

**From:** Juan Antonio Garces Duran <[JGarces@aguasandinas.cl](mailto:JGarces@aguasandinas.cl)>  
**Sent:** 18 December 2020 10:12  
**To:** revisionds90 <[Revisionds90@mma.gob.cl](mailto:Revisionds90@mma.gob.cl)>  
**Cc:** Tamara Paola Munoz Rojas <[tmunozr@aguasandinas.cl](mailto:tmunozr@aguasandinas.cl)>; Yves Lesty .  
<[YLesty@aguasandinas.cl](mailto:YLesty@aguasandinas.cl)>  
**Subject:** Antecedentes revisión DS 90/2000

Señores(as)  
Encargados del proceso de revisión del DS90  
Presente

Adjunto envío carta y minuta de nuestro Gerente de Economía Circular, con antecedentes técnicos, que solicitamos sean incluidos en el proceso de revisión del DS 90/2000.

Muchas Gracias  
Juan Antonio Garcés  
Jefe de medio ambiente y biodiversidad  
Aguas Andinas

"La información contenida en este documento es de propiedad de las empresas del Grupo Aguas, y está destinada al uso exclusivo de la persona a quien va dirigida y puede contener información privilegiada, confidencial o de divulgación restringida según la ley chilena. Si Ud. no es el destinatario, le informamos que cualquier divulgación, distribución o copia de esta comunicación puede constituir un delito conforme a la ley chilena. Si Ud. ha recibido esta comunicación por error, le rogamos destruirla y avisarnos inmediatamente por teléfono con cobro revertido. Adicionalmente y por aplicación del modelo de prevención de delitos de la ley N° 20.393, le informamos que los trabajadores del Grupo Aguas procurarán relacionarse con funcionarios públicos solo a través de sus correos institucionales"



AGUAS ANDINAS S.A.

N° 38101 - 18.12.2020

**Sr.**  
**Juan José Donoso R.**  
**Jefe de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad**  
**Ministerio del Medio Ambiente**  
**Presente**

Ref: Revisión del DS 90/2000.  
At.: Srta. Amerindia Jaramillo,  
Jefa Departamento ecosistemas  
acuáticos.

De nuestra consideración:

En atención a lo establecido en las Resolución Núm. 1.340 exenta, de fecha 30 de noviembre de 2020, del Ministerio de Medio Ambiente; adjunto envío a usted, minuta que presenta antecedentes técnicos y científicos, que ponemos a su disposición, con el objeto de ser analizados e incorporados en el proceso de revisión de DS N° 90/2000, que establece la Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Saluda a Ud.,

**Yves Lesty**  
**Gerente de Economía Circular**  
**Aguas Andinas**



## **Antecedentes relativos a la Revisión del DS N°90 que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales**

### **1) Nitrógeno y Fósforo**

En el Título II “DEFINICIONES”, el Artículo 5°, la Tabla “Fuente Emisora Valor Característico” atribuye a los parámetros Nitrógeno Kjeldahl y Fósforo los valores respectivamente de  $8 \text{ g.d}^{-1}$  y  $1,6 \text{ g.d}^{-1}$ . Dado que en paralelo establece una dotación de agua potable de  $200 \text{ l.hab}^{-1}.\text{d}^{-1}$  con un coeficiente de recuperación de 0,8, la dotación de aguas servidas es de  $160 \text{ l.hab}^{-1}.\text{d}^{-1}$ , las concentraciones en NTK y P resultantes son respectivamente de  $50 \text{ mg.l}^{-1}$  y  $10 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Por otra parte, al observar estos parámetros en la Tabla 1, que establece los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluvial, se aprecia que son las mismas concentraciones indicadas en el punto anterior, situación que obedece a la intención normativa de que no sería necesario incorporar en las plantas de tratamiento de aguas servidas dispositivo para la remoción de dichos parámetros, considerando que los cuerpos de agua fluvial en los cuales descargan estas plantas de tratamiento de aguas servidas no son considerados como sensibles a estos parámetros.

Esta postura es completamente alineada con las adoptadas en otras reglamentaciones a nivel internacional, como por ejemplo las de la Unión Europea (UE) o de Estados Unidos de América (USA), con una diferencia importante que, en el caso de UE y USA, no se fijan valores de concentración en NTK y P para descarga en zona considerada como no sensible.

Se adjunta el extracto de la Directa Europea relativo al tratamiento de aguas residuales urbanas, en el cual se establecen los requisitos generales para las aguas servidas tratadas con descarga en zonas no definidas como sensibles.

Cuadro 1: Requisitos para vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas sujetos a los artículos 4 y 5 de la Directiva. Se aplicarán los valores de concentración o de porcentaje de reducción.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción <sup>(1)</sup>	Método de medición de referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> a 20 ° C) sin nitrificación <sup>(2)</sup>	25 mg / l de O <sub>2</sub>	70-90 40 con arreglo al artículo 4, apartado 2	Muestra homogeneizada, sin filtrar y sin decantar. Determinación de oxígeno disuelto antes y después de cinco días de incubación a 20 ° C ± 1 ° C, en completa oscuridad. Adición de un inhibidor de la nitrificación
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg / l de O <sub>2</sub>	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar y sin decantar Dicromato de potasio
Sólidos suspendidos totales	35 mg / l <sup>(3)</sup> 35 con arreglo al artículo 4, apartado 2 (más de 10000 eh) 60 con arreglo al artículo 4, apartado 2 (2000-10 000 eh)	90 <sup>(3)</sup> 90 con arreglo al artículo 4, apartado 2 (más de 10000 eh) 70 con arreglo al artículo 4, apartado 2 (2000-10 000 eh)	- Filtrado de una muestra representativa a través de una membrana filtrante de 0,45 µm. Secar a 105 ° C y pesar - Centrifugar una muestra representativa (durante al menos cinco minutos con una aceleración media de 2800 a 3200 g), secar a 105 ° C y pesar
<p><sup>(1)</sup> Reducción en relación a la carga del afluente.</p> <p><sup>(2)</sup> El parámetro puede ser reemplazado por otro parámetro: carbono orgánico total (TOC) o demanda total de oxígeno (TOD) si se puede establecer una relación entre DBO<sub>5</sub> y el parámetro sustituto.</p> <p><sup>(3)</sup> Este requisito es opcional.</p>			

Los análisis de las descargas de lagunas se realizarán en muestras filtradas; sin embargo, la concentración de sólidos suspendidos totales en muestras de agua sin filtrar no debe exceder los 150 mg / l.

En caso de descarga en zona definida como sensible, los requisitos relativos a los parámetros N Y P son comparables a los establecidos en la Tabla N°3 del DS 90.

Cuadro 2 Requisitos para vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en zonas sensibles que están sujetas a eutrofización, tal como se identifica en el anexo II.A (a).

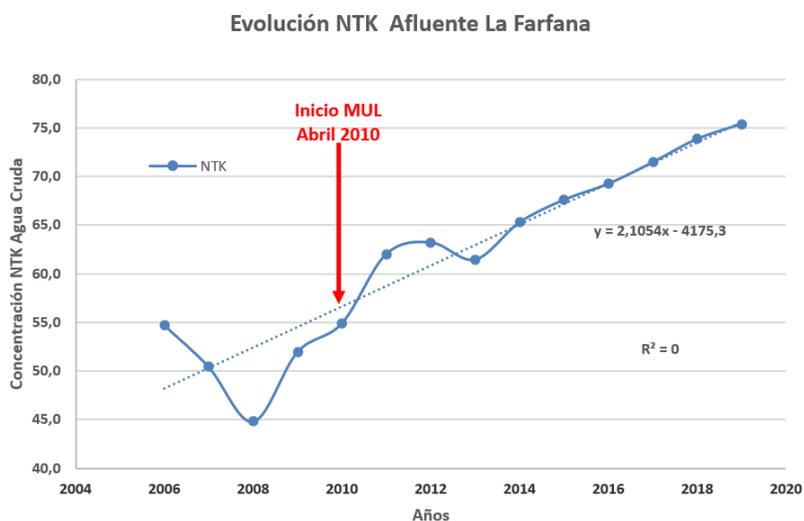
Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción <sup>(1)</sup>	Método de medición de referencia
Fósforo total	2 mg / l (10000 - 100000 pe)	80	Espectrofotometría de absorción molecular
	1 mg / l (más de 100 000 pe)		
Nitrógeno total <sup>(2)</sup>	15 mg / l (10000 -100000 pe) <sup>(3)</sup>	70-80	Espectrofotometría de absorción molecular
	10 mg / l (más de 100 000 pe) <sup>(3)</sup>		
<p><sup>(1)</sup> Reducción en relación a la carga del afluente.</p> <p><sup>(2)</sup> Nitrógeno total: la suma del nitrógeno Kjeldahl total (nitrógeno orgánico y amoniacal) nitrato-nitrógeno y nitrito-nitrógeno.</p> <p><sup>(3)</sup> Estos valores de concentración son medias anuales a que se refiere el anexo I, punto D.4, letra c). No obstante, los requisitos de nitrógeno podrán comprobarse utilizando promedios diarios cuando se demuestre, de conformidad con el anexo I, punto D.1, que se obtiene el mismo nivel de protección. En este caso, la media diaria no debe superar los 20 mg / l de nitrógeno total para todas las muestras cuando la temperatura del efluente en el reactor biológico sea superior o igual a 12 ° C. Las condiciones relativas a la temperatura podrían sustituirse por una limitación del tiempo de funcionamiento para tener en cuenta las condiciones climáticas regionales.</p>			

El problema radica en la redacción vigente del DS90 en el valor absoluto fijado de NTK y P, que no corresponde a los valores observados en la realidad. Para plantas eficientes de remoción de DBO<sub>5</sub> y SS, que utilizan, por una parte, en la línea de agua, procesos de decantación primaria y lodos activados de alta carga y, por otra parte, en la línea de lodos, proceso de digestión anaeróbica, la concentración de nitrógeno eliminada corresponde al flujo de nitrógeno exportado en el lodo digerido, que equivale a 15 mg.l<sup>-1</sup> en el efluente. Se puede completar esta eliminación por el tratamiento de las aguas de retorno de deshidratación que presentan altas concentraciones de nitrógeno amoniacal, permitiendo la remoción de 6 a 7 mg.l<sup>-1</sup> suplementarios, dando un total de 21 a 22 mg.l<sup>-1</sup>.

Esto significa que el afluente no podrá superar el valor de 71 a 72 mg.l<sup>-1</sup> en concentración de NTK (y hasta 4 a 5 mg.l<sup>-1</sup> menos para tener en cuenta la incertidumbre ligada al muestreo y analítica) para poder garantizar el cumplimiento de la norma.

Lo que hemos observado tanto en Chile como a nivel internacional, es la tendencia al incremento de la concentración en NTK, ligado en particular a la reducción del consumo de agua per capita.

El gráfico siguiente muestra el caso de La Farfana que pasó de una concentración de 50 a 55 mg.l<sup>-1</sup> en 2006 a 75 mg.l<sup>-1</sup> en 2020. Cabe señalar que estas concentraciones son equivalentes a las concentraciones observadas en plantas de tratamiento de aguas servidas de Localidades, que no presentan infiltraciones de agua de napa como Curacavi o Paine.



El hecho de mantener el valor de NTK en 50 mg.l<sup>-1</sup> obligaría a desarrollar en el caso de plantas de tratamiento de aguas servidas en la situación de La Farfana, tratamiento complementaria en la línea principal, de alto costo de inversión y de operación y mantenimiento, para poder garantizar este nivel de calidad, sin que sea estrictamente demostrada su necesidad del punto de vista ambiental, dado que, si es por tema de sensibilidad del cuerpo de agua receptor al parámetro nitrógeno, el nivel de 50 mg.l<sup>-1</sup> es muy excesivo.

En este marco, se recomienda, como ha sido observado en reglamentaciones internacionales, no incluir los parámetros N y P en esta tabla de valores límites para descarga en zona no sensible, o reajustar el valor de manera a tomar en cuenta el valor real observado en agua cruda. Significaría llevar el límite al nivel fijado en tabla 3 de curso de agua con capacidad de dilución, de 75 mg.l<sup>-1</sup> en NTK.

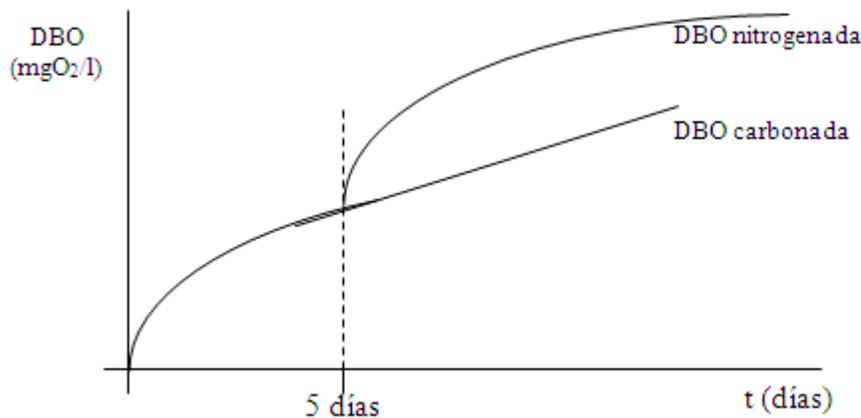
## 2) DBO<sub>5</sub>

La medición de la DBO<sub>5</sub> es dependiente de la flora bacteriológica presente en el medio al momento de la medición. En caso de presencia de bacterias de la nitrificación en el inoculo utilizado para realizar la medición de la DBO<sub>5</sub>, estas bacterias van a consumir oxígeno para oxidar el amonio presente.

Por esta razón, se distinguen:

- la DBO<sub>5</sub> Carbonácea (DBO<sub>5</sub>C) que caracteriza el oxígeno necesario para la oxidación del carbono e hidrógeno constitutivos de la materia orgánica, además de la oxidación de compuestos minerales como los sulfuros.
- La DBO<sub>5</sub> Nitrogenácea (DBO<sub>5</sub>N) que caracteriza el oxígeno necesario para la oxidación del nitrógeno amoniacal en nitratos
- La DBO<sub>5</sub> Total (DBO<sub>5</sub>T) que corresponde la suma de las dos anteriores.

Sobre las aguas servidas afluentes, la flora bacteriana de la nitrificación es poco desarrollada y la demanda de oxígeno ligada a la nitrificación suele aparecer solo a partir del sexto o séptimo día, una vez que estas bacterias hayan tenido tiempo desarrollarse (ver curva tipo adjunta).



En el caso de las aguas tratadas, la situación puede ser idéntica a la descrita anteriormente para las aguas crudas, es decir una presencia muy baja de bacterias de la nitrificación con resultados similares al anterior, es decir la aparición de una demanda en oxígeno ligada a la oxidación del nitrógeno una vez desarrollada una flora nitrificante suficiente. Pero también el agua tratada puede venir con bacterias de la nitrificación en cantidad suficiente para iniciar, en paralelo a la oxidación de la fracción carbonácea, la oxidación de la fracción nitrogenácea.

En este caso, para medir la DBO<sub>5</sub> Carbonácea sola, se tiene que desarrollar un método normalizado que permita neutralizar la nitrificación sin perturbar la oxidación orgánica. Eso se puede realizar a través de la acidificación y neutralización de la muestra o adición de un inhibidor específico de la nitrificación (AllylThioUrea).

Cabe mencionar que este problema es aleatorio dependiendo de la carga aplicada al reactor biológico y a la temperatura del agua que influyen sobre el desarrollo de las bacterias de la nitrificación en el cultivo biológico. Al no especificar que la DBO<sub>5</sub> apuntada en las tablas del DS 90 es la DBO<sub>5</sub> Carbonácea y, por vía de consecuencia, al no autorizar el uso normalizado del inhibidor de la nitrificación en la medición, se introduce una incertidumbre en cuanto al cumplimiento de la norma: podrá no cumplir un efluente con niveles bajos de



DBO<sub>5</sub> Carbonácea residual cada vez que presentará un nivel suficiente de desarrollo de las bacterias de la nitrificación.

Más “grave” todavía es especificar que la DBO<sub>5</sub> mencionada en la norma se refiere a la Demanda Biológica en Oxígeno Total, (como ha sido el caso en la revisión del DS90) porqué en este caso, se debería añadir, al valor de DBO<sub>5</sub> medido (sin impacto de la nitrificación), el valor correspondiente de la demanda en oxígeno necesario para oxidar el amonio presente calculado en base a la concentración de nitrógeno amoniacal del efluente, para poder presentar el valor correcto de DBO<sub>5</sub> Total.

Está claro que, en estas condiciones, un agua tratada cumpliendo con el nivel fijado de 50 mg.l<sup>-1</sup> de NTK con una concentración en N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de por ejemplo 40 mg.l<sup>-1</sup> no podrá cumplir nunca con el nivel fijado de DBO<sub>5</sub> total de 35 mg.l<sup>-1</sup>, ya que, con una demanda en oxígeno teórica para la nitrificación de 4,2 mgO<sub>2</sub>.mg<sup>-1</sup>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, la demanda biológica en oxígeno de la sola fracción nitrogenada (para lograr la oxidación completa del amonio presente) es del orden de 170mg.l<sup>-1</sup>!

Si el objetivo visado por la norma es lograr una DBO<sub>5</sub> Total de 35 mg.l<sup>-1</sup>, no se puede mantener en paralelo un nivel de 50 mg.l<sup>-1</sup> en NTK dado la demanda en oxígeno ligado al nitrógeno. Con la demanda en oxígeno teórica mencionada de 4,2 mgO<sub>2</sub>.mg<sup>-1</sup>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, este nivel no debería exceder los 5 mg.l<sup>-1</sup> en NTK, es decir la mitad del nivel pedido en la tabla 3 que fija nivel por el elemento Nitrógeno en el caso de cuerpos de agua lacustre, (como nutriente factor potencial de eutrofización de estos cuerpos de agua, y no como demanda biológica en oxígeno). Cabe señalar que esta consideración está integrada en la Directiva Europea citada anteriormente en la cual, se especifica en el caso de la DBO<sub>5</sub> que se trata de una DBO<sub>5</sub> sin nitrificación, dejando abierta la posibilidad de utilizar otro parámetro como el COT o la DTO.