

REF.: Expediente Sancionatorio Rol D-001-2016.

MAT.: i) Presenta informe que indica. ii) Adjunta curriculum vitae de su autor.

Santiago, 26 de septiembre de 2017

Carolina Silva Santelices

Fiscal Instructora de la División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente

Presente



MARIO GALINDO VILLARROEL, en representación de **CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A.**, ambos domiciliados para estos efectos en Badajoz 45, oficina 801-B, Comuna de Las Condes, Santiago, en procedimiento de sanción **D-001-2016**, y en conformidad a lo establecido en los artículos 17 f) y 35 de la Ley N° 19.880, que Establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado, y en el artículo 50 de la Ley N° 20.417 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, vengo en acompañar el Informe "**Evaluación Periodo 2014 – 2017 de la Calidad del Agua del Río Cruces en Función de las Modelaciones Realizadas en el EIA**", elaborado por el señor Sebastián Videla Hintze.

La presente prueba documental se acompaña con el objeto de acreditar las alegaciones y defensas formuladas por mi representada asociadas a los Cargos N° 3 y N°4 de la Formulación de Cargos; en particular, este informe permite verificar que con el uso del PCAYP, las concentraciones reales del cuerpo receptor se encuentran dentro de las estimaciones o proyecciones realizadas en el marco del proceso de evaluación del EIA del Proyecto "*Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia*" que fue calificado ambientalmente mediante Res. Ex. 70/2008, de la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA) Región de Los Ríos.

Para tal efecto, se presenta el informe individualizado que contienen un análisis de la calidad histórica del río Cruces desde junio de 2014 a la fecha. A partir de los resultados de este análisis, el informe concluye:

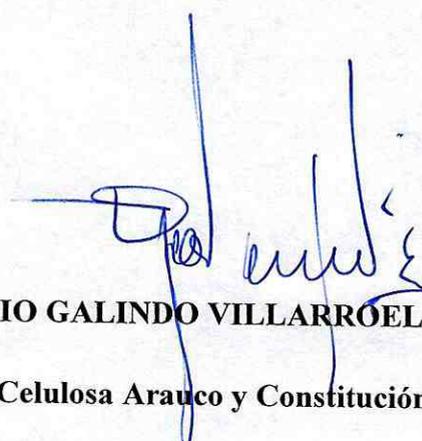
“De la revisión de los resultados del monitoreo de la calidad del agua del río Cruces, en el período diciembre de 2014 a mayo de 2017 (tres períodos de estiaje; esto es, desde que se implementó el reemplazo del coagulante sulfato de aluminio en el tratamiento terciario de Planta Valdivia por PCAYP a la fecha), es posible verificar que las concentraciones de los cinco parámetros modelados en el EIA “Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia” se han mantenido consistentemente por debajo de los niveles modelados en dicho EIA, confirmando que el proyecto efectivamente implementado ha permitido dar cumplimiento a los objetivos del EIA aprobado.

Se concluye de esta forma de la información revisada, que la calidad del agua del río Cruces ha evolucionado de acuerdo a lo estimado en el EIA “Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia”.

Sebastián Videla Hintze, quien suscribe este informe, es Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile, Licenciado y Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Barcelona. Se adjunta en esta presentación su *curriculum vitae*.

Por tanto, solicito a Ud., tener por presentado el informe individualizado, así como tener presente las consideraciones contenidas en el mismo, para todos los efectos legales que correspondan.

Sin otro particular, se despide atentamente,



MARIO GALINDO VILLARROEL

p.p. Celulosa Arauco y Constitución S.A.

INFORME

**EVALUACIÓN PERIODO 2014 – 2017 DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO
CRUCES EN FUNCIÓN DE LAS MODELACIONES REALIZADAS EN EL EIA
DEL PROYECTO “INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN POR
MEMBRANAS AL TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y OTRAS MEJORAS
AMBIENTALES EN PLANTA VALDIVIA”**



Autor: SEBASTIÁN VIDE LA HINTZE
Ingeniero Civil de Industrias, Sc.D.

Fecha: Septiembre de 2017

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	3
1.1 Generalidades.....	3
1.2 Objetivo	3
1.3 Información utilizada	4
2. VALIDACION DE LA BASE DE DATOS.....	5
3. ALCANCES A LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL INFORME	9
4. ANALISIS BASADO EN MODELACION DEL ESTIAJE	11
4.1 Metodología de la Simulación Computacional.....	11
4.2 Resultados del Análisis del Estiaje	12
4.3 Resultados de la Simulación.....	16
5. ANALISIS BASADO EN CARGAS	19
5.1 Metodología basada en cargas modeladas	19
5.2 Datos utilizados.....	20
5.3 Resultados del Método por Cargas.....	21
6. ANÁLISIS25	
7. CONCLUSIONES.....	26

TABLAS

Tabla 2-1: Métodos de Análisis	6
Tabla 2-2: Coordenadas de Estaciones de Medición.....	6
Tabla 2-3: Aplicación Test de Dixon a Base de Datos	8
Tabla 4-1: Valores Estimados Concentración Máxima en E2.....	12
Tabla 5-1: Métodos de Análisis	20
Tabla 5-2: Límite de Parámetros estimados por Carga	21

GRÁFICOS

Gráfico 4-1: DBO ₅ en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto	13
Gráfico 4-2: DQO en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto	13
Gráfico 4-3: Sulfatos en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto.....	14
Gráfico 4-4: AOX en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto	14
Gráfico 4-5: Color en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto	15
Gráfico 4-6: DBO ₅ - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)	16
Gráfico 4-7: DQO - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l).....	17
Gráfico 4-8: Sulfato - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l).....	17
Gráfico 4-9: AOX - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)	18

Gráfico 4-10: Color - Concentración medida vs modelo EIA (Unidades Pt/Co).....	18
Gráfico 5-1: Valores Monitoreados vs Límites por Carga DBO5.....	22
Gráfico 5-2: Valores Monitoreados vs Límites por Carga DQO	22
Gráfico 5-3: Valores Monitoreados vs Límites por Carga Sulfato	23
Gráfico 5-4: Valores Monitoreados vs Límites por Carga AOX.....	23
Gráfico 5-5: Valores Monitoreados vs Límites por Carga Color.....	24

ANEXOS

Anexo A	27
---------------	----

1. INTRODUCCION

1.1 Generalidades

Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Arauco) presentó, en junio de 2007, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto denominado "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia", el que fue aprobado mediante Resolución Exenta N° 70, de 2008, de la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA) Región de Los Ríos (RCA70), complementada por la Resolución Exenta N°4555, de 2009, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Posteriormente, Arauco mediante Carta GPV 243/2011, complementada mediante Carta GPV 081/2012, de fecha 12 de julio de 2012, presentó una solicitud de pronunciamiento respecto de la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental sobre un cambio de dicho proyecto por otro que cumpliera los mismos límites de descarga, mediante el reemplazo del sulfato de aluminio en el tratamiento terciario de efluentes por otro conjunto de coagulante-floculante (mezcla de policloruro de aluminio y polímeros, o PCAYP), y de esa manera cumplir los mismos objetivos ambientales que el referido proyecto aprobado por la RCA70.

El SEA de la Región de Los Ríos se pronunció favorablemente sobre dicha Consulta de Pertinencia mediante Carta N° 335/2012.

Luego de un periodo de puesta en marcha, el proyecto se implementó a partir de junio de 2014.

Considerando que el EIA incluía dentro de su Capítulo 6, Evaluación de Impactos Ambientales, modelaciones de la calidad del agua del río en situación "con proyecto", resulta de interés verificar si las variables ambientales ahí modeladas han evolucionado de acuerdo a lo previsto en dicho instrumento de evaluación ambiental, considerando que el proyecto implementado finalmente fue aquel sobre el cual se pronunció la autoridad mediante la citada Carta N°335/2012; es decir, el uso de PCAYP en el tratamiento terciario de efluentes.

Según se demostrará más adelante, es posible concluir que las variables ambientales ahí modeladas efectivamente se han comportado de acuerdo a lo previsto en el aludido EIA.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente estudio es analizar la data histórica sobre la calidad de las aguas del río Cruces desde junio de 2014 a la fecha, y verificar si ella ha evolucionado de

acuerdo a lo estimado en el EIA "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia".

1.3 Información utilizada

Este Informe se realizó a partir de la siguiente información disponible:

- Informes de análisis de calidad de las aguas del río Cruces realizado por Centro EULA de la Universidad de Concepción desde el año 1995 hasta julio 2017.
- Antecedentes contenidos en el EIA "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia", especialmente Cap.2 y Cap.6 que se refieren, respectivamente, a la Descripción del Proceso y la Simulación de Calidad de Agua. Se dispuso de los resultados de la modelación de transporte de compuestos en periodo de estiaje, realizada con el programa Aquamodel/UdeC®.
- Universidad Austral de Chile, 2015; Informe Final Programa de Diagnóstico Ambiental del Humedal del Río Cruces y sus Ríos Tributarios: 2014-2015.
- Especificaciones Técnicas de productos utilizados por la Planta Valdivia para el proceso de tratamiento terciario.
- Surendra P. Verma and Alfredo Quiroz-Ruiz. 2006. *Critical values for six Dixon tests for outliers in normal samples up to sizes 100, and applications in science and engineering*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 23, Num.2

2. VALIDACION DE LA BASE DE DATOS

La evaluación de los resultados de un programa de monitoreo debe realizarse a partir de la validación de los datos disponibles. Este proceso es fundamental para obtener conclusiones que reflejen correctamente la realidad que se ha medido.

Para la validación se usan distintos procedimientos, estadísticos y analíticos que permiten conocer la confiabilidad de la base de datos.

En términos analíticos, los errores de resultados de monitoreo provienen de las siguientes tres fuentes:

- El método de muestreo
- Los métodos de análisis
- El manejo matemático de los datos.

El laboratorio que realizó las mediciones fue el Centro EULA de la Universidad de Concepción que aplicó para el muestreo el procedimiento indicado en la Norma NCh 411/6.Of98 de la Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua del Instituto Nacional de Normalización, reimpresión del año 1999. En tanto, que lo referente a las técnicas de muestreos puntuales en ríos y la selección de los tipos de recipientes para las muestras de agua se consideró la norma NCh411/2.Of96 correspondiente a la correspondiente Guía sobre Técnicas de Muestreo.

Estos procedimientos analíticos son correctos y están de acuerdo con las exigencias que la autoridad ambiental establece para este tipo de monitoreos de cuerpos de agua, de tal modo que se considera válida esta metodología.

Por su parte, los análisis de los parámetros objeto de este informe se realizaron aplicando lo métodos de la Tabla 2-1, que son los que establece la normativa chilena mencionada. De este modo, se considera válida la aplicación de los métodos de análisis.

Tabla 2-1: Métodos de Análisis

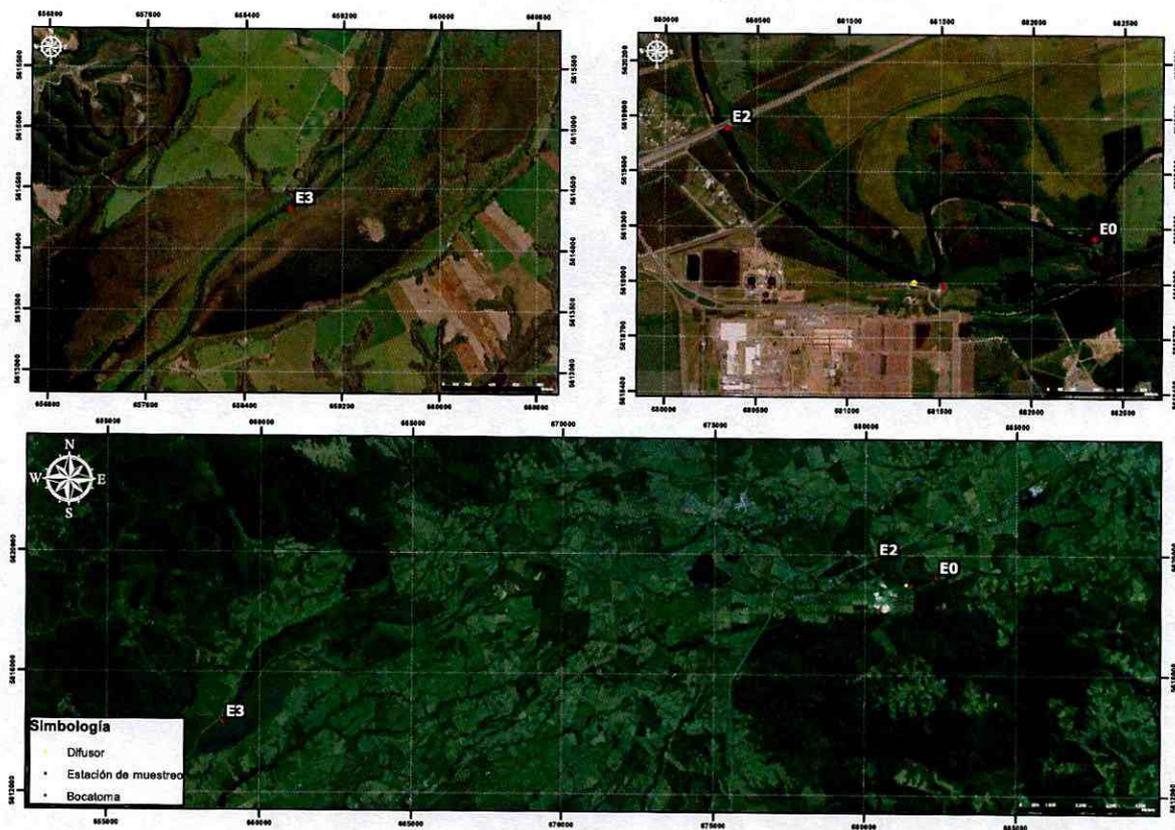
Parámetro	Envase	Pretratamiento	Método Análisis
AOX	Vidrio Ámbar	HNO ₃ a pH <2 + Ref.	ISO 9562 (2004). Método AOX-DIN/38409-H14. Coulombimetría. Laboratorio LRR
Color Verdadero	Plástico	Refrigeración 5°C	2120 C Standard Methods 22th Edition. Espectrofotometría Absorción Molecular.
DBO5	Plástico	Refrigeración 5°C	5210 - B Standard Methods 22th Edition. Método del Electrodo de Membrana.
DQO	Vidrio	H ₂ SO ₄ a pH < 2 + Refrigeración	5220-D Standard Methods 22th Edition. Método colorimétrico con reflujo cerrado
Sulfatos	Plástico	Refrigeración 5°C	4110 B Standard Methods 22th Edition. Determinación de aniones por cromatografía iónica con supresión química

La red de monitoreo de la calidad de aguas debe considerar la ubicación de los puntos de muestreo y el establecimiento de programas de control de la calidad obedeciendo a un objetivo de evaluación bien definido lo que quedó establecido en el EIA de la Planta Valdivia, correspondiendo a 3 estaciones localizadas en las siguientes coordenadas UTM (WGS84), y que se presentan en la Figura 2-1:

Tabla 2-2: Coordenadas de Estaciones de Medición

Estación 0	UTM:	5,619,243
	18H:	682,408
Estación 2 (Pte Rucaco)	UTM:	5,619,847
	18H:	680,369
Estación 3	UTM:	5,614,339
	18H:	658,763

Figura 2-1. Ubicación bocatoma, difusor y estaciones de muestreo



En relación con la calidad estadística de la base de datos, se ha procedido a realizar una revisión para detectar posibles valores sospechosos o fuera de tendencia (conocidos como “outlier”) que son datos que presentan discrepancias notables respecto de la masa total de ellos, y que estadísticamente no son válidos, de tal modo que pueden ser eliminados del análisis de resultados del monitoreo.

Para su detección se pueden aplicar métodos no estadísticos y estadísticos. Se ha optado por estos últimos que tienen la ventaja de definir el nivel de confiabilidad de los datos sobre la base de criterios objetivos. Para ello se usa el test estadístico de Dixon, que usa el coeficiente D, que se calcula según la fórmula indicada a continuación según Verma et al. (2006), de tal modo que, si resulta D mayor que 0,3522 (n=38) para cualquier parámetro (excepto para sulfato donde se utiliza el valor de 0,5208 (n=12)), el último valor de la serie es un outlier y debe ser eliminado del análisis. Con esto, los datos tienen una confiabilidad estadística superior al 99,5%.

El coeficiente D (Dixon) se calcula usando la expresión;

$$D = \frac{X_{n+1} - X_n}{X_n - X_1} \text{ ec1}$$

donde: X_1 hasta X_{n+1} corresponde a la serie de mediciones ordenadas de menor a mayor.

En consecuencia, se procedió a ordenar de menor a mayor las series de mediciones de los parámetros en estudio, lo que se muestra en la siguiente tabla, donde se observa que la DQO y el Color presentan un valor de la serie de mediciones que se califican como outlier. En concordancia con la metodología estadística, se ha procedido a eliminar estos valores para efectos de los análisis de datos, lo que permite trabajar con la base de datos depurada, conforme con procedimientos aceptados en monitoreo de calidad de agua.

Tabla 2-3: Aplicación Test de Dixon a Base de Datos

Parámetro	X_1	X_n	X_{n+1}	D	Observación
DBO5	1.00	2.20	2.60	0.333	No hay Outlier
DQO	2.00	18.40	29.60	0.683	Valor mayor es Outlier
SO4	1.86	19.97	24.17	0.232	No hay Outlier
AOX	0.01	0.09	0.09	0.037	No hay Outlier
Color	5.00	14.00	19.00	0.556	Valor mayor es Outlier

En la Tabla 2-3 X_1 corresponde al menor valor observado de cada parámetro, mientras que X_{n+1} es el mayor. Los valores medios de DBO₅, DQO, Sulfato, AOX y Color son respectivamente de 1,33 – 9,53 – 11,55 – 0,04 y 9,56, valores expresados en mg/l, excepto el color que se expresa en Unidades de Co/Pt.

3. ALCANCES A LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL INFORME

Para cumplir el objetivo del presente informe se ha procedido a realizar un análisis de la información disponible. Asimismo, se dispone de los resultados del modelo de simulación que se incluyó en el EIA del proyecto denominado "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia", que posteriormente derivó en el uso de PCAYP.

Esta simulación consideró la aplicación de un modelo de calidad de agua que logró establecer valores máximos de calidad que deberían alcanzar los siguientes parámetros en el río Cruces (en la situación "con proyecto"): DBO₅, DQO, Sulfato, AOX y Color, para dos condiciones extremas de caudal, la primera que se denominó Estiaje que corresponde a 7,3 m³/s y la segunda que corresponde a Invierno con 190 m³/s. Para el Estiaje se entregan gráficas y valores para cada parámetro, mientras que para invierno se dispone de valores máximos, en Difusor y 3.000 m aguas abajo de la descarga de efluentes.

Para el caso de Estiaje es posible estimar valores para la Estación E2 a través de una interpolación lineal dado que el modelo muestra este comportamiento, algunos metros más abajo del difusor y hasta llegar a los 3.000 m.

Por otra parte, se dispone de información real sobre los resultados del monitoreo de calidad de las aguas del río Cruces exigido a Planta Valdivia, trabajo que ha llevado a efecto el Centro Eula de la Universidad de Concepción, que incluyen, entre otros, datos de los 5 parámetros antes citados más las mediciones de caudal en el río Cruces tanto en Bocatoma como en sector Rucaco. La base de datos analíticos tiene 156 mediciones realizadas en 36 ocasiones, desde Junio 2014 a Julio 2015.

Es importante recalcar que las autorizaciones ambientales asociadas a la descarga de efluentes de Planta Valdivia fueron definidos bajo el concepto de carga contaminante (además como concentración), lo que llevó a expresarlos en ton/día, de tal modo que para compararlos se debe efectuar una operación de conversión para expresar los parámetros en unidades de concentración o unidades de color Pt/Co.

Como una primera aproximación se realiza un análisis bajo la hipótesis de que el Estiaje representa el estado más crítico del río Cruces, de tal modo que la comparación directa de los valores de los parámetros entregaría una respuesta inmediata para evaluar el cumplimiento.

Complementariamente, y teniendo presente el concepto de carga sobre el río, se ha realizado un análisis basado en estimar valores para el límite máximo de los parámetros dependientes del caudal medido en misma la fecha de las mediciones, bajo ciertos supuestos que más adelante se explican.

La aplicación de ambos métodos se presentan a continuación. En primer lugar, se presenta el método basado en el Estiaje, y luego el que usa el concepto de cargas contaminantes.

4. ANÁLISIS BASADO EN MODELACION DEL ESTIAJE

4.1 Metodología de la Simulación Computacional

En el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto denominado "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia" (que, como se dijo, posteriormente derivó en el uso de PCAYP), se presentan los resultados de la modelación de transporte de los compuestos bajo control, obtenido mediante la utilización del programa Aquamodel/UdeC®. Específicamente, se determinó la concentración esperada para cada parámetro de interés, desde el difusor de descarga de efluentes hasta una distancia de 3.000 m aguas abajo, especialmente en el periodo de estiaje.

Para ello, se revisaron los resultados de las modelaciones incluidas en el Capítulo 6 del EIA del proyecto "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia" para cada uno de los parámetros modelados; a saber:

- AOX
- Color
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- Sulfato

Por otra parte, se cuenta con resultados del monitoreo de la calidad del agua del río Cruces efectuado por el Centro EULA de la Universidad de Concepción, para la estación E2 (localizada a 1.340 m del difusor de la Planta Valdivia), información contenida en los Informes Trimestrales de monitoreo de Planta Valdivia que son reportados a la autoridad.

Adoptando un criterio conservador, el análisis fue realizado para los datos de estiaje (período diciembre a mayo¹), pues es en dicho período en el cual el efluente de Planta Valdivia tiene un potencial mayor efecto sobre la calidad del río Cruces, debido a la disminución natural del caudal.

Los datos del monitoreo histórico de la calidad del río Cruces y humedal, permiten graficar la información muestreada en la Estación 2, Puente Rucaco, referente a Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sulfatos.(SO₄) Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) y Color.

¹ El criterio usado en el EIA para estiaje corresponde a aquel período con caudal de 7,5 m³/s, siendo los meses de diciembre de mayo los cuales se acercan más a dicho caudal.

El período analizado fue de Julio 2014 a Junio de 2017; es decir, desde la implementación del uso del PCAYP, incluida su puesta en marcha, hasta el último mes con información disponible.

Los datos obtenidos de los monitoreos se compararon con la concentración estimada mediante la modelación en situación "con proyecto", para periodo de estiaje, en el Estudio de Impacto Ambiental, entendiéndose que corresponde al período donde el menor caudal del río hace más notorias las concentraciones de eventuales descargas, tal como lo ratifica el estudio de la UACH (2015).

4.2 Resultados del Análisis del Estiaje

La Estación 2 Puente Rucaco se ubica aproximadamente a 1.340 metros de distancia del difusor del río Cruces, en las coordenadas geográficas 680.369 m E y 5.619.847 m S 18H.

Para definir el valor máximo de los parámetros en la estación E2 debe hacerse una estimación en base a las gráficas disponibles en el EIA. Para ello se hace una primera estimación del punto donde nace la parte lineal del modelo, lo que permite usar interpolación lineal para encontrar el valor asignable a E2 como límite superior de cada parámetro. Estas gráficas se encuentran disponibles para lo que se denominó en el EIA periodo de estiaje, que corresponde a la condición más crítica del río Cruces desde el punto de vista ambiental.

La Tabla 4-1 resume los límites superiores que alcanzarían los parámetros según la modelación para la estación 2, donde se indica el punto inicial que corresponde al sitio donde se torna lineal la modelación hasta los 3.000 m, punto final.

Tabla 4-1: Valores Estimados Concentración Máxima en E2

Parámetro	Unidad	Estiaje			
		Distancias desde Difusor			Punto Inicial
		Valor Inicial	3000 m	1340 m	
DBO5	mg/l	4.40	4.20	4.32	279
DQO	mg/l	30.00	24.50	27.63	86
Sulfato	mg/l	80.00	58.70	70.92	107
AOX	mg/l	0.50	0.35	0.43	43
Color	Unid Co/Pt	40.00	35.10	37.91	107

Sobre la base de esta ubicación, se presenta en las gráficas 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 y 4-5 las concentraciones de cada uno de los parámetros monitoreados de acuerdo a lo modelado para la situación "con proyecto" en el EIA.

Gráfico 4-1: DBO₅ en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto

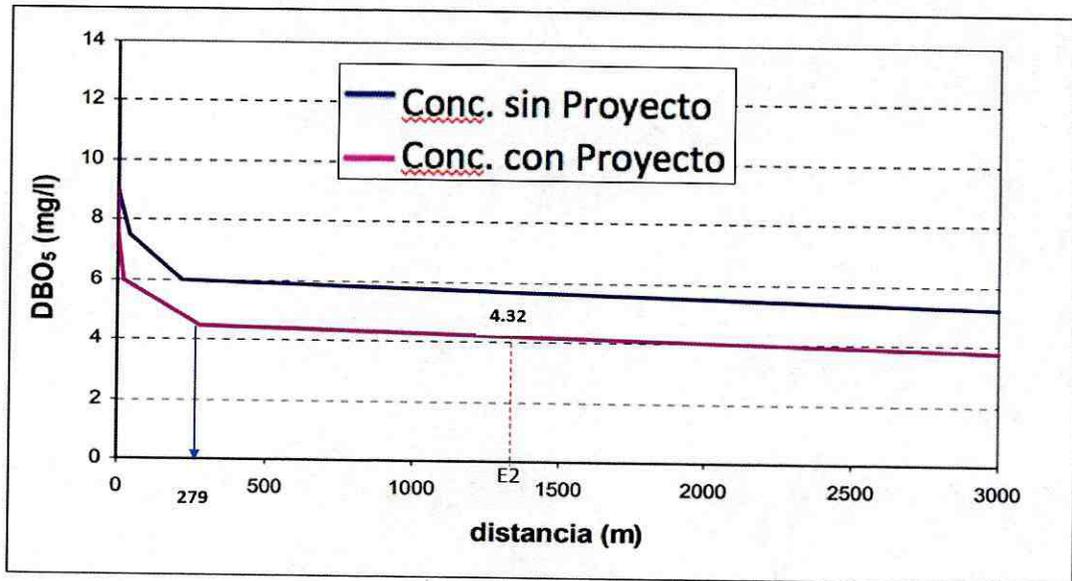


Gráfico 4-2: DQO en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto

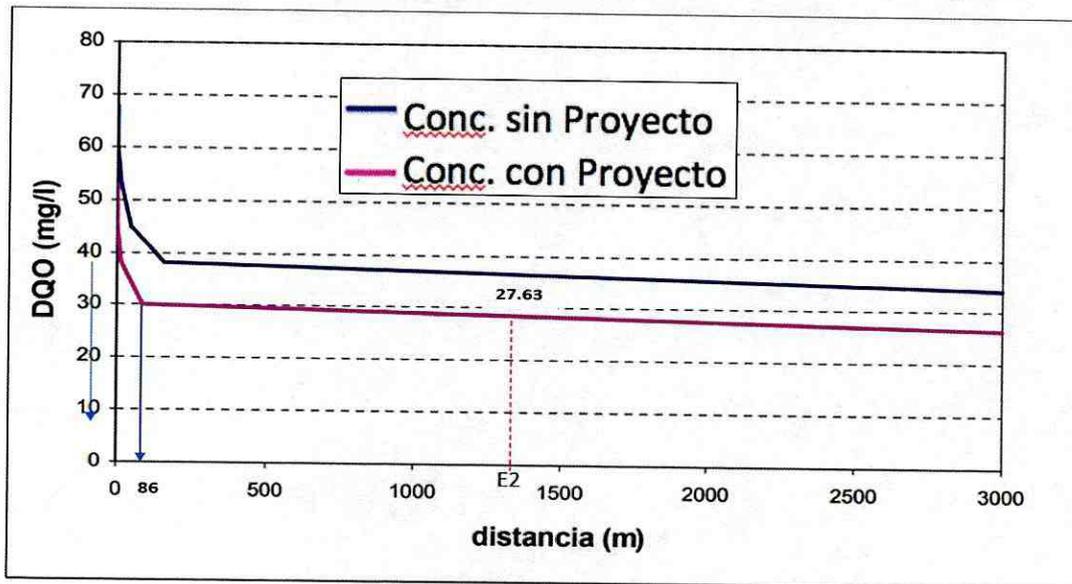


Gráfico 4-3: Sulfatos en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto

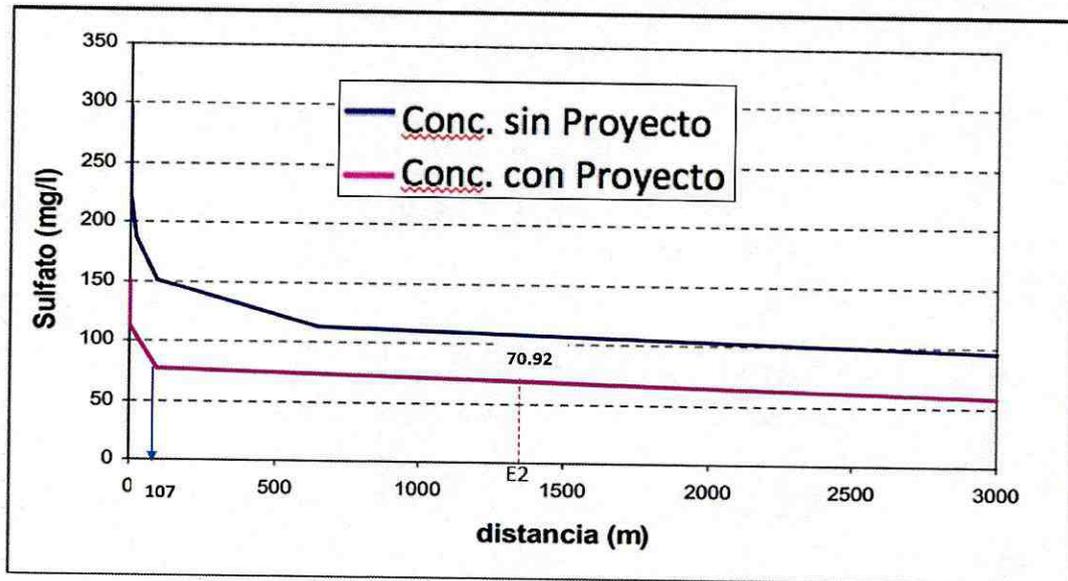


Gráfico 4-4: AOX en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto

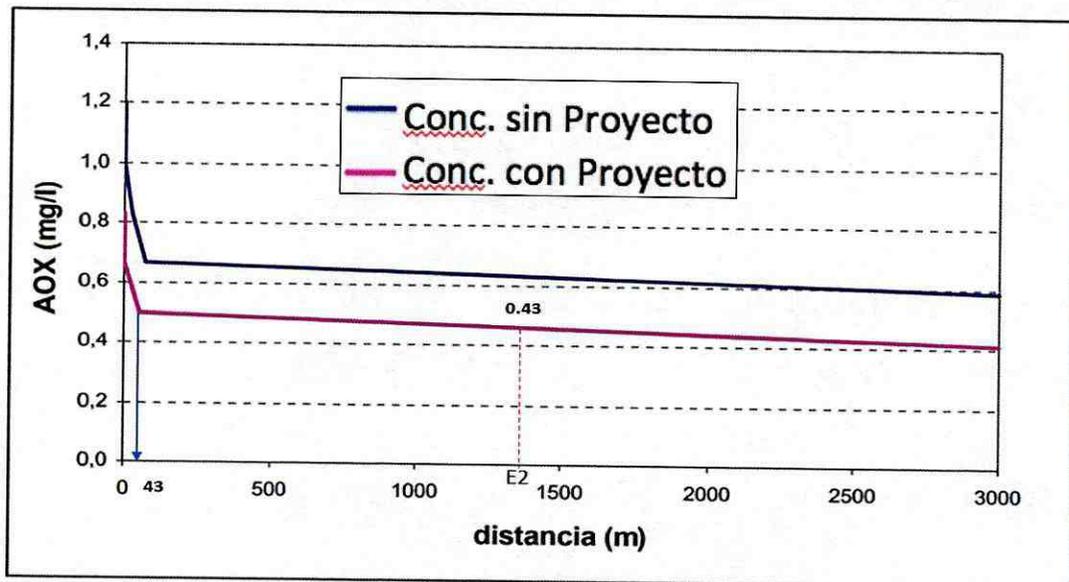
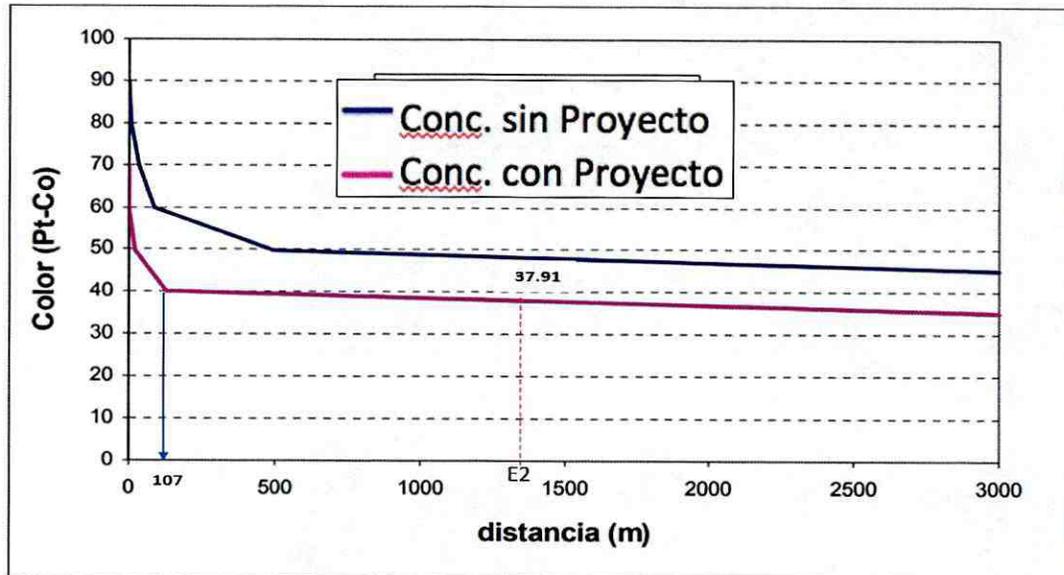


Gráfico 4-5: Color en eje de la pluma desde difusor para valor con Proyecto

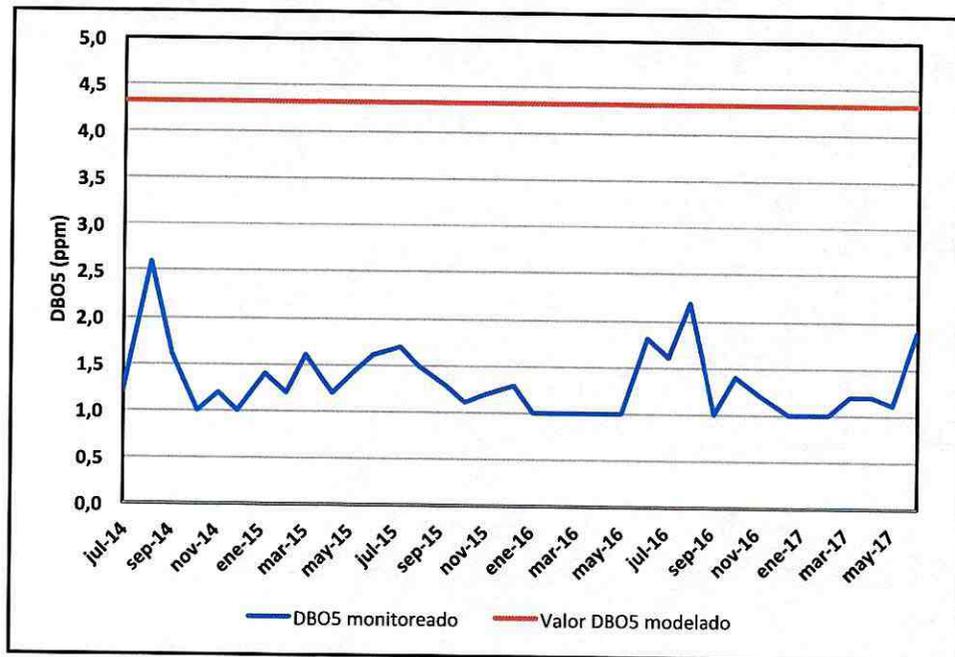


4.3 Resultados de la Simulación

A continuación, las gráficas 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 y 4-5 presentan los resultados de la comparación entre la concentración medida en la estación E2 del río Cruces y la modelada en el EIA.

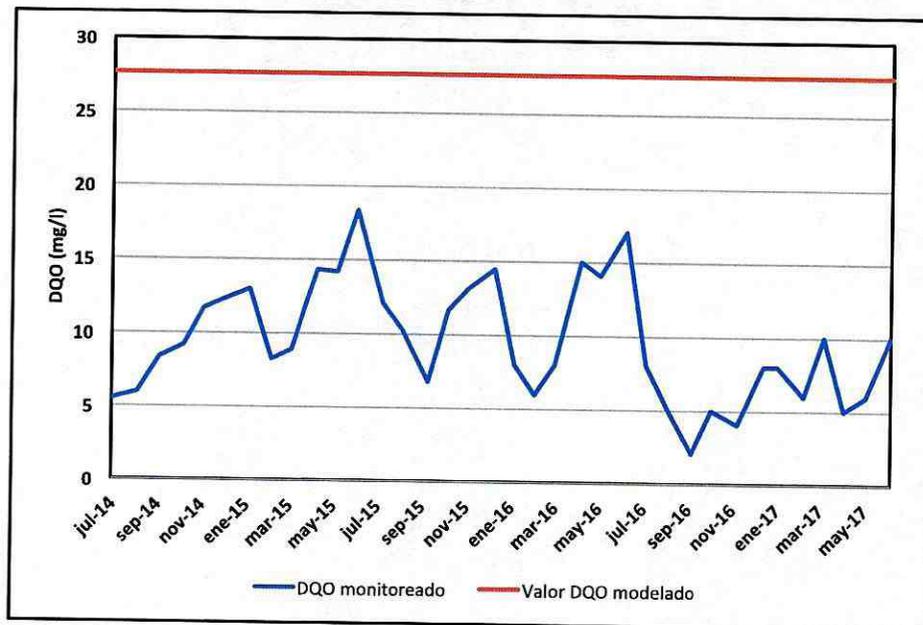
En la gráfica 4-6 se puede observar que las concentraciones de la DBO₅ monitoreadas en el período de control no sobrepasan el valor modelado de la situación con proyecto, siendo su promedio un 30,66% de este último valor modelado.

Gráfico 4-6: DBO₅ - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)



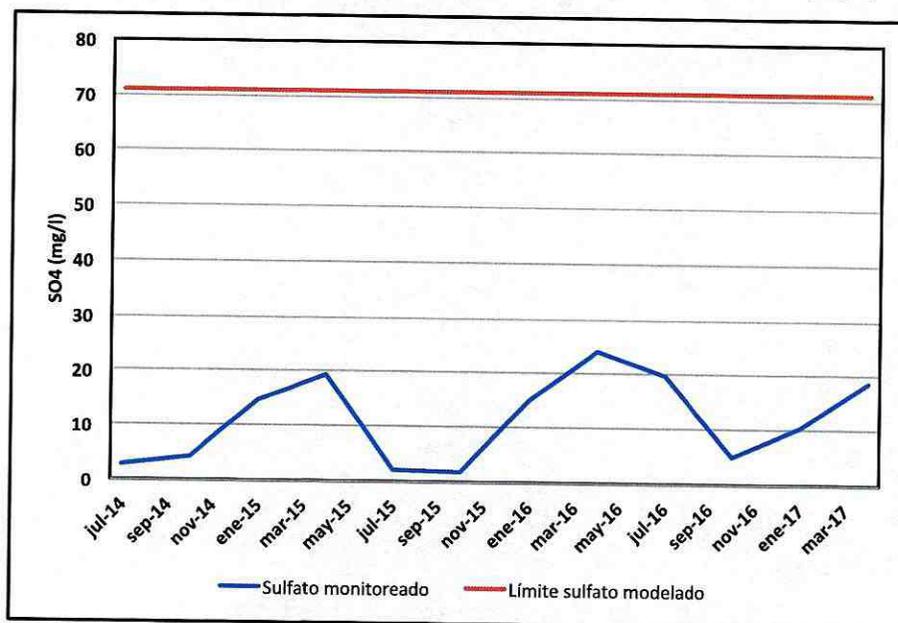
En la gráfica 4-7 se puede observar que las concentraciones para la DQO monitoreadas en el período de control no sobrepasan el valor modelado de la situación con proyecto, siendo su promedio un 34,49% de este último valor modelado.

Gráfico 4-7: DQO - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)



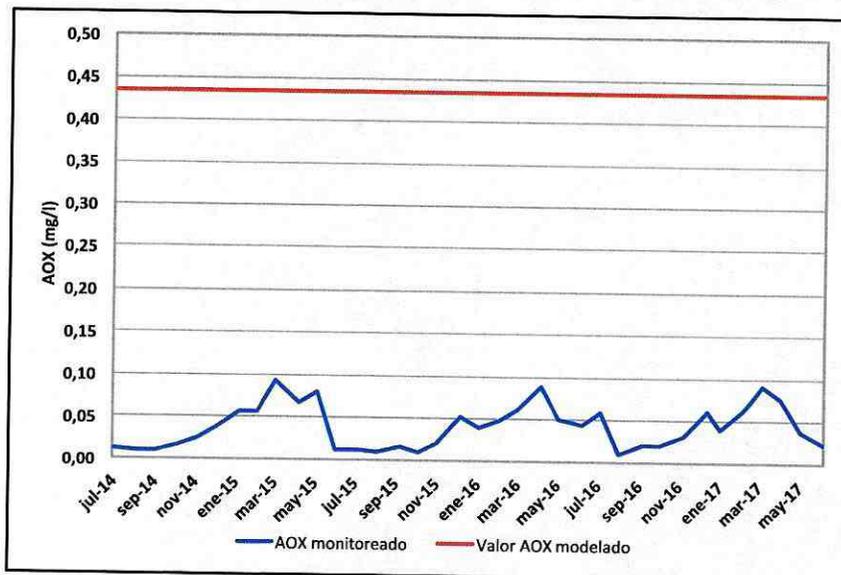
En la gráfica 4-8 se puede observar que las concentraciones para Sulfato monitoreadas en el período de control no sobrepasan el valor modelado de la situación con proyecto, siendo su promedio un 16,29% de este último valor modelado.

Gráfico 4-8: Sulfato - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)



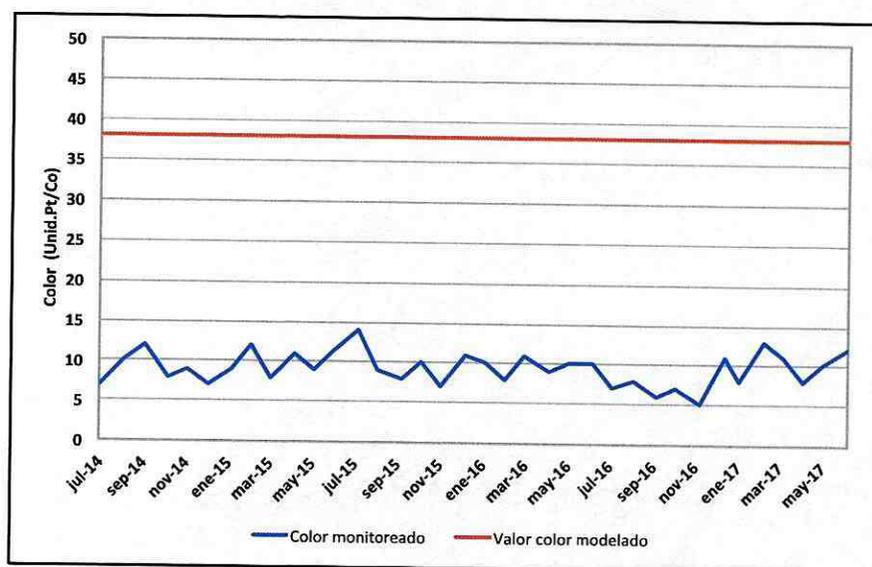
En la gráfica 4-9 se puede observar que las concentraciones para la AOX monitoreadas en el período de control no sobrepasan el valor modelado de la situación con proyecto, siendo su promedio un 9,41% de este último valor modelado.

Gráfico 4-9: AOX - Concentración medida vs modelo EIA (mg/l)



En la gráfica 4-10 se puede observar que para el Color, monitoreado en el período de control, no sobrepasa el valor modelado de la situación con proyecto, siendo su promedio un 24,66% de este último valor modelado.

Gráfico 4-10: Color - Concentración medida vs modelo EIA (Unidades Pt/Co)



5. ANALISIS BASADO EN CARGAS

5.1 Metodología basada en cargas modeladas

La modelación de calidad de agua que se ha citado en las secciones anteriores, consideró dos situaciones extremas; a saber, la primera que desarrolla in extenso corresponde a un caudal de estiaje de 7.3 m³/s mientras que la segunda utiliza un caudal de invierno de 190 m³/s. Este enfoque puede compararse con la situación real para el periodo de estudio desde Julio 2014 a Junio 2017, donde los caudales máximo y mínimo alcanzaron los valores de 486,6 y 9,0 m³/s, respectivamente, con un valor promedio de 81,1 m³/s. Cabe destacar que solo hay cuatro valores sobre los 190 m³/s de un total de 36 muestreos a lo largo del periodo señalado, lo que permite ratificar que la modelación fue acertada al informar de estas situaciones extremas.

Un enfoque alternativo al que se presentó en las secciones precedentes se puede plantear bajo los siguientes supuestos:

- Se dispone de valores simulados en dos condiciones extremas, con caudales que se definieron en la modelación, lo que permite estimar la carga existente en el río, que sería el producto del caudal medido por la concentración del parámetro.
- Para otros caudales se puede realizar una estimación de cuál sería el valor máximo de los parámetros, mediante la siguiente fórmula:

$$X_e = X_1 + \left[\frac{Q_e - Q_1}{Q_2 - Q_1} \right] x [X_2 - X_1] \quad \text{ec 2}$$

Donde:

X_e = Valor máximo que correspondería a un Caudal Q_e para el cual se hizo la medición

X_1 = Valor del parámetro dado por la modelación a caudal Q_1

X_2 = Valor del parámetro dado por la modelación a caudal Q_2

- La estimación con la ecuación 2 presupone un comportamiento lineal de los valores modelados, y puede ser usada para estimar valores de los parámetros en todas las mediciones realizadas que serán dependientes del respectivo caudal, con excepción de los valores con caudales fuera del rango de modelación que va de 7.3 a 190 m³/s, que como se ha señalado, sólo corresponde a 4 mediciones, que además son de caudales muy altos, lo que hace suponer que la dilución permitió cumplir con los límites establecidos.

5.2 Datos utilizados

La tabla 5-1 corresponde a la medición de caudal que realizó EULA en las fechas de los muestreos, que indican que tanto en la Bocatoma como en Rucaco los valores son similares, lo que permitió trabajar con promedios de estos dos valores, similares en la mayoría de los casos.

Tabla 5-1: Métodos de Análisis

Fechas	09-ene-14	06-feb-14	06-mar-14	03-abr-14	07-may-14	04-jun-14	02-jul-14	06-ago-14	03-sep-14	08-oct-14	05-nov-14	03-dic-14
Bocatoma	18.40	27.30	11.20	37.80	81.00	201.80	117.50	467.60	111.90	98.50	67.90	43.60
Rucaco	18.50	27.10	10.70	37.80	79.40	202.50	117.60	467.70	112.40	98.70	67.70	43.70
Fechas	07-ene-15	04-feb-15	04-mar-15	08-abr-15	06-may-15	03-jun-15	08-jul-15	05-ago-15	09-sep-15	07-oct-15	04-nov-15	09-dic-15
Bocatoma	s/i	10.60	9.00	15.10	13.10	486.60	215.80	271.60	178.60	117.90	53.60	25.60
Rucaco	s/i	10.60	8.90	15.00	13.10	486.80	217.60	271.70	178.70	117.90	53.40	25.80
Fechas	06-ene-16	03-feb-16	02-mar-16	06-abr-16	04-may-16	08-jun-16	06-jul-16	04-ago-16	07-sep-16	05-oct-16	08-nov-16	14-dic-16
Bocatoma	19.90	11.30	9.10	9.40	15.10	20.70	15.20	83.40	63.30	46.40	37.30	25.20
Rucaco	20.00	11.40	9.30	9.30	15.00	20.70	15.10	83.70	63.30	46.30	37.30	25.20
Fechas	04-ene-17	07-feb-17	07-mar-17	abr-17	may-17	jun-17						
Bocatoma	19.50	12.30	13.30	13.40	36.60	71.20						
Rucaco	19.40	12.40	13.10	13.50	36.60	69.30						

En las siguientes fechas no se pueden usar los datos:

ago-14 Caudal excede rango

ene-15 s/i caudal

jun-15 Caudal excede rango

jul-15 Caudal excede rango

ago-15 Caudal excede rango

Con ecuación 2 se procedió a estimar los valores máximos que daría la modelación, lo que se muestra en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Límite de Parámetros estimados por Carga

Fecha	Caudal Promedio	Límite DBO5 modelado	Límite DQO modelado	Límite sulfato modelado	Límite AOX modelado	Límite color modelado
	m3/s	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Unid.Co/Pt
jul-14	117.55	2.82	17.16	33.72	0.20	24.60
sep-14	112.15	2.89	17.67		0.21	25.25
oct-14	98.6	3.08	18.96	40.11	0.24	26.88
nov-14	67.8	3.50	21.88		0.31	30.60
dic-14	43.65	3.83	24.18		0.36	33.52
feb-15	10.6	4.28	27.32		0.43	37.51
mar-15	8.95	4.30	27.48		0.43	37.71
abr-15	15.05	4.22	26.90	68.31	0.42	36.98
may-15	13.1	4.24	27.08		0.42	37.21
sep-15	178.65	1.99	11.35		0.07	17.22
oct-15	117.9	2.81	17.12	33.60	0.20	24.55
nov-15	53.5	3.69	23.24		0.34	32.33
dic-15	25.7	4.07	25.88		0.40	35.69
ene-16	19.95	4.15	26.43	66.65	0.41	36.38
feb-16	11.35	4.27	27.25		0.43	37.42
mar-16	9.2	4.30	27.45		0.43	37.68
abr-16	9.35	4.29	27.44	70.23	0.43	37.66
may-16	15.05	4.22	26.90		0.42	36.98
jun-16	20.7	4.14	26.36		0.41	36.29
jul-16	15.15	4.21	26.89	68.27	0.42	36.96
ago-16	83.55	3.28	20.39		0.27	28.70
sep-16	63.3	3.56	22.31		0.32	31.15
oct-16	46.35	3.79	23.92	57.75	0.35	33.20
nov-16	37.3	3.91	24.78		0.37	34.29
dic-16	25.2	4.08	25.93		0.40	35.75
ene-17	19.45	4.16	26.48	66.82	0.41	36.44
feb-17	12.35	4.25	27.15		0.42	37.30
mar-17	13.2	4.24	27.07		0.42	37.20
abr-17	13.45	4.24	27.05	68.85	0.42	37.17
may-17	36.6	3.92	24.85		0.37	34.37
jun-17	70.25	3.46	21.65		0.30	30.31

5.3 Resultados del Método por Cargas

Las gráficas 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 y 5-5 muestran los resultados obtenidos al comparar los valores de los parámetros medidos con los respectivos valores estimados por el método de cargas antes explicado. Se puede constatar que no existen valores que sobrepasen los valores máximos esperados para todos los parámetros, lo que ratifica que la operación de la Planta (utilizando PCAYP) se ha circunscrito a los resultados de la modelación del río Cruces. La

fuerte variación de los valores se produce en periodo de invierno, situación esperable dado el aumento significativo de caudal del río.

Gráfico 5-1: Valores Monitoreados vs Valores modelados por Carga DBO5

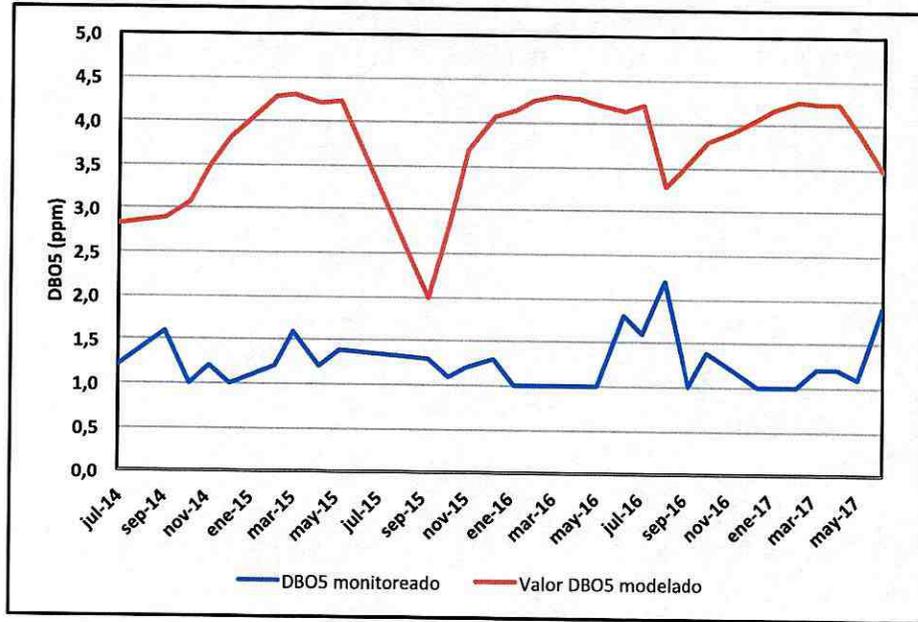


Gráfico 5-2: Valores Monitoreados vs Valores modelados por Carga DQO

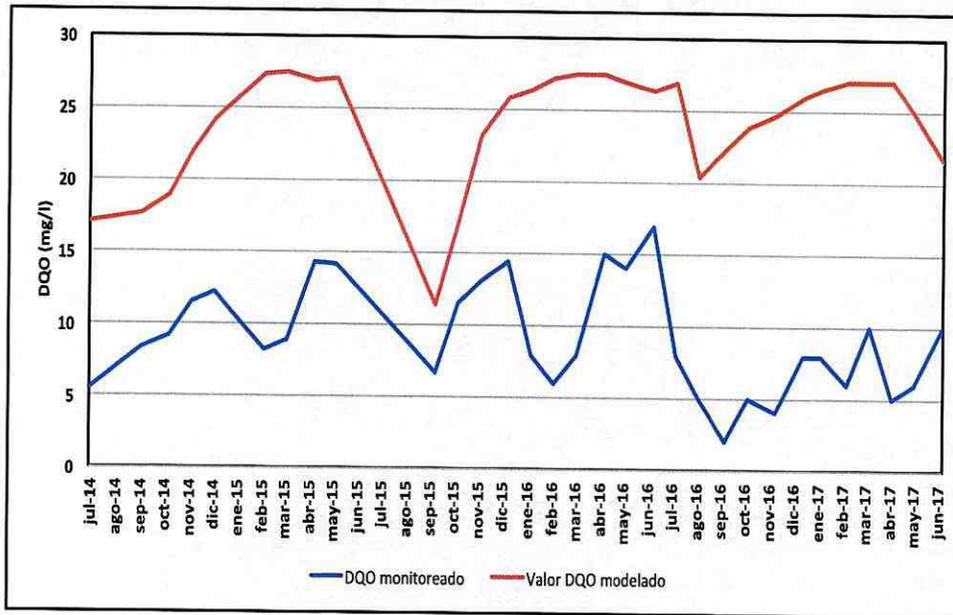


Gráfico 5-3: Valores Monitoreados vs Valores modelados por Carga Sulfato

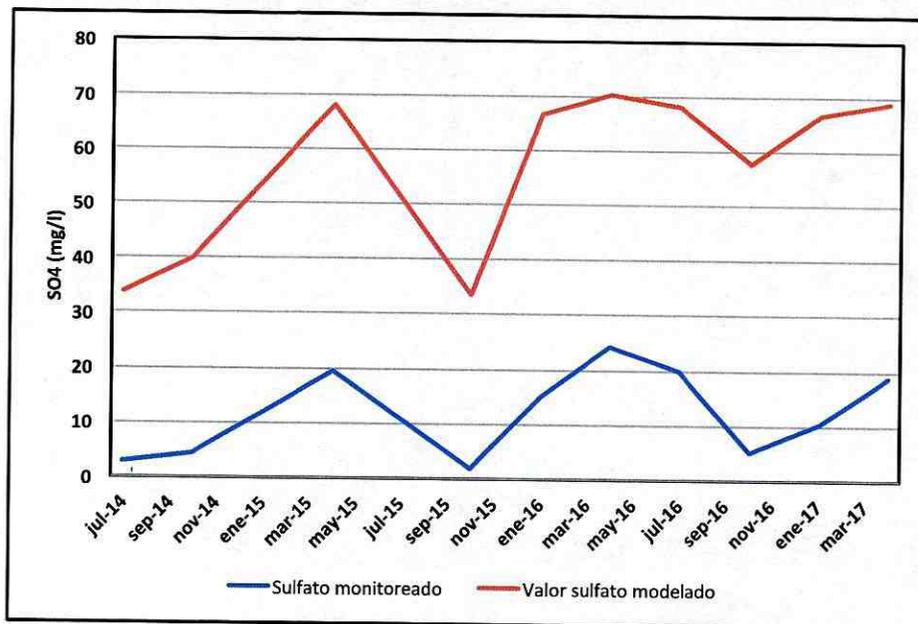


Gráfico 5-4: Valores Monitoreados vs Valores modelados por Carga AOX

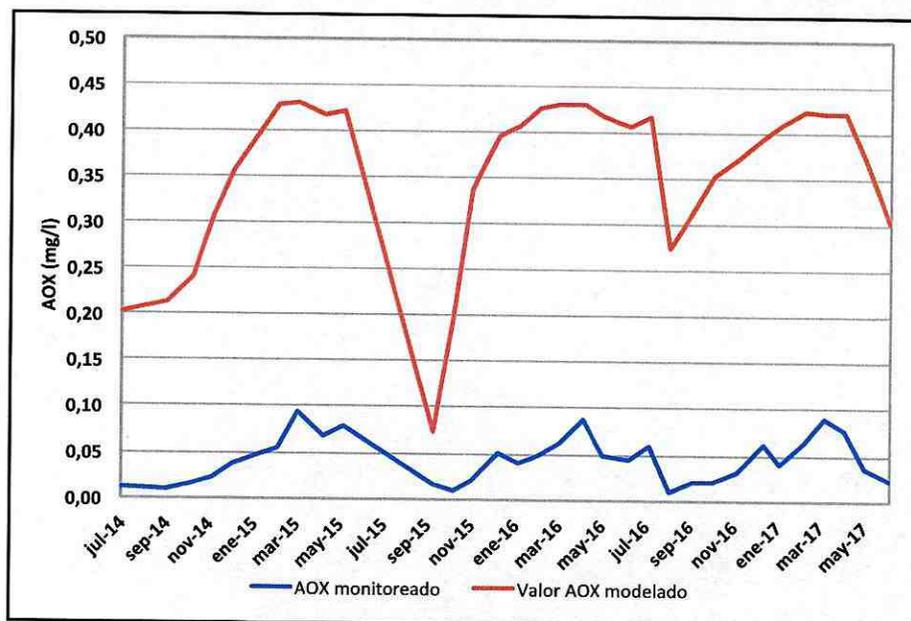
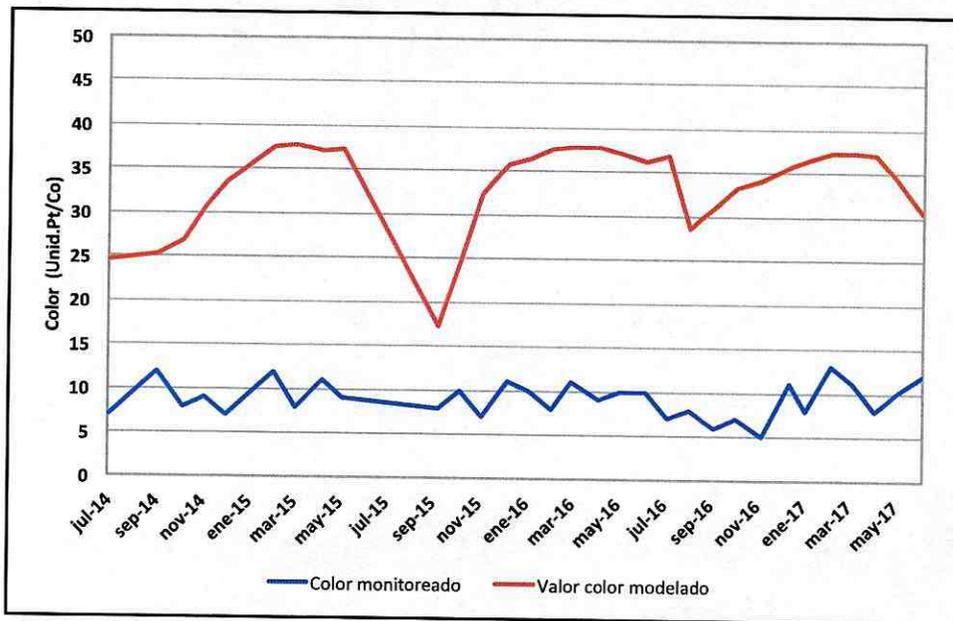


Gráfico 5-5: Valores Monitoreados vs Valores modelados por Carga Color



6. ANÁLISIS

Como resultado del presente estudio, se puede señalar lo siguiente:

- El conjunto de mediciones de calidad de agua para los parámetros DBO₅, DQO, Sulfato, AOX y Color que efectuó el Centro Eula de la Universidad de Concepción, desde julio de 2014 a junio 2015, poseen una alta confiabilidad estadística. La aplicación del test de Dixon para encontrar valores sospechosos ("outlier") sólo encontró 2 mediciones, posiblemente erróneas, en un universo de 156 valores. El test de Dixon establece que la confiabilidad estadística es del 99,5%
- La referencia para la calidad de agua es el modelo que se presentó en el EIA aprobado mediante Res. Ex. 70/2008, de la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA) Región de Los Ríos que se denomina "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia", que posteriormente derivó en el uso de PCAYP.
- El modelo presenta curvas para el período de estiaje, considerado el escenario más conservador para las condiciones ambientales del ecosistema. Con estas curvas se logró establecer que valores de los parámetros resultan aplicables a la Estación de Monitoreo E2, donde se logró realizar una comparación gráfica con los valores de la operación en el periodo citado.
- Los resultados de la comparación realizada se presentan en gráficas elaboradas para este objetivo, las cuales permiten verificar que ninguno de los parámetros monitoreados ha sobrepasado los valores establecidos en el EIA, manteniéndose consistentemente por debajo de los niveles máximos modelados en el EIA, lo que confirma que Planta Valdivia ha logrado dar cumplimiento a los objetivos del EIA aprobado.
- Complementariamente, se realizó un análisis basado en cargas estimadas por un método de interpolación lineal, que ratifica que se ha dado los supuestos considerados en el EIA, en general con bastante holgura.

En consecuencia, basado en los resultados de ambos métodos, se ha podido verificar que las concentraciones reales en la estación E2 del río Cruces, para los parámetros DBO₅, DQO, Sulfato, AOX y Color, son muy inferiores a los valores respectivos establecidos como valores esperados en el Modelo de Calidad de Agua presentado en el EIA, en el río Cruces, en el periodo de estiaje y para los distintos caudales del río Cruces.

7. CONCLUSIONES

De la revisión de los resultados del monitoreo de la calidad del agua del río Cruces, en el período diciembre de 2014 a mayo de 2017 (tres períodos de estiaje; esto es, desde que se implementó el reemplazo del coagulante sulfato de aluminio en el tratamiento terciario de Planta Valdivia por PCAYP a la fecha), es posible verificar que las concentraciones de los cinco parámetros modelados en el EIA "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia" se han mantenido consistentemente por debajo de los niveles modelados en dicho EIA, confirmando que el proyecto efectivamente implementado ha permitido dar cumplimiento a los objetivos del EIA aprobado.

Se concluye de esta forma de la información revisada, que la calidad del agua del río Cruces ha evolucionado de acuerdo a lo estimado en el EIA "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en Planta Valdivia".

Anexo A

Base de datos validada					
Fecha	DBO monitoreado (mg/l)	DQO monitoreado (mg/l)	Sulfato monitoreado (mg/l)	AOX monitoreado(mg/l)	Color monitoreado (Pt/Co)
jul-14	1.2	5.6	2.88	0.01	7.0
ago-14	2.6	5.9		0.01	10.0
sep-14	1.6	8.4		0.01	12.0
oct-14	<1.0	9.2	4.25	0.02	8.0
nov-14	1.2	11.6		0.02	9.0
dic-14	1.0	12.3		0.04	7.0
ene-15	1.4	13.0	14.76	0.06	9.0
feb-15	1.2	8.2		0.06	12.0
mar-15	1.6	8.9		0.09	8.0
abr-15	1.2	14.3	19.44	0.07	11.0
may-15	1.4	14.2		0.08	9.0
jun-15	1.6	18.4		0.01	
jul-15	1.7	12.0	2.04	0.01	14.0
ago-15	1.5	10.3		0.01	9.0
sep-15	1.3	6.7		0.02	8.0
oct-15	1.1	11.6	1.86	0.01	10.0
nov-15	1.2			0.02	7.0
dic-15	1.3	14.5		0.05	11.0
ene-16	1.0	8.0	15.15	0.04	10.0
feb-16	<1.0	6.0		0.05	8.0
mar-16	<1.0	8.0		0.06	11.0
abr-16	<1.0	15.0	24.17	0.09	9.0
may-16	1.0	14.0		0.05	10.0
jun-16	1.8	17.0		0.05	10.0
jul-16	1.6	8.0	19.97	0.06	7.0
ago-16	2.2	5.0		0.01	8.0
sep-16	<1.0	2.0		0.02	6.0
oct-16	1.4	5.0	5.07	0.02	7.0
nov-16	1.2	4.0		0.03	5.0
dic-16	<1.0	8.0		0.06	11.0
ene-17	<1.0	8.0	10.29	0.04	8.0
feb-17	<1.0	6.0		0.06	13.0
mar-17	1.2	10.0		0.09	11.0
abr-17	1.2	5.0	18.72	0.08	8.0
may-17	1.1	6.0		0.04	10.0
jun-17	1.9	10.0		0.02	12.0

CURRICULUM VITAE: SEBASTIAN VIDELA HINTZE

RUT: [REDACTED]

Teléfono Fijo: [REDACTED]

Movil: [REDACTED]

e-mail : [REDACTED]

Dirección: [REDACTED]

RESUMEN PROFESIONAL

Ingeniero Civil Industrial con una extensa experiencia en estudios públicos y privados, para empresas e instituciones, habiendo desempeñado diversos cargos relacionados con la ingeniería y el medioambiente. Ha sido miembro de organizaciones tales como el Colegio de Ingenieros de Chile, la Fundación de Ingenieros de Universidad Católica, la Asociación Internacional del Agua y la Asociación de Empresas Consultoras de Chile. Fue profesor de las Universidades Autónoma de Barcelona (España), Frontera de Temuco (Chile), Andrés Bello (Chile), Técnica Santa María (Chile) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Ha recibido becas de perfeccionamiento del Instituto Iberoamericano de Cooperación y del Consejo de Rectores de las Universidades de Norteamérica. Fue Presidente del Comité Ambiental de la Asociación de Empresas Consultoras de Chile. En los últimos veinte años, ha realizado asesorías a empresas para el sector minero, forestal, energía, infraestructura y servicios a empresas tales como CODELCO, CMPC, COPEC, ENDESA y sector público, CONAMA y MOP. Ha llevado adelante proyectos en Chile, España, Uruguay, Brasil y Argentina. Su actividad profesional la comparte con conferencias en universidades, columnista de la revista Induambiente, y su participación en actividades de la IWA. Tiene publicaciones en diversas revistas nacionales e internacionales. Sus áreas de trabajo se relacionan con Recursos Hídricos, Medio Ambiente, Ingeniería de Procesos y Ciencia Aplicada. Ha dirigido proyectos de I+D+i en temas tales como Recursos Naturales, Biotecnología, Modelación y últimamente en Nanotecnología, con financiamientos de gobiernos regionales (FIC), Corfo y empresas privadas. Ha sido asesor estratégico de distintas instituciones y empresas, siendo director de la Corporación Reguemos Chile, que impulsa el proyecto de Carretera Hídrica y socio de empresas consultoras. Es coordinador técnico del Proyecto FIC TARAPACÁ CÓDIGO BIP30434872-0 que realiza la PUCV y Asesor Estratégico de la Universidad de La Frontera para el Proyecto Ingeniería 2030.

EDUCACIÓN

- Doctor en Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 1981
- Licenciado en Ciencias químicas, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 1977
- Ingeniero Civil de Industrias, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 1973.

ACTIVIDAD ACADÉMICA

- Profesor del Diplomado de Bionegocios de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2015)
- Profesor de Curso de Modelación Ambiental en la Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Ingeniería Química, Santiago (2012)
- Profesor de Curso de Consultoría Ambiental en la Universidad Andres Bello (2000-2003)
- Director y Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile, (1993-1996).
- Profesor de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Barcelona (1977-1981).
- Profesor invitado de varias universidades chilenas y extranjeras

MEMBRESÍAS / AFILIACIONES

- ❖ Colegio de Ingenieros de Chile.
- ❖ Fundación de Ingenieros UC
- ❖ International Water Association (IWA) Membership N° 00849512
- ❖ Red Chilena de Biogas
- ❖ Columnista de la revista Induambiente

BECAS Y PREMIOS

- Beca Association of American Universities, Profesor Invitado de la UBC, University of British Columbia (1996).
- Beca Instituto de Cooperación Iberoamericano, para estadía en Universidades españolas (1996).
- Premio del Concurso Nacional del Empleo, Confederación de la Producción y el Comercio (1985).
- Beca Fundación Roviralta de Barcelona, apoyo al doctorado en sistemas de interacción aire-agua (1979-1981)
- Beca Fundación Presidente Manuel Montt para cursar estudios de ingeniería (1966-1971).

HISTORIA LABORAL

- ❖ Armilar 33 Ltda, Socio (abril 2016 a la fecha)
- ❖ Videla y Bogado Consultores Asociados SpA, Socio (Mayo 2015 a la fecha)
- ❖ AMEC International Ingeniería y Construcción Ltda., División Environment & Infrastructure, Especialista Senior y Gerente de Recursos Hídricos (2010 – 2015).
- ❖ CADE IDEPE, Jefe del Área Ambiental (1996 – 2010).
- ❖ Universidad de la Frontera, Director de Departamento de Ingeniería Química (1995-1996).
- ❖ Celulosa del Pacifico S. A., Ingeniero de procesos Senior, Superintendencia Técnica, Chile (1991-1994).
- ❖ Universidad de la Frontera, Director Depto. de Ingeniería Química, Temuco, Chile (1983–1990).

- ❖ CEIS Ltda., Director Área de Computación e Informática, Santiago, Chile (1982–1983).
- ❖ Universidad Autónoma de Barcelona, Profesor Facultad de Ciencias, Barcelona, España (1977–1981).
- ❖ Secretaría Regional de Planificación V Región, Planificación Sectores Industrial y Transporte, V Región – Chile, Valparaíso (1977-1981)
- ❖ Corporación de Desarrollo Industrial de Valparaíso y Aconcagua, Ingeniero Analista de Proyectos, Depto. de Ingeniería, Valparaíso, Chile (1974-1975).
- ❖ Instituto tecnológico de Chile (INTEC-CORFO), Ingeniero B de la Unidad de Información Técnica (1973).

PROYECTOS DESTACADOS

Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

- ***Proyecto Ingeniería 2030 Universidad de La Frontera***
 - Asesor Estratégico
 - Facultad de Ingeniería y Ciencias, UFRO (2017 en ejecución)
- ***Estudio de Tratamiento de Arsénico y Boro mediante procesos bio y nanotecnológicos***
 - Asesor Técnico
 - Empresa Agrícola Valle Nuevo, con apoyo CORFO (2016 en ejecución)
- ***Sistema integral para el tratamiento y uso de aguas de riego para la Región de Tarapacá***
 - Coordinador Técnico.
 - Núcleo Biotecnología de Curauma-PUCV, Proyecto FIC de Tarapacá (2016, en ejecución)
- ***Proyecto de vinculación estratégica de la innovación para la Región de Arica y Parinacota***
 - Asesor principal
 - NIELSEN CONSULTORES con apoyo CORFO (2016, en ejecución)
- ***Efecto de la contaminación de suelos por compuestos orgánicos clorados (como el pentaclorofenol), sobre la actividad biológica en la rizosfera.***
 - Investigador principal
 - CONICYT-CSIC - 2007 -144 (Chile-España). 2008-2009.

- **Fortalecimiento de la línea de investigación de detoxificación de aguas residuales provenientes de la industria de celulosa**
 - Investigador principal
 - Proyecto CONICYT-CNR No 14662AA2 (Chile-Italia), 2003 -2004
- **Planta piloto para el tratamiento de residuos industriales líquidos para la industria de tableros (Hardboard).**
 - Investigador principal
 - DIDUFRO (1997 -1998)
- **Biodegradabilidad aerobia de compuestos fenólicos provenientes de la industria de proceso de la madera.**
 - Investigador principal
 - DIDUFRO No 9524, 1995-1997.
- **Biodegradabilidad aerobia de compuestos fenólicos provenientes de efluentes de la industria forestal**
 - Investigador principal
 - FONDECYT N°1950.837, 1995-1997.
- **Procesos biológicos para la decoloración de efluente E1 del proceso de pulpa Kraft de pino**
 - Investigador principal
 - PROYECTO PNUD/CMPC (1991)

Proyectos ERNC

- **Estudio de biodigestión anaerobia para tres comunas de Chile.**
 - Asesor principal
 - Proyecto en conjunto con NBC - PUCV (Núcleo Biotecnología de Curauma). SUBDERE (2014-2015)
- **Asesoría Técnica para el Proyecto de Quema de Biogas**
 - Jefe de Proyecto
 - GURE TALDE, (2007).
- **Plantas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en la Región Metropolitana (Reactor UASB)**
 - Jefe de Proyecto
 - Gobierno de Holanda/CONAMA R.M. (1997-2000)

- **Tratamiento biológico de compuestos recalcitrantes originados en los procesos de producción de pasta de celulosa y papel**
 - Investigador principal
 - Programa de Cooperación Conycit-CNR con Iberoamérica. (1997-1998).
- **Tratamiento anaerobio de aguas de tableros**
 - Investigador principal
 - investigación conjunta Chile-España. ICI-MEC- 1991 -1993
- **Diseño, construcción y operación de un Digestor de Biogas Rural**
 - Jefe de Proyecto
 - UFRO. (1985-1988).

Estudios Sistemas Hídricos

- **Estudio de interacción sedimentos-agua Chironta**
 - Jefe de Proyecto
 - Dirección de Obras Hidráulicas/Ministerio de Obras Públicas (2013-2015)
- **Modelo Hidrogeológico de la Cuenca del río Colpitas**
 - Jefe de Proyecto
 - Dirección General de Aguas/Ministerio de Obras Públicas (2013-2014)
- **Estudio de Drenaje Acido Tranque Quillayes y El Chinche**
 - Especialista hidroquímica y aseguramiento analítico
 - Minera Los Pelambres (2013-2014)
- **Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad**
 - Jefe Técnico
 - Dirección General de Aguas/Ministerio de Obras Públicas (2002-2004)

Estudios Ambientales

- **Línea de base y EIA de la pre factibilidad del Túnel Bioceánico Aconcagua**
 - Jefe de Proyecto
 - SORS (Corporación América), Santiago (2010-2011).
- **EIA Tercera Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Santiago, Planta Mapocho**
 - Jefe de Proyecto
 - Aguas Andinas, Santiago (2007-2009).

- **EIA Puntilla del Viento,**
 - Director de Proyecto/Participación Ciudadana
 - Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas (2006).
- **EIA Ex Post Proyecto Canal Laja Diguillín**
 - Jefe de Proyecto
 - Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas (2005).
- **Auditoría Ambiental Independiente Central Hidroeléctrica Ralco**
 - Auditor principal designado por CONAMA periodo de construcción
 - ENDESA, (1998-2004)
- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Regadío Canal Victoria**
 - Director de Proyecto
 - Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas (2000-2001).
- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Combustibles Con Con**
 - Jefe de Proyecto
 - COPEC S.A. (2000-2001)
- **Estudio de Factibilidad e Impacto Ambiental Disposición de Escorias de descarte. Fundición Caletones.**
 - Jefe de Proyecto
 - CODELCO. División El Teniente. (1999 - 2000).
- **Declaraciones de Impacto Ambiental (varias)**
 - Jefe de Proyecto
 - Empresas: METRO, BASF, EMOS, CODELCO (1997-2000)
- **EIA Uso de combustibles alternativos en a planta la Calera de Cemento Melón**
 - Especialista senior
 - EMPRESAS MELÓN.. (1998)

Proyectos Técnicos: Gases

- **Ingeniería Conceptual para Manejo de Gases de Alto Horno y Planta de Subproductos**
 - Jefe de Proyecto
 - CAP HUACHIPATO, (2007)
- **Estudio conceptual tratamiento de gases combustión de Petcoke**
 - Especialista procesos
 - EDELNOR S.A. (1999-2000).

- **Modelo de dispersión para emisiones gaseosas desde fuentes fijas, realizado en Planta Laja.**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC S.A. (1996).
- ***Determinación de factores para estimar emisiones aéreas en el ciclo de recuperación de la planta Nacimiento.***
 - Jefe de Proyecto
 - PLANTA SANTA FE. (1996).

Proyectos Técnicos: Sólidos

- ***Ingeniería Conceptual y Básica Proyecto Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Industriales.***
 - Jefe Especialidad de Residuos Sólidos
 - Minera Casale (2012)
- **Ingeniería Disposición de Residuos Sólidos No Peligrosos, Planta de Celulosa Pacífico**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC Celulosa, (2006)
- **Proyecto de Ingeniería ADC N° 2, Planta de Celulosa Pacífico**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC Celulosa (2005)
- **Planta Santa Fe, Proyecto de Ingeniería del Vertedero industrial controlado.**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC CELULOSA S.A.(2004)
- **Planta Laja, Proyecto de Ingeniería y Declaración de Impacto Ambiental del Vertedero industrial controlado, 2ª Etapa.**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC CELULOSA S.A.(2002)

Proyectos Técnicos: Líquidos

- **Desarrollo de Ingeniería Conceptual para Riles de Fundición**
 - Jefe de Proyecto
 - CODELCO, División El Teniente (2005)

- **Informe conceptual de manejo de residuos líquidos del descortezado, Bopicua, Uruguay**
 - Jefe de Proyecto
 - ENCE-Uruguay (2004)
- **Ingeniería Conceptual del manejo y disposición final de fuentes radiactivas**
 - Jefe de Proyecto
 - CODELCO NORTE (2002)
- **Ingeniería conceptual de sistemas de tratamiento de residuos líquidos**
 - Jefe de Proyecto
 - CODELCO, División Salvador, (2001-2002).
- **Ingeniería Básica para proyecto de mitigación de color en Río Vergara**
 - Jefe de Proyecto
 - INFORSA SA. (2000).
- **Proyectos de Ingeniería El Trebal y La Farfana.**
 - Especialista Químico
 - EMOS S.A. (1998-2000).
- **Diagnóstico y programa de tratamiento de aguas servidas, Chacalluta,**
 - Jefe de Proyecto
 - ZOFRI.ARICA. (1997).
- **Aprovechamiento energético de los lodos de la planta de tratamiento de efluentes de la Fábrica Valdivia**
 - Jefe de Proyecto
 - CMPC S.A (1995).

PUBLICACIONES

- Videla S. Retroinnovación Andina. Induambiente (por publicarse) (2016)
- Videla, S. La Remediación Verde. Induambiente, 68-70, Mayo-Junio (2014).
- Videla, S.; Diez M.C.; Vidal G. Molecular weight distribution of Pinus radiate kraft mill wastewater treated by anaerobic digestion. Biosource Technology 77(2), 183-91 (2001)
- Diez, M.C.; Mora, M.L. & Videla, S. Adsorption of phenol and color from BKME using synthetic allophanic compounds. Water Research Journal, Vol.33, N°1,125-131 (1999).
- Vidal G. & Videla S. Compuestos organoclorados en vertidos líquidos. Efecto de la inserción global de la industria de celulosa chilena. Medio Ambiente, N°1-2, pp. 25-35 (1998).

- Videla, S.; A. Steiner, A. & Luraschi, A. Tecnologías Limpias en la Minería: experiencia de una consultora chilena, Minería Chilena, N°210, pp. 71-77 (1998).
- Videla, S.; Isaacs, C. & Diez, M.C. Evaluation of sequential aerated treatment of wastewater from hardboard mill, Brazilian Archives of Biology and Technology, Vol. 41 (3), 284-287 (1998).
- Videla, S. & Diez, C. Experiences of Wastewater Treatment in Chilean Forest Industry. Wat. Sci. Tech. Vol 35, Num. 2 y 3, pp. 221-226 (1997).
- Videla S. & Inostroza L. Modelo de un Digestor Continuo de Cocción Modificada de la Industria de Celulosa. Afinidad, Sept.(1996).
- Rodríguez, J.M. Vásquez y S. Videla. La Gestión Ambiental en Celulosa del Pacífico. Celulosa y Papel, ATCP-Chile, Diciembre (1992).
- S. Videla, R. Chamy y J.M. Lema. Design and Operation of Anaerobic Digester using Multiobjective Optimization Criteria" Journal of Chemical Technology and Biotechnology 49 (3), 223-231 (1990).
- R. Chamy, M.J. Nuñez y S. Videla. Impacto de la Biotecnología en la Industria de la Celulosa. Ingeniería Química 245, 125-129 (1989).
- R. Chamy, S. Videla y E. Navarrete. Multicriteria Optimization Design of Methane Fermentation Systems Section 7: Biogas Technology, Transfer and Diffusion. Pp 270-276 Editor M.M. El Halwagi, Elsevier Applied Science Publication, London (1986).
- S. Videla, C. Solà y J.M. Lema. Dynamic Simulation of an Air-Water Wetted Wall Column: Comparison of Experimental and Numerical Results. Computers and Chemical Engineering Journal Vol. 11(53), Enero-Feb (1987).
- R. Chamy, S. Videla y E. Lara "Temperatura óptima de operación de un Reactor Enzimático" Rev. Alimentación, Equipos y Tecnología 5(1), 169-172 (1986).
- S. Videla, C. Solà, J.M. Lema y J. Paris "Simulación Dinámica de Sistemas de Interacción Aire-Agua" Anales de Química, Real Sociedad Española de Química 79(29), 284-289 (1983).
- C. Solà, S. Videla y A. Martínez "Air-Water System: A Numerical Method to Determine Heat and Mass Transfer Coefficients" Afinidad 38 (1981).

CONFERENCIAS Y SEMINARIOS

- Cumbre Sin Límites, organizada por Wakilabs en Arica, con apoyo de CORFO, Fraunhofer, Imagine, Nielsen Consultores. Workshop: Principios de consultoría y Preparación de Propuestas (2016).
- Taller Corfo, Conferencia Construyendo Capital Social para la Innovación, Proyecto de Vinculación Estratégica Nielsen Consultores Arica (2016).
- AMEC Technical Summit, Improving water quality conditions for agricultural use in Northern Chile; Las Vegas USA (2013).

- Panel de Expertos del Centro de Gestión y Fortalecimiento para el Mejoramiento del Desarrollo Limpio en Chile (CGF-MDL), Valparaíso (2009).
- Seminario Sustentabilidad del Medio Urbano organizado por el Comité Ambiental de la Asociación de Empresas Consultores de Chile, AIC (2007).
- Taller de Riles organizado por el Comité Ambiental de la Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile, AIC (2006).
- Conferencia invitada, Día Mundial del Medio Ambiente, Universidad Católica de Temuco (2006).
- La Sustentabilidad, un desafío pendiente de la ingeniería, Conferencia Invitada, XVI Congreso de Ingeniería Química, Pucón (2005).
- Tratamiento de Residuos Líquidos de Celulosa, Curso ATCP, Concepción (2004).

- Experiencias y perspectivas para la transacción de Bonos de Carbono en Chile, Taller Internacional Bioenergía para un Desarrollo Sustentable, Viña del Mar (2004).
- Gestión Ambiental de la Empresa Privada en Chile, CECADES VII, Universidad de La Serena, conferencia sobre medio ambiente y consultoría ambiental (2004).
- Ingeniería y Sustentabilidad, CIDECA I, CECADES VI, Temuco (2003).
- Asociación de Ingenieros Consultores de Chile (AIC), Taller sobre Caudal Ecológico (2004).
- La Ingeniería en un Contexto Global, Conferencia Invitada, Universidad de La Frontera (2001).
- Auditoría Ambiental, Conferencia, Business Information Group, Hyatt Regency Hotel, Santiago de Chile (1999).
- Modelación de Procesos, Curso de Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad de Gerona, España (1996).
- Experiences of Wastewater Treatment in the Chilean Forest Industry, Empresa Roche, Quebec, Canadá (1996).
- Environmental Issues in the Chilean Forest Products Industry, Pointe Claire, Quebec, Canadá (1996).
- Contaminación en la Industria de Celulosa, Universidad de Santiago de Compostela, España (1993).
- La Experiencia de Celulosa del Pacífico en Efluentes Líquidos, Asociación Técnica de Celulosa y Papel, Chile, 2º Conferencia sobre Medio Ambiente (1992).
- Tratamiento de Aguas Residuales de Alta Carga Orgánica, Universidad de La Frontera (1991).
- Application of Biotechnology for Processing Lignocellulosics in Chile, the University of British Columbia, Vancouver (1991).
- Forest Industry and Biotechnology for Lignocellulosics in Chile, Pointe Claire, Quebec (1990).

- Biotecnología y sus Aplicaciones potenciales a la Industria del Papel, PNUD, efectuado en Fábrica de Celulosa Laja (1988).
- Contaminación y Residuos Orgánicos: Alternativas Biotecnológicas para su Tratamiento, OPS / OMS, taller efectuado en Santiago, Chile (1987).
- Biogas y Desechos Agropecuarios, Instituto de Tecnología y Normalización, Asunción, Paraguay (1986).
- Diseño de Procesos mediante Objetivos Múltiples, U. de Santiago de Compostela, España (1984).

ORGANIZACIÓN DE EVENTOS

- Miembro del Comité Científico del 8°, 9° y 10° Symposium on Forest Industry Wastewaters, International Water Association, realizados en Seattle, Vitoria y Concepción (2000, 2004, 2012)
- Taller de Residuos Industriales Líquidos, AIC, Santiago Organizador(2005),
- Taller sobre Caudal Ecológico, AIC, Organizador (2004)
- IX Congreso de Ingeniería Química, Pucón Secretario Ejecutivo(1989),
- Presidente del Simposio de digestión Anaerobia efectuado durante el I Congreso Nacional de Biotecnología, Talca (1989).
- Coordinador del Seminario Forestal de la Región de la Araucanía, Temuco (1988).
- Secretario Ejecutivo del Comité Organizador del IV Taller de Aprovechamiento de Recursos Lignocelulósicos, Temuco (1988).
- Presidente del Comité Organizador Encuentro Internacional. de Biogás, Temuco Chile (1985).



STGO. 19 JUL 1982
CAMILLO VILLALBA RIVEROS
NOTARIO PUBLICO DE SANTIAGO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

CERTIFICO que conforme a los Reglamentos de la Universidad,

con fecha 9 DE ABRIL DE 1973

según consta del expediente de grado correspondiente, se otorgó el título

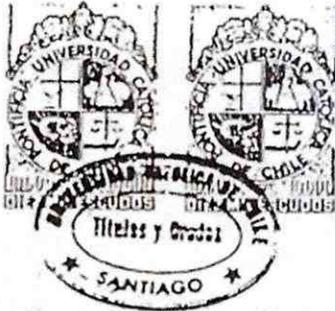
de "INGENIERO CIVIL DE INDUSTRIAS CON MENCIÓN EN QUÍMICA"

a Don SEBASTIAN VIDELA HINZEL

Fue aprobado CON UN VOTO DE DISTINCIÓN

Santiago, 17 de MAYO de 1976

FRANCISCO BULNES RIPAMONTI
Secretario General
Universidad Católica de Chile



Juan Carlos I, Rey de España,

y en su nombre el

Ministro de Educación y Ciencia

Considerando que, conforme a las disposiciones y circunstancias prevenidas por la actual legislación:

Don Sebastián Videla Hintze

nacido el día 22 de septiembre de 1948, en El Puerto-Valparaíso (Chile),

ha hecho constar su suficiencia en la Universidad Autónoma de Barcelona, el 30 de junio de 1981,
con la calificación de SOBRESALIENTE «CUM LAUDE», expide el presente

Título de Doctor en Ciencias (Sección Químicas)

que faculta al interesado para ejercer la profesión y disfrutar los derechos que a este grado le otorgan las
disposiciones vigentes

Dado en Madrid a 3 de febrero de 1984.

El interesado

Por el señor Ministro

La Secretaría de Estado de Universidades
e Investigación

Cosío V.S.L.

El Jefe de la Sección



Registro especial de la Sección de Títulos, número 172