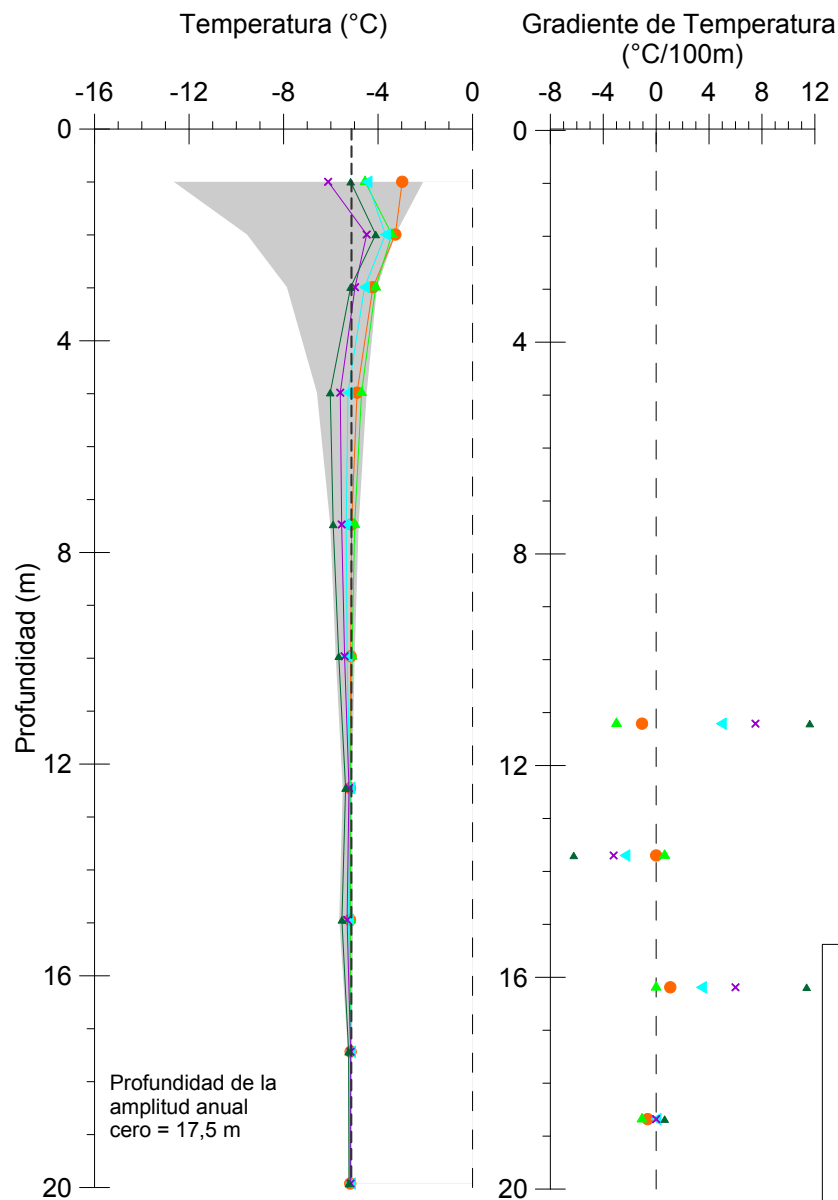
- Tubo de PVC (40 mm de diámetro) colocado en el pozo;
- No existe información acerca de la profundidad del tubo de PVC o detalles de su instalación;
- Pequeña base de cemento en el tubo;
- No se ven señales de infiltración de agua;

- La boca del tubo de PVC fue cerrada para evitar transmisión de aire al interior;
- No se colocó relleno adicional durante la instalación;
- El tubo de PVC está 0,30 m sobre la superficie;
- El tubo de PVC fue reforzado con una estaca de madera;
- El cable fue introducido dentro de la cañería de PVC y se colocó cinta adhesiva para sellar la boca de la cañería;
- El cable sobre la superficie del suelo es de 3,0 m, la “marca cero” está 0,00 m sobre la superficie del suelo.

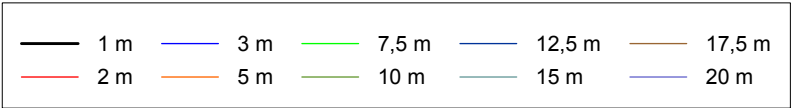
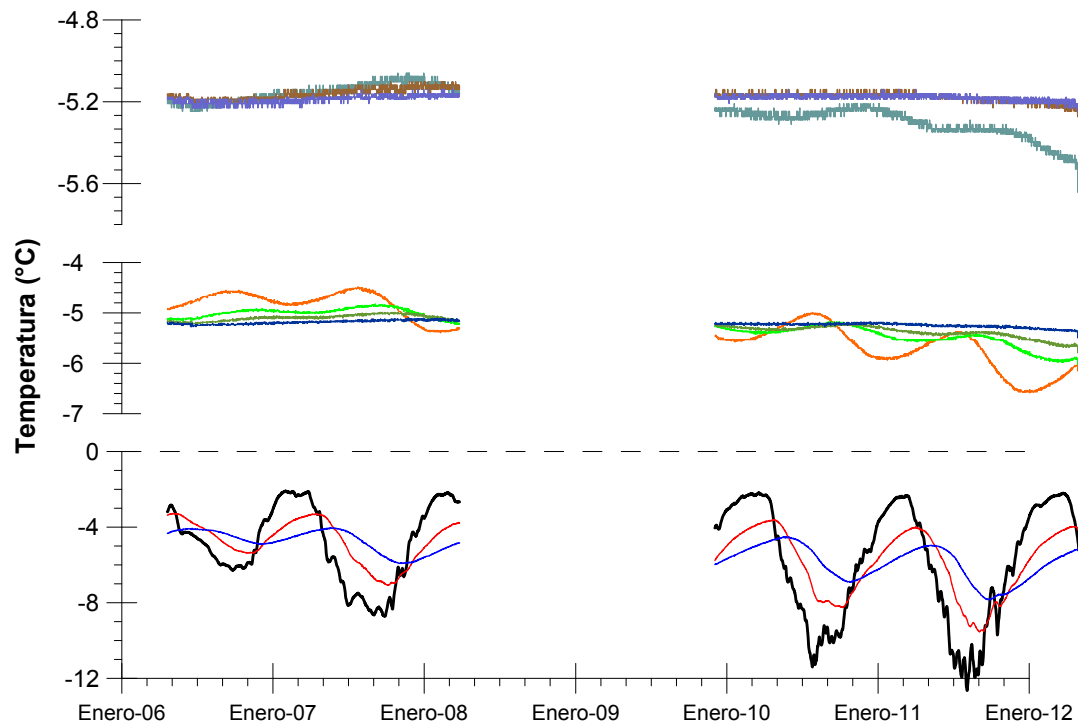


Fotografías 3. Sitio de emplazamiento e instalación del Termistor 100.1 Pascua. Fuente: BGC. 2011

ANEXO 2
TEMPERATURA DEL SUELO (CD)

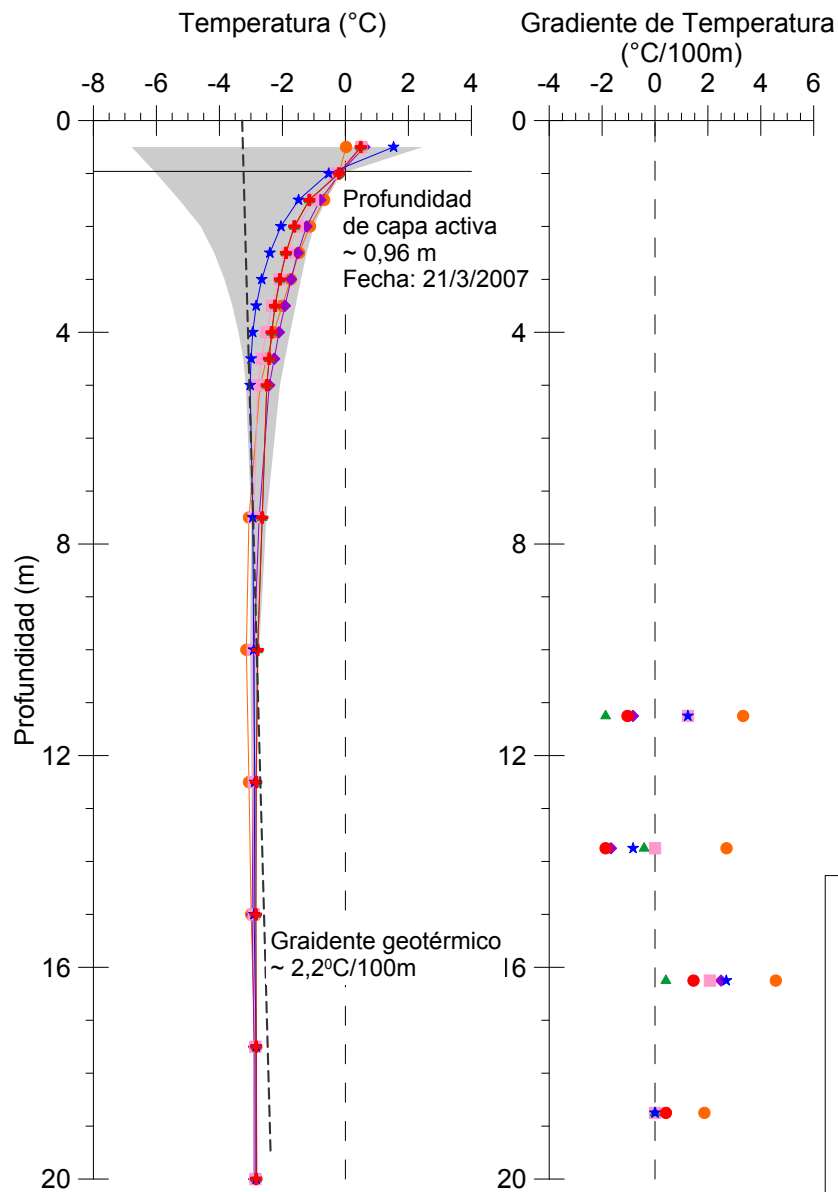


BGC-TH20.1

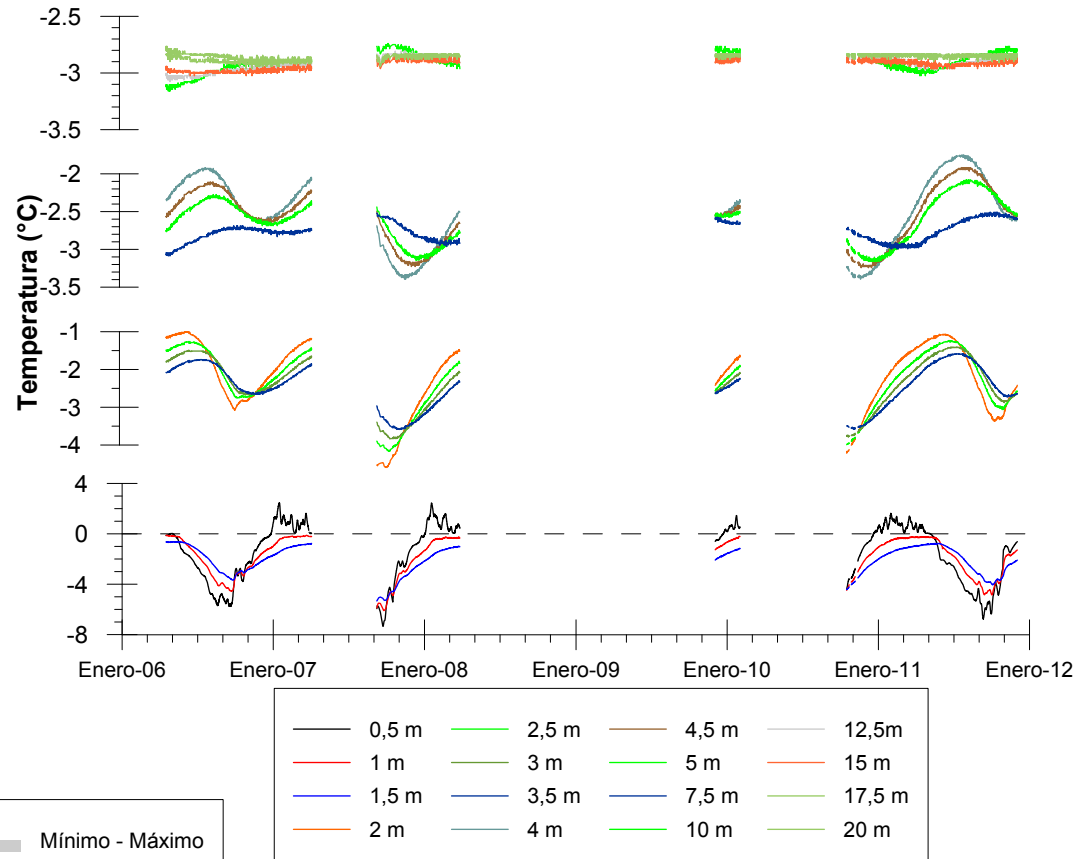


Notas:

1. Cadena instalada: 14/4/2006
2. Nombre de la cadena: TH20.1
3. Número de serie de datalogger: 05080000
4. Coordenadas: 400.950 / 6.756.002 (UTM WGS84 - 19J)
5. Elevación: 5082 msnm
6. Datos desde 14/4/2006 hasta 11/5/2011, los datos que faltan van desde el 26/3/2008-3/12/2009.



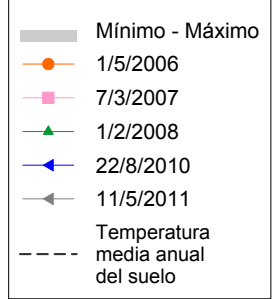
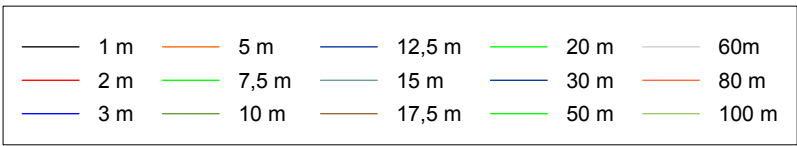
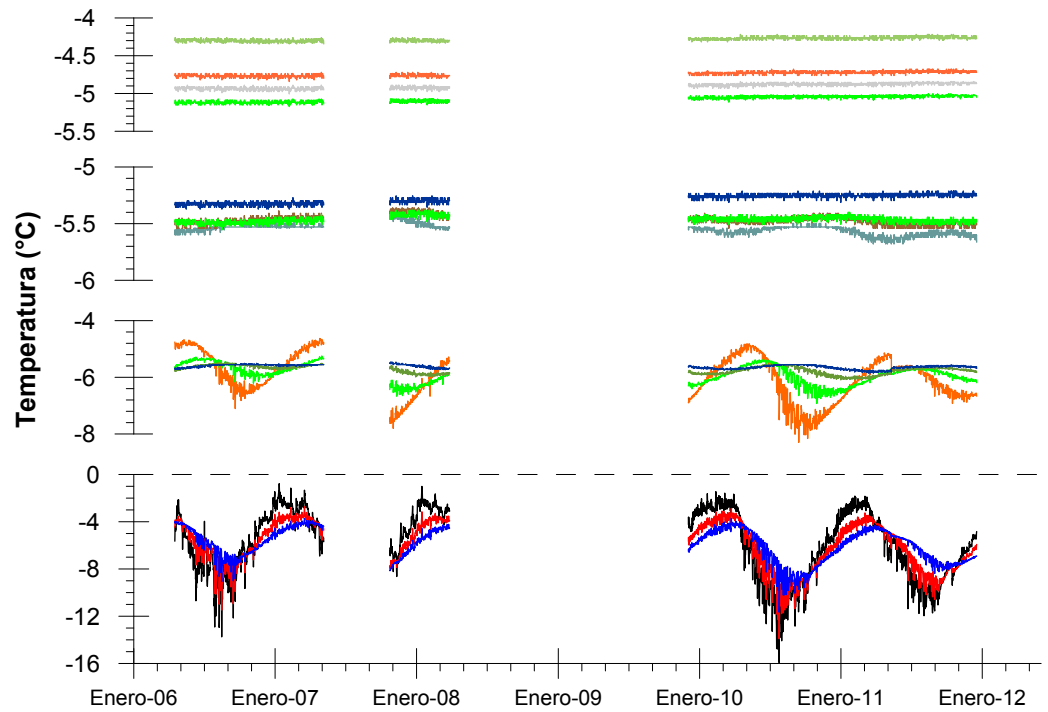
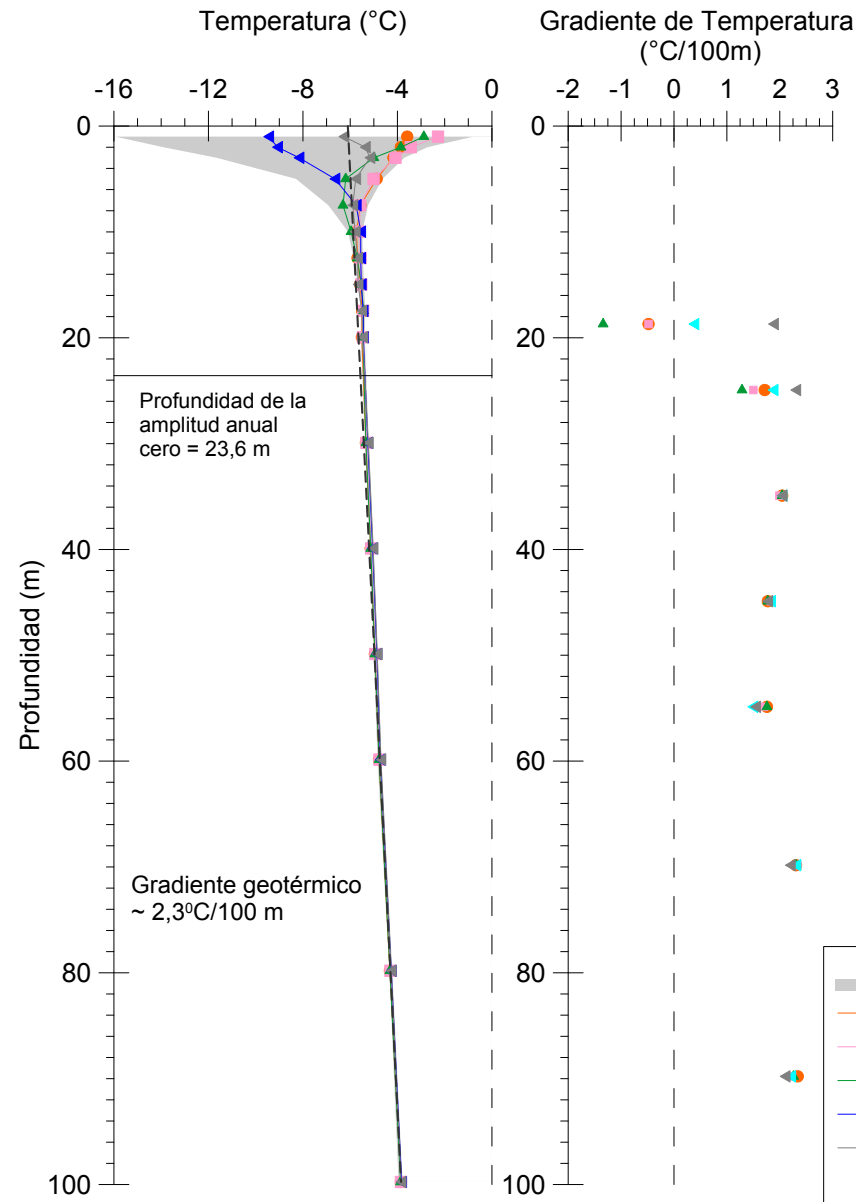
BGC-TH20.3



Notas:

1. Cadena instalada: 14/4/2006
2. Nombre de la cadena: BGC-TH20.3
3. Número de serie de datalogger: 06030011
4. Coordenadas: 40.1207 / 6.756.726 (UTM WGS84 - 19J)
5. Elevación: 4794 msnm
6. Datos desde 17/4/2006 hasta 1/2/2010, los datos que faltan van desde el 29/3/2007 - 30/3/2007, 26/3/2008 - 3/12/2009.

BGC-TH100.1



Notas:

1. Cadena instalada: 14/4/2006
2. Nombre de la cadena: TH100.1
3. Número de serie de datalogger: 0603005
4. Coordenadas: 400.843 / 6.755.605 (UTM WGS84 - 19J)
5. Elevación: 5096 msnm
6. Datos desde 17/4/2006 hasta 11/5/2011, los datos que faltan van desde el 6/5/2007- 24/12/2007, 26/3/2008 - 3/12/2009.