



ORD. : Nº 187

ANT. : - Carta Teck GG/034/18.  
- Documento Nº TQB13034-  
REP-MA-0093 "Modelo  
Hidroquímico Quebrada  
Blanca".

- Documento Nº Documento  
Nº TQB13034-REP-MA-0095  
"Memo Respuesta – ORD. DGA  
206".

MAT. : Revisión Modelo Hidroquímico  
Quebrada Blanca.

INCL. : ANEXO Nº 1: Observaciones  
ORD. DGA Nº 206/2017.

Iquique, 24 OCT. 2018

DE: DIRECTOR REGIONAL DE AGUAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, REGIÓN DE TARAPACÁ

A : COMPAÑÍA MINERA TECK QUEBRADA BLANCA S.A.  
ESMERALDA 340, PISO 10, Iquique

Junto con saludar cordialmente y por medio del presente, este Servicio expone los resultados de la revisión de los antecedentes presentados por Compañía Minera Teck Quebrada Blanca S.A. (CMTQB), que corresponden a los documentos citados en el ANT., los que fueron presentados por el titular como parte de los requisitos de cumplimiento de sus compromisos establecidos en los Considerandos 11.2, 11.3, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8 y 11.9 de la RCA N°72 de 2016, que aprobó ambientalmente el EIA "Estudio de Impacto Ambiental Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca".

Para la presente revisión de los documentos y sus anexos, se puso especial énfasis en los siguientes aspectos, a saber: (1) verificar si el titular atendió las observaciones plasmadas por el Servicio en el ORD. DGA-Tarapacá N°206/2017, (2) verificar el cumplimiento de los objetivos del modelo hidroquímico para el tramo comprendido entre PQB-1 y aguas arriba de la Quebrada Ramucho, y (3) destacar los compromisos que se manifiestan en el informe del modelo hidroquímico actualizado y que se vinculan con el cumplimiento de la RCA N°72/2016.

### 1. Antecedentes Revisados.

Los antecedentes proporcionados por el titular y revisados por este Servicio son los siguientes:





- i. Respuestas - ORD. DGA 206 (Nº documento TQB13034-REP-MA-0095).
- ii. Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca (Nº documento TQB13034-REP-MA-0093).
- iii. Anexo A: Registros hidroquímicos de los pozos individualizados en el punto 1.3 del ORD. DGA N°164/2016 de la Región de Tarapacá y certificados de ensayos de laboratorio.
- iv. Anexo B: Anexo B - Modelo Hidroquímico (Cobre Total, Cond. Eléctrica, Fierro Total, pH y Sulfato).
- v. Anexo C - Gráficos Bajo PQB1.

## 2. Análisis de la información.

### 2.1. Verificación de las observaciones contenidas en el ORD. DGA N°206/2017 y recomendación de aprobación.

A modo de síntesis de la revisión efectuada de los antecedentes disponibles, en la Tabla N°1 del documento Anexo N° 1, se consolidan las observaciones del ORD. DGA N°206/2017, el resumen de cada respuesta del titular a las observaciones y la valoración técnica de cada uno de los temas observados por parte del Servicio en esta etapa.

En conclusión, se aprueba el modelo hidroquímico, esto condicionado a la entrega de un Informe Técnico y Anexo digital que subsane los siguientes aspectos, el que deberá ser remitido en un plazo no mayor a 15 días hábiles a contar de la comunicación del presente oficio.

Con respecto a los antecedentes solicitados en la Observación 2.1 que se relaciona a la falta de Certificados de Análisis de Laboratorio y los resultados de dos sondajes nuevos comprometidos (vinculado al Considerando 11.3 de la RCA N°72/2016), se revisó el Anexo A y se identifican los siguientes hallazgos:

- i. En el archivo Excel se reportan únicamente 4 datos de pH medido en campo para el pozo PM4-P (2 datos) y para el pozo PM4-S (2 datos). Como se muestra en la Tabla N°2 del ANEXO, se deben incorporar los



demás datos de pH medidos en campo para los demás pozos del tramo modelado, incluyendo entre ellos los dos pozos utilizados para el ejercicio de validación de resultados de simulación hidroquímica, a saber, pozos DDH-6 y DDH-533.

ii. Se verificó que el Anexo A en formato .pdf, acompaña los certificados de laboratorio incluyendo la magnitud de pH medida en campo. Se solicita incorporar estos datos a la base de datos en formato Excel.

iii. Se verificó que el Anexo A en formato .pdf, no reporta datos de Conductividad Eléctrica (CE) medida en campo, sino únicamente lo controlado en laboratorio. Se solicita incorporar los datos de CE medida en campo que se dispongan, para la construcción de una base de datos en formato Excel integral.

iv. El archivo Excel no incluye los datos de Sólidos Disueltos Totales (SDT) reportados en los certificados de laboratorio. Se solicita incorporar estos datos a la base de datos en formato Excel, de manera de validar la relación lineal que se consideró entre SDT (medida en laboratorio) y CE (medida en campo).

v. La base de datos en Excel no incluye los nuevos sondajes comprometidos, a saber RAC-GWQ-QB-01AS y RAC-GWQ-QB-01BS, señalándose en el informe que no se cuenta con información de calidad del agua que se levante de manera constante en estos puntos. Se solicita incorporar en la base de datos Excel todos los datos disponibles, especialmente de los puntos comprometidos y los considerados para la simulación hidroquímica.

## **2.2. Compromisos asociados a las medidas y umbrales de cumplimiento de calidad de aguas**

Con respecto a los compromisos que el titular describe en el informe de Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, del apartado 7.2 Umrales de Cumplimiento, se destaca lo siguiente:

i. Se listan cuatro actividades necesarias a ejecutarse para lograr el objetivo de la operación del sistema de control de la pluma en los plazos comprometidos, a saber: (1) mantención de la operación de la barrera



hidráulica N°2, (2) iniciar con máximo caudal de bombeo, evaluar a los 24 meses plazo y medir permanentemente los caudales, (3) analizar la evolución de la química de las aguas subterráneas para retroalimentar y definir los caudales de bombeo en los siguientes 3 meses, y (4) evaluar el caudal de bombeo cada 3 meses, lo cual se espera se mantenga en el máximo factible y se disminuya luego de 10 años de operación.

De lo anterior, se entiende como 24 meses desde el inicio del bombeo en la Cortina Hidráulica N°2, que corresponde al 28 de Abril de 2017 (según se indica en el Apartado 6.1 del informe de modelación).

ii. Se indica que los valores reportados para los pozos aguas abajo de la Cortina Hidráulica N°2, a saber, Tabla 7-2 a Tabla 7-7, son sólo una referencia de la evolución esperada para la concentración de sulfato para los pozos PM4, DDH-6 y DDH-533, y corresponde cumplir los umbrales de línea de base en los años que se indican en la Tabla 6-1 (el mayor plazo es para el parámetro Fierro Total en el sector de Ramucho, entre 16 años).

Tabla 6 1. Tiempos para Alcanzar Condición de Línea Base (Años). (Tomada del apartado 6.2.8 del Informe de Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca).

PARÁMETRO ANALIZADO	PM4	DDH-6	DDH-533	RAMUCHO
Sulfato	5,5	7,0	8,0	9,1
Conductividad Eléctrica	5,5	6,9	7,9	8,9
pH	1,0	-	-	-
Cobre Total	1,1	2,8	4,1	5,1
Cloruro	5,7	7,4	8,7	9,6
Fierro Total	4,7 / 12,0	6,1 / 14,0	7,6 / 15,0	8,5 / 16,0

Seguidamente, se indica que (textual) "en el caso que a pesar de la operación continua y adecuada de los pozos de bombeo se observa una superación de los umbrales, más allá de las fechas comprometidas, se llevarán a cabo diversas acciones que se presentaron en el Anexo 9.3-2 de la Adenda 3".



De lo anterior, es importante señalar que las acciones comprometidas en el citado Anexo, resultarán inefectivas si se ejecutan al final del plazo comprometido para cada parámetro. Por ello, y para efecto de detectar tempranamente tendencias o efectos no previstos, es procedente que las medidas sean ejecutadas según el análisis que se efectúe en el tiempo con los datos medidos en los pozos de monitoreo y con las proyecciones del modelo hidroquímico.

iii. Para efecto de fiscalizar el cumplimiento de las medidas asociadas a los Considerando 11.7, 11.8, 7.1.1 y 7.3.1, se considerará la evolución temporal esperada anualmente para los parámetros Sulfato, Conductividad Eléctrica, pH, Cobre Total, Cloruro y Fierro Total reportados por el titular en las Tablas 7-2 a 7-7, los que se han incluido en el Anexo del presente documento.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

CLAUDIO OLIVARES SANTELICES  
DIRECTOR REGIONAL DE AGUAS  
REGIÓN DE TARAPACÁ

1  
COS/PAC/SVE/CQS

DISTRIBUCIÓN:

- Destinatario
- Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, DGA Nivel Central
- Superintendencia del Medio Ambiente, Región de Tarapacá
- Of. Partes

Proceso MOP N° 12442333

## **ANEXO N° 1: Observaciones ORD. DGA N° 206/2017**

Tabla N°1: Resumen de la revisión de los antecedentes entregados por el titular y la verificación de la atención a las observaciones contenidas en el ORD, DGA N°206/2017.

CATEGORÍA DE LA OBSERVACIÓN	Nº OBS.	OBSERVACIÓN / REQUERIMIENTO	RESPUESTA DEL TITULAR	OBSERVACIÓN DGA AL MODELO ACTUALIZADO
	1.1	"No fue posible simular la evolución temporal de los demás parámetros comprometidos en la RCA".	Modelo simula parámetro Sulfato. El modelo hidroquímico actualizado incluye también los otros parámetros señalados la RCA N°72/2016 (CE, pH, Cu <sub>Total</sub> , Cl, Fe <sub>Total</sub> ). Se atiende la observación.	
	1.2	Incluir simulación de parámetros faltantes, presentar resultados en tablas, identificar tiempo de remediación para alcanza umbral, basarse en escenario 'CASO 1'.	Modelo actualizado incluye las predicciones para los seis parámetros comprometidos en la RCA N°72/2016	
	1.3	Justificar tendencia de resultados de sulfato en el tiempo.	El efecto detectado se explica por lavado paulatino del acuífero. Año 6 se aumentará caudal en CHN°2 y se hace necesario mantener monitoreo	Se atiende la observación.
1. Obs. al 'Informe del Modelo Hidroquímico'	1.4	(1) Considerar estándar idóneo para la implementación, operación, mantenimiento y seguimiento de las medidas aprobadas para el manejo de aguas; (2) evaluar un escenario que contempla la suspensión de la operación de las medidas de manejo de aguas durante un tiempo para identificar efecto en largo plazo.	Se requiere el uso del sistema de bombeo en operación continua por un tiempo mayor a 10 años. Se concluye que será necesario mantener medidas por al menos 40 años.	Si bien no se incluye un escenario de simulación que apague el sistema de bombeo, la respuesta del titular atiende la observación en su fondo.
	1.5	Verificar tendencia de resultados detectada con Sulfato, para los demás parámetros comprometidos en la RCA N°72/2016.	Se presenta la simulación para todos los parámetros de control, evidenciándose comportamientos similares a los observados con Sulfato. La tendencia de los resultados no es un problema de la capacidad predictiva del modelo hidroquímico, sino una situación que se deriva de los procesos adicionales que ocurren en el área de	Se atiende la observación.

CATEGORÍA DE LA OBSERVACIÓN	Nº OBS.	OBSERVACIÓN / REQUERIMIENTO	RESPUESTA DEL TITULAR	OBSERVACIÓN DGA AL MODELO ACTUALIZADO
			interés, los que son adecuadamente incluidos en el análisis.	
1.6		No se evidencian diferencias en los resultados de los escenarios 'Caso O' y 'Caso 1' (valor mínimo y máximo de SO4 para PQB-1, respectivamente).	Los efectos sobre la concentración de Sulfato para el Caso 0 y Caso 1 se producen entre 20 y 25 años de iniciado el bombeo, ya que es el tiempo que requiere el efecto del lavado entre el tramo M5 a PQB-1 en llegar hasta la posición DDH-5	Se atiende la observación.
1.7		Incluir magnitudes mínimas y máximas de cada parámetro a modelar en todos los escenarios predictivos; tener en cuenta la situación ambiental más desfavorable, a saber, condición inicial dada por el valor máximo de concentración por parámetro.	Se analizan distintos casos considerando los más relevantes y que permitan verificar que en un plazo inferior a 27 años se cumple lo establecido en la RCA N°72/2016. Para reducir incertidumbres se considera clave el seguimiento de los primeros años de la operación de la Cortina Hidráulica N°2, la operación del bombeo y la mejor calidad del agua de reemplazo.	No atiende la observación específica pero justifica razonablemente el criterio aplicado. En el Escenario Caso 1 actualizado, se simula con la concentración máxima de Sulfato, evidenciando un mayor plazo en alcanzar los umbrales definidos en la RCA. También, se presenta un apartado con la validación del modelo basado en la comparación entre concentraciones simuladas y los parámetros medidos hasta el 2017.
1.8		Justificar el periodo de simulación de 30 años, que permita demostrar la efectividad del bombeo/inyección.	Se extiende plazo de modelación a 40 años, no mostrándose efectos diferentes a los ya observados hasta el año 30.	Se atiende la observación.
2. Obs. al reporte de datos hidroquímicos	2.1	En los Certificados de Análisis de Laboratorio no se identifican los pozos de monitoreo; no se identifican resultados de dos sondajes nuevos comprometidos; los datos no se utilizaron para calibrar el modelo (según lo señala Considerando 11.3 de la RCA N°72/2016)	Se presenta Anexo A con una base de datos que da cuenta de todos los datos utilizados en la modelación. No se incluye etapa de calibración pues no aplica para el tipo de modelación. Sin embargo, se efectuó un ejercicio de validación, comparándose datos medidos hasta el 2017 y concentraciones simuladas.	Se detectó datos faltantes en el Anexo A (Excel), para los parámetros pH y CE medidos en terreno. No se reportan resultados de los nuevos sondajes comprometidos.

CATEGORÍA DE LA OBSERVACIÓN	Nº OBS.	OBSERVACIÓN / REQUERIMIENTO	RESPUESTA DEL TITULAR	OBSERVACIÓN DGA AL MODELO ACTUALIZADO
	2.2	Antecedentes proporcionados no cumplen con la forma ni con el fondo de lo requerido en el Considerando 11.3 de la RCA	Base de Datos se presenta en el Anexo A del informe actualizado, junto a los certificados de correspondientes	Se atiende la observación. Ver observación a respuesta anterior (2.1)
	3.1	Las simplificaciones del área modelada no permiten concluir que en un plazo mayor a 30 años las condiciones geológicas no sean un factor relevante en términos de la calidad del agua subterránea	Se utilizaron todos los antecedentes disponibles del EIA. Producto del seguimiento que se realiza, a futuro se podrá concluir si efectivamente existen condiciones geológicas locales que inciden en la concentración del agua subterránea en el tramo bajo de la cuenca, lo que debería llevar a una revisión de los compromisos establecidos, en lo que respecta a los umbrales de calidad del agua subterránea (Considerando 11.5 de la RCA N°72/2016).	Se atiende la observación.
3. Obs. A los supuestos del modelo	3.2	El informe no indica la magnitud de la porosidad del acuífero asignada en el modelo; no se explica la dependencia de la porosidad respecto de la velocidad de flujo y no se justifica sus magnitudes constantes. Los supuestos llevan a estimar un menor tiempo en que se alcanza la condición de línea de base.	Con la información hidrogeológica disponible se definieron los parámetros en el proceso de evaluación del EIA del proyecto. El supuesto de porosidad es similar al aplicado en la modelación del tramo M5 a PQB-1 (Adenda 2 del EIA). La condición de línea de base se obtendrá en un tiempo menor a 28 años. La clave para el logro de los objetivos es la eficiencia del bombeo de las aguas de proceso (Cortina Hidráulica N°2)	Se atiende la observación.
4. Obs. Al enfoque de modelación hidroquímica	4.1	Entre los puntos M5(1) y PQB-1, se realizó mediante el uso de un modelo hidroquímico numérico reactivo en PHREEQC (Anexo 2.1 de la Adenda Complementaria N°2 del	En este tramo existen altas concentraciones y pH muy ácidos, las que hicieron necesario el uso de una herramienta como PHREEQC, a diferencia del tramo aguas abajo de	Se atiende la observación.

CATEGORÍA DE LA OBSERVACIÓN	Nº OBS.	OBSERVACIÓN / REQUERIMIENTO	RESPUESTA DEL TITULAR	OBSERVACIÓN DGA AL MODELO ACTUALIZADO
	EIA).	DDH-5, donde se observó una condición de pH cercana a neutra. La metodología de análisis basada en un balance de masas resulta apropiada para abordar y estudiar la evolución de la calidad del agua subterránea en el tramo bajo de la cuenca. El enfoque de análisis no debería afectar los resultados, sino que se identifica a la eficiencia del bombeo de las aguas de proceso con el mayor efecto sobre los resultados.		
4.2	Se pone énfasis en la relevancia y las características del modelo hidroquímico numérico utilizado para predecir la calidad del agua subterránea entre los puntos M5(1) y PQB-1	Se insta a revisar la respuesta anterior (4.1)	Se atiende la observación.	Se atiende la observación.
4.3	Se indica que el modelo hidroquímico numérico resulta ser el estándar idóneo para abordar la predicción de la calidad de agua subterránea en Quebrada Blanca	Se insta a revisar la respuesta anterior (4.1)	Se atiende la observación.	Se atiende la observación.
4.4	Se indica que el requerimiento de extender la modelación hidroquímica (Considerando 11.2 de la RCA N°72/2016), se abordó poniendo énfasis en el fenómeno de dilución.	El cambio de enfoque respecto del modelo que se presentó en la Adenda 2 del EIA no representa un error de análisis y el enfoque de modelación se justifica por las condiciones de las aguas subterráneas bajo el punto PQB-1.		Se atiende la observación.
4.5	Se destaca la diferencia en los enfoques de modelación utilizados para el tramo M5(1) a PQB-1 y el tramo PQB-1 hasta aguas arriba de	Se insta a revisar la respuesta anterior (4.4)	Se atiende la observación.	Se atiende la observación.

CATEGORÍA DE LA OBSERVACIÓN	N° OBS.	OBSERVACIÓN / REQUERIMIENTO	RESPUESTA DEL TITULAR	OBSERVACIÓN DGA AL MODELO ACTUALIZADO
		la quebrada Ramucho.		
	4.6	Atendidas las observaciones del ORD. DGA-Tarapacá N°206/2017, se evaluará la idoneidad de mantener o modificar el estándar de modelación adoptado aguas abajo del punto PQB-1.	Se presenta Informe actualizado del modelo hidroquímico que recoge las observaciones del ORD. DGA-Tarapacá N°206/2017 Se atiende la observación.	

Tabla N°2: Listado de pozos, parámetros y número de datos reportados por parámetros en el Anexo A (Base de datos digital en formato Excel). Se verifica la ausencia de datos de pH medidos en campo en la totalidad de los pozos, a excepción del punto PM4 que incluye 4 datos en total.

Nombre pozo	Cloruro (disuelto)	Cobre (total)	Conductividad de Laboratorio	Hierro (total)	pH de Campo	pH de Laboratorio	Sulfato	Total
DDH 533	2	2	2			2	2	10
DDH533	28	28	26	28		28	28	166
DDH-533-B	8	11	12			2	12	45
DDH542	17	17	17	17		17	17	102
DDH-542	4	4	4	4		1	4	21
DDH-542-B	1	1	1	1			1	5
PM4-P			8		2	6	8	24
PM4-S			8		2	6	8	24
PM-DDH-2	19	22	22	22		15	22	122
PM-DDH-2P	1	1	1	1		1	1	6
PM-DDH-3	15	18	18	18		11	18	98
PM-DDH-3-B	1	1	1	1			1	5
PM-DDH-4	25	28	28	28		21	28	158
PM-DDH-5	21	21	21	21		16	21	121
PM-DDH-5-B	1	4	13	5		3	13	39
PM-DDH-6	23	26	28	26		19	28	150
PM-RC-02A	30	30	30	30		30	30	180
PM-RC-02B	3	3	3	3		3	3	18
PM-RC-03A	36	36	36	36		36	36	216
PM-RC-03B	26	26	26	26		26	26	156
PM-RC-04A	30	30	30	30		30	30	180
PM-RC-04B	25	25	25	25		25	25	150
PM-RC-05A	36	36	36	36		36	36	216
PM-RC-05B	36	36	36	36		36	36	216
PM-RC-06A	38	38	38	38		38	38	228
PM-RC-06B	31	31	31	31		31	31	186
PM-RC-2 P(A)	1	1	1	1		1	1	6
PM-RC-2A	2	2	2	2			2	10
PM-RC-3 P(A)	1	1	1	1		1	1	6
PM-RC-3 S(B)	1	1	1	1		1	1	6
PM-RC-3A	2	2	2	2			2	10
PM-RC-4A	2	2	2	2			2	10
PM-RC-5A	2	2	2	2			2	10
PM-RC-5A-B	1	1	9	1		1	9	22
PM-RC-5B-B			8			1	8	17
PM-RC-6A	2	2	2	2			3	11
PM-RC-6B			2				2	4

Nombre pozo	Cloruro (disuelto)	Cobre (total)	Conductividad de Laboratorio	Hierro (total)	pH de Campo	pH de Laboratorio	Sulfato	Total
PQB1	43	67	67	67		67	67	378
PQB-1	15	13	18	16		5	16	83
<b>Total</b>	<b>529</b>	<b>569</b>	<b>618</b>	<b>560</b>	<b>4</b>	<b>516</b>	<b>619</b>	<b>3415</b>

Tabla N°3: Listado de pozos, número de datos reportados (en total para todos los parámetros) y el rango de fechas en que se han controlado cada punto. Se verifica que la totalidad de los datos están entre enero de 2014 y noviembre de 2017.

Nombre pozo	Número de datos	Desde	Hasta
DDH 533	10	06-05-2017	02-06-2017
DDH533	166	22-01-2014	11-12-2016
DDH-533-B	45	19-07-2017	23-09-2017
DDH542	102	22-01-2014	13-03-2017
DDH-542	21	15-06-2017	13-09-2017
DDH-542-B	5	19-08-2017	19-08-2017
PM4-P	24	12-02-2017	19-11-2017
PM4-S	24	12-02-2017	19-11-2017
PM-DDH-2	122	12-02-2014	23-09-2017
PM-DDH-2P	6	06-06-2017	06-06-2017
PM-DDH-3	98	22-01-2014	23-09-2017
PM-DDH-3-B	5	27-08-2017	27-08-2017
PM-DDH-4	158	12-02-2014	23-09-2017
PM-DDH-5	121	22-01-2014	27-08-2017
PM-DDH-5-B	39	20-07-2017	23-09-2017
PM-DDH-6	150	22-01-2014	23-09-2017
PM-RC-02A	180	13-02-2014	13-03-2017
PM-RC-02B	18	13-02-2014	04-03-2016
PM-RC-03A	216	12-03-2014	15-03-2017
PM-RC-03B	156	15-11-2014	15-03-2017
PM-RC-04A	180	11-07-2014	06-06-2017
PM-RC-04B	150	15-11-2014	06-06-2017
PM-RC-05A	216	12-03-2014	02-06-2017
PM-RC-05B	216	12-03-2014	02-06-2017
PM-RC-06A	228	12-03-2014	04-06-2017
PM-RC-06B	186	15-11-2014	04-06-2017
PM-RC-2 P(A)	6	06-06-2017	06-06-2017
PM-RC-2A	10	19-08-2017	13-09-2017
PM-RC-3 P(A)	6	15-06-2017	15-06-2017
PM-RC-3 S(B)	6	15-06-2017	15-06-2017
PM-RC-3A	10	19-08-2017	13-09-2017

Nombre pozo	Número de datos	Desde	Hasta
PM-RC-4A	10	19-08-2017	13-09-2017
PM-RC-5A	10	09-07-2017	19-08-2017
PM-RC-5A-B	22	20-07-2017	23-09-2017
PM-RC-5B-B	17	20-07-2017	23-09-2017
PM-RC-6A	11	09-07-2017	13-08-2017
PM-RC-6B	4	13-08-2017	10-09-2017
PQB1	378	01-01-2014	12-03-2017
PQB-1	83	13-04-2017	23-09-2017
<b>Total general</b>	<b>3415</b>	<b>01-01-2014</b>	<b>19-11-2017</b>

Tabla N°4: Evolución esperada del parámetro Sulfato. (Extraído de: Tabla 0-1 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	3624	3450	3060
1	2295	3656	3500
2	2208	3964	3662
3	2207	2224	3952
4	2172	2207	2321
5	1823	2197	2208
6	607	1992	2199
7	619	867	2017
8	635	612	1080
9	642	629	617
10	664	639	627
11	699	653	638
12	718	684	650
13	725	711	680
14	729	723	708
15	750	727	722
16	808	738	726
17	893	781	737
18	956	856	774
19	973	932	847
20	935	970	923
21	850	955	967
22	750	890	959
23	664	791	898
24	609	699	805
25	580	629	709
26	568	591	638
27	562	572	595
28	558	565	574
29	556	559	565
30	555	556	560

Valor Sobre Umbral Comprometido (1.020 mg/l)

Tabla N°5: Evolución esperada del parámetro Conductividad Eléctrica. (Extraído de: Tabla 0-2 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	7255	6180	5355
1	3030	7276	6487
2	2898	6181	7277
3	2897	2923	6437
4	2894	2898	3086
5	2859	2896	2898
6	902	2871	2897
7	896	1335	2863
8	891	900	1670
9	899	892	909
10	938	894	893
11	1001	918	894
12	1038	974	914
13	1052	1025	968
14	1058	1048	1019
15	1087	1055	1046
16	1168	1071	1054
17	1285	1130	1069
18	1373	1234	1120
19	1397	1341	1222
20	1344	1393	1327
21	1223	1372	1388
22	1083	1280	1377
23	962	1141	1291
24	886	1011	1161
25	846	915	1025
26	829	861	926
27	821	835	866
28	815	824	838
29	812	817	825
30	812	813	818

Valor Sobre Umbral Comprometido (1.780 uS/cm)

Tabla N°6: Evolución esperada del parámetro pH. (Extraído de: Tabla 0-3 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	5,9	5,6	6,7
1	4,5	5,9	5,7
2	4,5	4,5	5,9
3	4,5	4,5	4,6
4	4,5	4,5	4,5
5	4,8	4,5	4,5
6	6,2	4,6	4,5
7	5,9	5,4	4,6
8	5,6	6,0	5,2
9	5,4	5,7	6,0
10	5,1	5,4	5,7
11	5,0	5,2	5,5
12	5,3	5,0	5,2
13	5,9	5,1	5,0
14	6,2	5,6	5,1
15	6,2	6,1	5,5
16	6,2	6,2	6,1
17	6,2	6,2	6,2
18	6,2	6,2	6,2
19	6,2	6,2	6,2
20	6,2	6,2	6,2
21	6,2	6,2	6,2
22	6,2	6,2	6,2
23	6,2	6,2	6,2
24	6,2	6,2	6,2
25	6,2	6,2	6,2
26	6,2	6,2	6,2
27	6,2	6,2	6,2
28	6,2	6,2	6,2
29	6,2	6,2	6,2
30	6,2	6,2	6,2

Valor Bajo Umbral Comprometido (4,4 u pH)

Tabla N°7: Evolución esperada del parámetro Cobre Total. (Extraído de: Tabla 0-4 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	20,0	3,2	0,9
1	49,3	20,0	8,0
2	47,8	55,6	20,2
3	47,8	48,0	47,5
4	47,4	47,8	49,2
5	44,3	47,7	47,8
6	2,2	45,7	47,7
7	2,9	11,4	45,8
8	4,1	2,5	18,7
9	4,8	3,6	2,7
10	4,1	4,6	3,4
11	3,2	4,5	4,5
12	3,5	3,5	4,6
13	3,8	3,3	3,6
14	4,0	3,7	3,3
15	4,8	3,9	3,7
16	7,1	4,4	3,9
17	10,3	6,0	4,3
18	12,8	8,9	5,7
19	13,5	11,9	8,6
20	12,4	13,4	11,5
21	9,6	13,0	13,2
22	6,4	10,9	13,1
23	3,5	7,7	11,2
24	1,7	4,7	8,2
25	0,7	2,4	5,0
26	0,3	1,1	2,7
27	0,2	0,4	1,2
28	0,2	0,2	0,5
29	0,2	0,2	0,2
30	0,2	0,2	0,2

Valor Sobre Umbral Comprometido (49 mg/l)

Tabla N°8: Evolución esperada del parámetro Cloruro. (Extraído de: Tabla 0-5 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	153,0	137,0	121,0
1	121,4	153,0	141,6
2	119,0	159,0	153,1
3	119,0	119,4	157,2
4	133,9	119,0	121,9
5	279,6	123,3	119,0
6	80,6	207,1	122,7
7	75,5	128,8	192,6
8	69,5	78,5	160,2
9	69,2	71,5	79,8
10	70,0	69,1	72,4
11	70,5	69,7	69,2
12	69,9	70,4	69,6
13	69,4	70,1	70,3
14	69,3	69,6	70,2
15	69,3	69,4	69,6
16	69,3	69,3	69,4
17	69,3	69,3	69,3
18	69,3	69,3	69,3
19	69,3	69,3	69,3
20	69,3	69,3	69,3
21	69,3	69,3	69,3
22	69,3	69,3	69,3
23	69,3	69,3	69,3
24	69,3	69,3	69,3
25	69,3	69,3	69,3
26	69,3	69,3	69,3
27	69,3	69,3	69,3
28	69,3	69,3	69,3
29	69,3	69,3	69,3
30	69,3	69,3	69,3

Valor Sobre Umbral Comprometido (89 mg/l)

Tabla N°9: Evolución esperada del parámetro Fierro Total. (Extraído de: Tabla 0-6 del informe Modelo Hidroquímico Quebrada Blanca, versión marzo 2018).

TIEMPO (Años)	Sector PM4 (mg/l)	Sector DDH-6 (mg/l)	Sector DDH-533 (mg/l)
0	239,9	31,1	14,2
1	21,0	239,9	90,8
2	18,0	134,7	239,3
3	18,0	18,6	156,9
4	17,2	18,0	23,4
5	9,2	17,7	18,0
6	0,5	13,1	17,8
7	0,5	2,3	13,8
8	1,4	0,5	3,9
9	5,6	0,9	0,6
10	24,3	3,2	0,8
11	38,7	15,0	2,9
12	19,6	35,5	12,9
13	5,4	28,8	33,1
14	3,2	10,0	30,9
15	3,1	3,7	11,9
16	3,1	3,2	4,2
17	3,1	3,1	3,2
18	3,1	3,1	3,1
19	3,1	3,1	3,1
20	3,1	3,1	3,1
21	3,1	3,1	3,1
22	3,1	3,1	3,1
23	3,1	3,1	3,1
24	3,1	3,1	3,1
25	3,1	3,1	3,1
26	3,1	3,1	3,1
27	3,1	3,1	3,1
28	3,1	3,1	3,1
29	3,1	3,1	3,1
30	3,1	3,1	3,1

Valor Sobre Umbral Comprometido (11 mg/l)