



CODELCO

# Informe Medición Flujómetro salida Tranque La Ola

División Salvador

CODELCO CHILE DIVISIÓN SALVADOR  
MARZO 2022

---

## INDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA MEDIDA.....	3
2. OBJETIVO Y ALCANCE .....	4
3. DESARROLLO .....	4
3.1 Descripción del flujómetro .....	4
3.2 Principio de trabajo flujómetro .....	4
3.3. Mano de obra .....	4
4. ANALISIS DE DATOS.....	6
4.1Entrega de caudal instantáneo y volumen acumulado por día .....	6
5.0 CONCLUSION .....	7

## ANEXOS

1. Anexo 1: Registro mensual de caudales
2. Anexo 2: Reporte diario del caudal

## 1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA MEDIDA

CODELCO reestablecerá un flujo de agua superficial aguas abajo del tranque La Ola, a todo evento, en un caudal promedio mensual de 30 l/s a partir del 15 de abril del 2021, en la salida del tranque La Ola, esto equivale a un volumen estimado anual de 946.080 m<sup>3</sup>/año. Con ello se busca asegurar un escurrimiento superficial constante desde el río La Ola hacia la fuente hídrica, que contribuya a aumentar la recarga natural del acuífero del Salar de Pedernales.

Dados los caudales máximos autorizados en la Resolución Exenta N° 19/2020 (RCA N° 19/2020) de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama que resolvió favorablemente el Proyecto Rajo Inca (PRI) y los derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos en el tranque La Ola, en eventos en que el caudal instantáneo disponible supere los 800 l/s, el excedente aumentará el caudal de escurrimiento hacia aguas abajo. Ello, porque los límites promedio de extracción establecidos en el PRI, permiten que eventualmente, en periodos puntuales, se llegue hasta los 800 l/s, que es el caudal instantáneo autorizado en los derechos de aprovechamiento constituidos en dicho punto de captación.

El caudal señalado se medirá en el tranque La Ola de manera continua a través de un flujómetro y será reportado anualmente, al Consejo de Defensa del Estado (CDE) y la Dirección General de Aguas (DGA).



Figura 1. Ubicación Flujómetro.

Equipo	Coordenadas Uso 19 J WGS 84	
	Este (m)	Norte (m)
Flujómetro	493600	7073150

---

## 2. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo del presente informe es realizar el análisis de las mediciones registradas desde el 01 al 31 de marzo del presente año, para verificar el cumplimiento del compromiso establecido en Avenimiento Codelco - CDE ante 1er. Tribunal Ambiental de Antofagasta.

La ubicación y/o alcance de la medida, se lleva a cabo en el sector La Ola, específicamente aguas abajo del tranque La Ola.

## 3. DESARROLLO

### 3.1 Descripción del flujómetro

El flujómetro instalado es un Woltex M, que corresponde a un medidor Woltmann horizontal de diámetro nominal (DN) 200 mm o 8 pulgadas.

Dado su rango de medición extendido, está diseñado para cubrir todas las aplicaciones que requieren una alta confiabilidad y precisión.

Este flujómetro está disponible en varias longitudes y tipos de conexión, sus mecanismos intercambiables permiten una fácil mantención sin necesidad de recalibración, además de una fácil lectura aún en los ambientes más difíciles (ej: pozos inundados) es asegurada por un registrador orientable sellado herméticamente (totalizador en cobre y vidrio mineral).

### 3.2 Principio de trabajo flujómetro

La velocidad del agua hace girar una hélice horizontal. La forma especial de su cojinete interno y externo contrarresta el empuje natural aplicado en el propulsor, previniendo el desgaste prematuro del pivote posterior de la turbina. Este balance hidrodinámico fue originalmente patentado para todos los flujómetros Woltex en 1985 y aún sigue distinguiéndose por su durabilidad. Esto resulta en un medidor que resiste altos caudales sostenidos sin afectar la precisión en caudales bajos.

Esto permite al flujómetro Woltex estar aprobado conforme a las recomendaciones de CEE/ISO con un rango de caudal nominal extendido. La rotación de la turbina es transferida al registrador mediante un acople magnético directo. El cuerpo de hierro está protegido contra los efectos de la corrosión por una cubierta de pintura epoxy altamente durable. El sellado hermético del registrador de cobre y vidrio mineral garantiza la lectura y la integridad del indicador en ambientes hostiles (zonas geográficas extremas, otras intervenciones, etc.).

### 3.3. Lectura del flujómetro

Considerando que el flujómetro es del tipo totalizador, la medición se realiza todos los días a las 08:00 hr; no obstante ello se verifica el funcionamiento diariamente a las 08:00, 13:00 y 18:00 hr. Esto con su respectivo respaldo fotográfico (éste se observa en el Anexo 2. Reporte diario mensual). La diferencia de lecturas obtenidas entre un día con respecto a la del día anterior, dividido por los segundos totales en un día (86.400) entrega el caudal pasante instantáneo diario en (l/s).

Esta actividad se lleva a cabo bajo el contrato Contrato N° 4800000218 “Servicio de operación, mantenimiento industrial y control de calidad de hormigones, áridos y otros” de la Superintendencia de Aguas y Relaves, empresa SALFA Mantenciones S.A.

#### **3.4. Mano de obra**

El personal que ejecuta las mediciones consiste en 04 operadores que se desempeñan en un turno de 14x14 días.

Para la correcta ejecución de la actividad, los operadores son coordinados y supervisados por un profesional de la Superintendencia de Aguas y Relaves, a través de su área de Suministro Hídrico.

#### 4. ANALISIS DE DATOS

##### 4.1 Entrega de caudal instantáneo y volumen acumulado por día

Las mediciones diarias de caudal instantáneo y volumen acumulado versus caudal y volumen a entregar se presentan a continuación:

Día	Fecha	Caudal medio diario instantáneo (l/s) <sup>(*)</sup>	Caudal diario requerido (l/s)	Diferencia caudal instantáneo (%)	Caudal diario medido (m3/día) <sup>(***)</sup>	Caudal diario requerido (m3/día)	Diferencia Caudal acumulado (%)
1	01.03.2022	32,6	30	8,6	2.814	2.592	8,6
2	02.03.2022	34,2	30	13,9	2.952	2.592	13,9
3	03.03.2022	29,5	30	-1,5	2.552	2.592	-1,5
4	04.03.2022	33,1	30	10,2	2.856	2.592	10,2
5	05.03.2022	30,7	30	2,2	2.649	2.592	2,2
6	06.03.2022	28,3	30	-5,6	2.448	2.592	-5,6
7	07.03.2022	29,9	30	-0,2	2.587	2.592	-0,2
8	08.03.2022	33,1	30	10,2	2.856	2.592	10,2
9	09.03.2022	30,5	30	1,8	2.638	2.592	1,8
10	10.03.2022	29,2	30	-2,8	2.519	2.592	-2,8
11	11.03.2022	30,8	30	2,6	2.660	2.592	2,6
12	12.03.2022	29,4	30	-1,9	2.543	2.592	-1,9
13	13.03.2022	29,4	30	-2,0	2.541	2.592	-2,0
14	14.03.2022	30,0	30	0,0	2.593	2.592	0,0
15	15.03.2022	30,3	30	0,9	2.615	2.592	0,9
16	16.03.2022	29,9	30	-0,2	2.586	2.592	-0,2
17	17.03.2022	30,0	30	0,1	2.595	2.592	0,1
18	18.03.2022	30,1	30	0,3	2.599	2.592	0,3
19	19.03.2022	30,3	30	1,0	2.619	2.592	1,0
20	20.03.2022	30,0	30	-0,1	2.590	2.592	-0,1
21	21.03.2022	29,9	30	-0,3	2.583	2.592	-0,3
22	22.03.2022	25,2	30	-15,9	2.181	2.592	-15,9
23	23.03.2022	27,1	30	-9,6	2.344	2.592	-9,6
24	24.03.2022	21,3	30	-29,0	1.841	2.592	-29,0
25	25.03.2022	17,5	30	-41,7	1.512	2.592	-41,7
26	26.03.2022	16,9	30	-43,6	1.463	2.592	-43,6
27	27.03.2022	16,7	30	-44,5	1.439	2.592	-44,5
28	28.03.2022	16,0	30	-46,8	1.379	2.592	-46,8
29	29.03.2022	91,1	30	203,7	7.873	2.592	203,7
30	30.03.2022	47,1	30	56,9	4.066	2.592	56,9
31	31.03.2022	30,6	30	1,9	2.642	2.592	1,9
		<b>30,7 l/s</b>	<b>30 l/s</b>	<b>2,2%</b>	<b>2.650 m<sup>3</sup>/día</b>	<b>2.592 m<sup>3</sup>/día</b>	<b>2,2%</b>
		<b>Caudal medio mensual<sup>(**)</sup></b>	<b>Caudal requerido</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Caudal medio mensual</b>	<b>Caudal requerido</b>	<b>Diferencia</b>

(\*) El caudal diario se obtiene a partir del valor de caudal acumulado diario multiplicado por 1.000 y dividido por 86.400.

(\*\*) El caudal mensual se obtiene de la diferencia de la lectura de las 08:00 hr del día 31.03.2022 y la lectura de las 08:00 hr del día 28.02.2022 multiplicado por 1.000 y dividido por 2.592.000.

(\*\*\*) El caudal acumulado diario se obtiene de la diferencia de lectura de las 08:00 hr del día anterior versus la lectura de las 08:00 hr del día actual

Del análisis se desprende que existen 16 días con un caudal instantáneo promedio diario bajo los 30 l/s y por consiguiente, un volumen acumulado inferior a 2.592 m<sup>3</sup>/día. Sin embargo el caudal promedio mensual es superior a los 30 l/s.

El detalle de las mediciones se presenta en el Anexo 1 “Registro mensual de caudales”, en el cual se consolida las lecturas que se hicieron del flujómetro a las 08:00 hr de cada día del mes. Adicionalmente a las 13:00 y 18:00 hr se hizo una inspección del flujómetro, registrándose la lectura del mismo y las actividades de mantención, cuando estas se realizaron. Complementariamente, en la misma planilla, se registró el nombre del operador responsable de la lectura del flujómetro y de la actividad de mantención, cuando ello ocurrió.

En el Anexo 2 “Reporte diario del caudal” se visualiza el registro diario con una fotografía del contador del flujómetro.

## 5.0 CONCLUSION

Durante el mes de marzo 2022, se obtuvieron los siguientes resultados en relación a la entrega de caudal en la salida del Tranque La Ola:

Promedio Caudal instantáneo mensual pasante (**) (l/s)	Compromiso Caudal promedio mensual (l/s)	<b>Se entrega un 2,2% adicional de caudal de lo exigido en el avenimiento, por lo tanto, Cumple con lo establecido en Avenimiento.</b>
<b>30,7</b>	<b>30</b>	