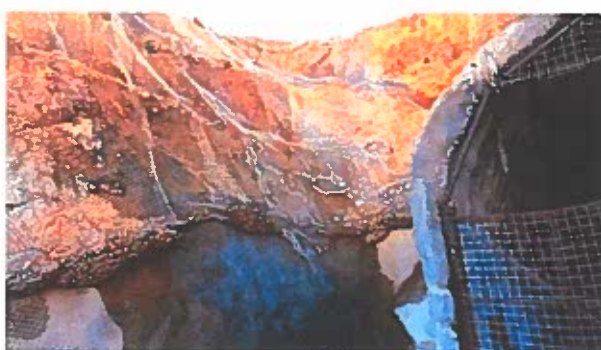




Ejecución del tapón principal:

Luego de la aprobación del proyecto, se procedió a una inspección formal del estado de la excavación, que abarcaba desde el falso túnel hasta la progresiva PK 300,00; abarcando holgadamente el emplazamiento del tapón principal, con el objetivo de poder realizar las primeras tareas de forma segura, luego del cierre de la obra de avance original.

En esa auditoría de terreno, se detectaron efectos de deterioro de los elementos de estabilización metálicos (sobre todo en los pernos en su zona libre), por efectos del contacto sostenido de aguas con pH bajo y solutos perturbadores para el shotcrete, necesidades de saneo, etc.



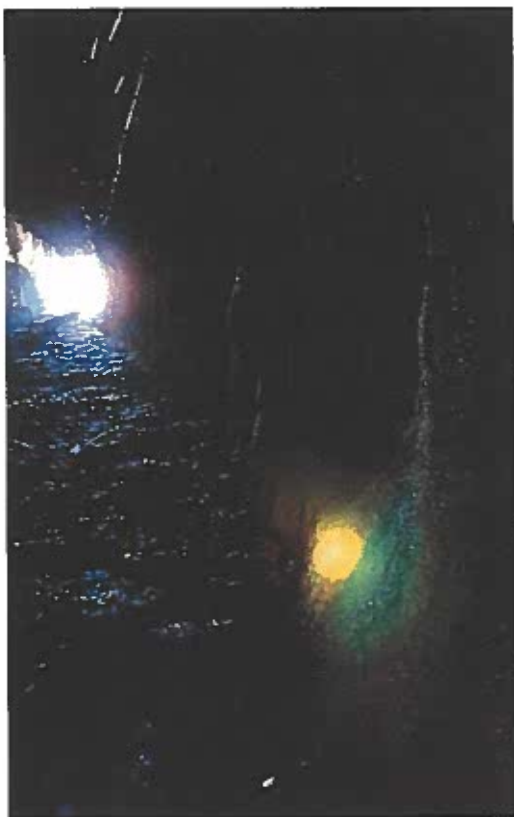
Instancias de la reapertura del túnel, después de la interrupción de su avance

El caudal efluente del túnel oscilaba en momentos de esa inspección alrededor de 262 litros/seg, requiriéndose para circular por el mismo de equipo especial para sortear estas corrientes y escurrimientos fuertes de paredes.

El contratista (**ECO Minera**), a cargo de la construcción del tapón, concluyó las tareas de ensanche de excavación en la posición indicada, luego de haber realizado actividades previas de estabilización temporaria a lo largo de la labor, cubriendo la totalidad del tramo de exposición.

Luego de esta rehabilitación y ensanches, procedió al hormigonado de acuerdo a las secuencias, tiempos y temperaturas indicadas, monitoreadas minuciosamente para conseguir los objetivos.





Izquierda: imagen de la envergadura del drenaje (>200 litros/seg). Derecha: impacto del drenaje en estabilización

Finalmente, culminando el hormigonado, se procedió a las inyecciones cementicias (previas y posteriores) previstas en el proyecto, con adicionales inyecciones de resina, fundamentalmente para sellar la interfase hormigón/macizo rocoso; verificándose los parámetros de resistencia/estanqueidad del tapón propiamente dicho y en conjunto con el terreno.

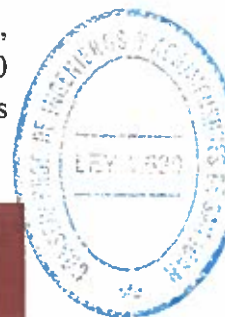
Cierre de las válvulas y puesta en marcha del tapón:

Al cumplirse todos los plazos de calidad y garantías, BEASA procede al cierre de las válvulas del tapón y comienza un nuevo monitoreo en los piezómetros instalados estratégicamente en las diferentes posiciones adyacentes del tapón.

Como conclusión resumida, lo primero que se notó obviamente fue la disminución brusca del caudal efluente, con un fuerte incremento de alturas piezométricas por detrás de la obturación.

Como acciones de monitoreo sostenido en el tiempo, se cita las lecturas diarias de piezómetros.

Tal como se aprecia en diferentes imágenes de los registros, para los piezómetros PA01, PA02 y PA03, a partir del cierre de las válvulas incrementaron sus lecturas desde 0 hasta máximos comprendidos entre 90 a 95 metros, estabilizándose hacia los últimos tiempos en valores entre 81 y 90m.





Reporte de Obturación del Túnel Marcelo Alcance N° 12382
PROYECTO PASCUA LAMA – BEASA

2019

| Fecha | Hora | Acum. (día) | PA01 HN | PA02 SL | PA03 HS | PA04 HN | PA05 SL | PA06 HS | PB01 HN | PB02 SL | PB03 HS | PB04 HN | PB05 SL | PB06 HS |
|-------|-------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 12-01 | 20:00 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.1 | 1.6 | 5.7 | 2.5 | 1.0 | 7.2 | 2.4 | 0.7 | S/L | S/L |
| 13-01 | 09:46 | 0.4 | 8.9 | 10.4 | 2.2 | 2.7 | 9.8 | 3.3 | 1.3 | 7.8 | 2.7 | 1.0 | S/L | S/L |
| 13-01 | 18:19 | 0.9 | 14.6 | 16.2 | 8.3 | 4.5 | 9.1 | 4.2 | 1.3 | 8.3 | 3.0 | 1.4 | S/L | S/L |
| 14-01 | 10:47 | 1.6 | 23.5 | 25.2 | 20.8 | 8.0 | 9.3 | 5.9 | 1.7 | 9.0 | 3.5 | 1.5 | S/L | S/L |
| 14-01 | 18:51 | 2.0 | 27.3 | 29.1 | 24.8 | 9.7 | 8.6 | 6.7 | 2.0 | 9.2 | 3.7 | 1.6 | S/L | S/L |
| 15-01 | 09:50 | 2.6 | 34.6 | 36.6 | 32.0 | 12.6 | 9.3 | 8.2 | 2.4 | 9.7 | 4.2 | 2.1 | S/L | S/L |
| 15-01 | 12:30 | 2.7 | 36.0 | 37.9 | 33.2 | 13.1 | 9.6 | 8.5 | 2.4 | 9.5 | 4.3 | 2.0 | S/L | S/L |
| 15-01 | 18:50 | 3.0 | 39.4 | 41.6 | 36.5 | 14.2 | 9.9 | 9.3 | 2.6 | 9.9 | 4.5 | 2.3 | S/L | S/L |
| 16-01 | 09:40 | 3.6 | 47.1 | 49.1 | 43.7 | 17.0 | 10.9 | 10.7 | 3.1 | 10.3 | 5.0 | 3.1 | S/L | S/L |
| 16-01 | 19:27 | 4.0 | 50.7 | 52.8 | 47.1 | 18.1 | 11.7 | 11.7 | 3.4 | 10.3 | 5.2 | 3.6 | S/L | S/L |
| 17-01 | 09:49 | 4.6 | 53.8 | 56.1 | 50.1 | 19.2 | 12.1 | 12.6 | 3.7 | 10.2 | 5.5 | 4.1 | S/L | S/L |
| 17-01 | 19:32 | 5.0 | 55.8 | 58.2 | 52.0 | 20.0 | 12.4 | 13.2 | 3.9 | 10.5 | 5.7 | 4.5 | S/L | S/L |
| 18-01 | 19:00 | 6.0 | 60.6 | 63.0 | 56.3 | 20.0 | 12.4 | 13.2 | 3.9 | 10.5 | 5.7 | 4.5 | S/L | S/L |
| 19-01 | 09:15 | 6.6 | 63.0 | 65.3 | 58.7 | 22.6 | 13.5 | 15.5 | 4.4 | 10.9 | 6.5 | 5.5 | S/L | S/L |
| 19-01 | 19:00 | 7.0 | 64.5 | 67.1 | 60.0 | 24.9 | 14.0 | 16.4 | 4.7 | 11.1 | 6.7 | 5.9 | S/L | S/L |

Lecturas iniciales luego de la obturación (comienzo 2018)

| Fecha | Hora | Acum. (día) | PA01 HN | PA02 SL | PA03 HS | PA04 HN | PA05 SL | PA06 HS | PB01 HN | PB02 SL | PB03 HS | PB04 HN | PB05 SL | PB06 HS |
|-------|-------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 21-04 | 16:43 | 98.9 | 90.7 | 94.2 | 85.5 | 27.8 | 20.6 | 26.2 | 9.9 | 7.0 | 14.3 | 9.9 | 15.1 | 11.1 |
| 22-04 | 08:45 | 99.5 | 90.7 | 94.2 | 85.4 | 27.8 | 20.5 | 26.2 | 9.9 | 7.1 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 22-04 | 16:40 | 99.9 | 90.6 | 94.2 | 85.4 | 27.8 | 20.6 | 26.2 | 9.0 | 7.0 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 23-04 | 08:40 | 100.5 | 90.6 | 94.1 | 85.4 | 27.7 | 20.5 | 26.1 | 9.0 | 7.0 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 23-04 | 16:30 | 100.9 | 90.5 | 94.1 | 85.4 | 27.7 | 20.5 | 26.1 | 9.0 | 6.9 | 14.3 | 9.9 | 15.1 | 11.2 |
| 24-04 | 08:50 | 101.5 | 90.5 | 94.1 | 85.4 | 27.7 | 20.5 | 26.1 | 9.0 | 6.9 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 24-04 | 16:30 | 101.9 | 90.5 | 94.1 | 85.4 | 27.7 | 20.5 | 26.0 | 9.0 | 6.9 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 25-04 | 07:30 | 102.5 | 90.5 | 94.1 | 85.3 | 27.7 | 20.4 | 26.0 | 9.0 | 6.9 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 25-04 | 16:00 | 102.9 | 90.5 | 94.0 | 85.3 | 27.6 | 20.5 | 26.0 | 9.0 | 6.9 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.2 |
| 26-04 | 09:05 | 103.5 | 90.4 | 94.0 | 85.2 | 27.6 | 20.5 | 25.9 | 9.0 | 7.1 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.0 |
| 26-04 | 16:00 | 103.9 | 90.4 | 93.9 | 85.2 | 27.6 | 20.4 | 25.9 | 9.0 | 7.1 | 14.3 | 9.9 | 15.2 | 11.1 |
| 27-04 | 09:25 | 104.5 | 90.4 | 94.0 | 85.1 | 27.5 | 20.4 | 25.9 | 9.0 | 7.1 | 14.3 | 9.8 | 15.2 | 11.2 |
| 27-04 | 16:20 | 104.9 | 90.4 | 94.0 | 85.2 | 27.5 | 20.4 | 25.8 | 9.0 | 7.0 | 14.3 | 9.8 | 15.2 | 11.1 |
| 28-04 | 09:05 | 105.5 | 90.4 | 93.9 | 85.2 | 27.5 | 20.3 | 25.7 | 9.0 | 7.0 | 14.2 | 9.9 | 15.2 | 11.0 |
| 28-04 | 16:08 | 105.9 | 90.3 | 93.9 | 85.1 | 27.4 | 20.3 | 25.7 | 9.0 | 6.8 | 14.1 | 9.8 | 15.2 | 11.0 |

Lecturas mes de abril 2018

| Fecha | Hora | Acum. (día) | PA01 HN | PA02 SL | PA03 HS | PA04 HN | PA05 SL | PA06 HS | PB01 HN | PB02 SL | PB03 HS | PB04 HN | PB05 SL | PB06 HS |
|-------|-------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 9-02 | 15:50 | 392.9 | 84.4 | 89.5 | 81.4 | 23.6 | 17.2 | 20.0 | 9.2 | 7.1 | 11.8 | 7.0 | 13.4 | 6.3 |
| 10-02 | 08:30 | 393.5 | 84.5 | 89.6 | 81.5 | 23.7 | 17.3 | 20.1 | 9.3 | 7.2 | 11.9 | 7.0 | 13.4 | 6.3 |
| 10-02 | 15:00 | 393.9 | 84.5 | 89.6 | 81.5 | 23.6 | 17.3 | 20.1 | 9.3 | 7.2 | 11.9 | 7.0 | 13.4 | 6.3 |
| 11-02 | 09:00 | 394.3 | 84.6 | 89.7 | 81.6 | 23.8 | 17.3 | 20.2 | 9.3 | 7.0 | 11.9 | 7.0 | 13.4 | 6.4 |
| 11-02 | 15:50 | 394.9 | 84.6 | 89.8 | 81.6 | 23.8 | 17.3 | 20.2 | 9.3 | 7.0 | 12.0 | 7.0 | 13.4 | 6.4 |
| 12-02 | 08:50 | 395.5 | 84.7 | 89.8 | 81.7 | 23.8 | 17.3 | 20.3 | 9.4 | 7.1 | 12.0 | 7.0 | 13.4 | 6.4 |
| 12-02 | 15:00 | 395.9 | 84.7 | 89.9 | 81.7 | 23.8 | 17.4 | 20.3 | 9.4 | 7.1 | 12.0 | 7.0 | 13.4 | 6.4 |
| 13-02 | 07:10 | 396.3 | 84.8 | 89.9 | 81.8 | 23.9 | 17.4 | 20.4 | 9.5 | 7.1 | 12.0 | 7.0 | 13.5 | 6.5 |
| 13-02 | 15:00 | 396.9 | 84.8 | 90.0 | 81.8 | 24.0 | 17.4 | 20.4 | 9.5 | 7.2 | 12.1 | 7.3 | 13.5 | 6.4 |

Últimas lecturas registradas (febrero 2019)

La disminución de caudal efluente del túnel es relevante, ya que desde valores máximos registrados antes de la obturación en el orden de los 260.00 litros/seg. se registran caudales entre 5.00 y 6.50 litros /seg.



| Fecha | Caudal Compuerta TD2 en lts/seg | | | | | | Caudal Tunel en lts/seg | | | | | Temp. Mínima | |
|------------|---------------------------------|-------|--------------|-------|-----------------|-------|-------------------------|-------|--------------|-------|------|--------------|--|
| | Caudal Mañana | Hora | Caudal Tarde | Hora | Caudal 18 Horas | Prom | Caudal Mañana | Hora | Caudal Tarde | Hora | Prom | Día | |
| 01/09/2018 | 45.28 | 19:10 | 72.84 | 14:40 | SD | 59.11 | 4.32 | 15:00 | 3.36 | 12:48 | 3.84 | -12.8 | |
| 02/09/2018 | 55.47 | 10:10 | 55.61 | 25:00 | SD | 55.54 | 4.80 | 10:20 | 5.28 | 15:21 | 5.04 | -10.0 | |
| 03/09/2018 | 50.44 | 09:45 | 50.28 | 15:10 | SD | 50.36 | 4.8 | 09:58 | 4.8 | 15:22 | 4.80 | -7.4 | |
| 04/09/2018 | 47.46 | 09:25 | 52.84 | 14:55 | SD | 50.15 | 4.8 | 09:38 | 4.32 | 15:13 | 4.56 | -6.6 | |
| 05/09/2018 | 51.26 | 10:15 | 51.19 | 15:15 | SD | 51.23 | 4.32 | 10:23 | 4.32 | 15:28 | 4.32 | -6.4 | |
| 06/09/2018 | 53.74 | 10:08 | 54.79 | 15:10 | SD | 54.27 | 4.32 | 10:20 | 4.8 | 15:25 | 4.56 | -3.6 | |
| 07/09/2018 | 50.45 | 10:30 | 53.69 | 15:05 | SD | 52.07 | 4.32 | 10:36 | 4.8 | 15:18 | 4.56 | -6.1 | |
| 08/09/2018 | 56.51 | 10:06 | 63.06 | 15:18 | SD | 59.79 | 4.32 | 10:20 | 4.32 | 15:35 | 4.32 | -7.0 | |
| 09/09/2018 | 56.1 | 10:10 | 59.44 | 15:25 | SD | 57.77 | 4.32 | 10:18 | 4.32 | 15:40 | 4.32 | -7.0 | |
| 10/09/2018 | 51.66 | 10:25 | 59.85 | 15:00 | SD | 55.76 | 4.59 | 10:40 | 4.59 | 15:07 | 4.59 | -5.6 | |
| 11/09/2018 | 55.29 | 10:04 | 61.64 | 15:06 | SD | 58.47 | 4.59 | 10:18 | 4.59 | 15:20 | 4.59 | -4.1 | |
| 12/09/2018 | 56.83 | 10:06 | 57.97 | 15:10 | SD | 57.40 | 4.59 | 10:20 | 4.59 | 15:24 | 4.59 | -5 | |
| 13/09/2018 | 65.7 | 10:29 | 57.84 | 14:40 | SD | 56.8 | 4.59 | 10:05 | 4.59 | 15:57 | 4.59 | -5.4 | |
| 14/09/2018 | 52.81 | 10:10 | 54.87 | 15:15 | SD | 53.8 | 4.8 | 10:15 | 4.32 | 15:30 | 4.56 | -11 | |
| 15/09/2018 | 58.07 | 09:30 | 54.68 | 13:50 | SD | 56.4 | 5.61 | 09:50 | 4.8 | 14:07 | 5.21 | -7 | |
| 16/09/2018 | 53.53 | 09:25 | 54.44 | 14:00 | SD | 54.0 | 5.1 | 09:40 | 4.59 | 14:15 | 4.85 | -10 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|--|
| 30/01/2019 | 113.55 | 10:12 | 157.11 | 16:00 | 160.45 | 143.7 | 5.88 | 10:25 | 5.46 | 14:42 | 5.67 | 5.3 | |
| 31/01/2019 | 118.8 | 09:40 | 125.56 | 14:56 | SD | 122.2 | 5.46 | 10:00 | 6.3 | 15:33 | 5.88 | 3.8 | |
| 01/02/2019 | 106.73 | 10:15 | 117.39 | 14:50 | SD | 112.1 | 5.04 | 10:32 | 5.4 | 15:05 | 5.22 | 3 | |
| 02/02/2019 | 85.8 | 09:30 | 107.63 | 16:20 | SD | 96.7 | 5.65 | 09:50 | 4.95 | 16:35 | 5.40 | 3.9 | |
| 03/02/2019 | 85.04 | 09:35 | 105.77 | 16:00 | SD | 95.4 | 5.4 | 09:50 | 4.95 | 16:20 | 5.18 | 3.8 | |
| 04/02/2019 | 89.05 | 11:00 | 93.77 | 15:15 | SD | 91.4 | 4.95 | 11:18 | 5.85 | 15:35 | 5.40 | 2.8 | |
| 05/02/2019 | 92.27 | 10:10 | 106.19 | 14:50 | SD | 99.2 | 4.95 | 10:32 | 6.3 | 15:07 | 5.63 | 5.4 | |
| 06/02/2019 | 85.04 | 09:45 | 101.76 | 14:40 | SD | 93.4 | 5.85 | 10:00 | 5.4 | 14:55 | 5.63 | 3.6 | |
| 07/02/2019 | 82.05 | 07:12 | 97.46 | 15:30 | SD | 89.8 | 5.85 | 07:25 | 5.85 | 15:50 | 5.85 | 3.2 | |
| 08/02/2019 | 66.19 | 08:55 | 95.59 | 13:10 | SD | 80.9 | 5.4 | 09:55 | 6.3 | 13:29 | 5.85 | 0.8 | |
| 09/02/2019 | 63.07 | 09:00 | 84.15 | 14:00 | SD | 73.6 | 6.3 | 09:19 | 5.85 | 14:18 | 6.08 | 1 | |
| 10/02/2019 | 57.48 | 09:20 | 70.78 | 13:45 | SD | 64.1 | 5.4 | 09:42 | 6.3 | 14:03 | 5.85 | 0.6 | |
| 11/02/2019 | 65.66 | 09:35 | 63.8 | 13:45 | SD | 64.7 | 5.85 | 09:57 | 6.3 | 14:07 | 6.08 | 2.8 | |
| 12/02/2019 | 60.13 | 08:20 | 61.14 | 13:45 | SD | 60.6 | 5.85 | 08:42 | 5.85 | 14:03 | 5.85 | 2.8 | |
| 13/02/2019 | 60.5 | 09:10 | 60.46 | 13:40 | SD | 60.5 | 6.3 | 09:33 | 5.4 | 13:59 | 5.85 | 2.8 | |

Aforos de caudales diarios en túnel Marcelo

Uno de los puntos a destacar, más allá de los resultados y objetivos alcanzados con la obra de obturación, fue el efecto de las filtraciones residuales del túnel Marcelo que podrían tener aguas abajo del taponamiento conseguido el 12 de enero del 2018. Fue por este motivo que BEASA encomienda a la consultora *Piteau Associates UK* la revisión y análisis de esta situación resultante de las obras y trabajos realizados.

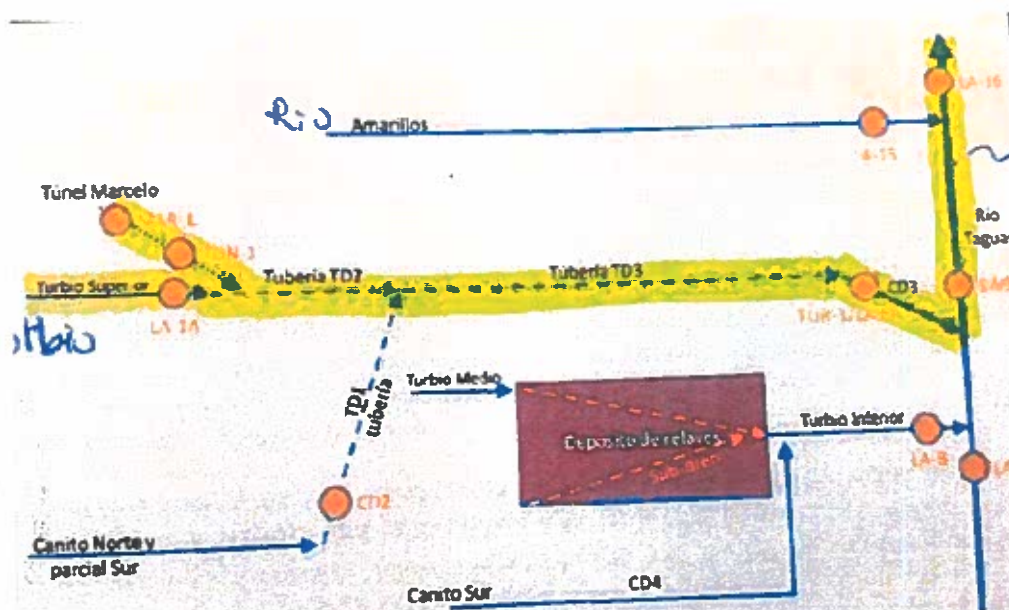
Análisis del efecto de filtraciones residuales desde el túnel Marcelo:

Tal como se dijo, la consultora Piteau Associated UK llevó adelante el impacto residual del efluente del túnel, luego de la ejecución de las obras comentadas a lo largo del presente informe.



En el reporte de esta consultora se realizan análisis cualitativos y cuantitativos tanto de caudales de aporte en diferentes puntos de convergencia (nodos), como de calidad de aguas.

El esquema general para entendimiento de la problemática, expone la grafica esquemática siguiente (extraída de su informe):



Para culminar con las conclusiones resumidas transcritas del informe a continuación:

- 1- "Los ajustes hidrológicos físicos y de la química de agua observados en el Turbio desde el cierre de la válvula de control de caudal instalada en el tapón del túnel a mediados de enero del 2018, sugieren que el sistema está evolucionando rápidamente hacia un estado natural. El caudal de agua superficial del sector alto de la cuenca, que descendió marcadamente en forma paralela a la apertura del túnel, ha aumentado casi hasta alcanzar los niveles de la línea de base, impulsado por la recuperación de las cargas piezométricas en el sector noroeste de la cuenca. Simultáneamente, el caudal residual del túnel se ha reducido en forma proporcional. Estas observaciones junto con las amplias similitudes de la química de la descarga del túnel y el caudal de LA-1, sugieren que la carga de la masa incremental que ingresaba incuestionablemente al Turbio durante el periodo de drenaje libre del túnel Marcelo ha sido esencialmente eliminada. Además, es probable que las cargas químicas futuras se vean progresivamente reducidas debido al mejoramiento de la calidad de descarga residual desde el túnel.
- 2- El modelamiento numérico predictivo de la calidad del agua del Taguas en las SW-9 y LA-16, realizado bajo escenarios contrastantes que involucran (A) la descarga continua de 15 litros/seg de agua no tratada desde el túnel al Turbio y (B) cero descarga desde el túnel, sugiere que ambas alternativas no producirán ninguna diferencia sustancial en el pH o las concentraciones de solutos en ninguna de las estaciones. Las simulaciones del modelo, realizadas con una resolución diaria durante un periodo de 6 años, iniciado nominalmente en marzo de 2018, sugieren que en el percentil 95 del rango probabilístico, todas las concentraciones de soluto se

- mantendrían dentro del rango establecido para las estaciones SW-9 y LA-16 durante el periodo 2005 a 2011, independientemente de la adopción del Escenario A o el Escenario B.*
- 3- *Basado en lo anterior, el tratamiento futuro de la descarga residual desde el Túnel Marcelo puede considerarse como fundamentalmente no justificado, sujeto al control continuo de los caudales provenientes del túnel dentro de un rango aproximado de hasta 20 litros/seg. Bajo estas condiciones, el tratamiento probablemente no ayudaría al restablecimiento de una condición de línea de base natural en Las Taguas, sino que podría interferir en este proceso. Puede extraerse una conclusión similar para el Turbio, dada la calidad naturalmente baja de las aguas de la cuenca y la tendencia natural de las aguas a equilibrarse químicamente con el régimen de pH casi neutro en la zona de mezcla en el punto de descarga del agua del Turbio y Las Taguas".*

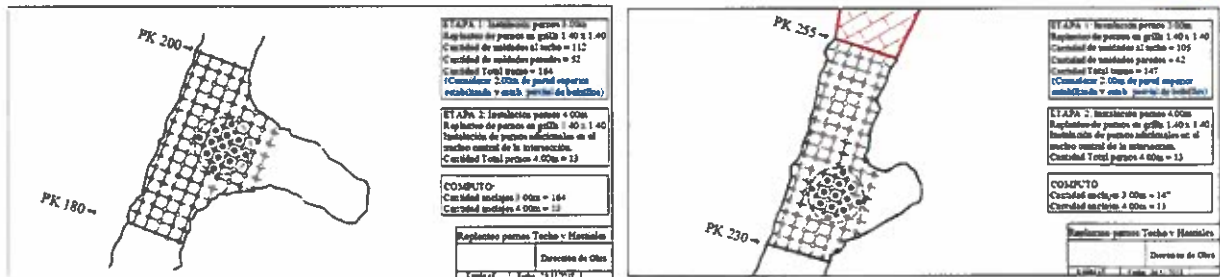
Más allá de lo que se puede interpretar de este claro resumen, queda claro que la restitución al régimen natural de aguas se ha conseguido, al menos en un muy alto porcentaje, ya que prácticamente la restitución de acuíferos aguas arriba del tapón fue a expensas de la obturación conseguida.

Estabilidad de la Excavación, factor determinante:

El proyecto original del túnel implicó 2 tapones, a construir en 2 intervalos diferentes, suponiendo que el monitoreo del tapón principal se iba a ver dificultado por la estabilidad del largo plazo del túnel, expuesto a condiciones rigurosas de alto flujo de agua pH 3, además de otros factores.

Los esfuerzos puestos de manifiesto para conseguir la estabilidad del túnel y posibilitar el monitoreo de largo plazo del efluente residual, se direccionaron a la re-estabilización de la excavación, según un diseño que surgió de una inspección en julio del 2018; *optándose muy atinadamente por la alternativa de estabilización del túnel en lugar de la construcción del segundo hormigonado de obturación*, en otras palabras: el segundo tapón no se considera necesario.

Como es sabido, BEASA tomó la opción de rehabilitar la estabilidad del túnel utilizando anclajes de fibra de vidrio y resina inyectada para su vinculación con el terreno, con instalación de malla poliéster como contención superficial; todo esto para los sectores más críticos de su desarrollo. Además de una aplicación de shotcrete con fibras en los tramos que se priorizaron en cuanto requerimientos de estabilización.



Tramos críticos de estabilización ya ejecutada



Instancias de instalación de elementos de soporte

La empresa contratista asignada a tal estabilización fue **BTZ Minera**.

Además de la estabilización, se realizaron algunas captaciones de aguas (barbacanas) en las adyacencias del tapón y en otras progresivas.

Estado actual del Túnel Marcelo:

En el mes de julio del 2018, se realizó una Inspección planeada de esta excavación, con resultados mucho más favorables en cuanto a estado de drenaje que las de anteriores inspecciones, corroborando el efecto del tapón (objetivo buscado de mitigación de flujos efluentes del túnel).

Esa inspección, al igual que las anteriores, está registrada y documentada; por lo que es recomendable su comparación con la realizada últimamente en el mes de febrero (después de finalizar la estabilización de largo plazo) , donde se pueden destacar los siguientes comentarios:

- *Se ha conseguido la estabilidad total del túnel habilitado hasta el tapón, está controlada al largo plazo luego de la ejecución de los trabajos de instalación de anclajes de fibra de vidrio, resina inyectada, malla poliéster y shotcrete con fibras.*
- *Las paredes del túnel están en general con saturación mínima y con tramos secos, de acuerdo a la sectorización realizada, excepto en la zona inmediatamente adyacente al tapón (con 2 chorros drenando por barbacanas), otras 4 barbacanas intermedias y goteo medio en 2 o 3 metros de extensión longitudinal; un resultado sorprendentemente bueno en cuanto al secado de la labor.*





Se transcribe a continuación el registro de la inspección realizada.

Inspección del túnel (días 13 y 14/02/2019):

Se realizó la inspección del túnel, abarcando parámetros de observación relacionados con: *estabilidad* y de manera especial, las *condiciones de saturación* de las paredes de la excavación, estableciendo características determinantes del estado actual de esta infraestructura.

A continuación se detalla la sectorización del túnel, siguiendo como es de costumbre, los tramos de 10.00m comenzando desde la progresiva PK 0.00, abarcando el falso túnel.

Tramo Falso Túnel:

Condiciones de saturación: seco.

Condiciones de estabilidad: Estable, con presencia de grieta menor en la clave (incipiente), que se extiende por unos 4.00m, se recomienda seguimiento.

Tramo PK 0.00 a 10.00:

Condiciones de saturación: seco.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 10.00 a 20.00:

Condiciones de saturación: seco.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 20.00 a 30.00:

Condiciones de saturación: seco.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 30.00 a 40.00:

Condiciones de saturación: seco.

Condiciones de estabilidad: Estable (pernos laterales nuevos en buenas condiciones).

Tramo PK 40.00 a 50.00:

Condiciones de saturación: seco a saturación leve (manchas aisladas de humedad).

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 50.00 a 60.00:

Condiciones de saturación: seco, sin presencia de manchas de humedad.

Condiciones de estabilidad: Estable.





Tramo PK 60.00 a 70.00:

Condiciones de saturación: seco a saturación leve.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 70.00 a 80.00:

Condiciones de saturación: saturación leve, hastial derecho PK 76 goteo menor.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 80.00 a 90.00:

Condiciones de saturación: seco en el techo, con mínimos goteos en ambos hastiales.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 90.00 a 100.00:

Condiciones de saturación: predominantemente seco en el techo, con mínimos goteos en ambos hastiales.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 100.00 a 110.00:

Condiciones de saturación: saturación leve, con goteos menores en techo.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 110.00 a 120.00:

Condiciones de saturación: saturación leve, en hastial derecho mínimo drenaje "oxidante", con barbacana.

Condiciones de estabilidad: Estable (shotcrete ok).

Tramo PK 120.00 a 130.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve.

Condiciones de estabilidad: Estable (shotcrete ok).

Tramo PK 130.00 a 140.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve.

Condiciones de estabilidad: Estable (shotcrete ok).

Tramo PK 140.00 a 150.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve (mínimo drenaje).

Condiciones de estabilidad: Estable (shotcrete ok).

Tramo PK 150.00 a 160.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve en techo y hastiales. Hastial izquierdo chorreo "oxidante".





Condiciones de estabilidad: Estable (shotcrete ok, afectado por el agua, sin criticidad, se sugiere seguimiento).

Tramo PK 160.00 a 170.00:

Condiciones de saturación: Saturación mínima, con presencia de 3 barbacanas drenando continuamente en el hastial derecho (condición aceptable) PK163, tramo PK163 al PK170 con goteos leves en techo y hastiales.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 170.00 a 180.00:

Condiciones de saturación: predominantemente seco en el techo, con mínimos goteos en ambos hastiales.

Condiciones de estabilidad: Estable.

Tramo PK 180.00 a 190.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve a seco (sin escurrimiento).

Condiciones de estabilidad: Estable, malla poliéster y pernos de fibra de vidrio recientemente instalados en óptimas condiciones.

Tramo PK 190.00 a 200.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve a seco (sin escurrimiento).

Condiciones de estabilidad: Estable, malla poliéster y pernos de fibra de vidrio recientemente instalados en óptimas condiciones.

Tramo PK 200.00 a 210.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve, con goteos puntuales y escurrimientos "oxidantes" en ambos hastiales.

Condiciones de estabilidad: Estable, shotcrete recientemente aplicado ok.

Tramo PK 210.00 a 220.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve a seco, en techo y hastiales, PK212 con goteo puntual menor.

Condiciones de estabilidad: Estable, shotcrete recientemente aplicado ok.

Tramo PK 220.00 a 230.00:

Condiciones de saturación: Saturación leve al techo, hastiales tendiendo a secos.

Condiciones de estabilidad: Estable, shotcrete recientemente aplicado ok.





Tramo PK 230.00 a 240.00:

Condiciones de saturación: De PK235 a PK238 se aprecia goteo leve al techo, mientras que en ambos hastiales saturación media. Desde PK230 a PK235 saturación media al techo y hastiales, sin presencia de goteo.

Condiciones de estabilidad: Estable, malla y pernos recientemente instalados en óptimas condiciones.

Tramo PK 240.00 a 250.00:

Condiciones de saturación: Saturación media en techo, con reiterados goteos puntuales; en ambos hastiales escurrimientos superficiales leves a medios.

Condiciones de estabilidad: Estable, malla poliéster y pernos de fibra de vidrio recientemente instalados en óptimas condiciones.

Tramo PK 250.00 a 255.00:

Condiciones de saturación: Saturación media a alta en techo y hastiales, existencia de 2 barbacanas drenando sostenidamente en PK 253 (al hombro derecho de la sección de excavación), se recomienda extender las mangueras hasta el piso de la misma. Se visualiza escurrimiento superficial medio en PK252, con goteos leves en el resto del tramo.

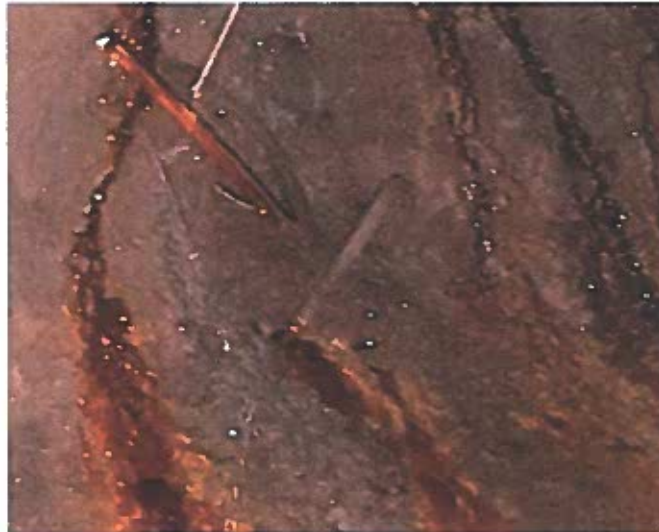
Condiciones de estabilidad: Estable, malla poliéster y pernos de fibra de vidrio recientemente instalados en óptimas condiciones.

Registro fotográfico de la inspección:



Vista de estabilización contra el tapón





Barbacana drenando



Barbacana drenando



Barbacana drenando





Conclusiones:

Se enumeran los puntos siguientes como conclusión del presente informe:

- Comportamiento progresivamente favorable registrado en las sucesivas inspecciones de terreno: Ya se mencionó la evolución desde la primera inspección del túnel Marcelo, cuando se lo rehabilitó para que ingresara Eco Minera a realizar sus tareas; se percibía un flujo torrentoso en el túnel (260 litros/seg). Fue notable la reducción de caudales hasta el día de la fecha.
- Mejoras de estabilidad implementadas últimamente (noviembre a diciembre, BTZ Minera), son de resaltar y permitirán el monitoreo de largo plazo (una extensión mínima de 5 años).
- Los registros piezométricos evolucionaron favorablemente según lo esperado y tienden a estabilizarse.
- Notable secado de las paredes del túnel desde PK 0.00 a PK 255.00.
- Impacto mínimo del efluente del túnel en el río Turbio y prácticamente nulo en el aporte conjunto sobre río Las Taguas.
- Se impone la necesidad de mantener en monitoreo permanente el tapón ejecutado, y las condiciones de estabilidad y comportamiento de aguas es favorable para llevarlo adelante.

Por todo lo manifestado anteriormente:

Conclusión final: No es necesario ni recomendable la construcción del segundo tapón de obturación.

Cordiales saludos.



Se otorgó CERTIFICADO DE

PAGO N° 29686

PROFESIONAL HABILITADO

Fecha 08/03/2019

GRACIELA ELIZABETH
AUXILIAR CONTABLE
C.P.I.A. - C.A.I. S.R.L.

Ing. Roberto Adrián Mejibar (MP: 2663)
Control de Terreno R. Argentina