



# Informe de Seguimiento Ambiental

---

*Monitoreo de aguas subterráneas*

*Cierre Vertedero Interno de Planta Arauco*

*RCA 202/2012*

Elaborado por: Unidad de Medio Ambiente, Celulosa Arauco y Constitución

Fecha de Emisión: 17 de Febrero de 2020

## **1. RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe de seguimiento ambiental presenta resultados de los análisis de calidad de agua subterránea de 6 pozos de monitoreo establecidos en la Resolución Exenta N°202/2012, cuyo muestreo se realizó el 29 de Octubre del 2019.

Los parámetros con línea de base no muestran variabilidad temporal , mientras que Los parámetros sin línea de base han mantenido sus órdenes de magnitud durante los monitoreos consecutivos .

Los parámetros sulfato, boro y cloruros presentan valores levemente mayores aguas abajo del exVertedero, posiblemente por un efecto de intrusión salina, en los pozos de control más cercanos a la línea costera.

## 2. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 202/2012, de la Comisión de Evaluación Región del Biobío (en adelante, RCA 202), que califica ambientalmente favorable la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "**Plan de Cierre del Vertedero Actual de la Planta de Celulosa Arauco**", del titular Celulosa Arauco y Constitución S.A., se debe realizar un monitoreo sobre la componente agua subterránea, de acuerdo a lo indicado en su considerando 3, sobre el **Monitoreo de Aguas Subterráneas**:

*"(...) se propone un monitoreo semestral durante los dos primeros años después del cierre del vertedero, para posteriormente evaluar su continuidad, en base a los resultados obtenidos. Lo anterior, se materializará realizando un muestreo de aguas de los pozos de monitoreo según la Figura 8 de la DIA considerándose los siguientes parámetros:*

Parámetro	Parámetro	Parámetro
Aceites y Grasas	DBO <sub>5</sub> 20° C	Pentaclorofenol
Aluminio Total	Fluoruros	Plomo Total
Arsénico Total	Fósforo Total	Poder Espumógeno
Boro Total	Hidrocarburos Fijos	Selenio Total
Cadmio Total	Hierro Total	Sólidos Suspendedos Totales
Cianuro Total	Índice de Fenol	Sulfatos
Zinc Total	Manganeso Total	Sulfuro Total
Cloruros	Mercurio Total	Tetracloroetano
Cobre Total	Molibdeno Total	Tolueno
Coliformes Fecales	Níquel Total	Triclorometano
Cromo Hexavalente	Nitrógeno Total Kjeldahl	Xileno

*Cabe indicar que, en virtud de los estudios y análisis realizados, no se esperan cambios significativos en la calidad de las aguas subterráneas (...)"*.

Por tanto, el presente informe corresponde a la quinta campaña de monitoreo ejecutado en el segundo semestre de 2019, cuyo muestreo fue realizado el 29 de octubre de 2019 y fue ejecutado por el Laboratorio del Centro EULA de la Universidad de Concepción, Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) código 021-03, mientras que parte de los análisis fueron subcontratados a la empresa ANAM S.A. (código ETFA 011-01), AGQ Chile S.A (código ETFA 004-01) y CESMEC (Código ETFA 010-02).

Los resultados del presente monitoreo de pozos se comparan con la situación pre-operacional (o línea de base) presentada en el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto y con los monitoreos subsecuentes.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo del seguimiento es:

- Dar cumplimiento al compromiso contemplado en la RCA 202.
- Realizar el monitoreo de las variables seleccionadas y verificar su variabilidad espacio-temporal.

### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el muestro de los 6 pozos establecidos en la RCA 202, ubicados de acuerdo con lo que se ilustra en la Figura 1 siguiente:



Figura 1: Ubicación de los pozos de monitoreo Aguas Subterráneas

La ubicación de los pozos es:

CUADRO DE COORDENADAS UTM		
PUNTO	NORTE	ESTE
PM-A	5881755	657354
PM-B	5881312	657761
PM-C	5880816	658177
PM-D	5880896	657436
PM-E	5881205	656762
PM-F	5881490	657053

En Tabla 1 se resumen los resultados de análisis de las muestras de agua subterráneas tomadas en Julio de 2011, los cuales son considerados como línea de base para los monitoreos.

**Tabla 1.** Resultados Muestras de Agua Subterránea (Arauco)

Parámetro	Límite de Detección	MAX DS90 T – IV (**)	Muestra 1 Pozo A	Muestra 2 Pozo F	Muestra 3 Pozo E	Muestra 4 Pozo B	Muestra 5 Pozo D	Muestra 6 Pozo C
Aceites y Grasas	10 mg/L	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aluminio total	0,05 mg/L	1	<0,05	6,6	2,4	4,6	4,6	0,14
Arsénico Total	0,001 mg/L	0,2	0,001	0,016	0,002	0,002	0,030	<0,001
Cadmio Total	0,01 mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianuro Total	0,05 mg/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05
Cinc Total	0,01 mg/L	5	<0,01	0,06	0,09	0,11	0,08	<0,01
Cobre Total	0,01 mg/L	1	0,13	0,12	0,09	0,16	0,18	0,02
Coliformes Fecales	2 NMP/100mL	1000-70*	<2	<2	13	2	<2	<2
Cromo Hexavalente	0,05 mg/L	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DBO5 20º C	2 mg/L	60	<2	3,59	<2 2,	19	3,15	2,08
Detergentes (SAAM)	0,1 mg/L	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoruros	0,5 mg/L	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fósforo	0,2 mg/L	5	<0,2	<0,2	0,46	0,44	0,51	0,22
Hierro Disuelto	0,01 mg/L	10	0,07	0,10	0,05	0,09	45	0,08
Índice de Fenol	0,05 mg/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Manganeso Total	0,01 mg/L	2	0,02	0,09	0,30	0,51	1,47	<0,01
Mercurio Total	0,001 mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Molibdeno Total	0,01 mg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel Total	0,05 mg/L	2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrógeno Total Kjeldahl	0,2 mg/L	50	0,83	0,95	1,55	1,11	1,22	0,88
Plomo Total	0,05 mg/L	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Selenio Total	0,001 mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Sólidos Suspendedos Totales	5 mg/L	100	<5	51	129	120	160	27
Sulfuro Total	0,2 mg/L	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Fuente: Informes de Análisis: 1118102 y 1116707 SGS DS 90 TABLA 4

(\*) En áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70 NMP/100 ml.

(\*\*) Valores de Tabla 4 DS N°90 Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales

## **5. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS.**

Las metodologías de muestreo corresponden a las empleadas por el Centro de Ciencias Ambientales EULA de la Universidad de Concepción, que es la entidad encargada del monitoreo y análisis (ETFA 021-03).

Para el muestreo de las napas subterráneas se siguieron los procedimientos indicados en la Norma NCh 411/11:1998, correspondiente a “Guía para el muestreo de aguas subterráneas”. Lo referente a las técnicas de muestreos puntuales y la selección de los tipos de recipientes para las muestras de agua, se consideró la norma NCh 411/2:1996, correspondiente a la “Guía sobre técnicas de muestreo”.

Para la preparación de recipientes, identificación, llenado, preservación y transporte de las muestras, se siguieron las técnicas señaladas en la norma NCh 411/3:2014.

## 6. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo de los pozos asociados a la RCA 202/2008 de Planta Arauco realizados durante el segundo semestre 2019.

Parámetro	Unidad	Muestras					
		Aguas Arriba			Aguas Abajo		
		Pozo B	Pozo C	Pozo D	Pozo A	Pozo E	Pozo F
Aceites y Grasas	mg/l	<2,0	< 2,0	< 2,0	<2,0	< 2,0	< 2,0
Aluminio	mg/l	0,492	0,14	0,077	0,761	0,082	0,166
Arsénico	mg/l	0,0021	0,0067	0,0185	0,0135	0,0016	0,0774
Boro total	mg/l	0,523	1,078	0,846	0,515	0,618	1,322
Cadmio	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cianuro	mg/l	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Cloruros	mg/l	26,35	43,02	12,64	18,8	2854	157,05
Cobre	mg/l	0,0187	0,0173	0,0629	0,0343	0,0115	0,0113
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Cromo Hexavalente	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DBO5	mg/l	1,6	2,2	< 1,0	<1	< 1,0	1,3
Fluoruros	mg/l	0,05	0,17	0,06	0,11	0,06	0,12
Fósforo	mg/l	0,119	0,127	0,204	0,187	0,151	2,95
Hidrocarburos Fijos	mg/l	<10,0	< 10,0	< 10,0	<10,0	< 10,0	< 10,0
Hierro Disuelto	mg/l	0,134	0,089	0,056	0,09	0,049	0,114
Índice de Fenol	mg/l	<0,0010	< 0,001	<0,001	<0,0010	0,0033	0,0022
Manganeso	mg/l	0,51	0,249	0,007	0,018	0,078	0,137
Mercurio	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Molibdeno	mg/l	<0,001	0,006	0,002	0,01	0,03	0,029
Níquel	mg/l	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,005
Nitrógeno Total Kehjda	mg/l	0,6	0,81	0,07	0,6	0,03	0,04
Pentaclorofenol	mg/l	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Poder Espumógeno	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selenio	mg/l	0,0012	0,0011	0,0012	0,0018	0,0016	0,0011
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	<1,0	2,2	<1	1,3	< 1,0	1,8
Sulfatos	mg/l	25,05	24,01	39,01	31,34	466,2	1.945,60
Sulfuro Total	mg/l	<0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05
Tetracloroetano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tolueno	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloroetano	mg/l	0,0052	0,0059	0,0185	<0,005	0,0212	0,0092
Xileno	mg/l	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Zinc	mg/l	0,0243	0,0203	0,0286	0,0538	0,0361	0,0157

**Tabla 2.** Resultados de muestreo de pozos de aguas subterráneas.

		Aguas Arriba					
		Pozo B		Pozo C		Pozo D	
Parámetro	Unidad	Línea de Base	29-10-2019	Línea de Base	29-10-2019	Línea de Base	29-10-2019
Aceites y Grasas	mg/L	<10	<2,0	<10	< 2,0	<10	< 2,0
Aluminio	mg/L	4,6	0,492	0,14	0,14	4,6	0,077
Arsénico	mg/L	0,002	0,0021	<0,001	0,0067	0,03	0,0185
Cadmio	mg/L	<0,01	< 0,0005	<0,01	< 0,0005	<0,01	< 0,0005
Cianuro	mg/L	<0,05	< 0,0009	<0,05	< 0,0009	<0,05	< 0,0009
Cobre	mg/L	0,16	0,0187	0,02	0,0173	0,18	0,0629
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2	<1,8	<2	<1,8	<2	<1,8
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001
DBO5	mgO2/L	19	1,6	2,08	2,2	3,15	< 1,0
Fluoruros	mg/L	<0,5	0,05	<0,5	0,17	<0,5	0,06
Fósforo	mg/L	0,44	0,119	0,22	0,127	0,51	0,204
Hierro Disuelto	mg/L	0,09	0,134	0,08	0,089	45	0,056
Índice de Fenol	mg/L	<0,05	<0,0010	<0,05	< 0,001	<0,05	<0,001
Manganeso	mg/L	0,51	0,51	0,29	0,249	<0,01	0,007
Mercurio	mg/L	<0,001	< 0,0005	<0,001	< 0,0005	<0,001	< 0,0005
Molibdeno	mg/L	<0,01	<0,001	<0,01	0,006	<0,01	0,002
Níquel	mg/L	<0,05	0,002	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001
Nitrógeno Total Kehjda	mg/L	1,11	0,6	0,88	0,81	1,22	0,07
Plomo	mg/L	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001
Selenio	mg/L	<0,001	0,0012	<0,001	0,0011	<0,001	0,0012
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	120	<1,0	27	2,2	160	<1
Sulfuro Total	mg/L	<0,2	<0,05	<0,2	< 0,05	<0,2	< 0,05
Zinc	mg/L	0,11	0,0243	<0,01	0,0203	0,469	0,0286

**Tabla 3.** Resultados de muestreo de pozos de aguas subterráneas aguas arriba, comparados con Línea Base.



Parámetro	Unidad	Aguas Abajo					
		Pozo A		Pozo E		Pozo F	
		Línea de Base	29-10-2019	Línea de Base	29-10-2019	Línea de Base	29-10-2019
Aceites y Grasas	mg/L	<10	<2,0	<10	< 2,0	<10	< 2,0
Aluminio	mg/L	<0,05	0,761	6,6	0,082	2,4	0,166
Arsénico	mg/L	0,001	0,0135	0,016	0,0016	0,002	0,0774
Cadmio	mg/L	<0,01	< 0,0005	<0,01	< 0,0005	<0,01	< 0,0005
Cianuro	mg/L	<0,05	< 0,0009	<0,05	< 0,0009	<0,05	< 0,0009
Cobre	mg/L	0,13	0,0343	0,12	0,0115	0,09	0,0113
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<2	<1,8	<2	<1,8	13	<1,8
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001
DBO5	mgO2/L	<2	<1	3,59	< 1,0	<2	1,3
Fluoruros	mg/L	<0,5	0,11	<0,5	0,06	<0,5	0,12
Fósforo	mg/L	<0,2	0,187	<0,2	0,151	0,46	2,95
Hierro Disuelto	mg/L	0,07	0,09	0,1	0,049	0,05	0,114
Índice de Fenol	mg/L	<0,05	<0,0010	<0,05	0,0033	<0,05	0,0022
Manganeso	mg/L	<0,01	0,018	0,09	0,078	0,3	0,137
Mercurio	mg/L	<0,001	< 0,0005	<0,001	< 0,0005	<0,001	< 0,0005
Molibdeno	mg/L	<0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,029
Níquel	mg/L	<0,05	<0,001	<0,05	0,001	<0,05	0,005
Nitrógeno Total Kehjda	mg/L	0,83	0,6	0,95	0,03	1,55	0,04
Plomo	mg/L	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001
Selenio	mg/L	<0,001	0,0018	<0,001	0,0016	<0,001	0,0011
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<5	1,3	51	< 1,0	129	1,8
Sulfuro Total	mg/L	<0,2	<0,05	<0,2	< 0,05	<0,2	< 0,05
Zinc	mg/L	<0,01	0,0538	0,06	0,0361	0,09	0,0157

**Tabla 4.** Resultados de muestreo de pozos de aguas subterráneas aguas abajo, comparados con Línea Base.

## 7. DISCUSIÓN

Para facilitar el análisis, se separará en dos grupos de parámetros: parámetros con línea de base y parámetros sin línea de base.

### a) Parámetros con Línea de Base.

Respecto a los parámetros con línea de base, realizaremos una segunda separación entre parámetros cuantificados y los bajo el límite de detección.

#### Parámetros bajo el límite de detección:

Los siguientes parámetros, Aceites y Grasas, Cadmio, Cianuro, Coliformes Fecales, Cromo Hexavalente, Índice de Fenol, Mercurio, Molibdeno, Plomo, Sólidos Suspendidos Totales, presentan valores bajo el límite de detección, con excepción de los Sólidos Suspendidos Totales en el pozos C y F, cuyos valores de control están muy por debajo de la línea base respectiva.

Además, se puede suponer que no hay una variación espacial ni temporal significativa.

#### Parámetros Cuantificables:

Aluminio, Arsénico, Cobre, DBO5, Fluoruros, Fósforo, Hierro Disuelto, Manganeso, Níquel, Nitrógeno Total Kehjda, Selenio y Zinc presentan valores medidos y todos ellos se han mantenido sin observar una variación significativa respecto del muestreo anterior.

El parámetro del Selenio en pozo B se supera levemente el valor de línea base, lo que puede atribuirse al cambio en el laboratorio que realizó el análisis.

En el caso del Pozo C (ubicado aguas arriba del exVertedero), los parámetros de Arsénico, DBO5, Fluoruros, Hierro Disuelto, Selenio y Zinc presentan valores muy levemente superiores a la línea base y en algunos casos superiores al muestreo anterior, lo que también puede atribuirse al cambio en el laboratorio que realizó el análisis.

En el caso de los pozos A y F (ubicados aguas abajo del exVertedero), los parámetros de Aluminio, Arsénico, Hierro Disuelto, Manganeso, Selenio y Zinc, presentan el mismo comportamiento descrito anteriormente, con valores y levemente superiores a la línea base y al muestreo anterior, asociado a la misma causa ya señalada.

### b) Parámetros Sin Línea de Base

Para hacer este análisis, también se separará en Parámetros cuantificables y No cuantificables. Al no contar con línea de base, se realizarán solo comparaciones entre monitoreos.

#### Parámetros bajo el límite de detección:

Los parámetros de Hidrocarburos Fijos, Pentaclorofenol, Poder Espumogeno, Tetracloroetano, Tolueno y Xileno están siempre bajo los límites de detección en todos los pozos, por lo que se supone que no hay una variación temporal ni espacial de estos parámetros.

## Parámetros Cuantificables:

El parámetro Boro total, Cloruros, Sulfatos, Tricloroetano presentan valores con mediciones bastante estables en todos los pozos, con excepción de:

- Cloruros y Sulfatos en el pozo C, cuyos valores son mayores respecto de la medición realizada en el 1er semestre 2019.
- Boro en los pozos D, A, E y F, cuyos valores son mayores respecto de la medición realizada en el 1er semestre 2019.

Ambas situaciones pueden atribuirse al cambio en el laboratorio que realizó el análisis.

## 8. CONCLUSIONES

Mediante este informe se cumple con el compromiso adquirido en la RCA 202 para el semestre Julio-Diciembre del año 2019, que corresponde al segundo año de seguimiento ambiental del Cierre del Vertedero Interno de Planta Arauco.

El análisis de los valores de los parámetros permite concluir que, en los parámetros con línea de base, generalmente los valores se han mantenido en los órdenes de magnitud y sin variaciones temporales significativas.

Respecto a los parámetros sin línea de base, la mayor parte de los parámetros han mantenido los órdenes de magnitud y no hay mostrado variabilidad temporal significativa en términos estadísticos.

Los parámetros de Cloruro, Sulfato y Boro muestran valores levemente mayores en los pozos cercanos a la línea costera, muy probablemente debido a la intrusión salina del mar.

## 9. REFERENCIAS

- **DIA**, "Plan de Cierre del Vertedero Actual de la Planta de Celulosa Arauco", del titular Celulosa Arauco y Constitución S.A
- **Resolución Exenta N° 202, de 2012**, de la Comisión de Evaluación Región del Biobío (en adelante, RCA202), que califica ambientalmente favorable la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Plan de Cierre del Vertedero Actual de la Planta de Celulosa Arauco", del titular Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- **Resolución Exenta 223** "Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental"
- **DS N°38/2013** "Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental"

## **10. ANEXOS**

Anexo 1 Informe Resultados Análisis Laboratorio

Anexo 2 Informe Resultados Análisis Terreno

Anexo 3 Formato Calidad Agua Subterránea RCA 202\_RE 894

Anexo 4 Acta de Terreno Muestreo Pozos