



# **Informe Análisis Estadístico de Monitoreos del Efluente de Planta de Tratamiento de RILes**

**Aconcagua Foods S.A.**  
**Región Metropolitana, Chile**

Agosto, 2016

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
3.1. Marco Normativo .....	2
3.2. Metodología de análisis del comportamiento de los parámetros del efluente .....	4
3.3. Presentación de la Información Analizada .....	5
3.4. Resultados Parámetros Monitoreados .....	1
3.4.1 DBO <sub>5</sub> .....	1
3.4.2 Aceites y Grasas.....	2
3.4.3 Fósforo Total.....	4
3.4.4 Nitrógeno Total .....	6
3.4.5 Poder Espumógeno .....	7
3.4.6 Sólidos Suspendidos Total .....	8
3.4.7 Coliformes Fecales .....	9
3.4.8 Cloruros .....	11
3.4.9 Hidrocarburos Fijos .....	11
3.4.10 Sulfatos .....	12
3.4.11 Zinc .....	13
<b>4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Tabla nº 1 Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales.....	2
Tabla 3-2 Límites Máximos Res Ex N°138/2012.....	3
Tabla 3-3 Límites Máximos Res Ex N°638/2014.....	3
Tabla 3-4 Consolidado Monitoreo RILes 2014 -2016 .....	1
Tabla 3-5: Análisis de regresión lineal de DBO5 2014,2015, 2016 .....	2
Tabla 3-6: Análisis de regresión lineal de la media en Aceites y Grasas 2014,2015, 2016 .....	3
Tabla 3-7: Análisis de regresión lineal de la media en Fósforo 2014,2015, 2016 .....	4
Tabla 3-8: Análisis de regresión lineal de la media en Fósforo 2014,2015, 2016 .....	6
Tabla 3-9: Análisis de regresión lineal de la media en Sólidos Suspendidos Totales 2014,2015, 2016.....	8
Tabla 3-10: Análisis de regresión lineal de la media en Coliformes Fecales 2014, 2015, 2016 .....	10
Tabla 3-11: Correlación de Pearson para todos los parámetros .....	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Comportamiento en el tiempo de DBO <sub>5</sub> .....	1
Figura 3-2 Comportamiento en el tiempo de Aceites y Grasas .....	3
Figura 3-3 Comportamiento en el tiempo del Fósforo Total.....	4
Figura 3-4: Comportamiento del Fósforo y NTK en el tiempo.....	5
Figura 3-5 Comportamiento Temporal Nitrógeno Total .....	6
Figura 3-6 Comportamiento Temporal Poder Espumógeno .....	7
Figura 3-7 Comportamiento Temporal Sólidos Suspendidos Total .....	8
Figura 3-8 Comportamiento en el tiempo de los Coliformes Fecales .....	10
Figura 3-9 Comportamiento en el tiempo de Cloruros .....	11
Figura 3-10 Comportamiento en el tiempo de Hidrocarburos Fijos .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe entrega los resultados del análisis de los monitoreos realizados por Aconcagua Foods S.A., entre Enero 2014 y Julio 2016, para el efluente de la Planta de Tratamiento de RILes calificada ambientalmente favorable por la RCA N° 465/2013 del proyecto “Regularización y Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de RILES Aconcagua Foods”.

El mencionado análisis de los monitoreos se realizará en función de lo establecidos en el Decreto Supremo N° 90/2000, en cuanto al límite máximo permitido de los parámetros muestreados y a lo referido en el siguiente acápite:

*“6.4.2. No se considerarán sobrepasados los límites máximos establecidos en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 del presente decreto:*

*a) Si analizadas 10 o menos muestras mensuales, incluyendo los remuestreos, sólo una de ellas excede, en uno o más contaminantes, hasta en un 100% el límite máximo establecido en las referidas tablas.”*

## 2. OBJETIVOS

- Verificar el cumplimiento del límite máximo establecido en el Decreto Supremo N° 90/2000 en su Tabla N°1 para los parámetros muestreados.
- Analizar el comportamiento de los parámetros monitoreados temporalmente, mediante análisis estadísticos de sus resultados.

## 3. ANTECEDENTES

Aconcagua Foods entregó todos los monitoreos realizados desde Enero de 2014 a Julio 2016 a Gestión Ambiental Consultores S.A. (GAC), para realizar el análisis del cumplimiento del Decreto Supremo N° 90/2000.

En el Anexo 1 se presentan todos los monitoreos realizados por los laboratorios Ariqueam América S.A., DICTUC y Hidrolab S.A.

### 3.1. Marco Normativo

Aconcagua Foods S.A., a través de su RCA N° 465/2013 (considerando 3.2.7 numeral ii)) establece que:

*“El proyecto en sí, genera un efluente líquido, no obstante, es un efluente tratado que permite que sea descargado a un curso de agua superficial, dando cumplimiento a los requisitos físico-químicos exigidos por la normativa vigente (Tabla N°1 del D.S. N°90/00 del MINSEGPRES).”*

El Decreto Supremo N° 90/2000 en su numeral 4.2. fija los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de aguas fluviales, en específico:

**Tabla 3-1 Tabla n° 1 Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales**

Contaminantes	Unidad	Expresión	Límite máximo permitido
Aceites y Grasas	Mg/L	A y G	20
Aluminio	Mg/L	Al	5
Arsénico	Mg/L	As	0,5
Boro	Mg/L	B	0,75
Cadmio	Mg/L	Cd	0,01
Cianuro	Mg/L	CN <sup>-</sup>	0,20
Cloruros	Mg/L	Cl <sup>-</sup>	400
Cobre Total	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr <sup>6+</sup>	0,05
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	35 *
Fósforo	mg/L	P	10
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1,5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5
Manganeso	mg/L	Mn	0,3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1
Níquel	mg/L	Ni	0,2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
Pentaclorofenol	mg/L	C <sub>6</sub> OHCl <sub>5</sub>	0,009
PH	Unidad	pH	6,0 -8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05
Poder Espumógeno	mm	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80 *
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000
Sulfuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	1

Temperatura	Cº	Tº	35
Tetracloroetano	mg/L	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	0,04
Tolueno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	0,7
Triclorometano	mg/L	CHCl <sub>3</sub>	0,2
Xileno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3

A través de la Resolución Exenta N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), establece un programa de monitoreo de la calidad del efluente correspondiente a la descarga de residuos industriales líquidos del Establecimiento Industrial, Aconcagua Foods S.A., ubicado en Buin.

Dicha resolución fija los límites máximos permitidos para los parámetros o contaminantes asociados a la descarga y el tipo de muestra que debe ser tomada para su determinación.

**Tabla 3-2 Límites Máximos Res Ex N°138/2012**

Parámetro o Contaminante	Unidad	Límite Máximo	Tipo de Muestra	Frecuencia Mensual Mínima
Caudal (VDD)	m <sup>3</sup> /d	11.800	-	Diaria
Aceites y Grasas	mg/L	20	Compuesta	1
DBO <sub>5</sub>	mg/L	35	Compuesta	1
Fósforo	mg/L	10	Compuesta	1
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	50	Compuesta	1
pH	Unidad	6,0-8,5	Puntual	3 en un día de control
Poder Espumógeno	mm	7	Compuesta	1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	Compuesta	1
Temperatura	ºC	35	Puntual	3 en un día de control

Posteriormente a través de la Resolución Exenta N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), establece un programa de monitoreo provisional de la calidad del efluente correspondiente a la descarga de residuos industriales líquidos del Establecimiento Industrial, Aconcagua Foods S.A., ubicado en Buin.

Dicha resolución fija los límites máximos permitidos para los parámetros o contaminantes asociados a la descarga y el tipo de muestra que debe ser tomada para su determinación.

**Tabla 3-3 Límites Máximos Res Ex N°638/2014**

Punto de Muestreo	Parámetro o Contaminante	Unidad	Límite Máximo	Tipo de Muestra	Nº de Días de control mensual
-------------------	--------------------------	--------	---------------	-----------------	-------------------------------

Cámara de Monitoreo	pH	Unidad	6,0-8,5	Puntual	1 <sup>(3)</sup>
	Temperatura	°C	35	Puntual	1 <sup>(3)</sup>
	Aceites y Grasas	mg/L	20	Compuesta	1
	Coliformes Fecales o Termotolerantes	mg/L	1.000	Puntual	1
	Cloruro	mg/L	400	Compuesta	1
	DBO <sub>5</sub>	mg/L	35	Compuesta	1
	Fósforo	mg/L	10	Compuesta	1
	Hidrocarburos Fijos	mg/L	10	Compuesta	1
	Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	50	Compuesta	1
	Poder Espumógeno	mm	7	Compuesta	1
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	Compuesta	1
	Sulfato	mg/L	1.000	Compuesta	1
	Zinc	mg/L	3	Compuesta	1

### 3.2. Metodología de análisis del comportamiento de los parámetros del efluente

Se ha realizado el análisis estadístico de todos los parámetros del efluente de la Planta de Tratamiento de RILes de Aconcagua Foods con la finalidad de verificar la presencia o ausencia de cambios o alteraciones de su comportamiento en el tiempo.

Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el Programa de Monitoreo definido en la Resolución Exenta N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y su posterior actualización en la Resolución Exenta N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) (ver Tabla 3-3).

Considerando que la data presenta mediciones que informan “bajo el límite de detección” y que en general es probable que las variables presenten una distribución de frecuencias asimétrica (es habitual en análisis de calidad del agua), se utiliza para su análisis, el software Pro UCL versión 5.1 de la EPA, que está especialmente orientado a aplicaciones ambientales para datas con o sin datos bajo el límite de detección y que provee métodos estadísticos que se hacen

cargo de distribuciones asimétricas, utilizando métodos no paramétricos. El software ProUCL<sup>1</sup> se sustenta en rigurosos métodos estadísticos que pueden ser utilizados para realizar estimaciones más correctas de los parámetros en base a la data disponible y apoyar así de manera más sólida las conclusiones respecto del comportamiento de los parámetros.

Esta herramienta también permite la identificación de “outliers” que corresponden a valores que, de acuerdo al análisis estadístico del conjunto de resultados del parámetro, se concluye que son valores que están anormalmente por sobre los valores esperados.

El análisis se complementa con representaciones gráficas que dan cuenta de la dispersión de los parámetros con determinación de la tendencia (lowest), identificando las fechas de medición en la abscisa y las concentraciones en la ordenada para evaluar su comportamiento en el tiempo. Todos los gráficos fueron realizados en Stata 14.

En el caso, en que los gráficos verifiquen un comportamiento diferente en el tiempo, se realizó un análisis adicional para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas de comportamiento de la media y de la mediana entre los años 2014, 2015 y 2016, utilizando regresión lineal. La ventaja de la regresión lineal de la mediana es que permite analizar las tendencias garantizando una mayor robustez ante la presencia de outliers.

Finalmente se realiza un análisis de correlación de Pearson, que permite verificar si el comportamiento de algún parámetro está directamente relacionado con el cambio de otro parámetro en las mismas fechas. Este análisis intenta entregar información que permita esclarecer si los cambios observados en los parámetros están relacionados entre sí.

### **3.3. Presentación de la Información Analizada**

Los informes de monitoreos de RILes presentados por Aconcagua Foods S.A., se adjuntan en el Anexo 1.

En la siguiente tabla se presenta el consolidado de información obtenida con los informes de monitoreo realizados por los laboratorios Ariqueam América S.A., DICTUC y Hidrolab S.A en los periodos de Enero 2014 a Julio 2016, y en relación a las obligaciones de las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

---

<sup>1</sup> Programa EPA ProUCL Version 5.0. Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations (última versión de 2013).

Tabla 3-4 Consolidado Monitoreo RILes 2014 -2016

Monitoreos AF	DBO5	Aceites y Grasas	Fósforo Total	Nitrógeno Total kjeldahl	Poder Espumógeno	SST	Coliformes Fecales	Cloruros	Hidrocarburos Fijos	Sulfatos	Zinc
29-01-2014	3,98	8	<0,6	6,8	<1	15,5	-	-	-	-	-
11-02-2014	319	12	25,9	8,89	<1	98	-	-	-	-	-
25-02-2014	12,8	7,4	24,4	0,46	<1	40	-	-	-	-	-
20-03-2014	33,6	<4	45,3	10,9	<1	-	-	-	-	-	-
27-03-2014	16,4	<4	9,66	<0,1	<1	231	-	-	-	-	-
15-04-2014	55,7	<4	0,67	0,89	<1	39,1	-	-	-	-	-
29-04-2014	1,18	42,5	<0,6	<0,1	<1	34	-	-	-	-	-
16-05-2014	65	<4	<0,6	1,66	<1	54	-	-	-	-	-
30-05-2014	259	10,3	<0,6	1,73	<1	58,7	-	-	-	-	-
18-06-2014	13,2	13,3	<0,6	1,13	<1	32,8	-	-	-	-	-
25-06-2014	70,5	<4	<0,6	1,96	<1	64	-	-	-	-	-
01-07-2014	42,1	<4	2,2	1,6	<1	67,6	-	-	-	-	-
23-07-2014	12,1	6,84	<0,6	2,53	<1	67,4	-	-	-	-	-
30-12-2014	11	<4	1,51	1,17	<1	7,3	-	-	-	-	-
30-12-2014	11	<4	1,51	1,17	<1	7,3	-	-	-	-	-
21-01-2015	122	<4	<0,6	7,95	8	100	-	-	-	-	-
28-01-2015	16,9	<4	59,2	241	1	3	-	-	-	-	-
24-02-2015	66,8	13,9	7,04	2,67	<1	38	300	216	<5	131	<0,01
24-03-2015	12,77	<2	5,59	1,3	<1	12	-	207,1	<2	277,7	0,03
24-03-2015	12,77	<2	5,59	1,3	<1	12	-	207,1	<2	277,7	0,03

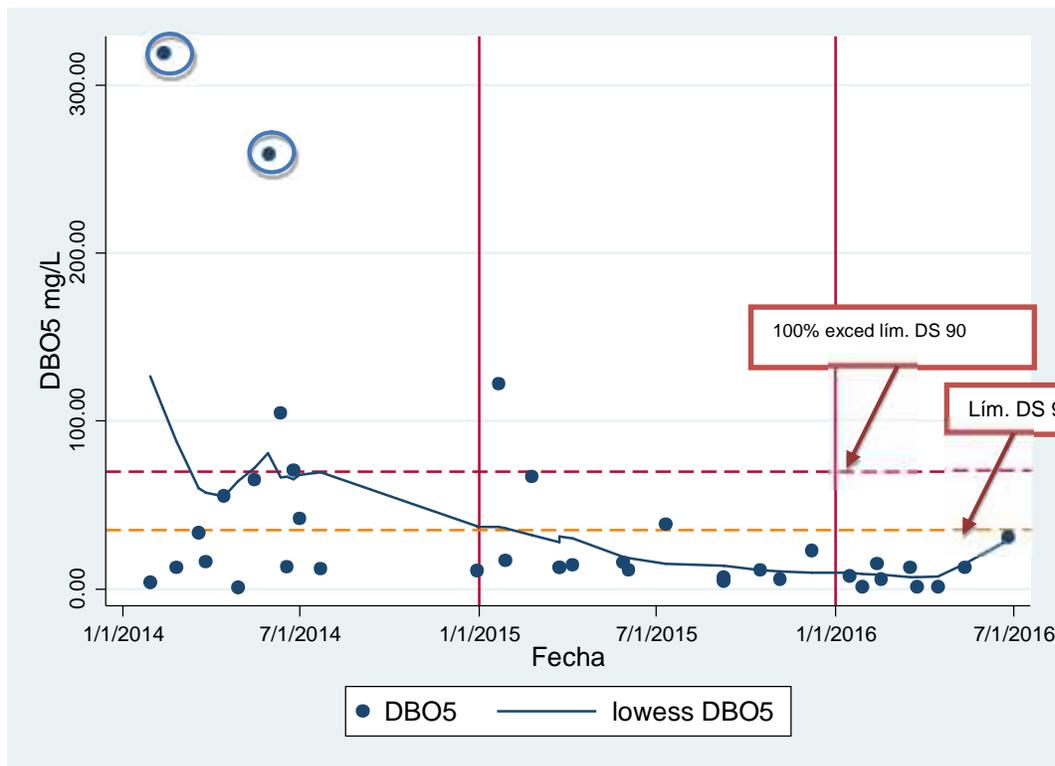
07-04-2015	14,5	<2	11,4	14,65	<1	<10	4	194	<2	288,3	0,03
28-04-2015	-	-	6,19	-	-	-	-	-	-	-	-
28-05-2015	15,76	<2	1,92	2,69	<1	10	10	207,5	<2	254,7	<0,01
03-06-2015	11,15	<2	0,36	0,7	<1	14	<2	273,8	<2	354,2	<0,01
11-07-2015	38,65	<2	<0,01	0,42	<1	51	40000	190,5	<2	281,7	0,14
08-09-2015	4,75	-	-	-	-	3	110	-	-	-	-
08-09-2015	7,1	<2	0,07	0,61	<1	<10	230	164,1	<2	260,3	<0,01
16-10-2015	11,2	<2	1,21	1,56	<1	<10	<2	149,1	<2	267,4	0,01
05-11-2015	5,9	<2	0,13	1,61	<1	<10	95	262,5	<2	461,3	0,07
08-12-2015	22,9	3,7	1,38	1,55	<1	23	27	300,2	<2	440,1	0,12
15-01-2016	7,88	<4	<0,6	4,21	<1	11	8	192	<4	313	0,07
28-01-2016	<2	<5	4,5	1,4	<2	10	900	229	<5	274	0,064
12-02-2016	15	<5	6,33	2,4	<2	19	1600	386	<5	379	0,034
17-02-2015	6,17	<4	<0,6	5,61	<1	19	500	279	<4	279	0,06
17-03-2015	13	<5	8,25	1,89	<2	26	1600	250	<5	312	0,022
24-03-2016	<2	<10	4,97	0,27	<2	10,5	170	311	<5	280	0,08
15-04-2016	<2	<5	1,5	5,8	<2	16	14*	168	<5	196	0,021
12-05-2016	13	<5	0,81	3,02	<2	25	<2*	178	<5	239	0,03
25-06-2016	31	<5	1,23	2,85	<2	90	<2*	234	<5	244	<5

### 3.4. Resultados Parámetros Monitoreados

#### 3.4.1 DBO<sub>5</sub>

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que existieron eventos puntuales de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, para los meses de Mayo 2014, Junio 2014 y Enero 2015, evidenciando un incumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para los meses en cuestión.

Figura 3-1 Comportamiento en el tiempo de DBO<sub>5</sub>



De acuerdo al análisis de datos atípicos denominados “outliers” el programa Pro UCL 5.1 de la EPA reconoce dos valores extremadamente anormales que se indican en el gráfico precedente (319 y 259 mg/L correspondiente a los meses de febrero y mayo del 2014). Se reconocen adicionalmente otros valores outliers de menor variabilidad (104,79 y 122 mg/L correspondiente a los meses de junio 2014 y enero 2015).

Al realizar el análisis de regresión lineal con la finalidad de comparar el comportamiento del parámetro entre los años 2014, 2015 y 2016 se concluye que entre el 2014 y el 2015 se produjo una reducción en la media de 38, 5 mg/L y esta reducción se mantuvo también para el año 2016

en que la reducción alcanza a 54,4 mg/L tomando como año base el 2014, lo cual para este último año si se reconoce con significancia estadística. El cuadro resumen del análisis de regresión lineal del parámetro DBO5 se presenta a continuación.

**Tabla 3-5: Análisis de regresión lineal de DBO5 2014,2015, 2016**

DBO5	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
2015	-38.52009	23.11747	-1.67	0.104	-85.40449	8.364314
2016	-54.42686	26.3204	-2.07	0.046	-107.8071	-1.046618

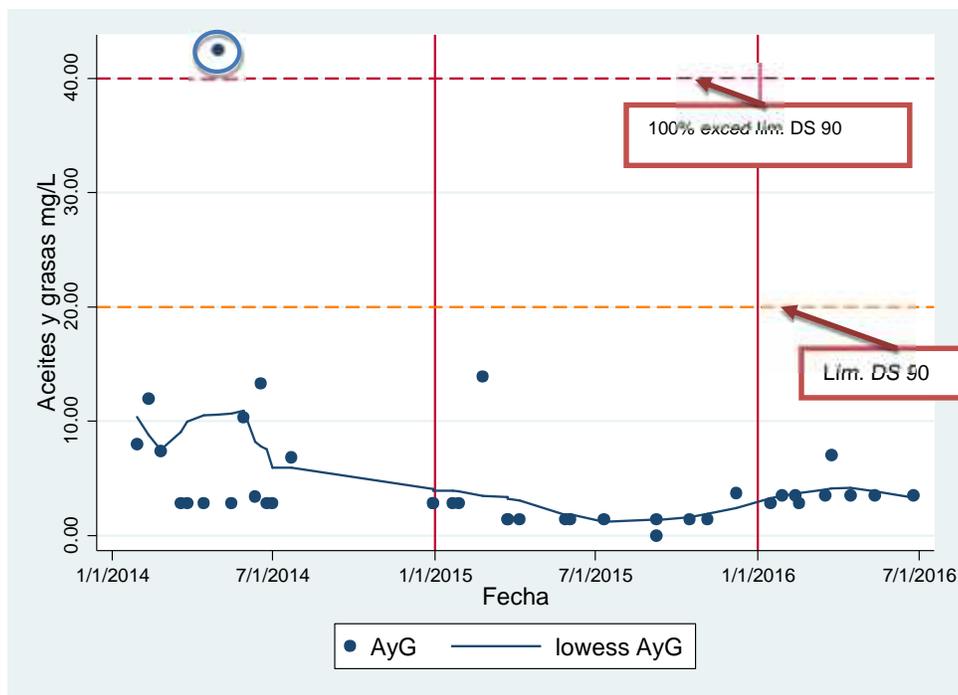
Fuente: análisis realizado con datos del monitoreo del efluente de Aconcagua Foods en Stata 14.

Por lo cual es posible concluir, que si bien existieron estos eventos de incumplimiento, que podrían ser atribuibles a problemas en el funcionamiento de la planta y sus ajustes de la puesta en marcha, procedimiento de toma de muestra, calidad de cumplimiento de las condiciones de la cadena de custodia u otro factor, el comportamiento en el tiempo da cuenta de un mejoramiento sistemático de las concentraciones que confirman importantes reducciones en las medias, se confirma que a partir de marzo del 2015 las concentraciones medidas en el efluente del parámetro en el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajustan a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.2 Aceites y Grasas

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que existió un evento puntual de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, para el mes de Abril 2014, evidenciando un incumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para el mes en cuestión. Este valor de 42,5 mg/L, analizado por ProUCL 5.1 de la EPA se confirma que corresponde a un valor atípico (outlier), que no se correlaciona con todo el resto de los valores observados antes y después de esta medición anormal, manteniendo en todos los monitoreos realizados concentraciones que están muy por debajo del límite normado por la tabla 1 del DS90/2000, como se observa en la figura siguiente (ver Figura 3-2).

**Figura 3-2 Comportamiento en el tiempo de Aceites y Grasas**



Al realizar el análisis de regresión lineal respecto del comportamiento de la media entre los años 2014, 2015 y 2016; nuevamente se confirma que la media anual del parámetro se redujo en 5,32 mg/L entre el 2015 respecto del 2014, siendo estadísticamente significativa esta reducción como se confirma en la tabla siguiente (ver Tabla 3-6).

**Tabla 3-6: Análisis de regresión lineal de la media en Aceites y Grasas 2014,2015, 2016**

Aceites y grasas	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
2015	-5.327622	2.468324	-2.16	0.038	-10.33362	-.3216293
2016	-4.126727	2.810311	-1.47	0.151	-9.826301	1.572847

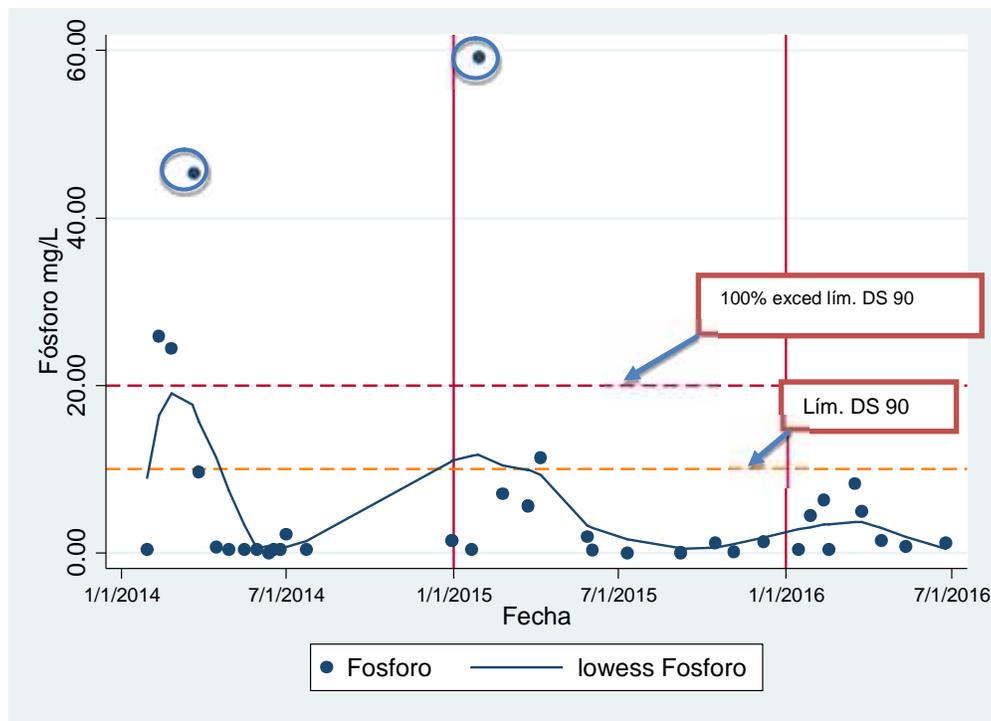
Si bien existió este evento de incumplimiento, se confirma que el comportamiento en el tiempo (2014-2016) del parámetro confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.3 Fósforo Total

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que existieron eventos puntuales de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, para los meses de Febrero 2014, Marzo 2014 y Enero 2015, evidenciando un incumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para los meses en cuestión.

Del análisis realizado con Pro UCL 5.1 de la EPA se confirma que al menos los valores detectados en marzo 2014 (45,3 mg/L) y enero 2015 (59,2 mg/L) son valores atípicos (outliers).

**Figura 3-3 Comportamiento en el tiempo del Fósforo Total**



El análisis de regresión lineal de la media, señala que a pesar de esos valores atípicamente elevados, la variación del parámetro entre los años 2014, 2015 y 2016 no ha sufrido cambios importantes (entre 0,4 y 3,9 mg/L) no siendo significativa estadísticamente esta variación (ver Tabla 3-7).

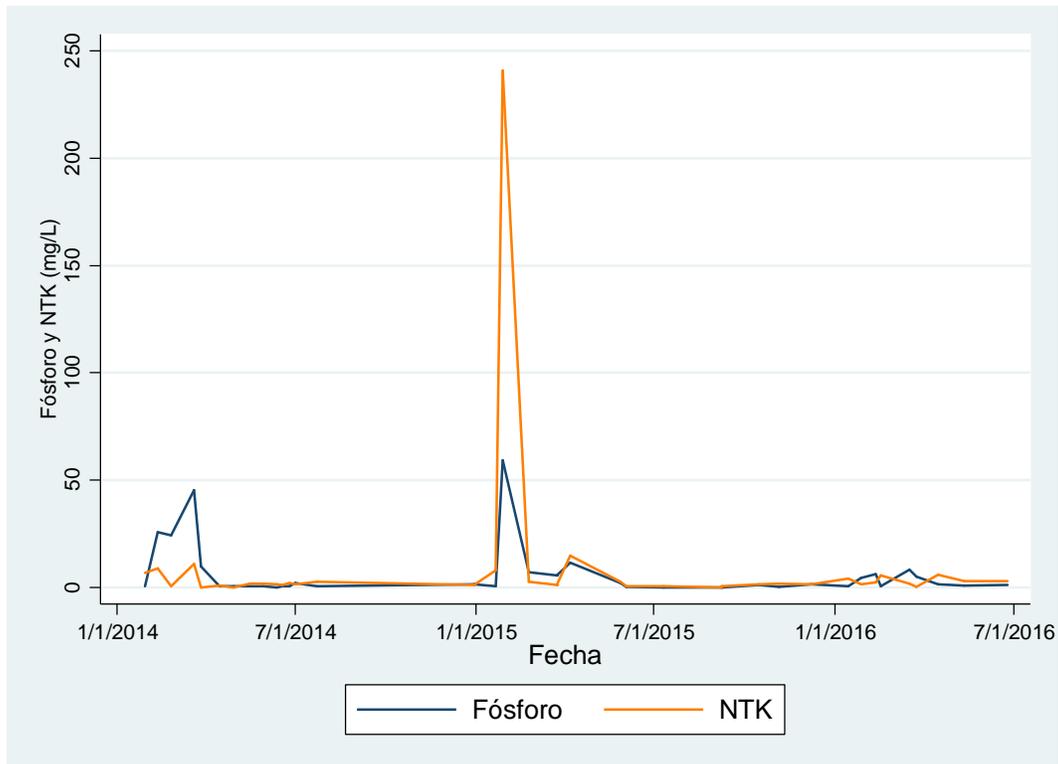
**Tabla 3-7: Análisis de regresión lineal de la media en Fósforo 2014,2015, 2016**

-----

Fosforo	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
2015	-0.3956942	4.643225	-0.09	0.933	-9.812591	9.021203
2016	-3.973096	5.286544	-0.75	0.457	-14.6947	6.748513

Al revisar el comportamiento de este parámetro y correlacionarlo con el nitrógeno total, ambos nutrientes que se utilizan para mantener el nivel de actividad del tratamiento biológico de los riles, se concluye que han una correlación elevada entre las elevaciones del fósforo y del nitrógeno tal como se presenta a continuación. Esto podría confirmar la hipótesis respecto de que estas alzas en ambos parámetros observadas el 2014 y a comienzos del 2015 podrían responder a estos ajustes, lo cual desaparece en el 2016. La correlación de Pearson es de 0.7273 con un  $p < 0,01$  al incluir el valor outlier lo cual confirma una elevada correlación. La figura siguiente muestra el comportamiento de ambos parámetros en el tiempo (ver Figura 3-4).

**Figura 3-4: Comportamiento del Fósforo y NTK en el tiempo**



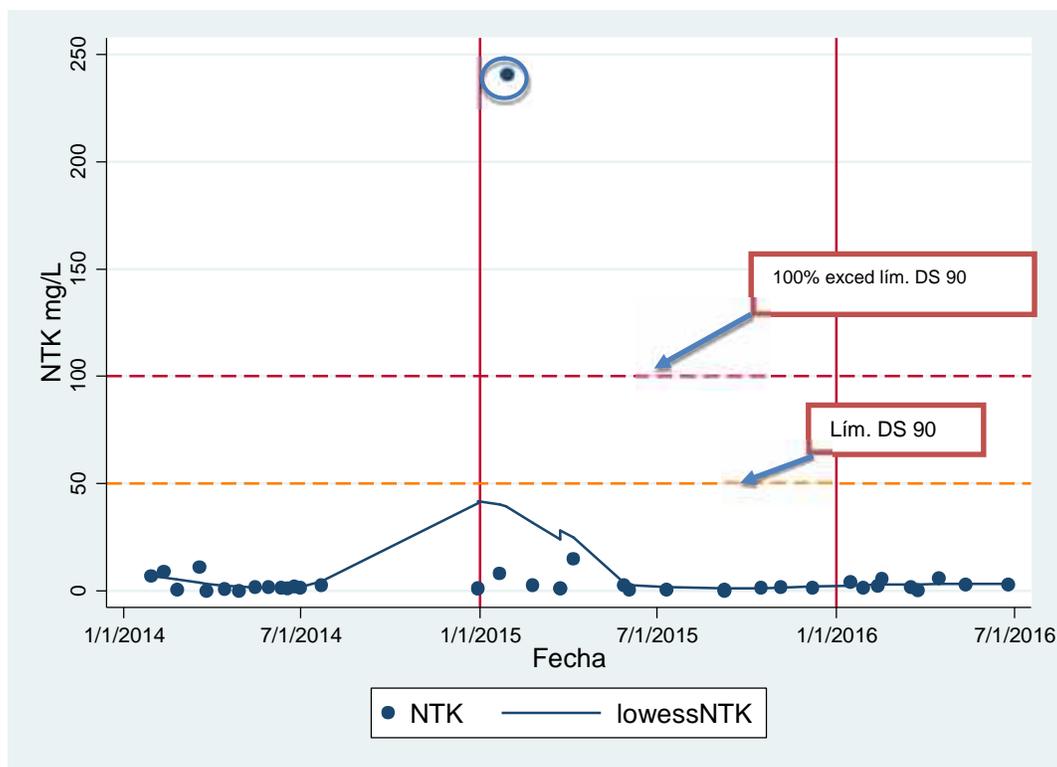
Si bien existieron estos eventos de incumplimiento, el comportamiento temporal del parámetro confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por

las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.4 Nitrógeno Total

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que solamente en una medición en estos tres años se ha superado el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento sostenido del Decreto Supremo N°90/2000 para prácticamente todos los meses en cuestión.

**Figura 3-5 Comportamiento Temporal Nitrógeno Total**



Al realizar el análisis de regresión lineal del comportamiento de este parámetros en el tiempo, se confirma que no hay diferencias significativas entre los años analizados, solamente la media del 2015 se ve fuertemente influida por el outlier, como se presenta en la tabla siguiente (ver Tabla 3-8).

**Tabla 3-8: Análisis de regresión lineal de la media en Fósforo 2014,2015, 2016**

---

Nitrógeno Total	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----------------	--------------	-----------	---	------	----------------------

---

2015	17.20714	14.04834	1.22	0.229	-11.2842	45.69849
2016	.3992862	15.99473	0.02	0.980	-32.03954	32.83811

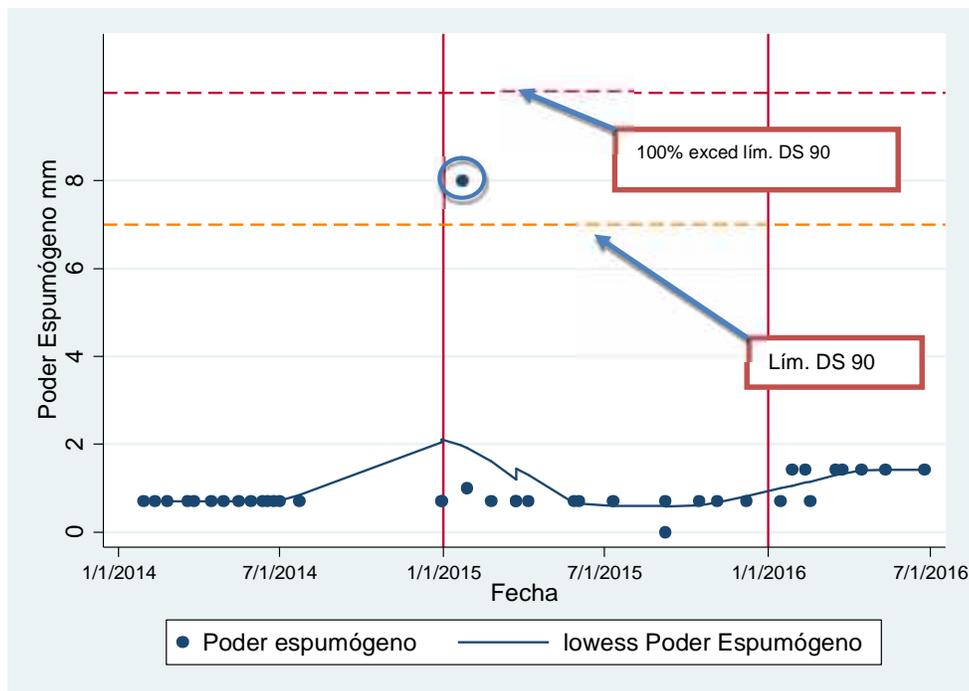
---

El comportamiento en el tiempo del parámetro se puede concluir que con excepción de una medición elevada en todo el resto de las mediciones antes y después, el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). Esto se ve reflejado en la Figura 3-5 Comportamiento Temporal Nitrógeno Total.

### 3.4.5 Poder Espumógeno

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que no existieron eventos de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para todos los meses en cuestión.

**Figura 3-6 Comportamiento Temporal Poder Espumógeno**

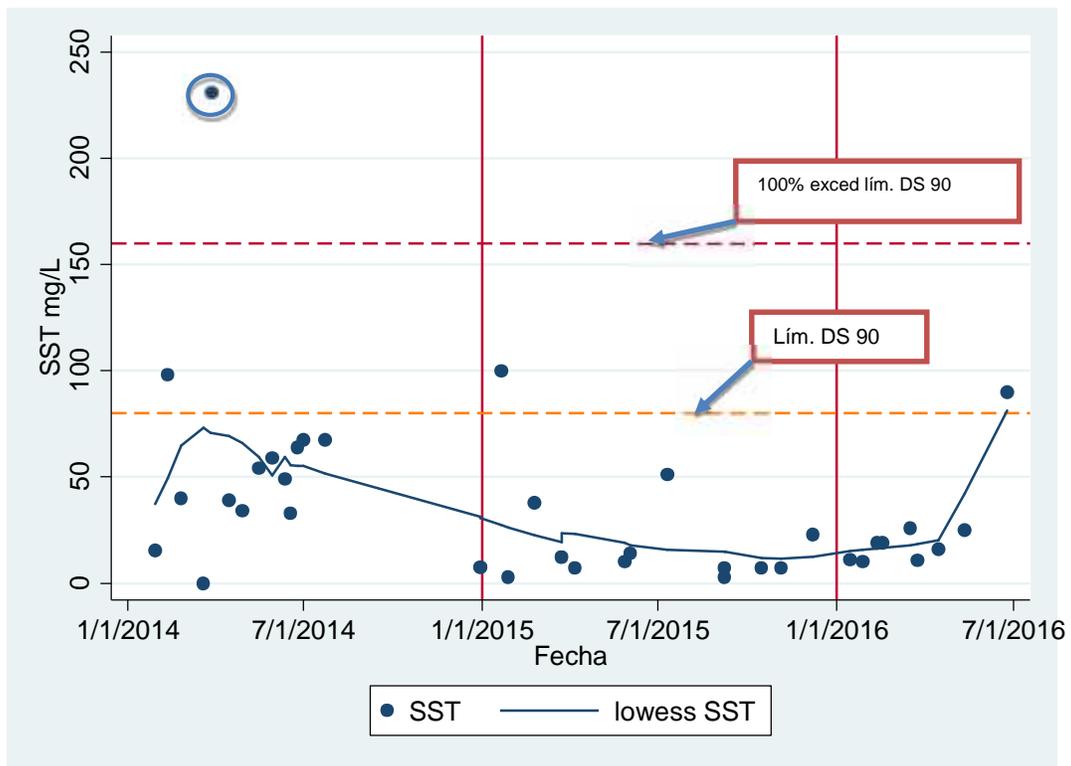


El comportamiento temporal del parámetro confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.6 Sólidos Suspendidos Total

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que existió un evento puntual de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, para el mes de Marzo 2014, evidenciando un incumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para el mes en cuestión. Este valor detectado en marzo del 2014 se reconoce como un valor atípico (outlier) al analizarlo con el ProUCL 5.1 de la EPA. Al analizar el comportamiento del parámetro durante el 2014, si bien se constata una mayor variabilidad de sus resultado, con excepción de este outlier nunca se supera el 100% sobre el límite de la norma, tal como se observa en la figura siguiente (ver Figura 3-7).

**Figura 3-7 Comportamiento Temporal Sólidos Suspendidos Total**



Al analizar la regresión lineal, se confirma que el parámetro ha experimentado una importante reducción en los monitoreos realizados durante el 2015 y 2016, constatándose reducciones de la media de 33,08 mg/L el 2015 que alcanza significancia estadística ( $p < 0,03$ ) y 28,93 mg/L el 2016 al compararlas con el años 2014, como se presenta en la siguiente tabla (ver Tabla 3-9).

**Tabla 3-9: Análisis de regresión lineal de la media en Sólidos Suspendidos Totales 2014,2015, 2016**

-----

SST	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
2015	-33.08594	14.68974	-2.25	0.030	-62.87813	-3.293765
2016	-28.93958	16.72501	-1.73	0.092	-62.85947	4.980306

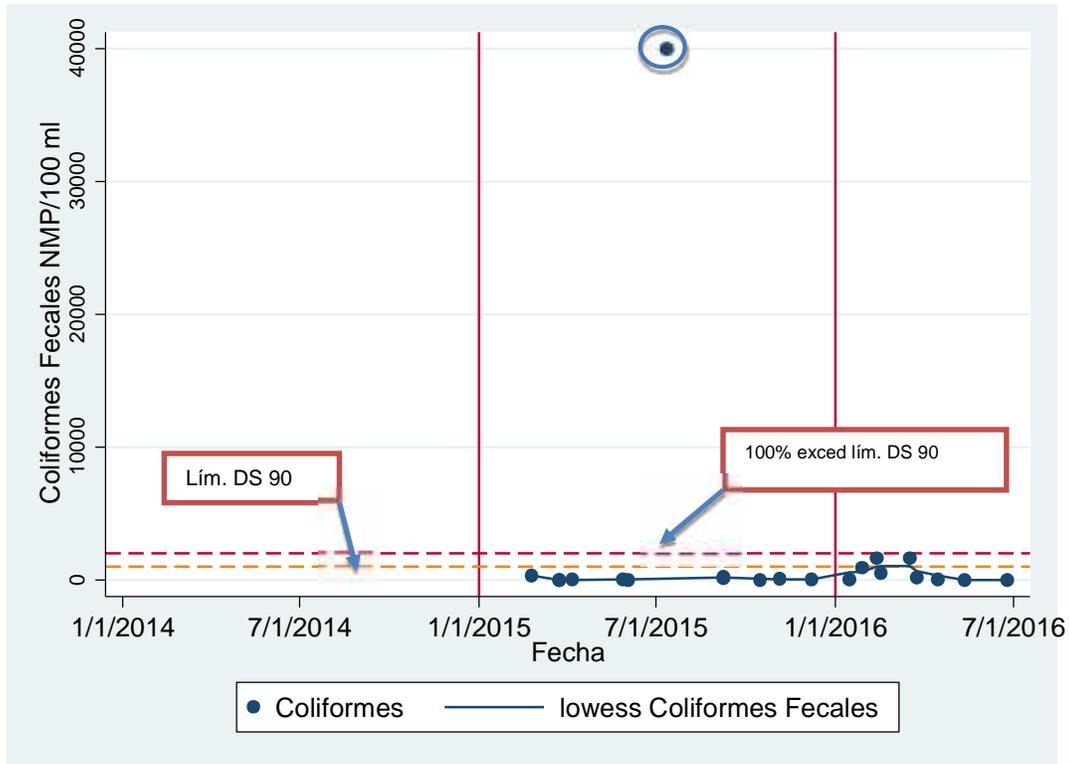
Si bien existió este evento puntual de incumplimiento, el comportamiento en el tiempo del parámetro confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.7 Coliformes Fecales

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que existió un evento puntual de extrema superación por sobre el límite máximo establecido en la norma (1.000 coliformes fecales en 100 ml).

Esta situación puntual ocurre el mes de Julio del 2015, que si bien confirma un incumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para el mes en cuestión, es posible concluir que este resultado evidentemente corresponde a un valor atípico debido a un error en el proceso de muestreo (toma de muestra, cadena de custodia) o equivocación en la medición del parámetro en laboratorio, ya que durante todo el tiempo de medición del parámetro en el efluente de la Planta de Aconcagua Foods, no se observa en ningún otro momento una alteración de esa magnitud de este parámetro. Adicionalmente llama la atención que esta situación se presenta en el período en que está reduciéndose la actividad productiva de la planta procesadora de frutas y es en un mes en que la temperatura ambiente no es favorable a la reproducción acelerada de los coliformes.

**Figura 3-8 Comportamiento en el tiempo de los Coliformes Fecales**



Al realizar el análisis de regresión lineal se confirma una importante reducción en la media del año 2016 respecto del 2015 que llega a 2.865 coliformes por cada 100 ml; sin que esta variación sea significativa estadísticamente, lo cual ratifica que el valor atípico si bien es un valor extremadamente alto por el hecho de ser único en todo el año no logra afectar el comportamiento de la media del año 2015 con el cual se compara el año 2016 (ver Tabla 3-10)

**Tabla 3-10: Análisis de regresión lineal de la media en Coliformes Fecales 2014, 2015, 2016**

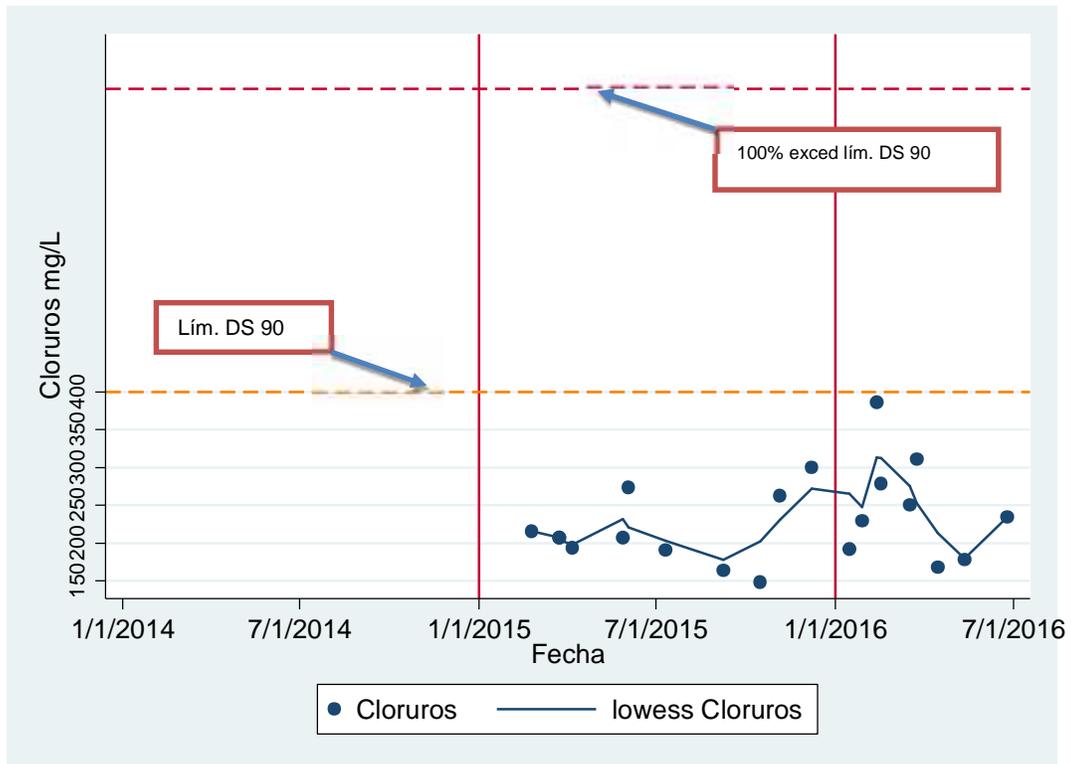
Coliformes Fec	Coef. Cambio	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
2016	-2865.477	3872.361	-0.74	0.468	-10970.42 5239.468

Por todo lo anterior, si bien existió este evento puntual de incumplimiento, el comportamiento en el tiempo del parámetro confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.8 Cloruros

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que no existieron eventos de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para todos los meses en cuestión.

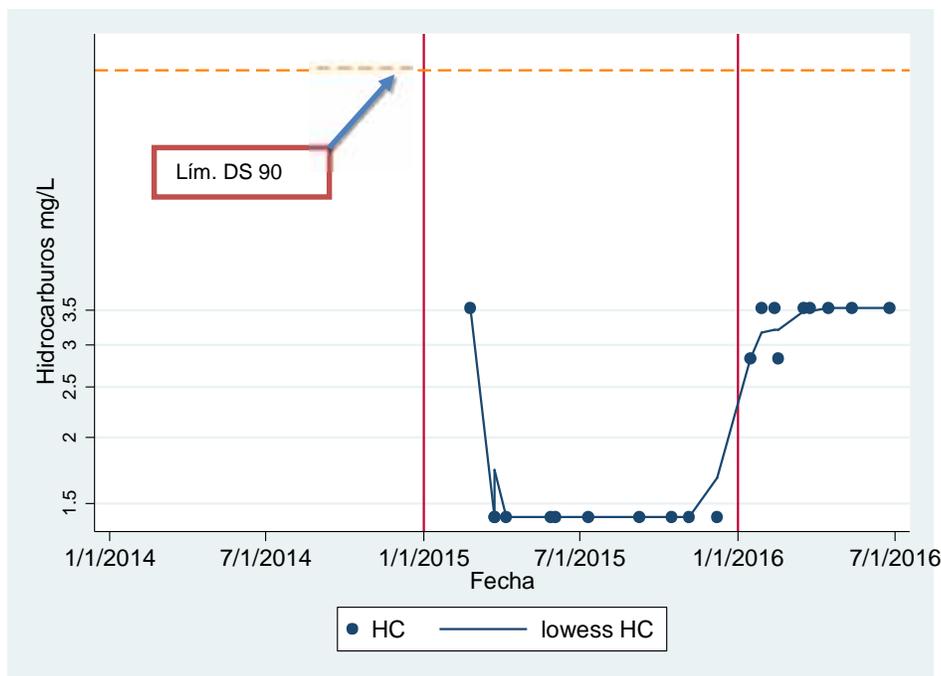
**Figura 3-9 Comportamiento en el tiempo de Cloruros**



El comportamiento temporal del parámetro se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). Considerando el total de mediciones a la fecha, es posible confirmar que la variabilidad del parámetro siempre se encuentra por debajo del límite normado.

### 3.4.9 Hidrocarburos Fijos

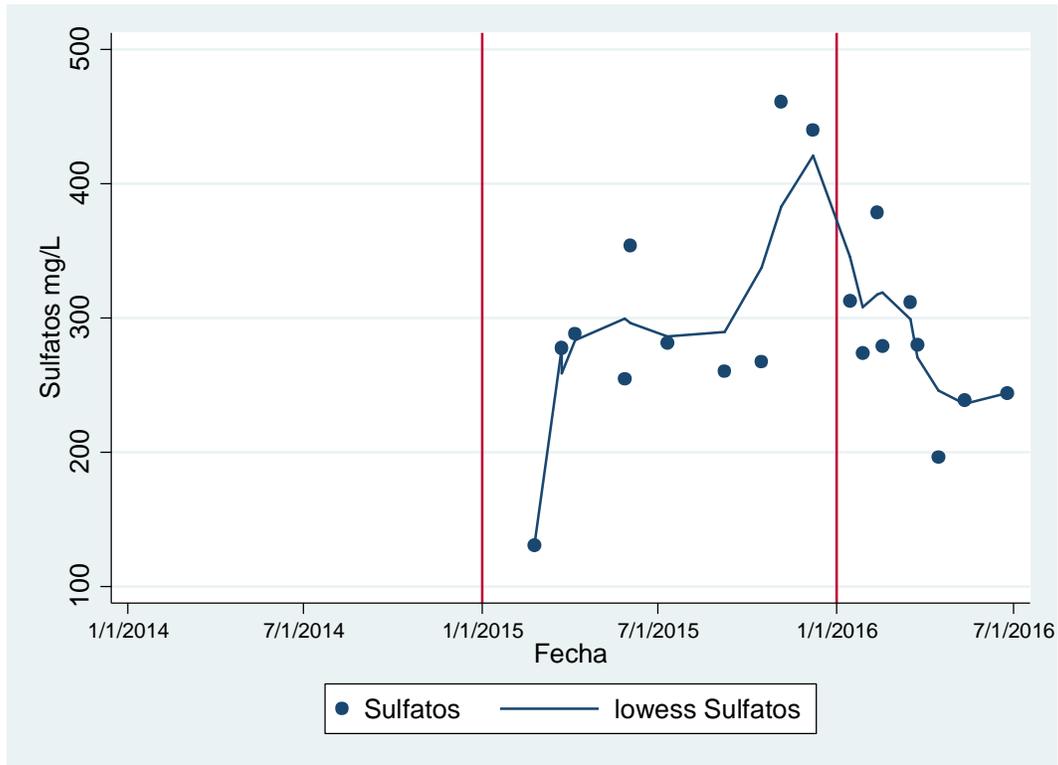
Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que no existieron eventos de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para todos los meses en cuestión.

**Figura 3-10 Comportamiento en el tiempo de Hidrocarburos Fijos**


Cabe señalar que prácticamente todos los valores registrados son bajo el límite de detección, siendo el límite de detección del laboratorio DICTUC el de menor magnitud (2 mg/L) y para AGQ Chile e Hidrolab se indican valores mayores en relación al límite de detección (4 y 5 mg/L), Sin perjuicio de lo anterior, se puede concluir que el comportamiento temporal del parámetro se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.10 Sulfatos

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que no existieron eventos de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para todos los meses en cuestión.

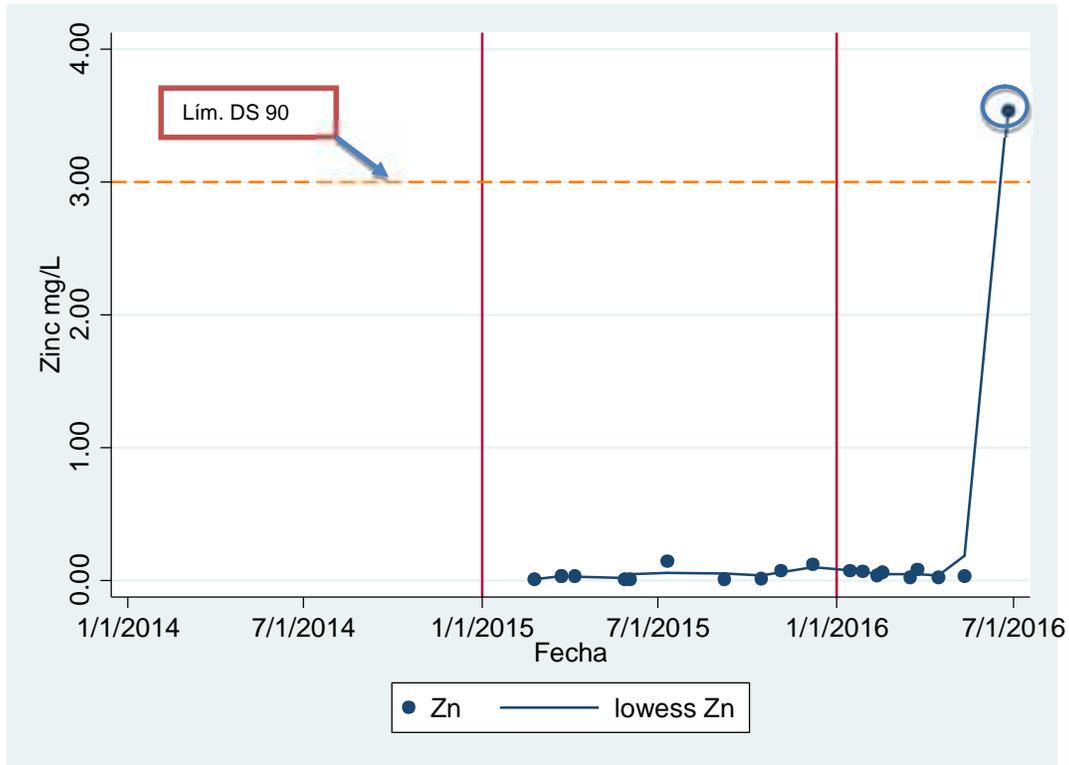


El análisis de regresión lineal de la media confirma una reducción de 19 mg/L en los valores del año 2016 respecto del 2015, sin alcanzar significancia estadística.

El comportamiento temporal del parámetro, que se encuentra en todas las mediciones por debajo del límite normado, confirma que el efluente de la Planta Aconcagua Foods se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

### 3.4.11 Zinc

Los monitoreos realizados para el parámetro referido indican que no existieron eventos de superación sobre el 100% del límite máximo establecido en la norma, evidenciando un cumplimiento del Decreto Supremo N°90/2000 para todos los meses en cuestión. Sin embargo desde el análisis con Pro UCL 5.1 de la EPA se confirma la presencia de un valor atípico que no se explica por el informe del laboratorio Hidrolab, ya que indica como “bajo el límite de detección” (< 5 mg/L) en consecuencia que el mismo laboratorio informa en muestras anteriores valores de concentraciones de zinc mucho más bajas: 0,03 mg/L; por lo cual es muy probable que se trate solamente de un error de transcripción del valor medido en el laboratorio.



El comportamiento temporal del parámetro se ajusta a las exigencias referidas por las Resoluciones Exentas N° 138/2012 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y N° 638/2014 de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

Finalmente al análisis la correlación del comportamiento en el tiempo entre los parámetros medidos, la correlación de Pearson señala que existe correlación entre al comportamiento de Fósforo y Nitrógeno Total; entre Sulfatos y Cloruros, y entre Hidrocarburos fijos con el Poder Espumógeno y Aceites y Grasas, como se presenta en la tabla siguiente (verTabla 3-11).

**Tabla 3-11: Correlación de Pearson para todos los parámetros**

Parámetros	DBO <sub>5</sub>	AyG	Fósforo	Nitrógeno Total	PE	SST	Coliformes
DBO <sub>5</sub>	1.0000						
AyG	0.1475	1.0000					
Fósforo	0.1211	-0.0198	1.0000				
Nitrógeno T	-0.0326	-0.0589	<b>0.7273*</b>	1.0000			
PE	0.1668	-0.0571	-0.0567	0.0206	1.0000		

SST		0.3791	0.0858	-0.0487	-0.1312	0.2347	1.0000
Coliformes		0.3579	-0.1207	-0.1853	-0.1702	-0.0909	0.3627
Cloruros		-0.0539	0.1860	0.1725	-0.1781	0.2690	0.0350
Hidrocarburos		0.0553	0.5939*	0.1868	0.0161	0.8220*	0.3312
Sulfatos		-0.3588	-0.4606	-0.1619	-0.1484	-0.1570	-0.2483
Zinc		0.2415	0.0230	-0.1494	-0.0057	0.3103	0.8324*

#### 4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS

De todo el análisis realizado en relación al comportamiento de los parámetros exigidos en el Programa de Monitoreo del efluente de la Planta de Tratamiento de RILes de Aconcagua Foods es posible concluir que existe una sistemática y consistente reducción de las concentraciones de los parámetros medidos entre los años 2014, 2015 y 2016, siendo el año 2014 el de mayor variabilidad.

Esta variabilidad observada especialmente en algunos parámetros (DBO<sub>5</sub>, Fósforo y SST) es puntual, acotada a algunos escasos meses, y es probable que corresponda a los procesos de ajuste de la puesta en marcha del tratamiento biológico de la planta, el cual a partir del 2015 se normaliza, reduciendo de manera significativa las concentraciones medias de los parámetros que se observaron elevados el 2014. Adicionalmente se comprueba una correlación elevada entre el comportamiento del fósforo y el nitrógeno total.

Otros parámetros presentan valores elevados denominados outliers, que no se explican como parte del proceso productivo y de puesta en marcha de la planta, por lo cual es posible concluir que responden a errores ya sea en el proceso de toma de muestra, cadena de custodia y lectura de los parámetros en el laboratorio, ya que ni antes ni después se confirman variaciones de la magnitud puntual observada (aceites y grasas, NTK, coliformes fecales, poder espumígeno y zinc).

Durante el año 2016 las únicas superaciones puntuales detectadas en los respectivos muestreos son SST y Coliformes Fecales. Sin embargo, los remuestreos realizados dan cuenta de que la norma para esos parámetros no se encuentra superada.

Finalmente respecto de los otros parámetros exigidos (Cloruros, Sulfatos e Hidrocarburos fijos), no se observa incumplimientos del DS90 en ningún momento de los años estudiados.

