



ACCIÓN C1

**Monitorización y evaluación
medioambiental de los resultados de
las acciones del proyecto**

*Seguimiento del impacto medioambiental de la
implantación de las acciones B3 y B4 a través de
la evolución de los parámetros físico-químicos*

INFORME 3 SEGUIMIENTO – JUL 2019



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIOAMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL MIÑO-SIL



1. INTRODUCCIÓN

El embalse de As Conchas es el embalse de cabecera del río Limia, aguas abajo de la llanura de A Limia y próximo a la frontera portuguesa (términos municipales de Bande, Lobeira y Muiños, en la provincia de Ourense). Este embalse ha sufrido durante los últimos años problemas de eutrofización de las aguas, con presencia de cianobacterias, en algunos casos tóxicas, como consecuencia de la presencia de nutrientes, fundamentalmente de origen agroganadero.

El proyecto LIFE REGENERA LIMIA tiene como finalidad la reducción de la presencia de estos nutrientes, a través de la implementación de un conjunto de técnicas demostrativas. Para ello propone un programa de actuaciones, cuyo objetivo último es demostrar la viabilidad y eficiencia de un enfoque innovador que integre medidas preventivas y de regeneración de un sistema fluvial altamente modificado en una Comarca con gran concentración agroganadera, contribuyendo a cumplir con los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua.

En este proyecto participan seis entidades beneficiarias que son la CHMS, la DXCN de la Xunta de Galicia, COREN, ECOLAGUNAS, Diputación de Ourense e INORDE.

2. ACTIVIDADES

ACTION C.1: Monitorización y evaluación medioambiental de los resultados de las acciones del proyecto - *Seguimiento del impacto medioambiental de la implantación de las acciones B3 y B4 a través de la evolución de los parámetros físico-químicos*

La acción C1 integra las tareas de seguimiento de los parámetros físicoquímicos para conocer los rendimientos de eliminación de nutrientes y la generación de nueva biomasa (incluyendo la fijación de CO₂) a partir de la implantación de las acciones B3 y B4. Para llevar a cabo este seguimiento, el proyecto prevé la implantación de un sistema de monitorización, consistente en una toma de muestras previas a la ejecución de las acciones con objeto de definir una situación inicial, tomas de muestras periódicas (cada 15 días) con el fin de estudiar la evolución de calidad de las aguas, y la elaboración de 5 informes que recopilen y analicen los resultados obtenidos, para así determinar el impacto ambiental de las acciones del Proyecto.

En relación con estos informes la previsión en el proyecto era realizar cinco informes semestrales, empezando en junio de 2015, sin embargo, como consecuencia de los retrasos producidos en el desarrollo de la acción A3, hasta 30 de noviembre de 2016 no dieron por finalizadas la ejecución de las acciones B3 y B4 y con ello el inicio de la monitorización y evaluación medioambiental de las acciones del proyecto. Por otra parte, teniendo cuenta el número de muestras tomadas durante el año 2018, en que sólo se dispuso de datos durante el primer semestre por motivos relacionados con la hidrología, se consideró más adecuado no hacer informe del segundo semestre de 2018, y hacer un informe de resultados de los

primeros meses del año 2019, desde enero a julio de 2019, que coincide con el periodo de circulación de agua en las acciones B3 y B4.

2.1. ANÁLISIS MUESTRAS PREVIAS A LA ENTRADA DE AGUA.- SITUACION DE PARTIDA

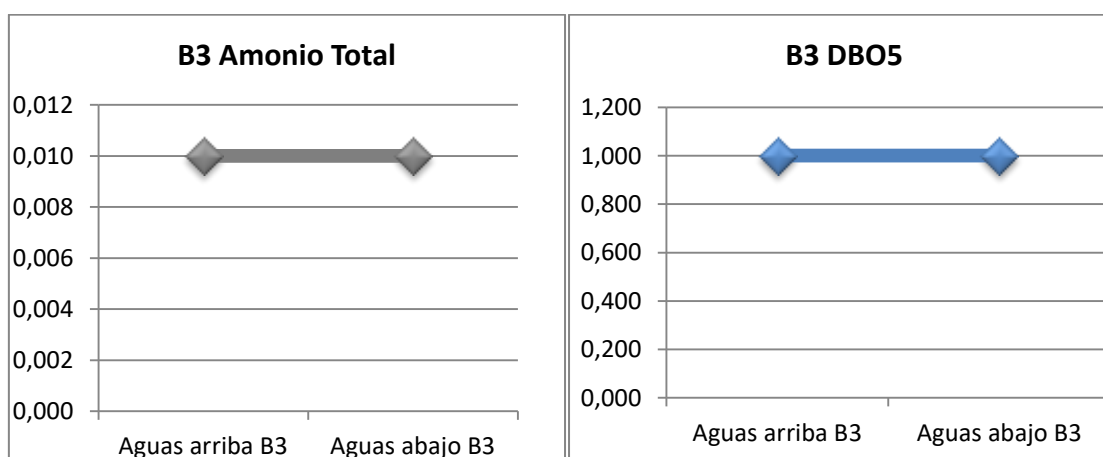
Acción B3

Una vez finalizadas las obras de la acción B3, y antes de que se produjera la primera entrada de agua a través del meandro el 13/12/2016 se procedió a la toma de muestras aguas arriba y aguas abajo de la acción B3.

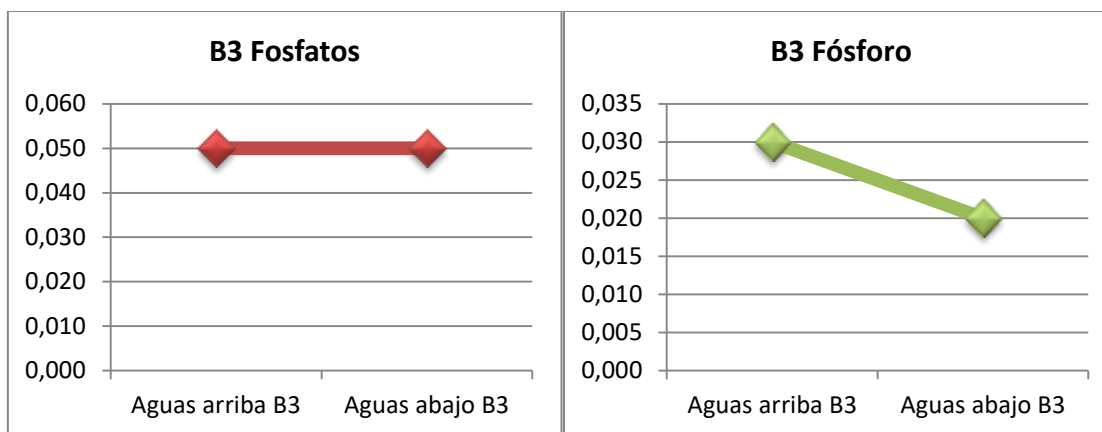
Tras su análisis en el laboratorio, se obtuvieron, en aquellos parámetros de mayor interés, los resultados que se muestran en la tabla 1 y se representan en las figuras 1 a 6.

Tabla 1. Resultados de control previo a la entrada de agua en la actuación B3.

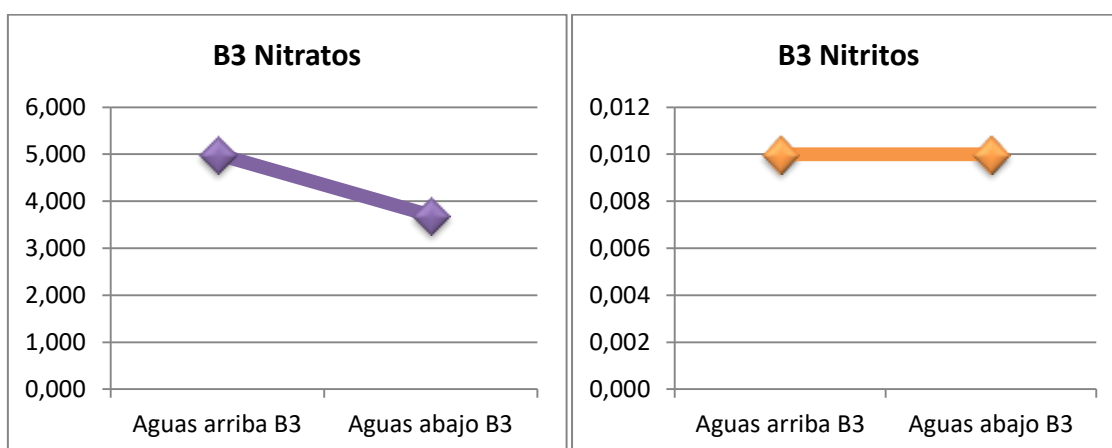
Punto: Proyecto LIFE+ (12/04/2016)			
Analito	Aguas arriba B3	Aguas abajo B3	Unidades
Amonio Total	0,010	0,010	mg NH₄⁺/L
DBO₅	1,000	1,000	mg O₂/L
Fosfatos	0,050	0,050	mg PO₄³⁻/L
Fósforo	0,030	0,020	mg P/L
Nitratos	5,000	3,700	mg NO₃/L
Nitritos	0,010	0,010	mg NO₂/L



Figuras 1 y 2. Gráfico de resultados para amonio y DBO5 previo a la entrada de agua en la actuación B3.



Figuras 3 y 4. Gráfico de resultados para fosfatos y fósforo previo a la entrada de agua en la actuación B3.



Figuras 5 y 6. Gráfico de resultados para nitratos y nitritos previo a la entrada de agua en la actuación B3.

A partir de estos resultados, se pudo comprobar que la concentración de estos parámetros se mantenía constante aguas arriba y aguas abajo de la zona de acción B3, salvo en el caso del fósforo y de los nitratos, donde esta concentración disminuía, previsiblemente por acción de la vegetación ripícola.

Ahora bien, estos resultados no son concluyentes y no muestran el efecto de la recuperación del meandro, ya que debido a la ausencia de lluvias, el caudal circulante no alcanzó valores superiores al caudal medio, y el nivel del río no aumentó lo suficiente para que se produjese la entrada de agua en el meandro.

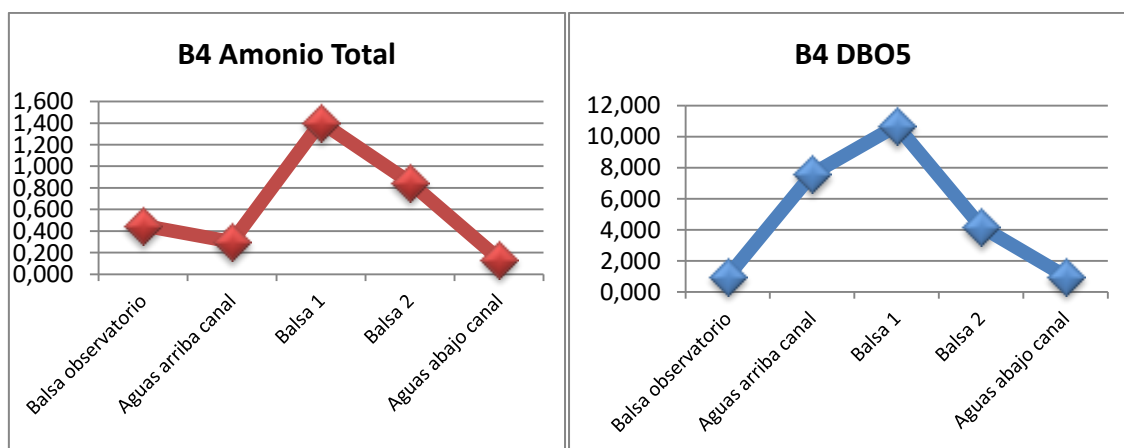
Acción B4

De igual manera, una vez finalizadas las obras de la acción B4, y antes de que se produjera el primer paso de agua a través de las balsas, el 13/12/2016 se procedió a la toma de muestras aguas arriba y aguas abajo de la acción B4, en la balsa 1, en la balsa 2 y en la balsa observatorio.

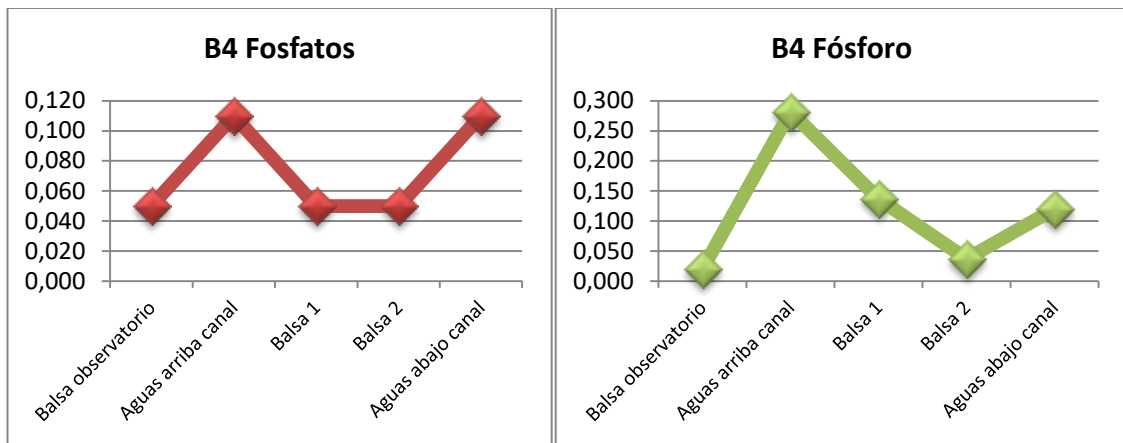
Tras su análisis en el laboratorio, se obtuvieron, en aquellos parámetros de mayor interés, los resultados que se muestran en la tabla 2 y se representan en las figuras 7 a 12.

Tabla 2. Resultados de control previo a la entrada de agua en la actuación B4.

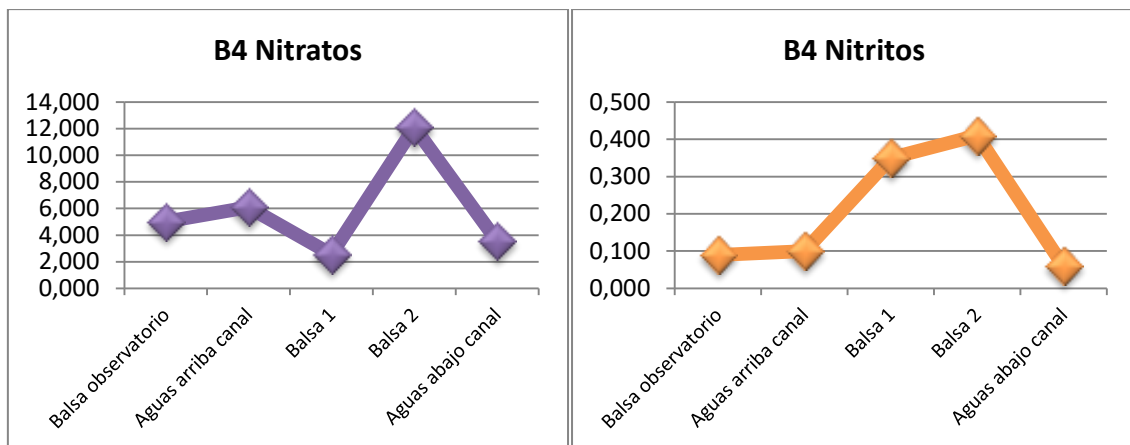
Punto: Proyecto LIFE+ (12/04/2016)						
Analito	Balsa observatorio	Aguas arriba canal	Balsa 1	Balsa 2	Aguas abajo canal	Unidades
Amonio	0,450	0,300	1,410	0,850	0,140	mg NH₄⁺/L
DBO₅	1,000	7,600	10,70	4,200	1,000	mg O₂/L
Fosfatos	0,050	0,110	0,050	0,050	0,110	mg PO₄³⁻/L
Fósforo	0,020	0,282	0,137	0,037	0,120	mg P/L
Nitratos	5,010	6,100	2,550	12,100	3,540	mg NO₃/L
Nitritos	0,090	0,100	0,350	0,410	0,060	mg NO₂/L



Figuras 7 y 8. Gráfico de resultados para amonio y DBO5 previo a la entrada de agua en la actuación B4.



Figuras 9 y 10. Gráfico de resultados para fosfatos y fósforo previo a la entrada de agua en la actuación B4.



Figuras 11 y 12. Gráfico de resultados para nitratos y nitritos previo a la entrada de agua en la actuación B4.

A partir de estos resultados, se pudo comprobar que la concentración de estos parámetros presenta una reducción a lo largo del canal, salvo en los fosfatos, previsiblemente por acción de la vegetación ripícola.

Ahora bien, estos resultados no son concluyentes en cuanto al efecto de la recuperación y conexión de las charcas de areneras, ya que debido a la ausencia de lluvias, el caudal circulante no alcanzó valores superiores al caudal medio, y el nivel del río no aumentó lo suficiente para que se produjese la entrada de agua en las charcas.

2.2. ANÁLISIS MUESTRAS PRIMER SEMESTRE 2019. FECHAS DE FINALIZACIÓN DEL PROYECTO JUNIO 2019.

Para llevar a cabo el seguimiento de las acciones B3 y B4, estaba prevista la toma de muestras cada 15 días en ambas acciones, sin embargo, en ocasiones, este seguimiento no se ha podido realizar con la frecuencia esperada, y en otras ocasiones la frecuencia de tomas de muestra fue mayor, para disponer de un mayor número de datos, que posibilitase un seguimiento más completo de la calidad de las aguas en los puntos de control. De este modo, se tomaron un total de 12 muestras en los puntos seleccionados de la acción B3, y 15 muestras en los puntos seleccionados de la acción B4, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2018 y mayo de 2019.

Acción B3

En el caso de la acción B3 los puntos de toma de muestras son los que se muestran en la figura 13.

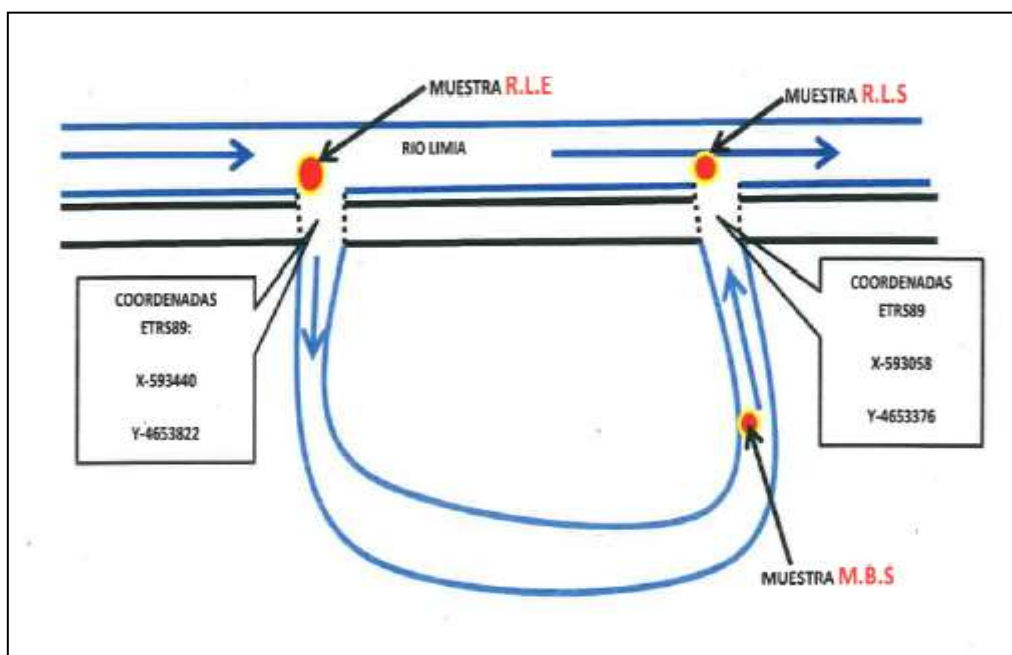


Figura 13. Puntos de control de la acción B3.

Los parámetros analizados y sus métodos de análisis son los que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros analizados en las campañas de control de la acción B3.

ANALITO	Método de análisis	Unidades
Alcalinidad	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Amonio Total	PNT/03	mg NH ₄ ⁺ /L
Bicarbonatos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Carbonatos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Clorofila de algas verde-azules	PNT/57	µg/L
Clorofila de algas verdes	PNT/57	µg/L
Clorofila de criptofitas	PNT/57	µg/L
Clorofila de diatomeas	PNT/57	µg/L
Clorofila total	PNT/57	µg/L
Cloruros	PNT/38	mg Cl ⁻ /L
Conductividad a 20 °C	PNT/06	µS/cm
DBO 5 días	PNT/17A	mg O ₂ /L
Fluoruros	PNT/38	µg F ⁻ /L
Fosfatos	PNT/38	mg PO ₄ ³⁻ /L
Fósforo	PNT/48	mg P/L
Hidróxidos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Índice al KMNO ₄	PNT/26	mg O ₂ /L
Nitratos	PNT/38	mg NO ₃ ⁻ /L
Nitritos	PNT/38	mg NO ₂ ⁻ /L
O ₂ disuelto	PNT/27	mg O ₂ /L
pH	PNT/06	u pH
Saturación de oxígeno dis.	PNT/27	% sat
Sulfatos	PNT/38	mgSO ₄ ²⁻ /L
Temperatura agua	-	°C
Temperatura ambiente	-	°C

Los resultados obtenidos en aquellos parámetros de mayor interés (compuestos de fósforo y nitrógeno y materia orgánica), y su evolución temporal durante el periodo de tomas de muestra, se representan en las figuras 14 a 19.

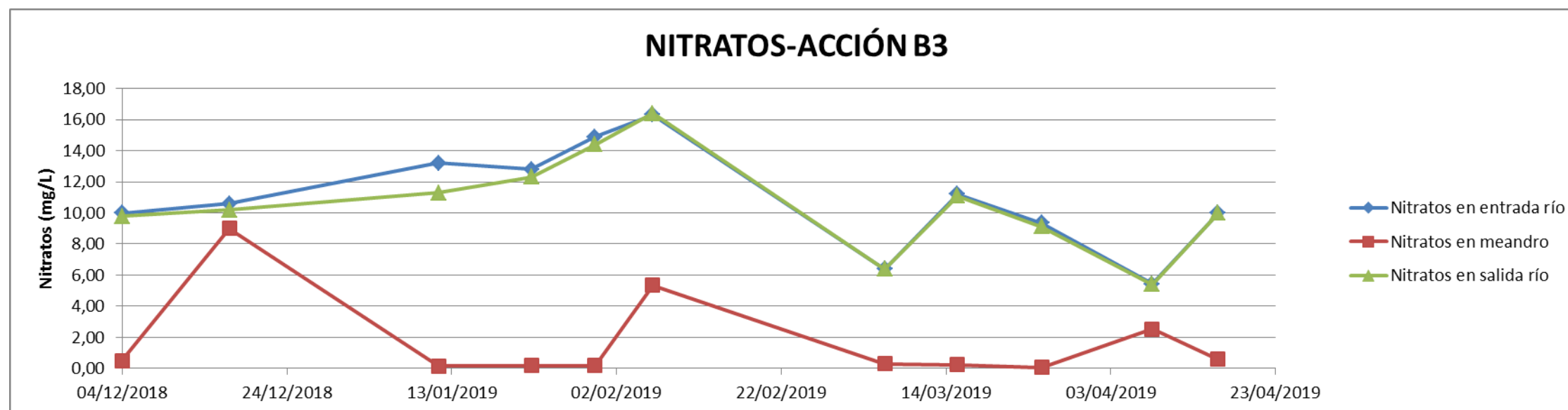


Figura 14. Resultados de control de nitratos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

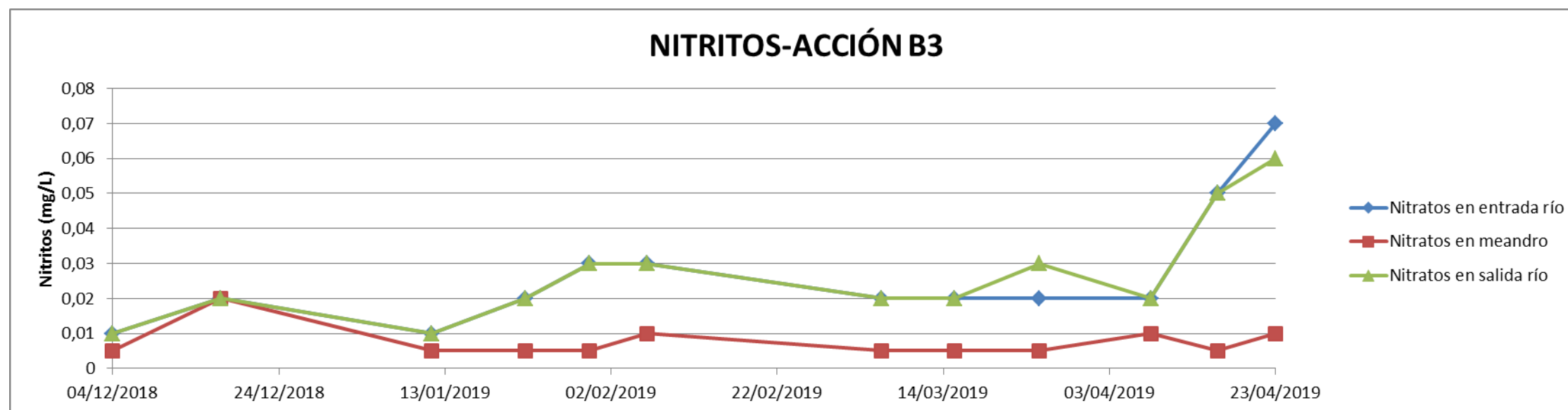


Figura 15. Resultados de control de nitritos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

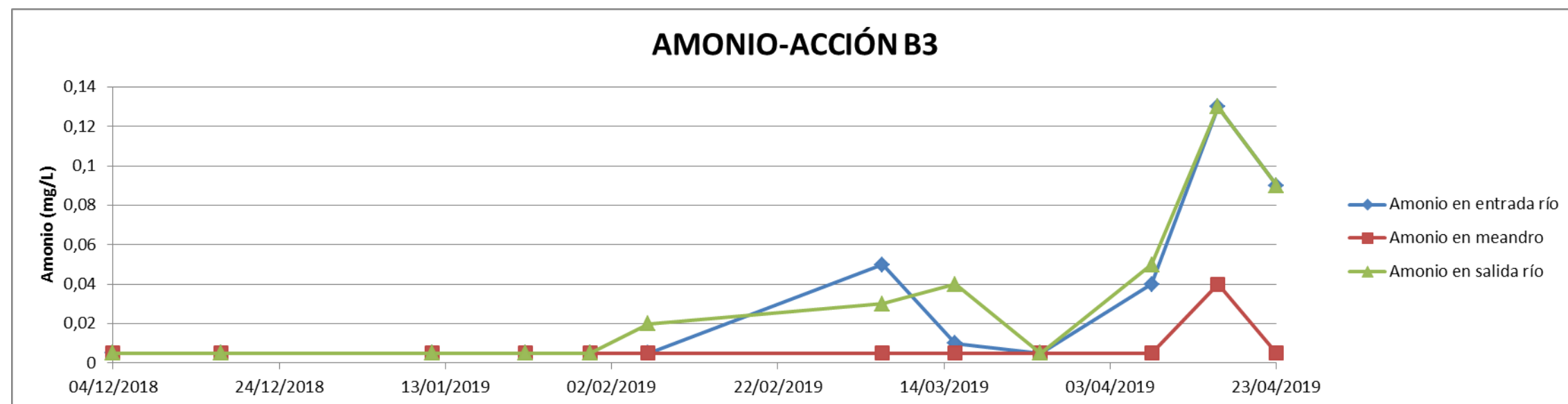


Figura 16. Resultados de control de amonio y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

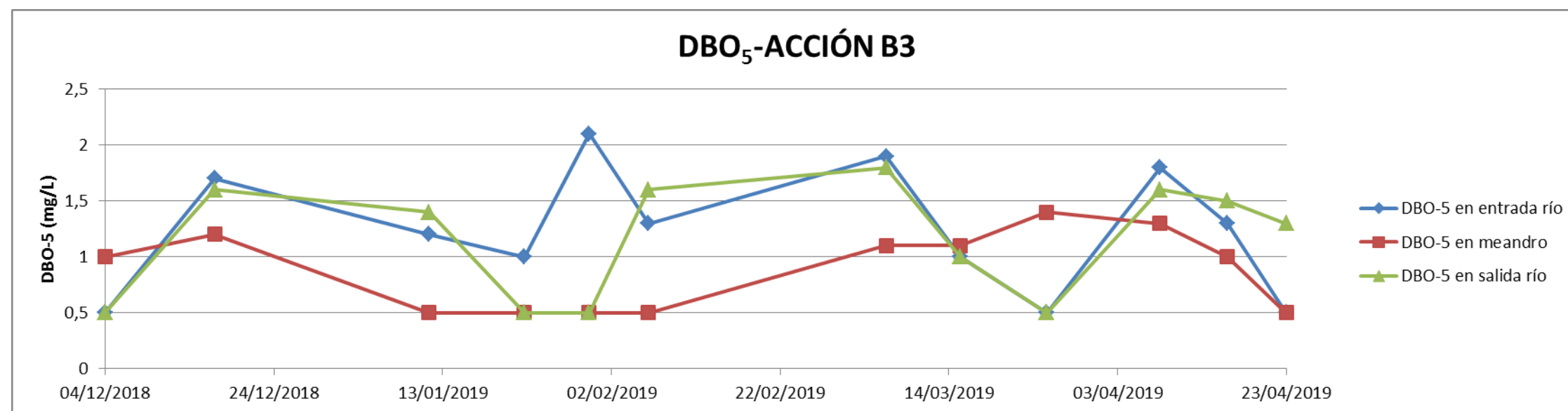


Figura 17. Resultados de control de DBO₅ y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

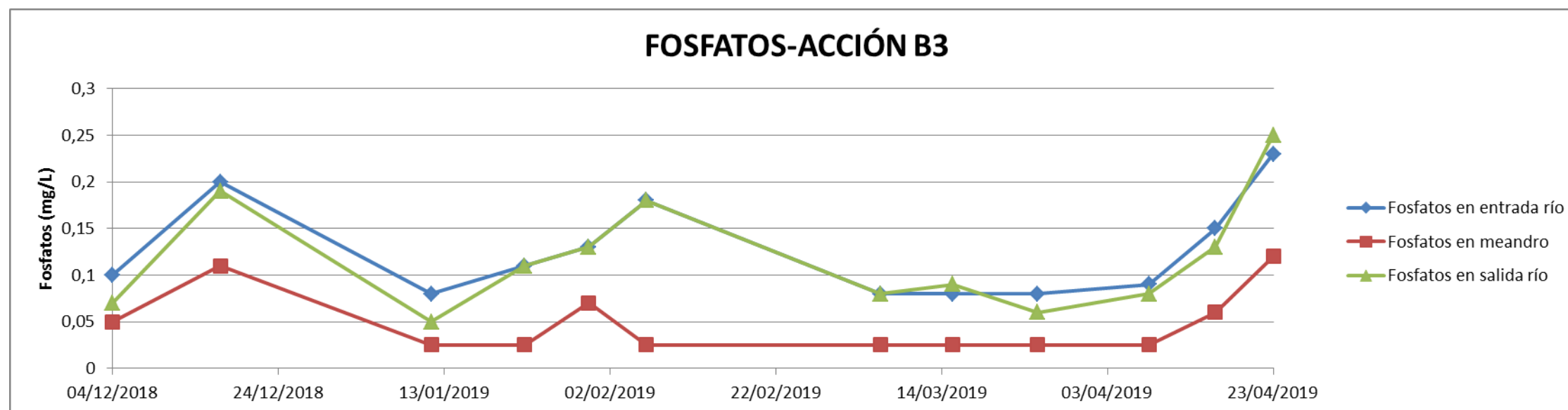


Figura 18. Resultados de control de fosfatos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

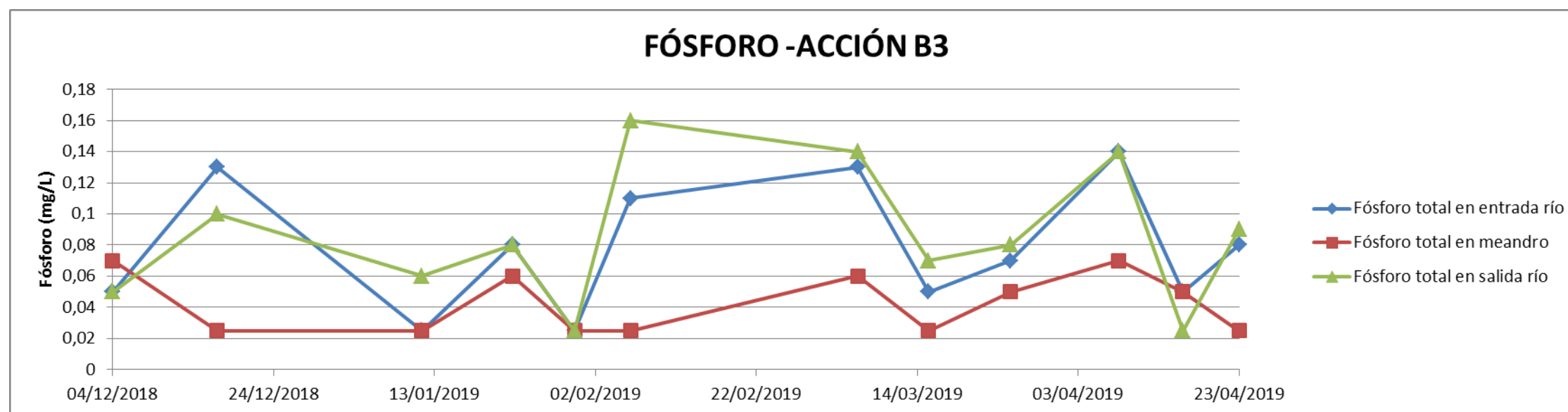


Figura 19. Resultados de control de fósforo y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B3.

Asimismo, Se han comparado las reducciones de cada uno de estos parámetros al pasar el agua, bien por el río, bien por el meandro, obteniéndose los resultados de reducción en porcentaje, que se representan gráficamente para cada uno de los parámetros en las figuras 20 a 25, en que un valor positivo en el porcentaje de reducción indica que la concentración del parámetro considerado disminuyó, y un valor negativo en el porcentaje de reducción indica que la concentración del parámetro considerado se incrementó.

Además, se ha estudiado la comparativa en el porcentaje de reducción de los diferentes parámetros de estudio entre el agua a su paso por el meandro frente al agua a su paso por el río, que se representa gráficamente en las figuras 26 a 29, en que un valor positivo en el porcentaje indica que la reducción del parámetro considerado ha sido más favorable en el meandro, y un resultado negativo indica que el resultado de reducción ha sido más favorable en el río. El valor medio de la comparativa de los porcentajes de reducción de todos los análisis se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Comparativa de porcentajes de reducción entre paso de agua por meandro y paso de agua por río. Valores medios.

Analito	% Reducción meandro	% Reducción río	Diferencia de reducción entre meandro y río
Amonio Total	32,6%	-48,8%	81,4%
DBO₅	6,5%	-5,6%	12,1%
Fosfatos	63,3%	8,4%	54,9%
Fósforo	32,9%	-15,6%	48,5%
Nitratos	83,1%	2,8%	80,3%
Nitritos	64,6%	-3,0%	67,6%

De los resultados obtenidos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- **Nutrientes** (nitratos, nitritos, fosfatos, fósforo): En el meandro se produce un comportamiento de reducción significativamente más efectivo que en el cauce del río con respecto a los nutrientes (ver figuras 26 y 28). Especialmente significativo es el dato de reducción de nitratos, que supera un 80% la media de reducción del meandro con respecto al río. Estos resultados mantienen la tendencia del año 2018, e incluso la mejoran significativamente.

- **Materia orgánica (DBO₅):** El comportamiento es más favorable en el meandro que en el río, si bien probablemente debido a la presencia de flora acuática tanto en el meandro como en el río, el resultado no es muy significativo (ver figura 25).
- **Amonio total:** Se observa en el meandro un comportamiento positivo, debido a la circulación y oxigenación del agua, de hecho, al contrario que en la campaña de 2018, en 2019 no se tomaron muestras en periodo de estancamiento de las aguas en el meandro, ya que se generan condiciones anóxicas, que no son representativas de la calidad del agua (y provocarían un aumento de amonio). Por todo ello, el resultado de 2019 es mucho más favorable que el de 2018.

El hecho de que el comportamiento de reducción con respecto a los nutrientes sea significativamente más efectivo en el agua del meandro que en el agua del río, indica que los resultados son esperanzadores y permitirían demostrar que se están alcanzando parte de los objetivos del proyecto consistentes en favorecer la retención de nutrientes de forma natural.

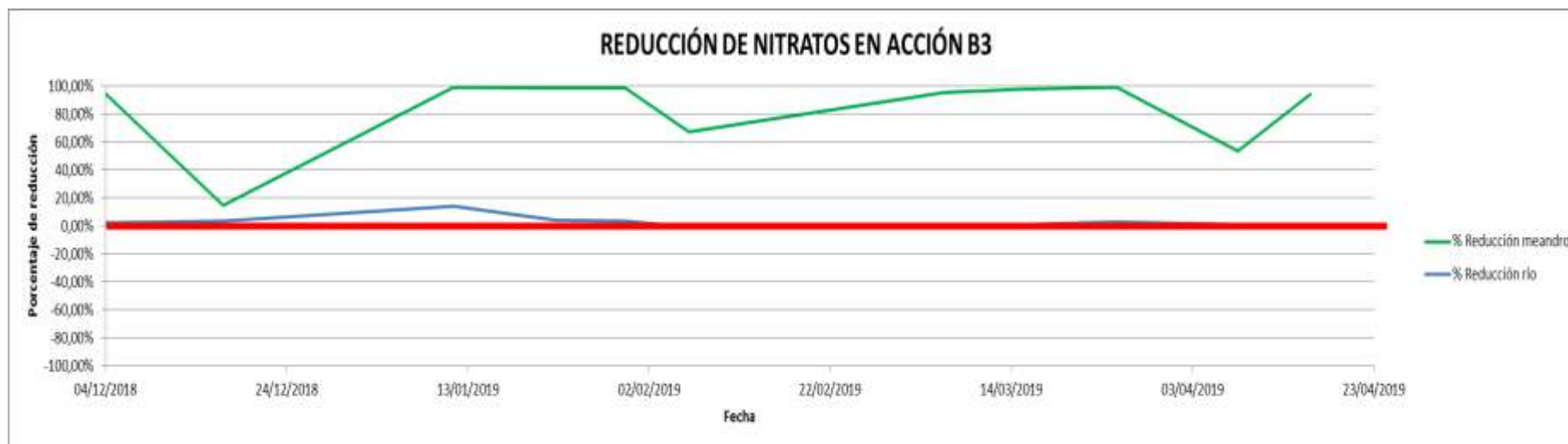


Figura 20. Reducción de nitratos en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.

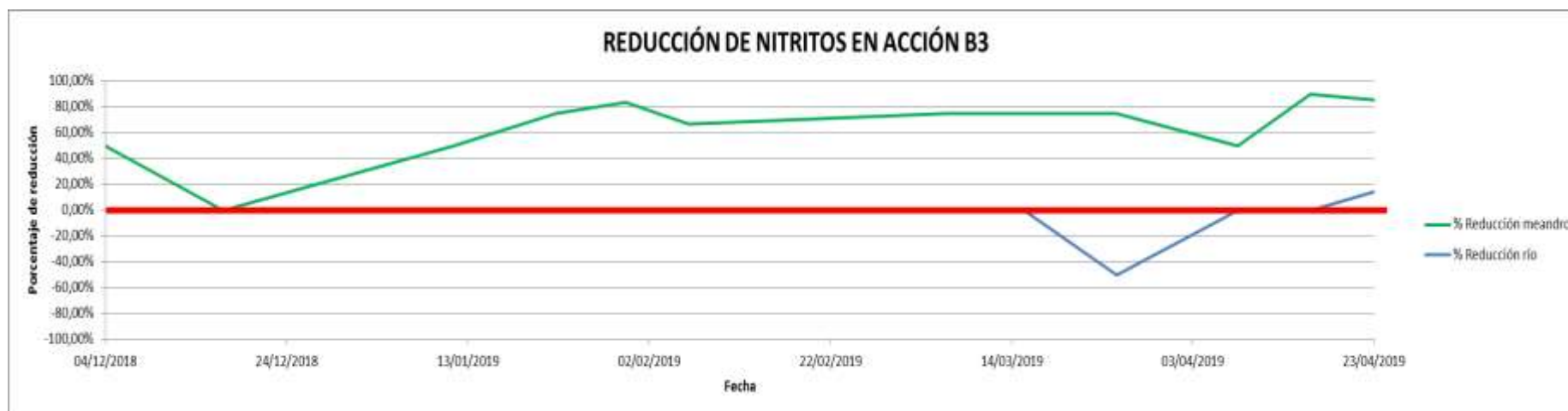


Figura 21. Reducción de nitritos en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.

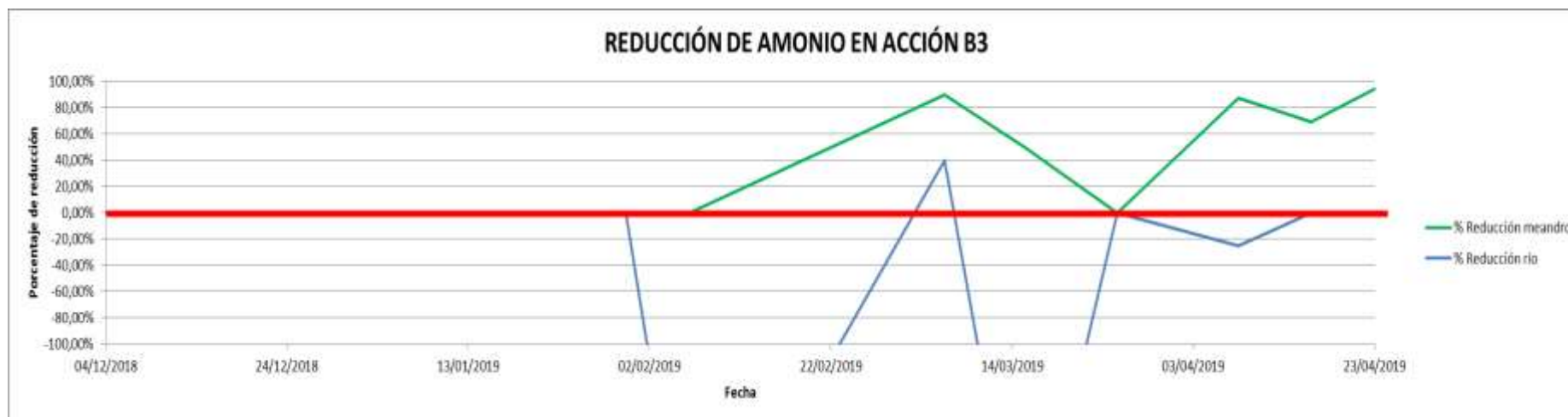


Figura 22. Reducción de amonio en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.

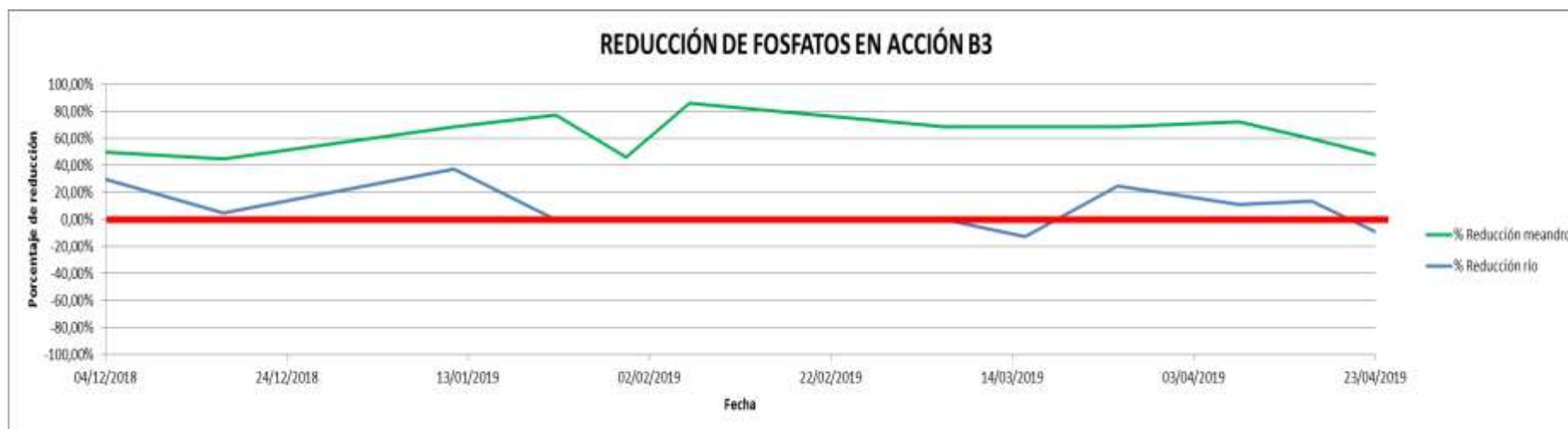


Figura 23. Reducción de fosfatos en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.

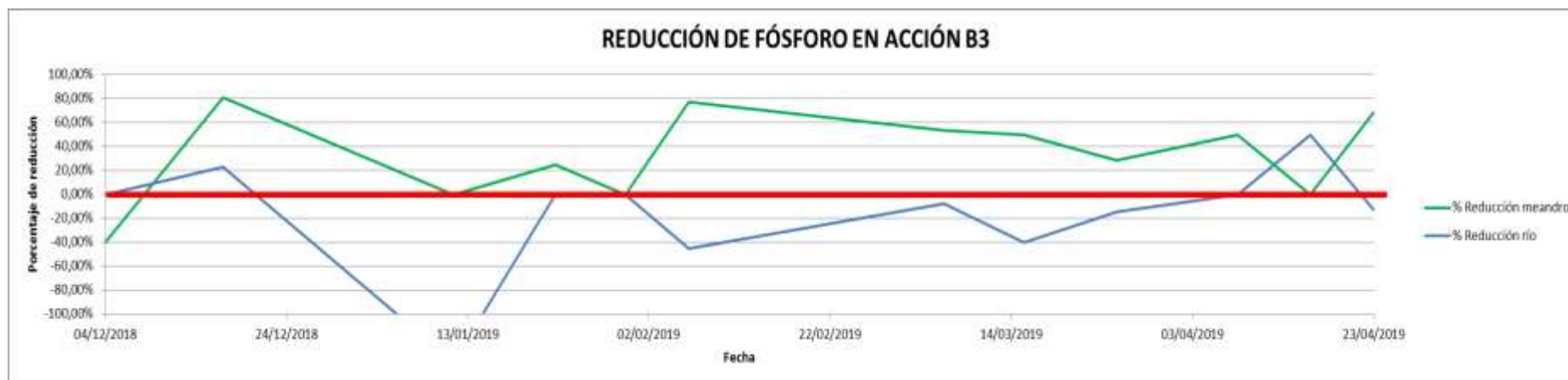


Figura 24. Reducción de fósforo en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.



Figura 25. Reducción de DBO₅ en la acción B3. Porcentaje en meandro y en río.

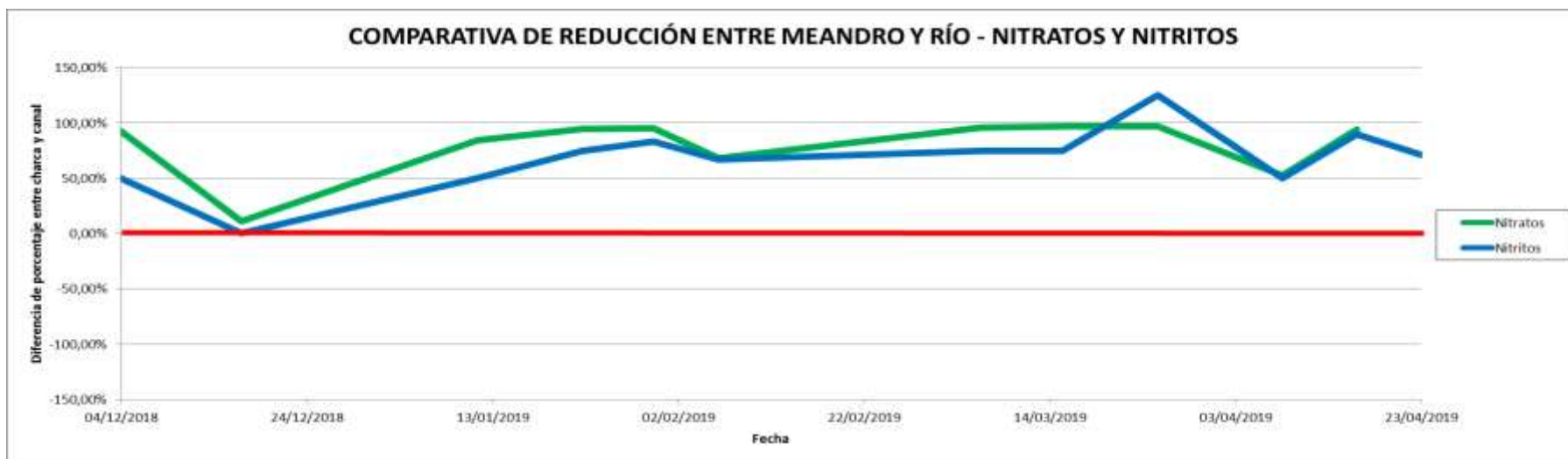


Figura 26. Comparativa de porcentaje de reducción de nitratos y nitritos entre meandro y río.

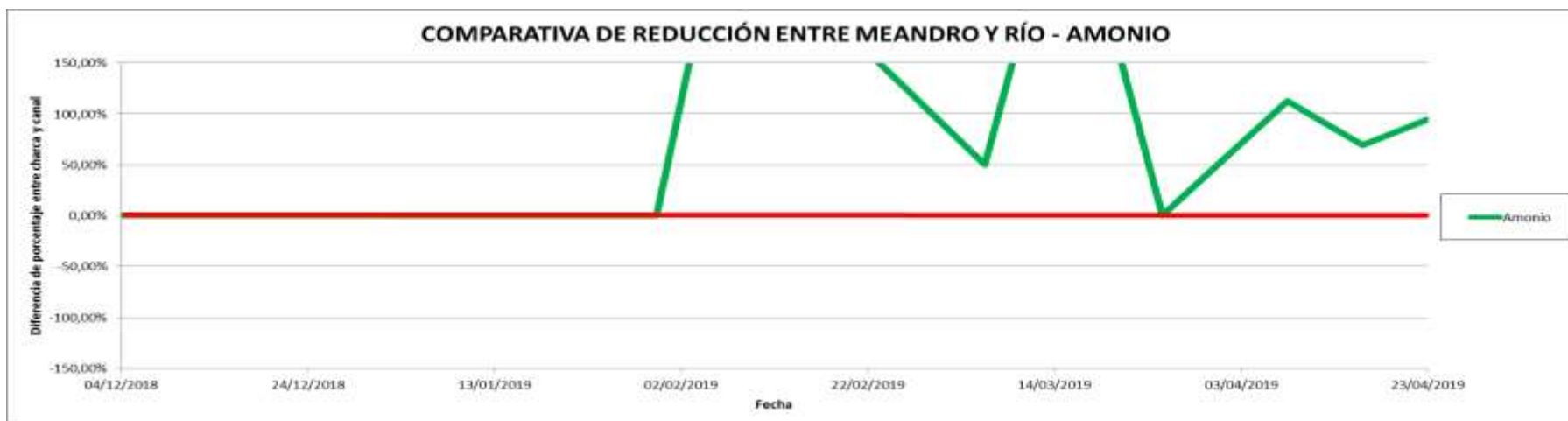


Figura 27. Comparativa de porcentaje de reducción de amonio entre meandro y río.

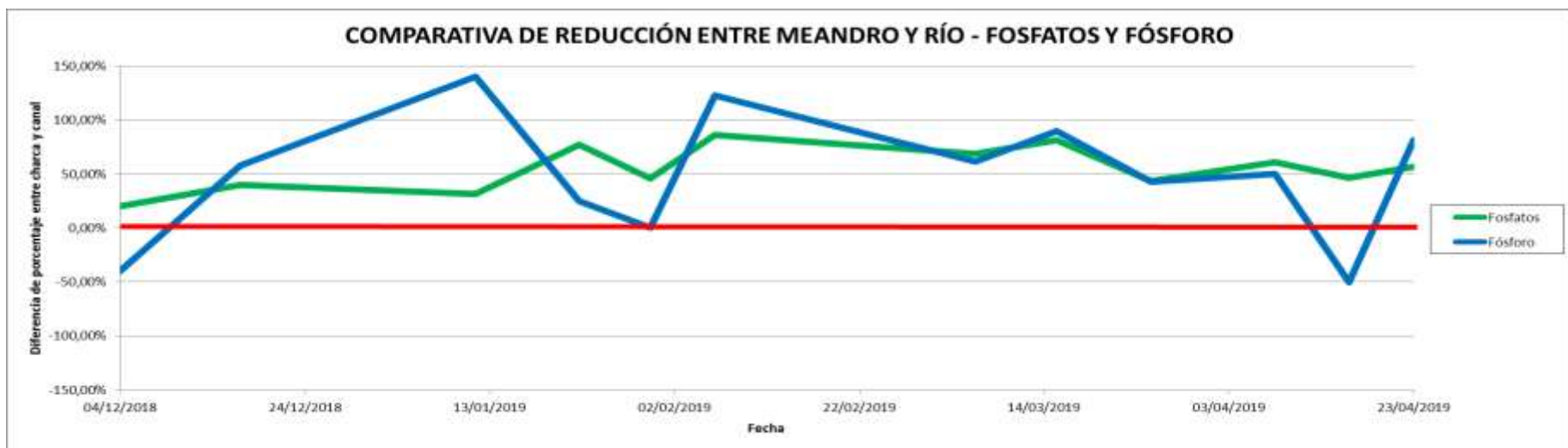


Figura 28. Comparativa de porcentaje de reducción de fosfatos y fósforo entre meandro y río.

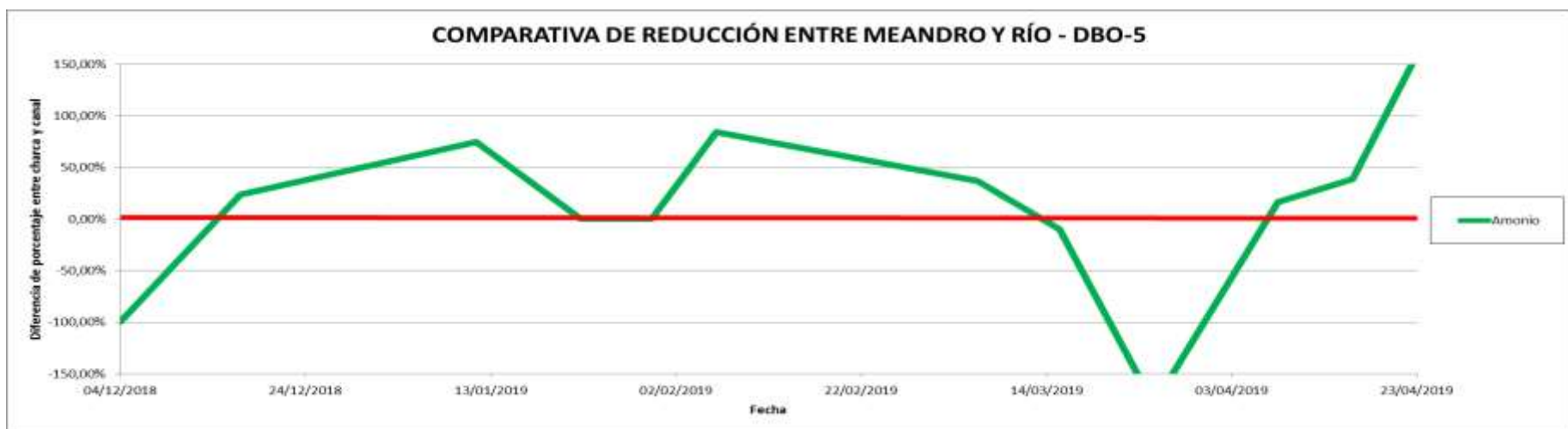


Figura 29. Comparativa de porcentaje de reducción de DBO₅ entre meandro y río.

Acción B4

En el caso de la acción B4 los puntos de toma de muestras son:



PUNTO DE MUESTREO CH1.



PUNTO DE MUESTREO R.C.E.



PUNTO DE MUESTREO CH2.



PUNTO DE MUESTREO R.C.S.

Los parámetros analizados y sus métodos de análisis son los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros analizados en las campañas de control de la acción B4.

ANALITO	Método de análisis	Unidades
Alcalinidad	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Amonio Total	PNT/03	mg NH ₄ ⁺ /L
Bicarbonatos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Carbonatos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Clorofila de algas verde-azules	PNT/57	µg/L
Clorofila de algas verdes	PNT/57	µg/L
Clorofila de criptofitas	PNT/57	µg/L
Clorofila de diatomeas	PNT/57	µg/L
Clorofila total	PNT/57	µg/L
Cloruros	PNT/38	mg Cl ⁻ /L
Conductividad a 20 °C	PNT/06	µS/cm
DBO 5 días	PNT/17A	mg O ₂ /L
Fluoruros	PNT/38	µg F ⁻ /L
Fosfatos	PNT/38	mg PO ₄ ³⁻ /L
Fósforo	PNT/48	mg P/L
Hidróxidos	PNT/06	mg CO ₃ Ca/L
Índice al KMNO ₄	PNT/26	mg O ₂ /L
Nitratos	PNT/38	mg NO ₃ ⁻ /L
Nitritos	PNT/38	mg NO ₂ ⁻ /L
O ₂ disuelto	PNT/27	mg O ₂ /L
pH	PNT/06	u pH
Saturación de oxígeno dis.	PNT/27	% sat
Sulfatos	PNT/38	mgSO ₄ ²⁻ /L
Temperatura agua	-	°C
Temperatura ambiente	-	°C

Los resultados obtenidos en aquellos parámetros de mayor interés (compuestos de fósforo y nitrógeno y materia orgánica), y su evolución temporal durante el periodo de tomas de muestra, se representan en las figuras 30 a 35.

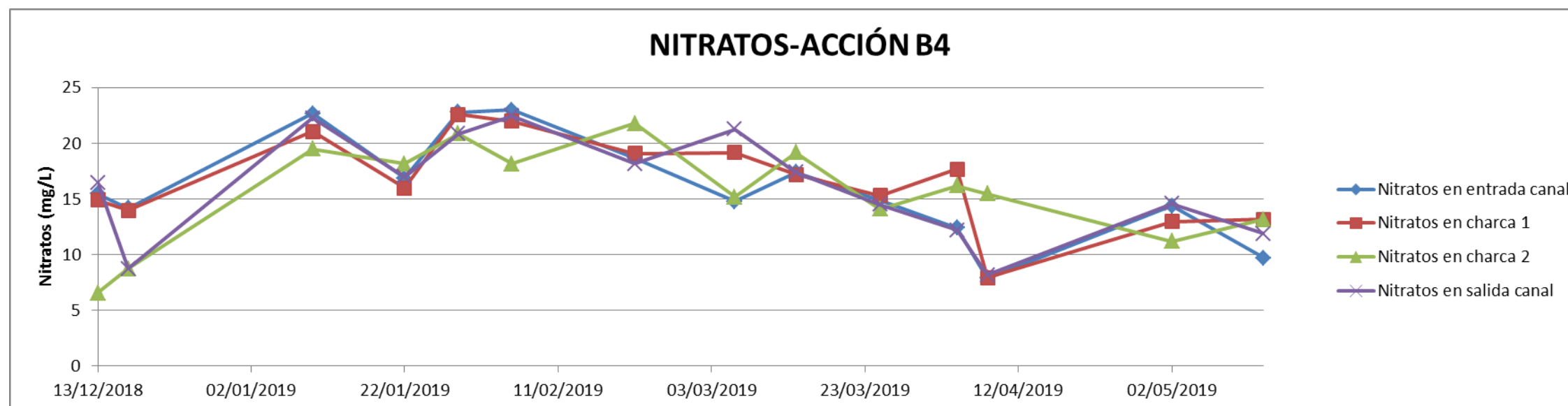


Figura 30. Resultados de control de nitratos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

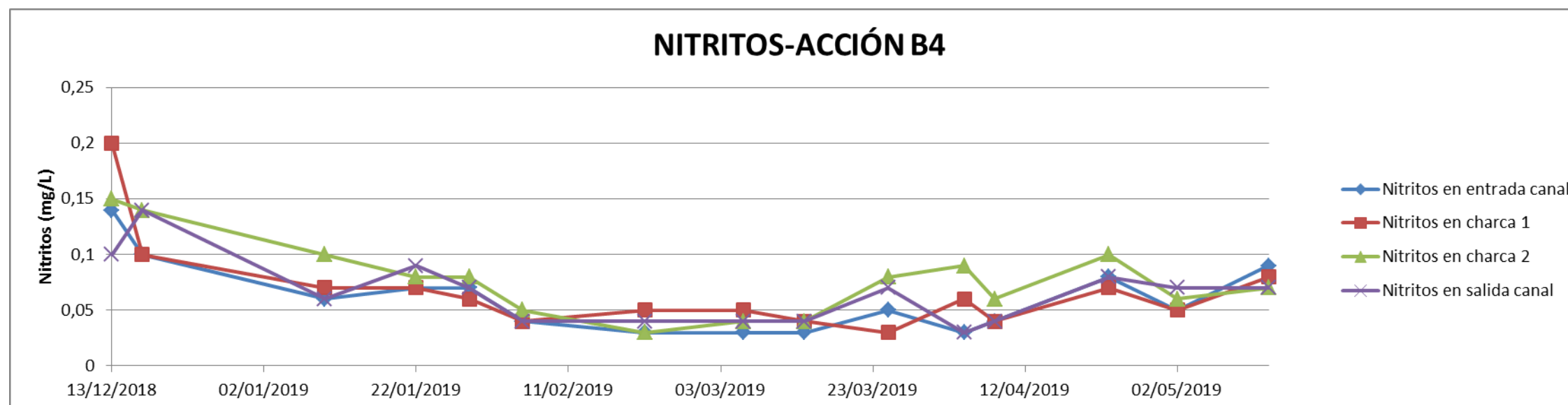


Figura 31. Resultados de control de nitritos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

AMONIO-ACCIÓN B4

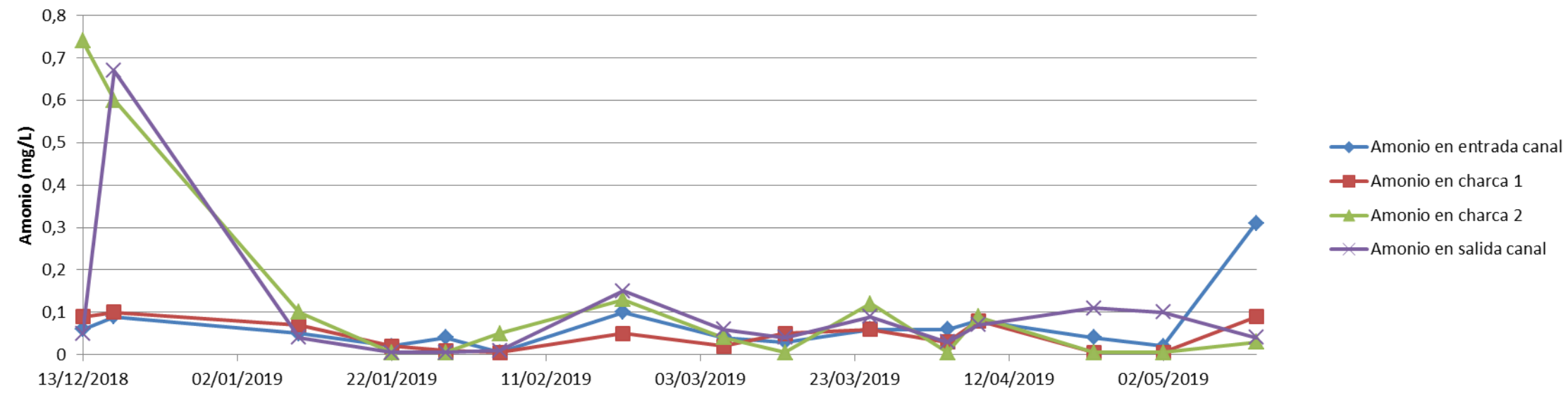


Figura 32. Resultados de control de amonio y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

DBO₅-ACCIÓN B4

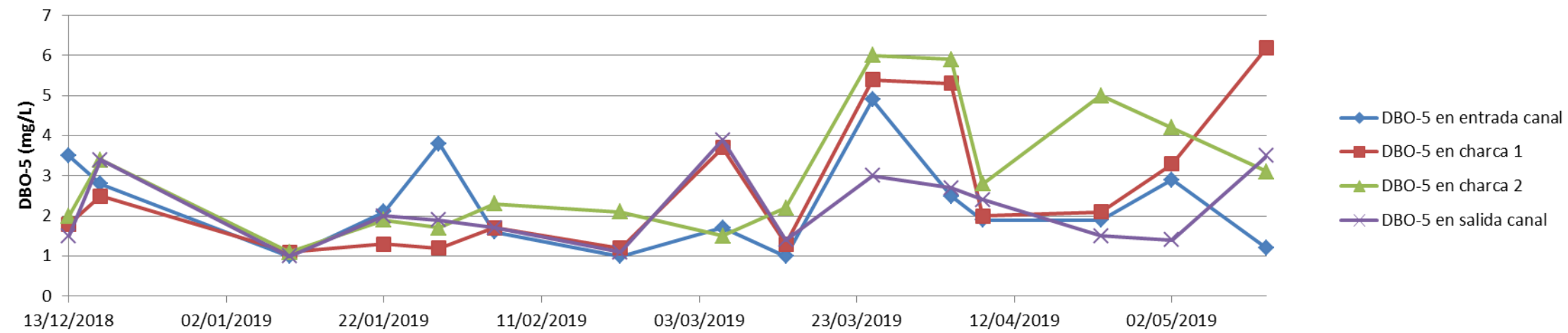


Figura 33. Resultados de control de DBO₅ y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

FOSFATOS-ACCIÓN B4

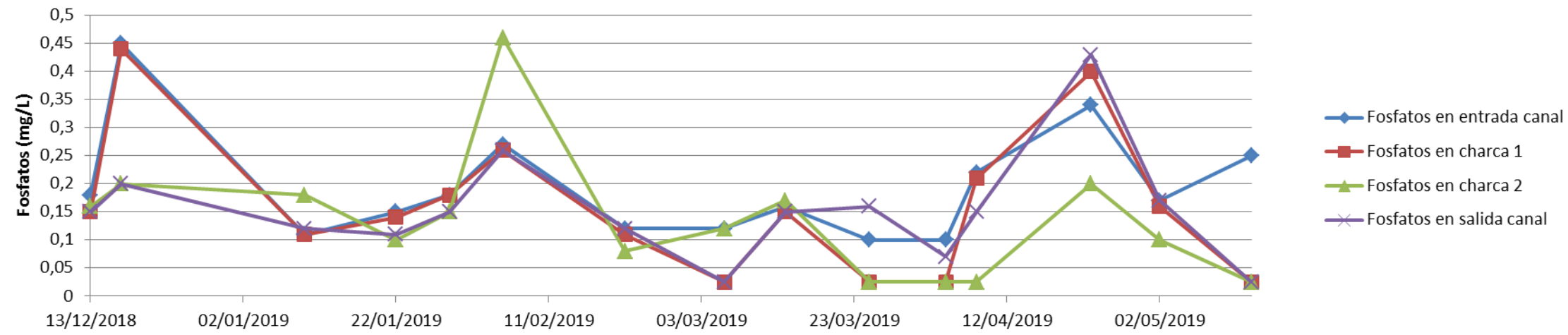


Figura 34. Resultados de control de fosfatos y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

FÓSFORO -ACCIÓN B4

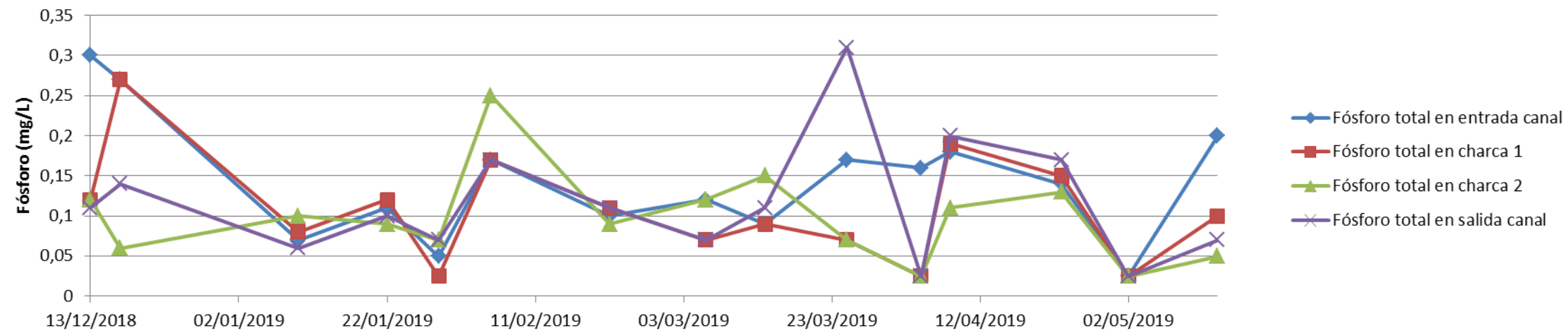


Figura 35. Resultados de control de fósforo y gráfico de evolución en los puntos de control de la acción B4.

Asimismo, se ha analizado la capacidad que tienen las balsas de reducir la contaminación del agua. Para ello se ha comparado el porcentaje de reducción de la contaminación del agua a su paso por el canal y a su paso por las charcas, obteniéndose los resultados de reducción en porcentaje, que se representan gráficamente para cada uno de los parámetros en las figuras 36 a 41, en que un valor positivo en el porcentaje de reducción indica que la concentración del parámetro considerado disminuyó, y un valor negativo en el porcentaje de reducción indica que la concentración del parámetro considerado se incrementó.

Además, se ha estudiado la comparativa en el porcentaje de reducción de los diferentes parámetros de estudio, entre el agua a su paso por el canal frente al agua a su paso por las charcas, que se representa gráficamente en las figuras 42 a 45, en que un valor positivo en el porcentaje indica que la reducción del parámetro considerado ha sido más favorable en las charcas, y un resultado negativo indica que el resultado de reducción ha sido más favorable en el canal. El valor medio de la comparativa de los porcentajes de reducción de todos los análisis se muestra en la tabla 6, con la misma explicación sobre los valores positivos y negativos explicada anteriormente.

Tabla 6. Comparativa de porcentajes de reducción entre paso de agua por las charcas y paso de agua por el canal. Valores medios.

Analito	% Reducción charcas	% Reducción canal	Diferencia de reducción entre charcas y canal
Amonio Total	-150,2%	-76,9%	-73,3%
DBO₅	-50,5%	-14,0%	-36,5%
Fosfatos	28,1%	17,4%	10,7%
Fósforo	15,6%	9,3%	6,3%
Nitratos	-2,4%	-1,5%	-0,8%
Nitritos	-37,8%	-13,2%	-24,6%

De los resultados obtenidos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Compuestos de fósforo (fosfatos, fósforo):** Se observa un comportamiento de reducción más efectivo en las charcas que en el canal (ver figura 44), que se explicaría debido a la presencia en las charcas de flora acuática que consume los compuestos de fósforo (en particular, los fosfatos suelen ser el nutriente limitante en el caso del consumo de nutrientes por parte del fitoplancton en lagos y embalses). Es un resultado que ya se observó en 2018.

- **Materia orgánica (DBO₅):** Probablemente en relación con el efecto de consumo de nutrientes, con respecto a la materia orgánica, el comportamiento es desfavorable tanto en las charcas como en el canal, siendo la explicación del incremento de materia orgánica el desarrollo de flora acuática como consecuencia del consumo de nutrientes, siendo mayor el desarrollo de fitoplancton en las charcas que en el canal, de ahí su peor comportamiento. Este efecto es más notorio en los últimos muestreos realizados, tal como puede verse en la gráfica 45.
- **Nitritos y nitratos:** El comportamiento es más negativo en la charca frente al canal, con diferencias de rendimiento significativas en el caso de los nitritos (ver figura 42). En cualquier caso, no parece que se detecte un efecto significativo sobre estos parámetros.
- **Amonio total:** Se observa un comportamiento muy negativo tanto en la charca como en el canal, si bien hay resultados puntuales favorables (ver figuras 38 y 43), no pudiéndose establecer conclusiones favorables.

El hecho de que el comportamiento de reducción con respecto a los compuestos de fósforo sea significativamente más efectivo en el agua a su paso por las charcas frente a su paso por el canal, aún teniendo en cuenta que no produce efectos significativos sobre los compuestos de nitrógeno, y con la excepción ya explicada de la materia orgánica, indica que los resultados son esperanzadores y permitirían demostrar que se están alcanzando parte de los objetivos del proyecto consistentes en favorecer la retención de nutrientes de forma natural, en el caso de la acción B4 los compuestos de fósforo (en particular, los fosfatos, que son el nutriente limitante en fenómenos de eutrofización).

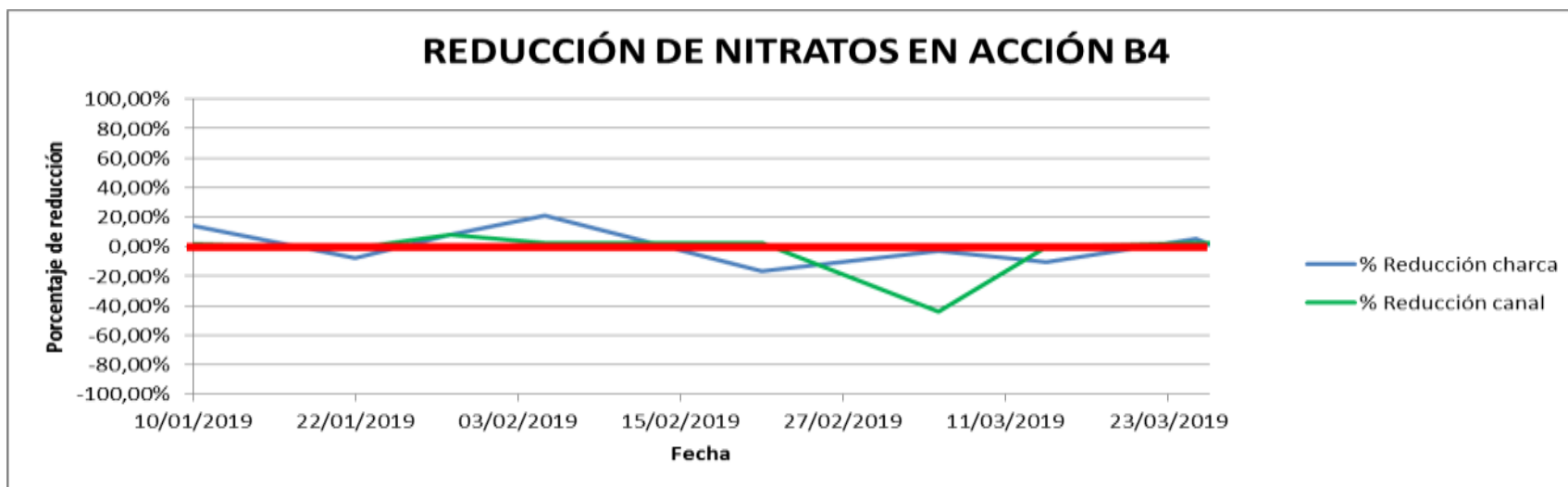


Figura 36. Reducción de nitratos en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

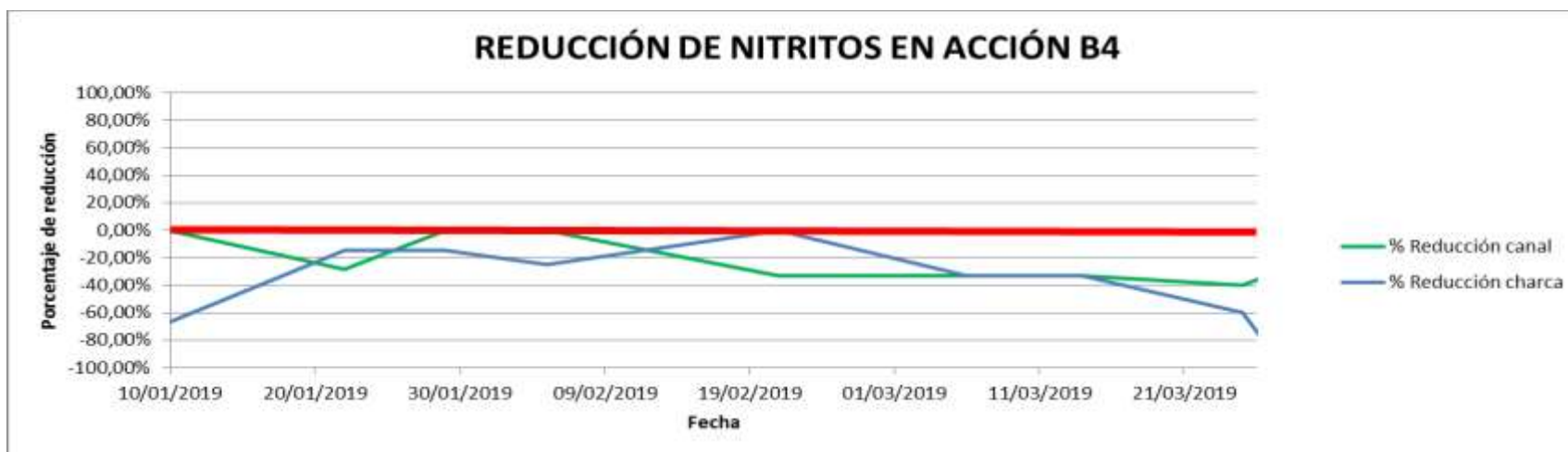


Figura 37. Reducción de nitritos en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

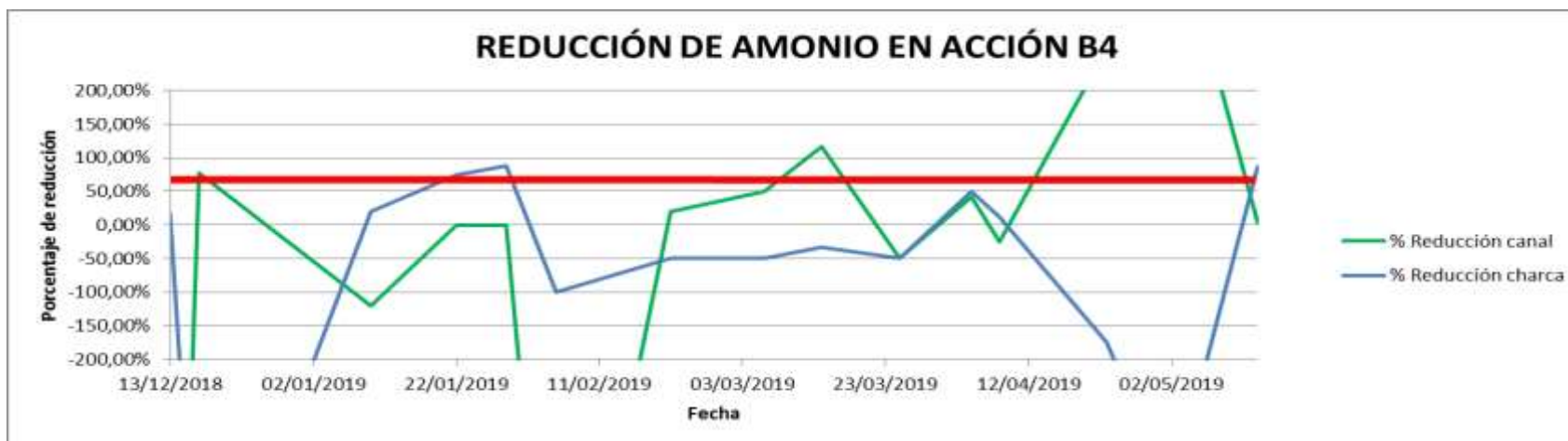


Figura 38. Reducción de amonio en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

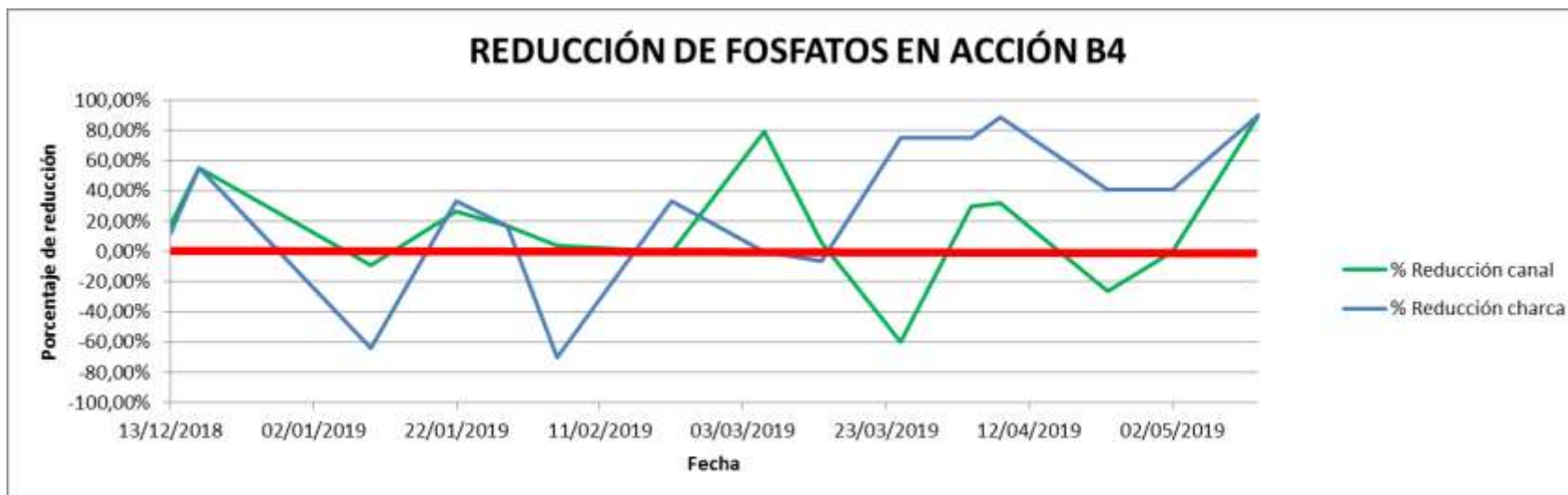


Figura 39. Reducción de fosfatos en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

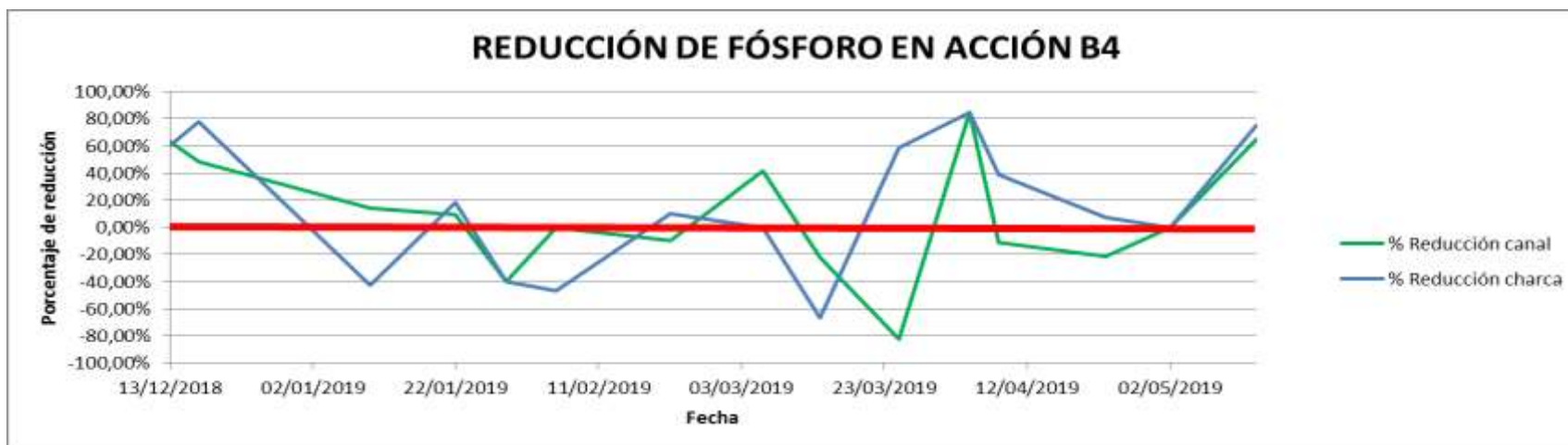


Figura 40. Reducción de fósforo en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

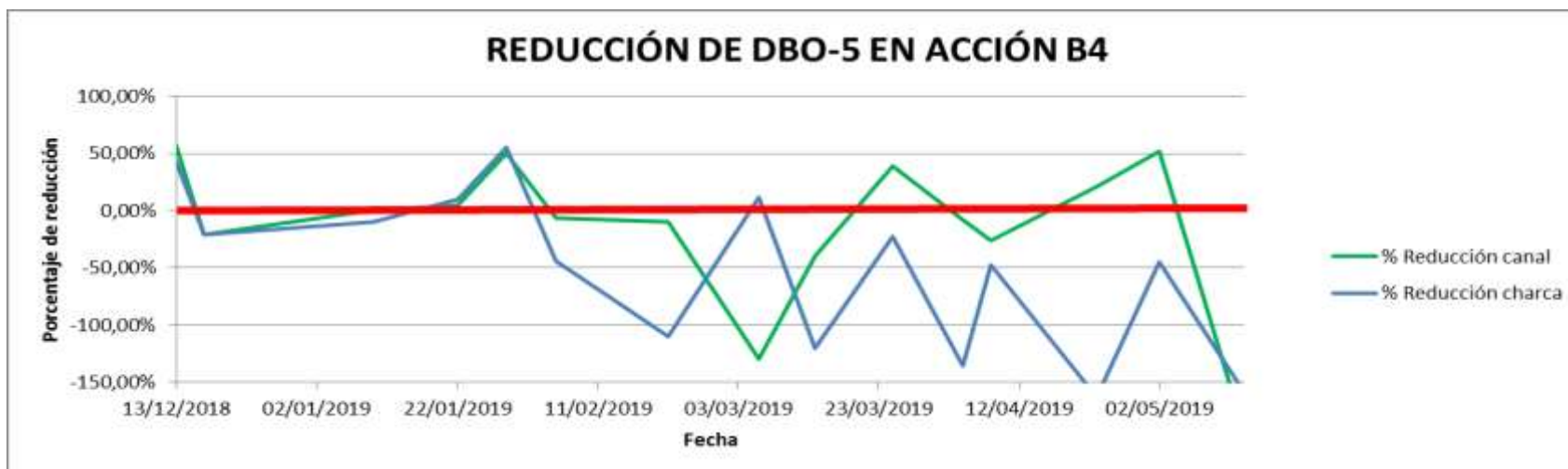


Figura 41. Reducción de DBO₅ en la acción B4. Porcentaje en charca y en canal.

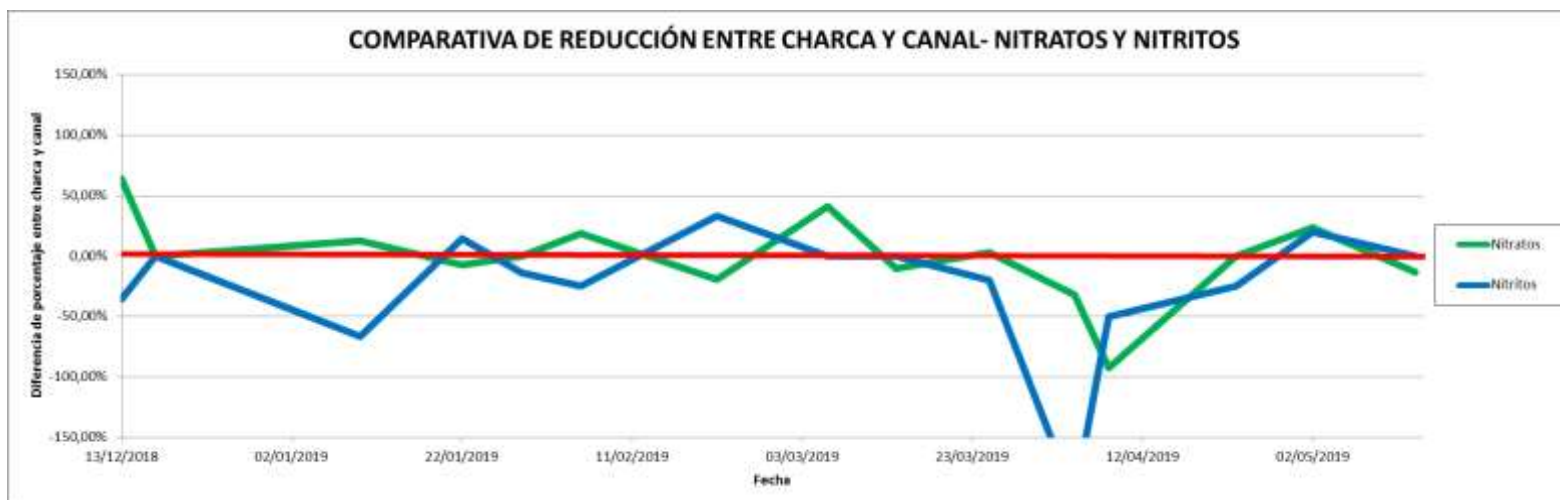


Figura 42. Comparativa de porcentaje de reducción de nitratos y nitritos entre charca y canal.

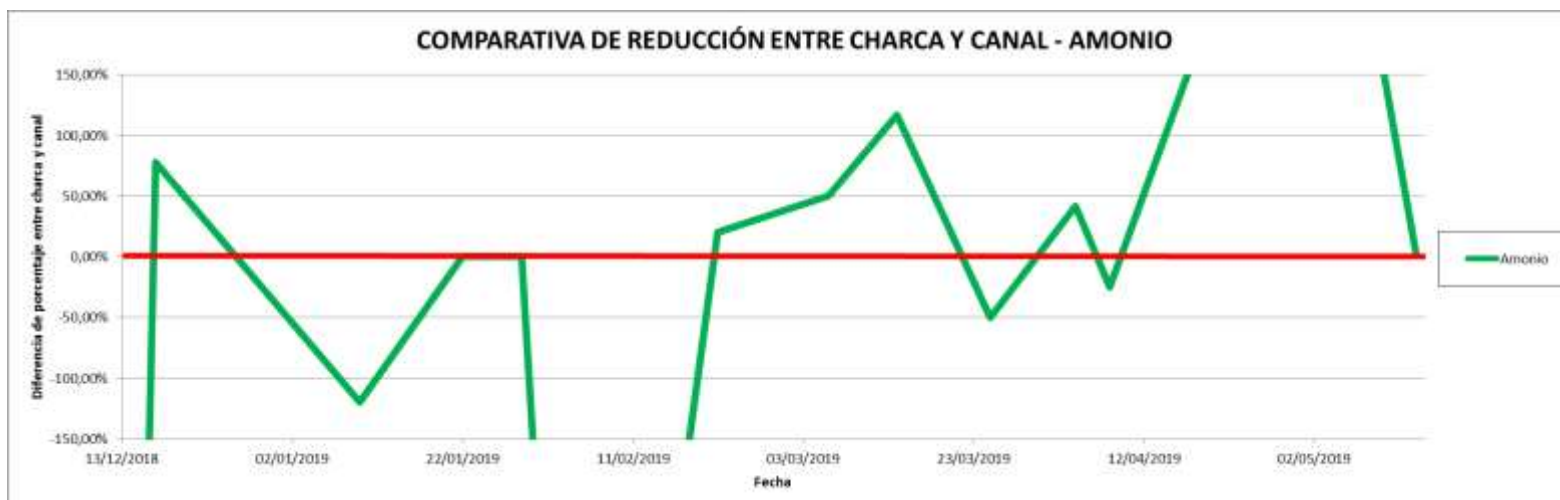


Figura 43. Comparativa de porcentaje de reducción de amonio entre charca y canal.

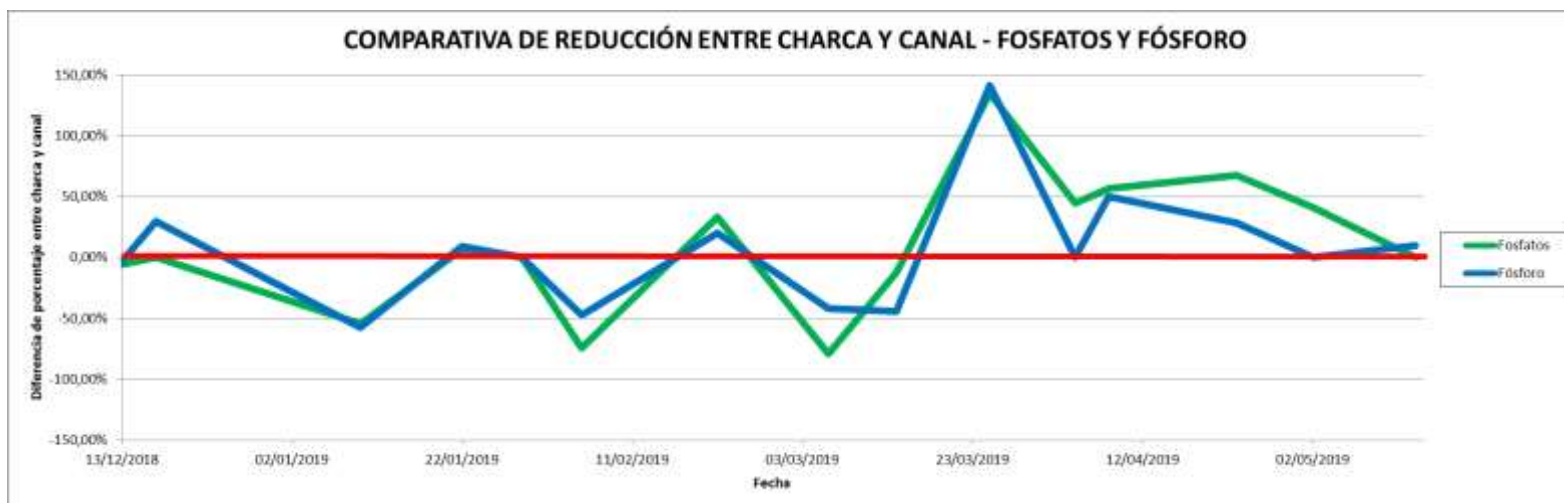


Figura 44. Comparativa de porcentaje de reducción de fosfatos y fósforo entre charca y canal.

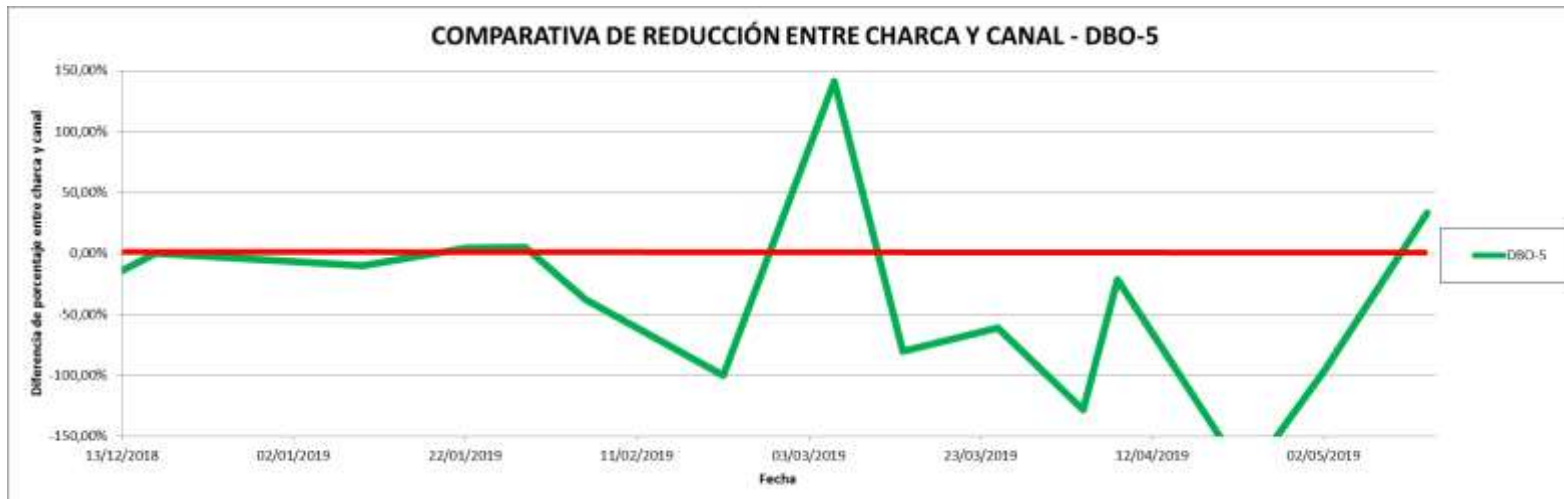


Figura 45. Comparativa de porcentaje de reducción de DBO₅ entre charca y canal.