

Universidad Miguel Hernández de Elche

Facultad de Ciencias Experimentales

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAS
*Miguel
Hernández*

***Caracterización de las aguas del tramo
final del río Monnegre***

San Juan-El Campello (Alicante)

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre de 2018

Autor: Alba Saiz Rico

Tutores: Victoria Arcenegui Baldó

Ernesto García Sánchez

Área: Geodinámica Externa

Departamento: Agroquímica y Medio Ambiente

AGRADECIMIENTOS

Principalmente quería dar las gracias a mi familia, mis padres Eusebio e Inma, y a mi hermano Víctor. A mis tutores Vicky y Ernesto por guiarme en este trabajo y poder aprender de ellos y al departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. A mi pareja por toda su paciencia, a mis amigas a las de toda la vida y mis amigos de la universidad por animarme y hacer estos años mucho más fáciles.



Imagen de portada: Assut de Sant Joan (foto de Miguel Lorenzo)

Título: Caracterización de las aguas del tramo final del río Monnegre.

Resumen: El estudio trata de caracterizar las diferencias existentes entre los parámetros de dos muestreos tomados en las aguas del tramo final del río Monnegre, tras los vertidos de la EDAR Alacantí Norte, situada en Sant Joan d' Alacant, uno realizado en el año 2015 y otro en el año actual (2018). Después del vertido se observa un aumento o una disminución en ambos muestreos de varios parámetros estudiados, destacando un aumento de los valores de los parámetros que favorecen la eutrofización (la temperatura, el fósforo y los nitratos) de las aguas en el muestreo del año 2018 respecto al muestreo del año 2015. Y también un aumento de los valores en el muestreo del año actual de los parámetros estudiados como la conductividad eléctrica y cloruros.

Palabras clave: Río, Vertido, Muestreo, Parámetro, Estación depuradora de aguas residuales (EDAR).

***Title:** Characterization of the waters of the final section of the Monnegre river.*

***Abstract:** The study tries to characterize the differences between the parameters of two samples taken in the waters of the final stretch of the Monnegre River, after the discharges of the Alacantí Norte WWTP, located in Sant Joan d 'Alacant, one carried out in 2015 and another in the current year (2018). After the discharge, an increase or decrease in both samples of several parameters was observed, highlighting an increase in the values of the parameters that favor the eutrophication (temperature, phosphorus and nitrates) of the waters in the year 2018 sampling with respect to the sampling of the year 2015. And also, an increase of the values in the sampling of the current year of the studied parameters like the electrical conductivity and chlorides.*

***Keywords:** River, Pouring, Sampling, Parameter, Wastewater treatment plant (WWTP).*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Localización de la zona de estudio.....	4
1.2. Descripción de la zona de estudio.....	5
1.3. Climatología.....	6
1.4. Geología.....	7
1.5. Vegetación.....	9
1.6. Fauna.....	10
1.7. Recursos hídricos.....	11
1.8. Valor ambiental y amenazas.....	13
2. OBJETIVO.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Zona de estudio.....	16
3.2. Depuradora de Aguas Residuales Alacantí Norte.....	17
3.3. Análisis en campo.....	18
3.4. Análisis en laboratorio.....	20
3.5. Análisis estadístico.....	20
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	21
4.1. Temperatura.....	22
4.2. Conductividad Eléctrica.....	24
4.3. pH.....	25
4.4. Nitratos.....	26
4.5. DQO.....	27
4.6. Cloruros.....	28
4.7. Fósforo.....	29
4.8. Macronutrientes.....	31
5. CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	36

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Localización de la zona de estudio

En cuanto a su emplazamiento, administrativamente hablando, el río Monnegre se sitúa al sur de la Comunidad Valenciana, en la provincia de Alicante. Este curso fluvial recorre, en sentido noroeste-sureste, los términos municipales de Onil, Castalla, Tibi, Xixona, Mutxamel, Sant Joan y El Campello, donde desemboca en el Mediterráneo.

La red hidrológica, se enmarca en la Comunidad Valenciana, que cuenta con una amplia extensión compuesta por ríos y lagos, y principalmente caracterizada por ramblas secas durante gran parte del año y, a veces, con corrientes subfluviales captadas para la huerta. Se trata en gran parte de cursos rápidos por la proximidad de las montañas al mar. El clima y la poca vegetación de esta zona derivan a que el régimen sea irregular, con veranos donde los ríos se quedan secos o con crecidas puntas que pueden llegar a desencadenar problemas de desbordamiento.

El Sistema Vinalopó-Alacantí (figura 1) comprende las cuencas de los ríos Monnegre, Rambla de Rambuchar y Vinalopó y sus subcuencas litorales, entre el norte de El Campello y la divisoria con la Confederación Hidrográfica del Segura. Toda la red se enmarca en una extensión de 2.786 km².

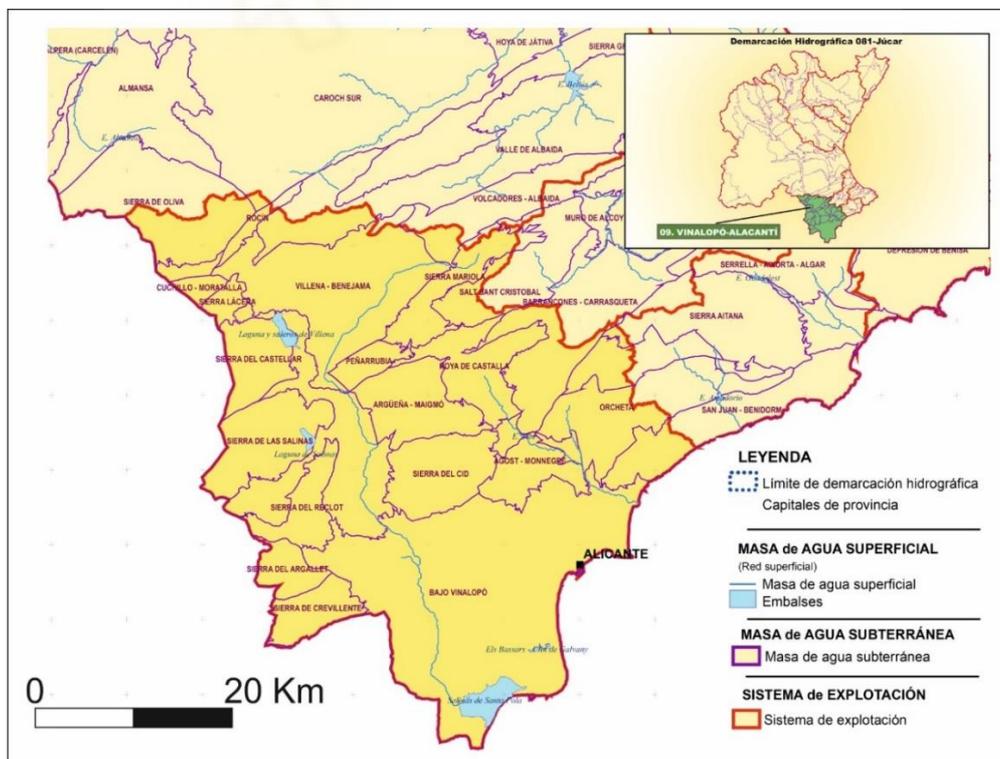


Figura 1: Sistema Vinalopó - Alicantí (Instituto geológico y Minero de España, 2009).

1.2 Descripción de la zona de estudio

El río objeto del estudio, el río Monnegre, ha ido adaptando su histórico topónimo a las características de su caudal. Nace en las estribaciones de las sierras de Onil, el Pinar de la Umbría, los Barracones y del Cuartel, de la confluencia de los caudales aportados por diversos barrancos, ramblas y arroyos. En esta zona lleva el nombre de río Verde. La superficie de su cuenca es de 486,6 km² y su longitud de 39,8 km. Desde su nacimiento toma la dirección Sureste, para alcanzar la angostura que delimitan los collados de Arconia y cabeza de Togarit.

Una vez recorre el centro del valle, empieza a transitar por la cubeta que genera la Hoya de Castalla, estrechándose hacia el sureste, recogiendo las aguas del Barranco de Ibi y llegando hasta la población de Tibi.

Una vez alcanza el término municipal de la anterior población, sus aguas se embalsan en la presa de Tibi (figura 2), una de las más antiguas de Europa en funcionamiento. La mandó construir Felipe II a finales del siglo XVI y aunque sufrió una importante rotura en 1.697, entró de nuevo en servicio en 1.738. Construida en sus totalidades mediante el uso de sillería, ha sido declarada Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad Valenciana. En el Plan Hidrológico está prevista su rehabilitación.



Figura 2: Presa del Pantano de Tibi (Fuente: plazatio.com).

A partir de la presa de Tibi el río cambia su nombre para denominarse Montnegre o Monnegre, debido a que el cauce atraviesa un manto de calizas triásicas negras, presentando las aguas esa coloración como reflejo del lecho por el que discurre. Cruza las tierras de Jijona situada a orillas del Cosio, también llamado río de Jijona. En esta zona, también recibe por la izquierda el río Torremanzanas o de La Torre y, cerca ya de Muchamiel se le unen, también por la izquierda, los barrancos de Vergeret, Agua Amarga, Busot y Babafri.

A partir de Muchamiel, donde existe un azud, y hasta su desembocadura en el mar, cerca de El Campello, donde existe otro azud, el río es íntegramente aprovechado por la huerta alicantina mediante una notable red de gestión de aguas, tomando por estas circunstancias el nombre de río Seco, pues su cauce, ante la falta de agua, presenta una serie de depósitos o capas aluviales de considerable espesor, constituidas en su nivel superior por grandes cantos de calizas numulíticas y en el inferior por arenas amarillas y gravas.

1.3. Climatología

El clima determina, en alto grado, el tipo de suelo y vegetación y, por consiguiente, influye en los usos del territorio. El área de estudio tiene un clima mediterráneo con temperaturas medias que oscilan entre los 15°C – 16°C de Xixona y de Tibi y los 20°C. de Campello. Tiene inviernos suaves con temperaturas medias mínimas entre 9°C y 15°C., Los veranos se caracterizan por ser sumamente calurosos. La temperatura media de las máximas alcanza los 23°C. en Campello, mientras que desciende a los 20°C en Xixona y Tibi, si bien hay que señalar, para el conjunto del territorio la existencia de periodos de hasta 182 días anuales con temperaturas medias de las máximas superiores a 25°C. Al mismo tiempo, las máximas absolutas pueden sobrepasar a veces los 40°C, con oscilaciones térmicas diarias de hasta 30°C (Generalitat Valenciana. Dirección General de Urbanismo y Ordenación Territorial, 2000).

La escasez de precipitación y su concentración en el tiempo determinan las características pluviométricas del área. Así, la precipitación media anual no supera, en ningún caso, los 400 mm., los observatorios de Crevillent, Sant Vicent del Raspeig, Campello, Alacant y Agost se sitúan en los 300 mm. El observatorio de Xixona apunta el máximo del área con cifras que rondan los 400 litros anuales. La estacionalidad de las lluvias es un elemento importante que considerar por las repercusiones que presenta, entre otras, en la geomorfología e infraestructuras hidráulicas. Hay que destacar que, en la estación otoñal, se concentra entre el 37% y el 42% de la precipitación anual repartida entre 36 a 53 días. Estas lluvias de alta densidad horaria, con situaciones de baja desprendida en altura, llegan a provocar grandes daños

económicos (Generalitat Valenciana. Dirección General de Urbanismo y Ordenación Territorial, 2000).

El Montnegre registra un régimen fluvial típico de río-rambla con acusada merma del caudal durante el verano, que se contraponen a las furiosas avenidas otoñales. Estos episodios torrenciales se desencadenan con ocasión de lluvias de gran intensidad horaria registradas en la cabecera. Durante las avenidas, el río-rambla arrastra importante carga sedimentaria, una dinámica torrencial que obligó a construir un original desarenador para mantener la capacidad del embalse de Tibi (Gil- Olcina, 1972).

1.4. Geología

En cuanto a la geología de la cuenca del río Monnegre, vamos a destacar donde se ubica geológicamente (figura 3), pudiendo encontrar rocas arcillosas, margas, yesos y conglomerados. La geología que caracteriza el territorio por el que discurre el río, en su tramo inicial y medio, atraviesa sedimentos blandos, fácilmente erosionables, agrandando su valle y excavando, no solamente los materiales triásicos del sustrato, sino sus propios aluviones depositados en distintos momentos, y a las distintas alturas que el lecho del río ha tenido.

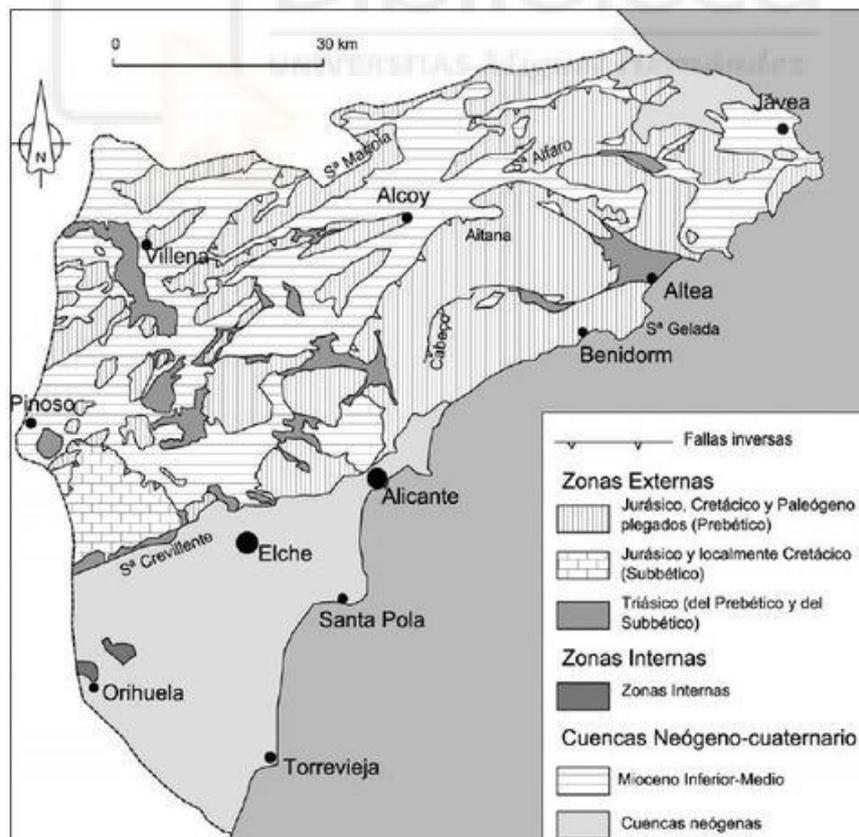


Figura 3: Mapa geológico de la provincia de Alicante (Fuente: gifex.com).

El río Monnegre atraviesa materiales del Mesozoico y Terciario de la Zona Externa de la Cordillera Bética y materiales del Cuaternario, entre ellos sus propios aluviones (Diputación de Alicante, 2010).

Entre las localidades de Mutxamel y Tibi, el río Montnegre discurre sobre las arcillas versicolores con yesos de las facies Keuper (Triásico) originando un paisaje de cárcavas y malas tierras de singular belleza y colorido (Instituto Geológico y Minero de España, 2014).

En cuanto a su composición litológica donde se inserta este aparato fluvial está fundamentalmente compuesta de materiales fácilmente erosionables como las margas, limos, gravas etc. Esto provoca, que la erosión a la que son expuestas estas zonas constituye paisajes acaravados, denominados badlands (figura 4), de una alta aridez y de difícil tránsito, por lo que este tramo del río es tal vez el menos accesible (Diputación de Alicante, 2010).

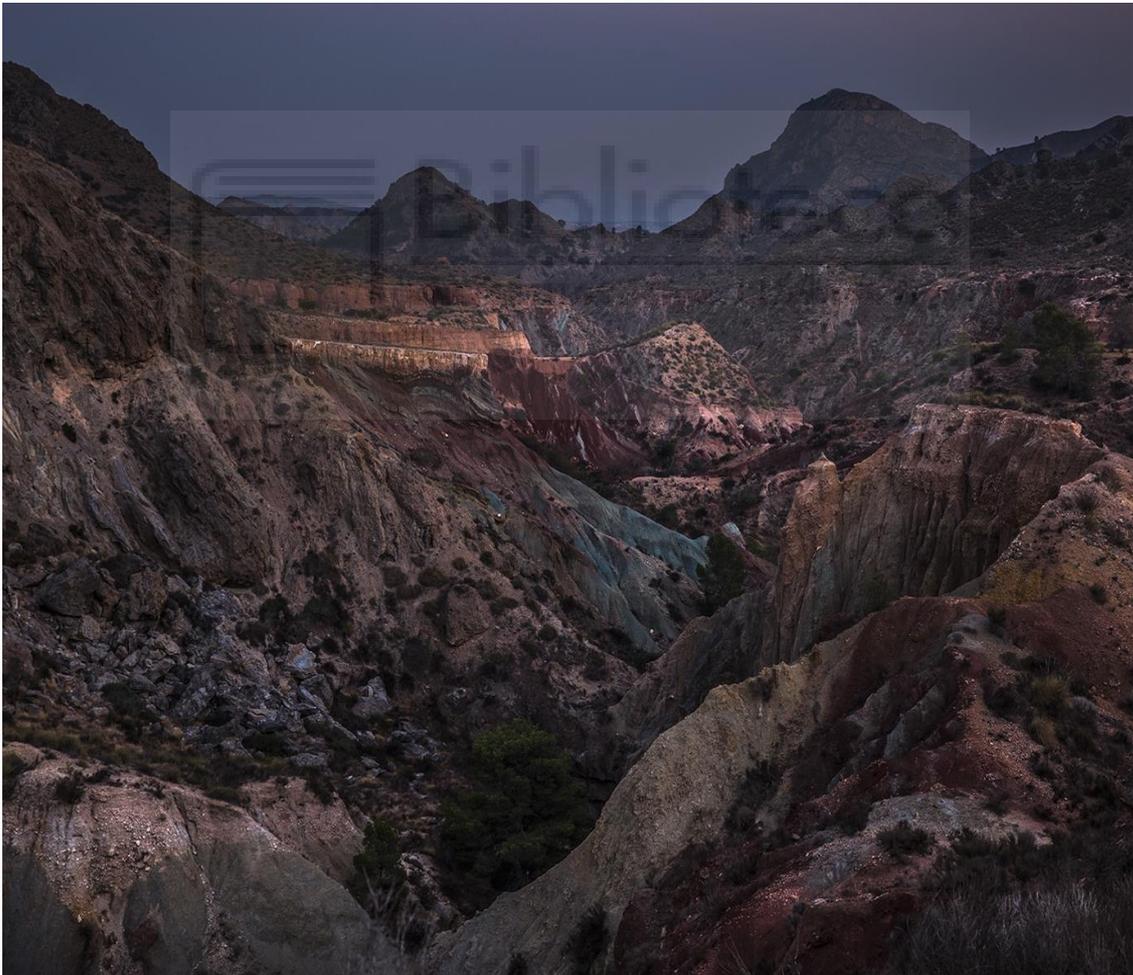


Figura 4: Paisaje de badlands en la cuenca del Montnegre (foto Miguel Lorenzo).

1.5. Vegetación

El río presenta una vegetación de ribera en las laderas y márgenes más próximos, predominando también matorrales de diversas especies (mirtos (*Myrtos communis*), palmitos (*Chamaerops humilis*), lentiscos (*Pistacia lentiscus*), efedras (*sp del género Ephedra*), etc.) junto a elementos de cultivo introducidos por el hombre, como higueras (*Ficus carica*) y palmeras, y otros tradicionales, como olivo (*Olea europaea*), generalmente ya abandonados, como se puede apreciar en la cubierta arbustiva y el terreno compacto de los mismos, formando un conjunto de gran frondosidad a lo largo de kilómetros. Se trata de un terreno de complicada orografía, en el que además encontramos diversas formaciones de matorral adaptadas a las condiciones semiáridas y a las particulares características de terrenos ricos en yesos (espartales, genistares). En las laderas y vaguadas con menor exposición solar a lo largo del día, crecen pinares mixtos de pino carrasco con especies como el acebuche (*Olea europaea var. Sylvestris*), madroño (*Arbutus unedo*) (figura 5), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), enebro y sabina (*sp del género Juniperus*) (López, 2011).

Esta variedad, genera al mismo tiempo una gran diversidad de especies herbáceas y semiarbusivas, muchas de ellas de carácter endémico como el rabogato (*Sideritis leucantha*) (figura 5), cantueso (*Thymus moroderi*), o varias especies del género *Limonium*, *Teucrium*, *Helianthemun* (jarillas), etc. Pero entre todas las plantas endémicas destaca una que tiene aquí el principal núcleo de su escasa distribución en la comarca de l'Alacantí, se trata de la *Vella lucentina*, representante de un género que tiene sus parientes más cercanos en las cumbres de las montañas más altas de Alicante. La presencia de este género botánico en la zona constituye una incógnita que los investigadores aún no han podido responder (López, 2011).



Figura 5: Ejemplares de especies vegetales de la zona. Madroño (*Arbutus unedo*) y Rabogato (*Sideritis leucantha*) (Fuentes: bioecoactual.com y cadenaser.com).

1.6. Fauna

Por otro lado, la fauna del río Monnegre posee una rica biodiversidad. Esto posibilita la documentación tanto de aves típicamente forestales como de otras propias de zonas esteparias y acuáticas. Es predominante la población nidificante del camachuelo trompetero (*Bucanethes githagineus*) (figura 6). Además, hay una presencia notable de poblaciones nidificantes de golondrina dáurica (*Hirundo daurica*), alzacola (*Cercotrichas galactotes*), alcaraván (*Burhinus uodiceus*), chotacabras pardo (*Caprimulgus ruficollis*) o críalo. También el roquero solitario, las collalbas negra, rubia y blanca (*Oenanthe*), currucas carrasqueñas (*Sylvia cantillans*) y tomillera (*Sylvia conspicillata*), zarceros (*Hippolais polyglotta*), ruiseñores (*Luscinia megarhynchos*), carriceros (*Acrocephalus scirpaceus*), cogujadas (*Galerida cristata*), oropéndola (*Oriolus oriolus*), palomas zurita (*Columba oenas*) y torcaz (*Columba palumbus*), etc. En la época de invernada, se pueden observar especies ligadas a zonas ribereñas como la agachadiza común (*Gallinago gallinago*), andarríos grande (*Tringa ochropus*) o martín pescador (*Alcedo atthis*).

Con respecto a las rapaces, el Monnegre destaca por ser una de las zonas con mayor densidad de búho Real (*Bubo bubo*) (figura 6), y por la nidificación del águila-azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*), favorecida por la orografía a base de cortados rocosos, taludes y paredes con oquedades. También nidifica el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el águila culebrera (*Circaetus gallicus*), y se pueden ver ejemplares de águila real (*Aquila chrysaetos*), alcotán (*Falco subbuteo*) o gavilán (*Accipiter nisus*), que nidifican en zonas cercanas, aunque es muy probable que lo hagan aquí también.

La presencia de peces en algún tramo del río encañonado, donde la orografía y las características geológicas han permitido la constitución de pozas con presencia de aguas todo el año, ha permitido a los investigadores confirmar que la única especie conocida en el río es un nuevo endemismo valenciano, *Squalius valentinus* (Figura 6) (López, 2011).

Por otro lado, hay que hacer referencia a los anfibios y reptiles también presentes, siendo más abundantes los reptiles, por no ser un clima que favorezca a los anfibios. También con los reptiles existen singularidades, ya que aquí el lagarto ocelado o fardatxo tiene una coloración más apagada y grisácea (variedad *nevadensis*).

La presencia de mamíferos en todo el marco territorial que ocupa el río también es notable, aunque hay que destacar que la densidad de los mismos es mayor hacia los espacios mejor conservados, con menor presencia antrópica y con vegetación más frondosa, excepto el zorro (*Vulpini*), que es común en toda el área. Entre los carnívoros destacan la gineta (*Genetta genetta*), garduña (*Martes foina*) y tejón (*Meles meles*), más escaso, junto a la muy probable

presencia del turón (*Mustela putorius*) y gato montés (*Felis silvestris*). Al respecto, se ha apreciado una gran bajada de estas especies, a causa de las actividades cinegéticas en el área. Aparte de los carnívoros, encontramos una gran presencia de jabalíes (*Sus scrofa*), empujados a ocupar zonas cada vez más cercanas a núcleos urbanos a causa de alimento, y una especie de cabra africana introducida en Alicante y que se ha extendido de manera notable, el arruí (*Ammotragus lervia*), que también se está constituyendo como uno de los animales más perseguidos por la caza en los cotos de estos términos. Pero es el grupo de los quirópteros el que aporta la especie más interesante: el murciélago patudo (*Myotis capaccinii*) (figura 6), en peligro de extinción y típico de riberas y zonas húmedas, y presente, prácticamente en exclusiva, en el Levante de la Península Ibérica (López, 2011).

También tener en cuenta la variedad de mariposas, libélulas o insectos acuáticos, con la presencia de la mariposa del madroño (*Charaxes jasius*) o de (*Zerinthia rumina*).



Figura 6: Ejemplares de especies animales de la zona. Camachuelo trompetero (*Bucanetes githagineus*), Búho real (*Bubo bubo*), Cachuelo valenciano (*Squalius valentinus*) y Murciélago patudo (*Myotis capaccinii*). (Fuentes: fotonatura.org, fotonatura.org, mediterránea.org y medioambiente.net)

1.7. Recursos hídricos

La Comunidad Valenciana padece una profunda escasez natural de recursos hídricos motivada por factores de orden climático, hidrográfico e hidrogeológico. A ello se une el desigual reparto espacial del agua y de las áreas de uso, lo que plantea relaciones de competencia crecientes entre los diferentes usuarios para acceder a los recursos de mayor garantía y calidad de suministro. Mientras que los ríos Júcar y Turia procuran a la provincia de Valencia recursos de agua suficientes, Castellón y Alicante sufren situaciones de déficit muy graves (Rico, 2002).

En tierras alicantinas las huertas históricas de Villena, Novelda, Aspe, Orihuela y Alicante han padecido severas reducciones de superficie con la irrupción de nuevos usos del suelo para funciones residenciales, industriales, comerciales y de ocio. Un ejemplo prototípico es el de la Huerta de Alicante, dotada con aguas del pantano de Tibi, construido en 1594 para la regulación del río Monnegre que, aguas abajo de la presa, era objeto de exhaustivo aprovechamiento mediante tres azudes (Campello, San Juan y Mutxamel) construidos en época medieval. Durante

las últimas décadas, la configuración de un espacio metropolitano alrededor de Alicante ha provocado un intenso proceso de reorganización espacial y de urbanización de la Huerta, con la irrupción de funciones residenciales, de grandes superficies comerciales, del Campus y el Hospital Universitario de San Juan e incluso de un campo de golf (Vera y Rico, 1996).

Los recursos hídricos con los que cuenta la cuenca del río objeto de estudio, son reducidos en comparación con el resto de la cuenca del Júcar, y esta cuenca se extiende por el sistema del Vinalopó - Alacantí. En él, se diferencian dos cuencas principales, la formada por el río Vinalopó y la correspondiente al río Montnegre Xixona y los aportes medios totales ascienden a 74 Hm³/año. En este sistema el agua empleada propia es muy superior a los recursos renovables del mismo, por lo que existe un fuerte consumo de reservas estimado en 65,3 Hm³/año. Por otra parte, los recursos estrictamente superficiales del Vinalopó y Monnegre están muy poco regulados debido a su carácter irregular y torrencial (IGME 1996). El caudal de este río es mínimo, en cuanto al tramo bajo del mismo se refiere, a causa en parte al almacenamiento en el Pantano de Tibi.

El río Montnegre (figura 7) se incluye dentro del grupo de los llamados ríos-rambla, caracterizados por una elevada irregularidad interanual en el que se alternan largos períodos de estiaje con crecidas puntas que pueden llegar a provocar problemas de desbordamiento.

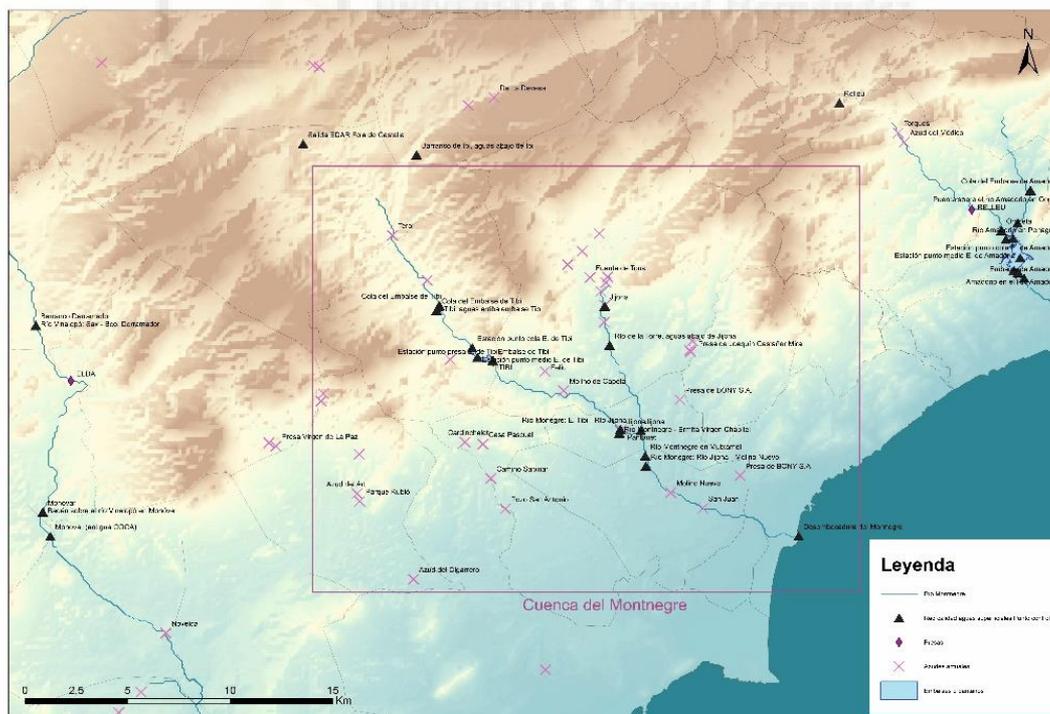


Figura 7: Mapa general de localización de la zona de estudio. Curso del río Monnegre (Mapa de elaboración propia mediante imagen LIDAR del Centro de descargas IGN).

Son varias las depuradoras que vierten sus aguas en el cauce del río Monnegre. Estas depuradoras se muestran en la Tabla 1, la EDAR Alacantí Norte la cual vierte sus aguas en el tramo de estudio se explicará más detalladamente más adelante.

Tabla 1: Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) del río Monnegre (EPSAR, 2017).

EDAR	MUNICIPIOS SERVIDOS	CAUDAL (m³/día)	POBLACIÓN SERVIDA (he)
Foia de castalla	Onil y Castalla	5.402	15.438
Jijona	Jijona	2.110	18.332
Tibi	Tibi	120	969

1.8. Valor ambiental y amenazas

El valor ambiental, histórico y paisajístico del entorno que configura la cuenca del Monnegre, viene dado por múltiples factores. Como hemos visto en los anteriores apartados, es de destacar su condición de zona húmeda dentro de un territorio de características semiáridas, sus importancia paisajística, el interés como corredor natural, sus valores botánicos y de vegetación, entre los que destacan la existencia de formaciones vegetales que crean un corredor verde de gran importancia para la fauna y la presencia de especies vegetales endémicas adaptadas a las particularidades del entorno, sus formaciones geológicas, con estructuras y afloramientos diversos (margas triásicas), la existencia de nacimientos naturales de aguas salobres con sus particulares condiciones (Barranc de les Salines, Barranc Salat), y sus valores etnológicos e históricos, que, además, se asocian con el agua (presa del Pantano de Tibi, Azud de Sant Joan, azudes, aljibes, molinos), pero también se ha documentado la existencia de minas de ocre, hornos de cal e incluso infraestructuras de Época Romana, como la Acequia de los Enamorados, excavada por el Museo Arqueológico de Alicante (MARQ) en 2017, y que parece ser un acueducto que canalizaba las aguas de este río para abastecer hace 2.000 años a la antigua ciudad romana de Lucentum (figura 8).



Figura 8: Imágenes del proceso de excavación arqueológica del acueducto romano documentado en el cauce del Monnegre (fotografías diario Información).

El descubrimiento como nidificante del camachuelo trompetero (*Bucanethes githagineus*), un pájaro en expansión desde el norte de África consiguió que la zona fuera declarada como ZEPA (figura 9), posteriormente modificada en cumplimiento de la condena que obligaba al Gobierno Valenciano a ampliar las zonas ZEPA y por la presentación de alegaciones que fueron aceptadas en parte. En resumen, un largo proceso para reconocer el valor de este espacio natural, que consideramos debería tener una mayor categoría de protección y más superficie que la declarada, que finalmente, como vemos en el plano posterior, abarca 3.844 hectáreas repartidas entre los municipios de Alicante, Jijona, Mutxamel, Tibi y San Vicente del Raspeig (López, 2011).

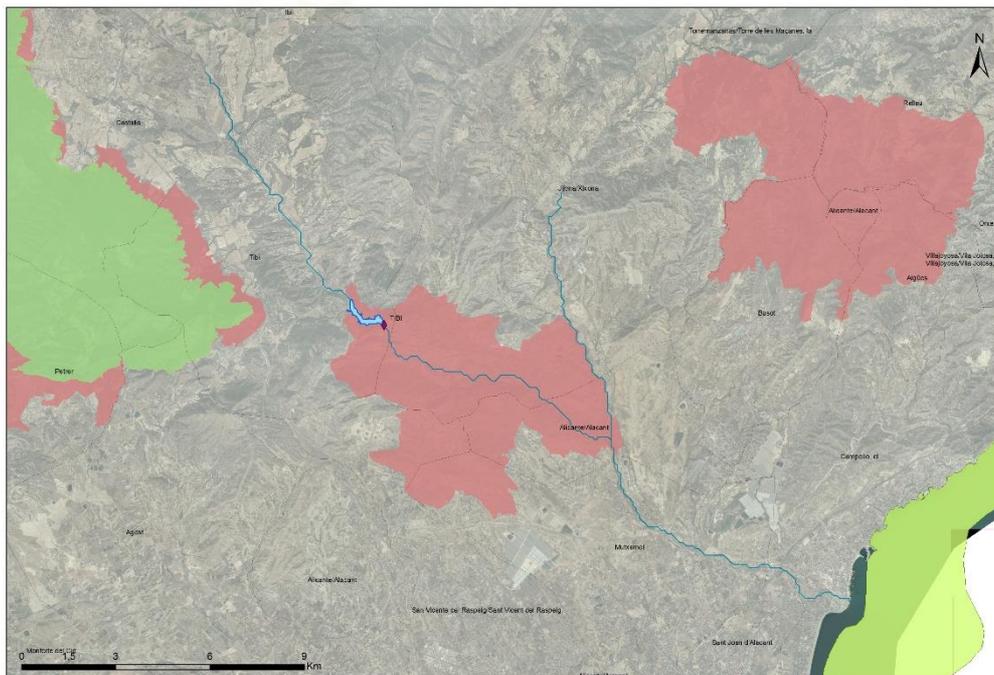


Figura 9: Ortofoto del cauce del Monnegre con el área del ZEPA en rojo (Mapa de elaboración propia mediante capa de LIC Y ZEPA centro de descarga IGN).

En cuanto amenazas que ha sufrido a lo largo de todo el siglo XX y los inicios del siglo XXI, vienen en gran medida causadas por la incontrolada acción humana. Los principales impactos sufridos en tiempos recientes no sólo han venido del tránsito descontrolado de vehículos, o de la construcción de segundas residencias de carácter rural en los campos de cultivo de las inmediaciones, en muchos casos no legalizadas, sino más bien de lamentables decisiones de las propias administraciones que deberían haber velado por la conservación del medio ambiente.

La construcción del vertedero de Piedra Negra (Jijona), supuso la desaparición de una zona de cría del camachuelo trompetero y la degradación de un pequeño barranco que tributa al afluente principal del Monnegre, el río de la Torre, con el evidente riesgo de contaminación por lixiviados.

Recientemente, la construcción de una presa para un supuesto proyecto de regulación o “restauración hidrológico-forestal” del Ministerio, afectó al camachuelo trompetero en su principal punto de cría del Barranc de les Salines. Al mismo tiempo, en este mismo punto, en plena época de cría y de una forma irregular, se autorizó por parte de la Conselleria la filmación de la película Triage, en la que se reproducían combates de la guerra en Afganistán y donde se produjeron varias explosiones, entre ellas la de un camión como puede verse en la película.

En conclusión, el área de estudio ofrece una gran capacidad de recursos de gran valor, tanto natural, como social. Se trata de un espacio, con multitud de elementos patrimoniales y naturales, que debe ser preservado, y podría ser empleado por las autoridades locales como foco desde el que abordar y transmitir ideas a la sociedad, desde el cuidado de la naturaleza y la importancia del agua, como la evolución del uso del agua a lo largo de los siglos. Con ello queremos contribuir a que estos valores sean conocidos por la sociedad.

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es analizar y valorar el estado actual del agua del río Monnegre (mayo de 2018) respecto a los valores obtenidos en los análisis realizados en mayo de 2015, recogidos en otro estudio (Cerdán, 2015). Para ello, se han analizado diferentes parámetros físicos y químicos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Zona de estudio

La zona de estudio corresponde a los términos municipales de Campello y Sant Joan d'Alacant, que se encuentran en la comarca de L'Alacantí, en la provincia de Alicante (figura 10). El río Monnegre al llegar a la Huerta de Alicante y hasta su desembocadura en Campello, recibe el nombre de río Seco debido a su falta de agua.



Figura 10: Plano de localización del tramo final del río Monnegre, conocido como río Seco (Mapa de elaboración propia mediante ortofoto centro de descargas IGM).

Las temperaturas registradas se caracterizan por los altos valores anuales (16, 9°C) y la moderada variación estacional, que conlleva la inexistencia de invierno meteorológico propiamente dicho (todas las medias mensuales superiores a 10°C, enero, 10, 3°C, diciembre, 11°C). Estas temperaturas se traducen en una alta aridez ambiental y en una fuerte radiación estival. Las mínimas absolutas muestran el máximo de su frecuencia en los meses invernales (enero, -2° C, febrero 0° C). En ocasiones estas mínimas aparecen ligadas a olas de frío que ocasionan perjuicios muy graves en la agricultura (Requena-Galipienso, 2007).

En cuanto a las precipitaciones, el municipio de El Campello se ubica en lo que se ha denominado "Iberia Seca", región que destaca por la escasez de lluvia y la irregularidad de estas precipitaciones. La precipitación total anual que se registra en el observatorio de San Juan de Alicante sobrepasa sensiblemente los 200 mm (220 mm totales anuales en 2005), por lo que se puede hablar de un clima marcado por una marcada escases pluviométrica. En cuanto al régimen

estacional de las precipitaciones, la principal característica es la marcada sequía estival, que se centra en los meses de junio-julio y agosto. Por otro lado, es en otoño cuando se registran los valores más altos de precipitación (36 mm de octubre) y un máximo secundario en invierno con unos valores de precipitación en enero de 20 mm y de febrero 18 mm. Esta irregularidad pluviométrica va a producir cambios en la composición paisajística entre las distintas estaciones. En la época otoñal destaca la aparición de fuertes lluvias concentradas en un corto espacio de tiempo, con el riesgo asociado que ello conlleva para la crecida del sistema de ramblas y barrancos de la zona. En cuanto a los regímenes de viento, es en invierno cuando se producen las rachas máximas, frecuentemente relacionadas con vientos del Oeste, que por otro lado generan unas condiciones ambientales favorables de visibilidad (Requena-Galipienso, 2007).

Una de las características fisiográficas y morfológicas más importantes del territorio estudiado es el acusado contraste entre las llanuras y los relieves montañosos. Los llanos se corresponden con superficies de glaciares (depósitos de recubrimiento cuaternario; depresión aluvial de San Juan), sobre los que se produce la erosión de las ramblas (p.e. el río Seco).

2. Estación Depuradora de Aguas Residuales Alacantí Norte.

La EDAR Alacantí Norte (figura 11) vierte sus aguas depuradas al cauce del río Seco, esta depuradora fue puesta en marcha en el año 2011 y se encuentra en el término municipal de Sant Joan, entre los límites de Mutxamel y el Campello, limitada entre el margen derecho del río Monnegre y la autopista A-7.



Figura 11: Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) Alacantí Norte, junto a ella el cauce del río Seco (Fuente: inimia.es).

La EDAR Alacantí Norte abastece a los municipios de El Campello, Mutxamel, Sant Joan y Bussot. Las mejoras que se llevan a cabo en ella derivan de la posibilidad de reutilizar el agua depurada para temas agrícolas industriales y urbanos (limpieza de calles y riego de zonas verdes), con un ahorro sobre el uso de agua potable.

La instalación está dimensionada para un caudal medio de 30.000 m³/ día en dos líneas de 15.000 m³/día cada una. Según datos de EPSAR, el año pasado año se produjo un caudal medio de 5.933 m³/día. La población servida durante ese año fue de 71.807 habitantes, lo que nos muestra que trabaja por debajo de su capacidad total ya que posee una capacidad para 100.000 habitantes. Los rendimientos obtenidos en tanto por ciento de sólidos en suspensión son de 97, de DBO5 de 99 y de DQO de 94.

El tratamiento en la EDAR a modo de resumen consta de un pretratamiento, donde el agua pasa a través de unas rejillas y tamices que eliminan el residuo de mayor tamaño y se le extrae mediante un procedimiento de aireación a presión las arenas y grasas que lleva en suspensión. En el reactor biológico el agua se traslada en unas balsas en las que se inyecta oxígeno y el cultivo de bacterias va degradando la materia orgánica y precipita en el fondo de la balsa en forma de barro o lodo orgánico donde tras pasar por el reactor el agua se almacena en unos tanques cilíndricos donde se produce una decantación de materia orgánica y sólidos y se eliminan los patógenos mediante rayos ultravioleta.

El agua depurada se vierte al río Seco en lugar de ser utilizada para regadío, ya que no existen conducciones para ello, por eso el vertido constante del agua de la depuradora permite mantener un caudal constante en el cauce lo cual permite el sostenimiento de la flora y fauna del río.

3. Análisis en campo

En el campo en cada punto de muestreo se midió tanto la conductividad eléctrica (CE) como la temperatura (T) en cada una de las tres muestras recogidas.

Se recogieron muestras en 7 puntos distintos del río Seco (figura 12) en el mes de mayo, distribuidas a lo largo de unos 3 kilómetros aproximadamente. En cada uno de esos puntos se tomaron tres muestras realizando un solo muestreo en el mes de mayo, lo que equivale a un total de 21 muestras. Cabe destacar que la muestra tomada en el punto número 2 es la que

pertenece a la salida de la EDAR Alacantí Norte. Las coordenadas y altitud de cada punto de muestro se muestran a continuación (Tabla 2).

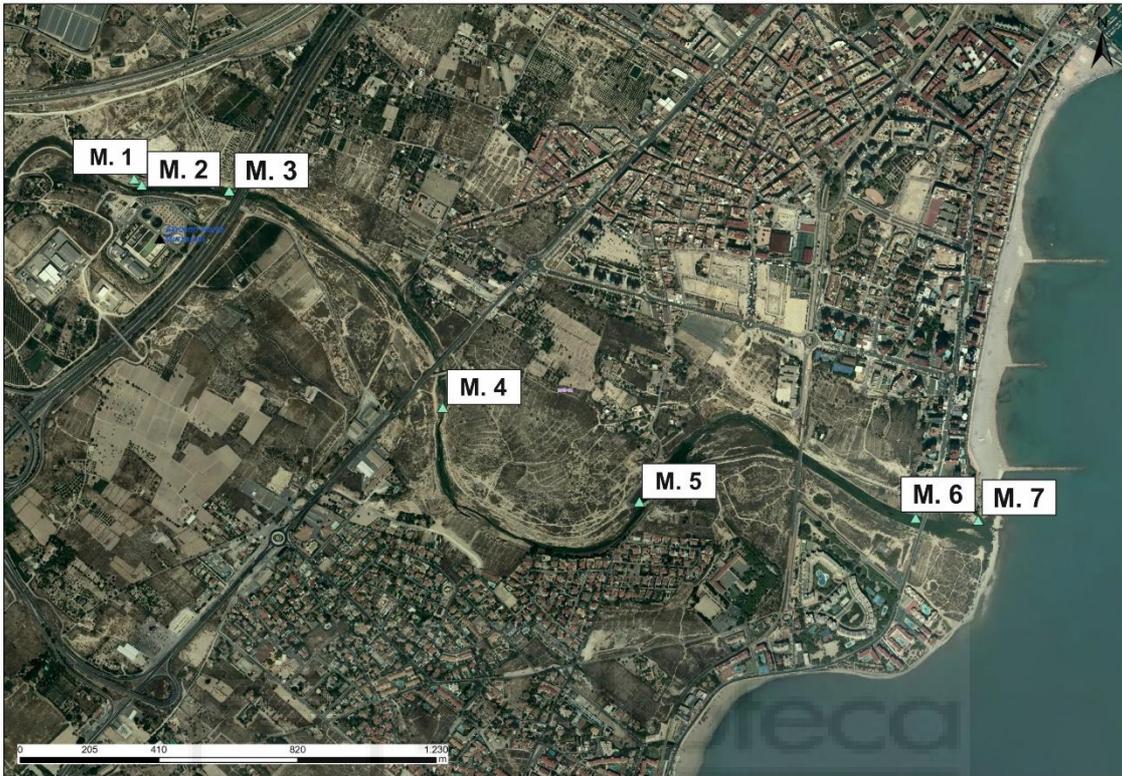


Figura 12: Plano de localización de los puntos de muestro (Ortofoto centro de descargas IGM).

Tabla 2: Muestras y coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30 tomadas mediante GPS en las localizaciones del muestro.

Nº MUESTRA	ALTIUD DE LOS PUNTOS DE MUESTRO (msnm)	X	Y
1	36	725.270.382	4.256.485.687
2	35	725.293.724	4.256.466.902
3	34	725.551.953	4.256.450.383
4	23	726.183.979	4.255.803.523
5	13	726.765.498	4.255.522.455
6	4	727.582.280	4.255.473.629
7	2	727.767.208	4.255.466.829

4. Análisis en el laboratorio

- ✓ Una vez tomadas las muestras de agua, fueron trasladadas al laboratorio donde se les realizó los siguientes análisis: DQO, sólidos en suspensión (SS),
- ✓ Fósforo, Nitratos, Cloruros y Macronutrientes (Sodio, Calcio, Potasio y Magnesio).

5. Análisis estadísticos

Mediante el test Kolmogorov-Smirnov se verificó el ajuste de los datos a una distribución normal para todos los parámetros analizados. Para conocer la evolución temporal de los diferentes parámetros analizados se realizó un test Anova, la separación de las medias se realizó mediante el test Post-Hoc de Tukey ($P < 0,05$) y asumiendo varianzas iguales. También se realizaron correlaciones de Pearson entre algunos de los parámetros estudiados. Para ello se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics (Statistical Program for the Social Sciences 18.0).



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se discutirán los resultados de todos los parámetros estudiados comparándolos entre el muestreo del año 2015 y el muestreo realizado en el año 2018 ambos realizados en el mes de mayo.

Antes de comenzar la descripción de los resultados de cada uno de los parámetros de manera individual, en la Tabla 3 se muestra la comparación estadística entre los diferentes muestreos realizados (año 2015 y 2018). Como se puede comprobar existen varios parámetros con diferencias significativas como son: CE, pH, cloruros, nitratos, DQO, calcio y sodio. Como se puede apreciar existen parámetros que en algunos de los puntos del muestreo no presentan diferencias significativas como la temperatura, fósforo, magnesio y potasio.

Tabla 3: Comparación de los parámetros estudiados para cada uno de los puntos estudiados en 2015 y 2018 ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, $p < 0,001$ ***, ns = No Significativo).

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7
T	ns	0,005**	ns	ns	0,000***	0,001**	0,000***
CE	0,000***	0,001**	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
pH	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Cloruros	0,000***	0,016*	0,001**	0,013*	0,001**	0,033*	0,000***
Fósforo	0,027*	ns	ns	ns	0,007**	ns	0,000***
Nitratos	0,000***	0,002**	0,000***	0,003**	0,004**	0,000***	0,000***
DQO	0,000***	0,015*	0,006**	0,002**	0,006**	0,015	0,009**
Calcio	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,015*	0,018	0,000***
Sodio	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Magnesio	0,002**	ns	0,020*	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Potasio	0,000***	0,002**	0,018*	ns	ns	ns	ns

4.1 Temperatura

Respecto a este parámetro, los valores de temperatura presentan diferencias significativas en los puntos 2, 5, 6 y 7 entre el año 2015 y el año 2018. La medición de este parámetro se realizó en el mes de mayo en ambos años con valores entre 20– 25 °C (figura 13). Se encontraron valores de temperatura significativamente más altos en los puntos 4, 5, 6 y 7 en el muestreo del año 2018.

En el mes de mayo del muestreo del año 2018 se produjeron muy pocas lluvias (máximas de precipitación 10mm), solo llovió unos días y el día de muestreo no se produjeron precipitaciones. Las temperaturas del mes de mayo de 2018 se muestran en la figura 14 llegando a la temperatura máxima de 26 °C. En el año 2015 en ese mismo mes también se produjeron muy pocas lluvias a final de mes (máximas de precipitación 7mm) y las temperaturas se muestran en la figura 15 llegando a alcanzar de máxima casi 35 °C.

Como se puede observar en la figura 13, en 2015 el valor más alto de temperatura lo presenta el punto 2 por la influencia del vertido de la EDAR, y en los siguientes puntos disminuye. En cambio, en el muestreo del año 2018, se mantienen los valores de temperatura después del punto 2, esto es debido a que el día que se realizó el muestreo en el mes de mayo de 2018 se alcanzó una temperatura ambiente superior a la del día que se realizó el muestreo del mes de mayo de 2015.

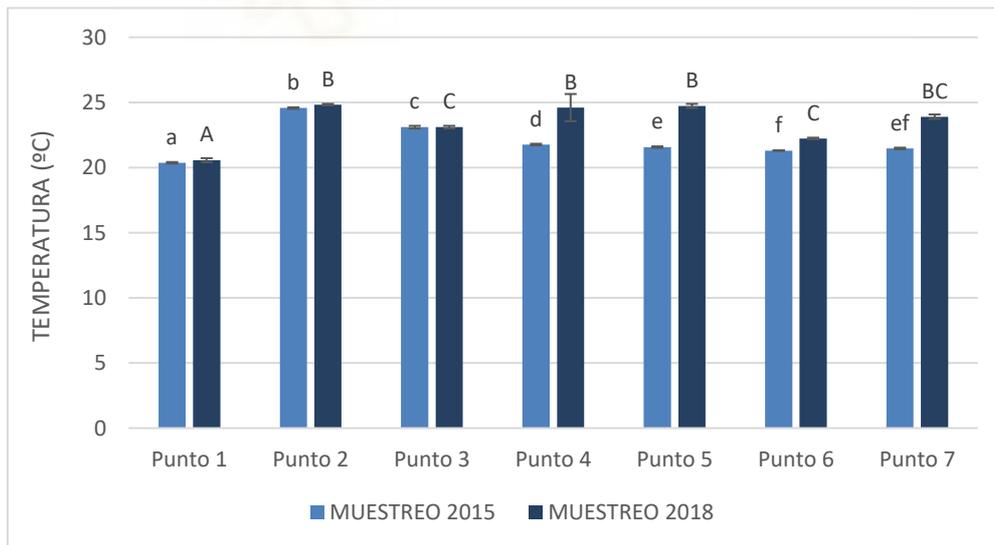


Figura 13: Valores de Temperatura (°C) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

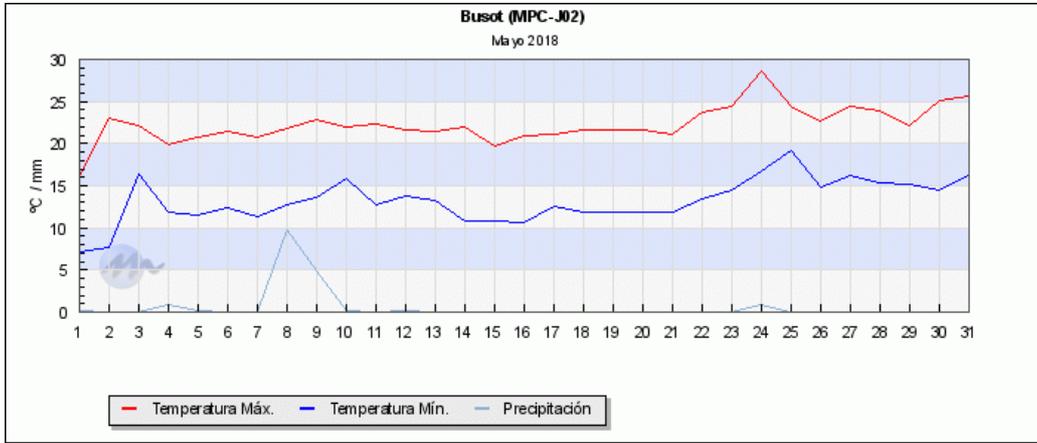


Figura 14: Precipitaciones y temperaturas recogidas en el mes de mayo en el año 2018 en la estación meteorológica de Busot. (METEOCLIMATIC, 2018).

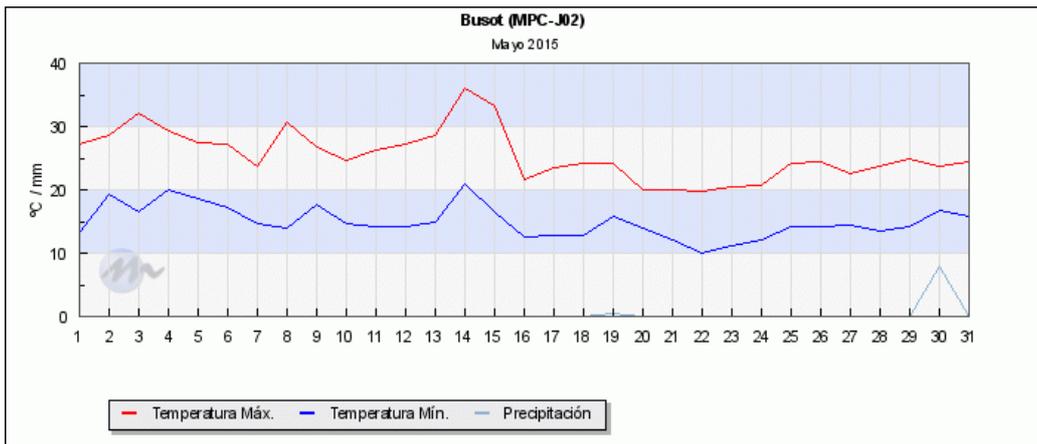


Figura 15: Precipitaciones y temperaturas recogidas en el mes de mayo en el año 2015 en la estación meteorológica de Busot. (METEOCLIMATIC, 2018).

4.2 Conductividad eléctrica (CE)

Este parámetro mide la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica, y es sensible a las variaciones de sólidos disueltos, principalmente de sales minerales.

En la figura 16, se observa que los valores de CE han aumentado significativamente en 2018 en todos los puntos estudiados comparado con el año 2015, con valores en la actualidad entre 3,9 – 5,3 mS/cm.

En el punto 1 de ambos muestreos, es donde se puede observar los valores más altos de CE (Figura 16). El punto 2, el cual corresponde al vertido de la EDAR Alacantí Norte, presenta los valores más bajos de este parámetro en los dos años estudiados, debido a que se trata de aguas residuales urbanas. En los siguientes puntos se puede ver que los valores son significativamente más bajos debido a una dilución por efecto de la mezcla entre el agua residual y el agua del río.

Los valores de este parámetro son relativamente altos ya que el río, aguas arriba, atraviesa terrenos evaporíticos y ocasiona que el agua incorpore sales.

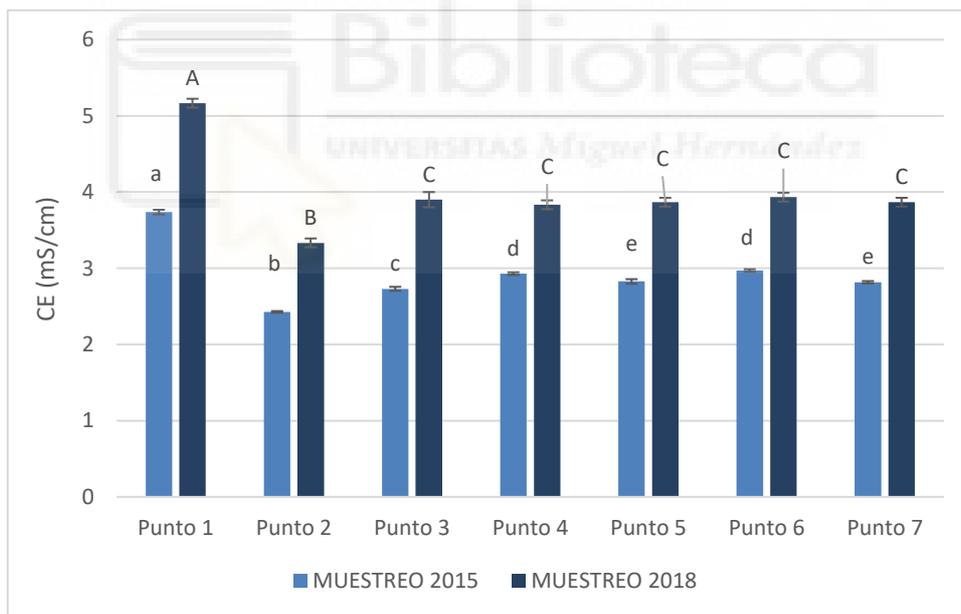


Figura 16: Valores de CE (mS/cm) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

4.3 pH

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer las características del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad del agua. En general, un agua con un pH < 7 se considera ácido y con un pH > 7 se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8,5 (Driscoll, 1986).

En el muestreo del año 2018 se observan valores de pH significativamente más bajos en todos los puntos estudiados con valores entre 7,6-7,9 que en el año 2015 que oscilan entre 7,8-8,7 (figura 17).

También se puede ver como el valor más elevado de pH en el muestreo del año 2015 corresponde al punto 1, debido a que la temperatura del vertido de la EDAR es más alta (figura 13) lo que hace que el pH disminuya al estar compuesto por agua residual doméstica.

El valor más alto de pH en el muestreo del año 2018 se puede observar en el punto 7, debido a que el punto 7 se encuentra muy próximo a la desembocadura, produciéndose entrada del agua del mar, ya que la salinidad influye en este parámetro.

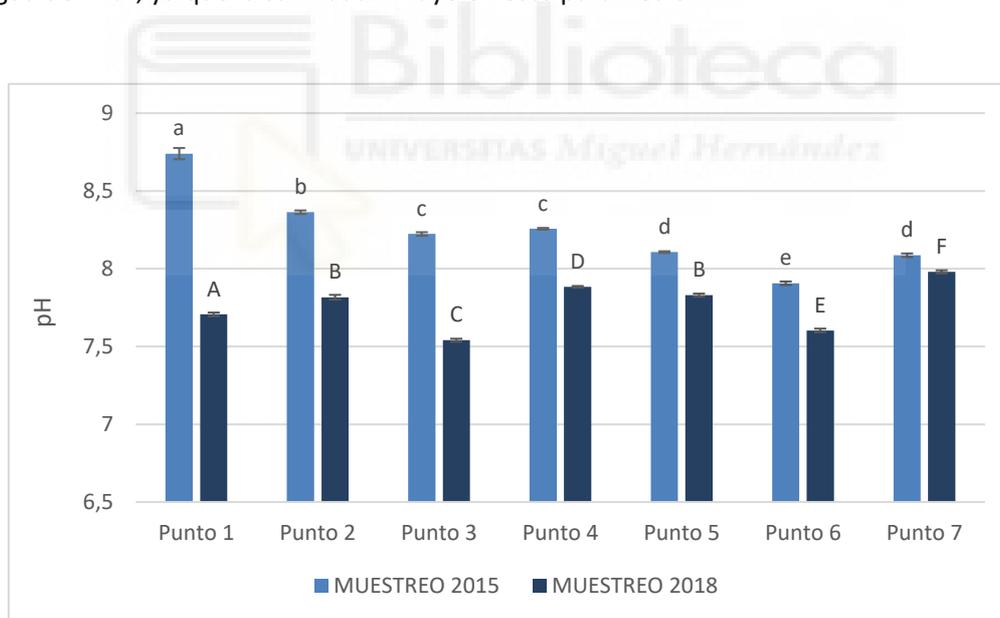


Figura 17: Valores de pH en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

4.4 Nitratos

Los nitratos son un contaminante común que se encuentra en el agua subterránea y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. Los nitratos son inodoros e incoloros. Fuentes comunes de nitrato son los fertilizantes, estiércol o compost y pozos sépticos. Cantidades excesivas de nitrato se encuentran en suelos rurales y de actividades agrícolas. El nitrato se mueve fácilmente a través del suelo llevado por el agua de lluvia y de riego hasta las aguas subterráneas (Water Boards, 2013).

En la figura 18, se puede observar diferencias significativas de las concentraciones de nitratos entre el muestreo del año 2015 y el muestreo del año 2018. Se puede ver que los valores de este parámetro son significativamente más elevados en el muestreo del año 2018.

Además, se puede ver valores significativamente más altos del contenido de nitratos después del punto 1, sobre todo en el punto 2 el cual pertenece al vertido de la EDAR, donde se aprecian concentraciones de nitratos más elevadas que en el punto 1 en ambos muestreos. Este aumento viene dado por la consecuencia de la elevada carga de materia orgánica de las aguas residuales urbanas que son vertidas al cauce desde la EDAR.

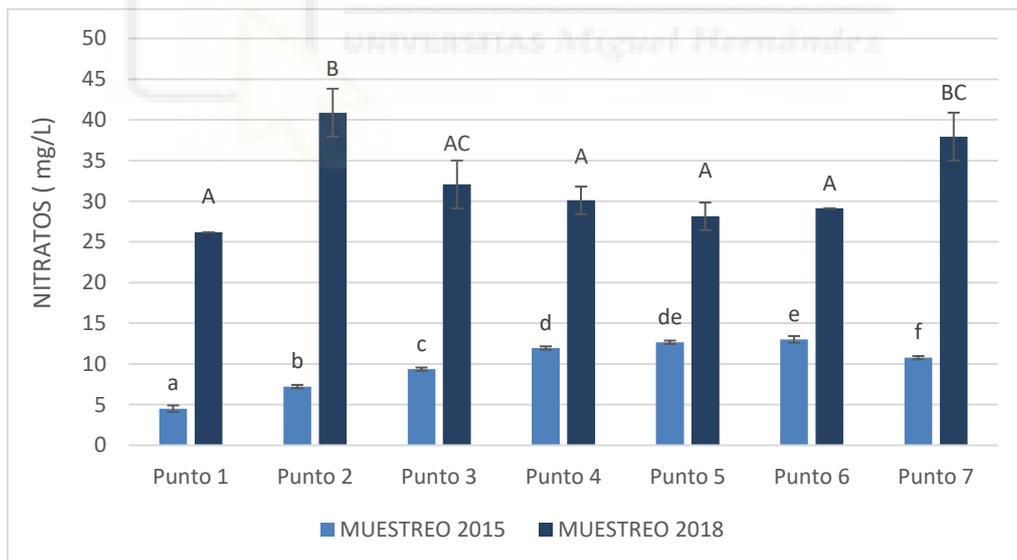


Figura 18: Valores de nitratos (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

4.5 DQO

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay en una muestra líquida.

La DQO es un parámetro muy importante a la hora de caracterizar el agua, no sólo para el consumo humano, sino también a la hora de realizar un vertido, ya que se puede alterar de una manera muy importante el ecosistema donde se realiza el vertido (río, mar, etc.)

Se puede ver diferencias significativas de la concentración de DQO entre el muestreo del año 2015 y el muestreo del año 2018, observando una disminución de este parámetro en todos los puntos en el muestreo del año 2018 (figura 19).

En el punto 2 en ambos muestreos hay un incremento de DQO respecto al punto 1 (en 2015 valores de 150 mg O₂/L – 200 mg O₂/L y en 2018 valores de 45 mg O₂/L – 125 mg O₂/L), esto es debido a la presencia de materia orgánica, también se observa como a partir del punto 4 se produce una disminución de la concentración de DQO también en ambos muestreos debido a una mayor oxidación de la materia orgánica por los microorganismos presentes.

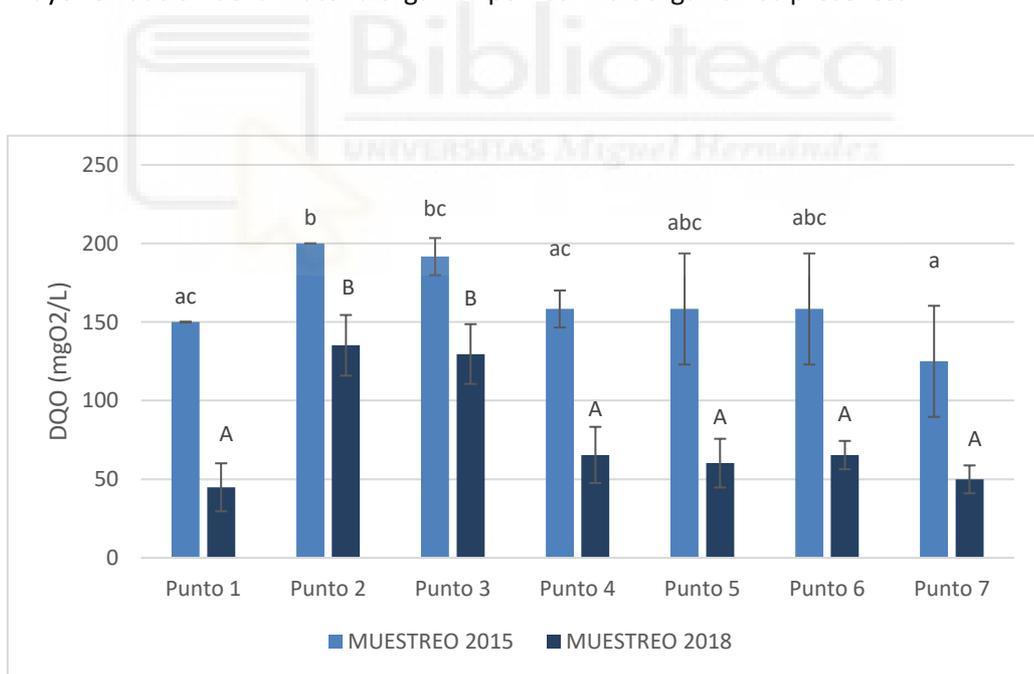


Figura 19: Valores de DQO (mgO₂/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

4.6 Cloruros

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en las aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Se puede observar valores de concentración de cloruros significativamente más elevados en todos los puntos del muestreo del año 2018 respecto al muestreo del año 2015 (Figura 20).

Además, se puede observar como el punto 2 presenta la concentración más baja de cloruros en ambos muestreos debido a que es agua tratada, mientras que el punto 1 presenta la mayor concentración. Ocurre lo mismo con los resultados de la conductividad eléctrica en los mismos puntos (figura 16) lo que es lógico por la relación que hay entre ambos parámetros.

El agua que circula por el cauce puede tener un aumento de cloruros debido a aguas que hayan lavado los terrenos salinos o por la propia entrada del agua del mar.

También se observa que después del vertido de la EDAR (punto 2), se produce una dilución manteniendo con valores más o menos constantes los demás puntos de muestreo.

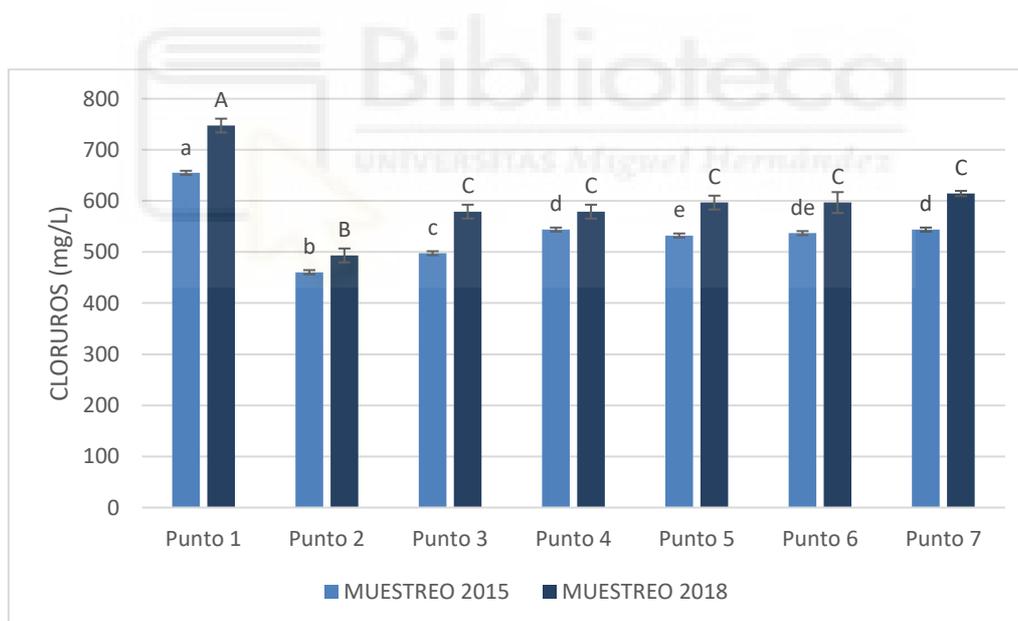


Figura 20: Valores de cloruros (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

- CE/Cl

La figura 21 muestra la correlación existente entre la conductividad eléctrica y los cloruros.

El incremento de la salinidad está influenciado por la presencia de cloruros (Figura 20). El lavado de terrenos evaporíticos por la escorrentía superficial y los manantiales que vierten aguas de elevada salinidad al cauce justifican esta relación.

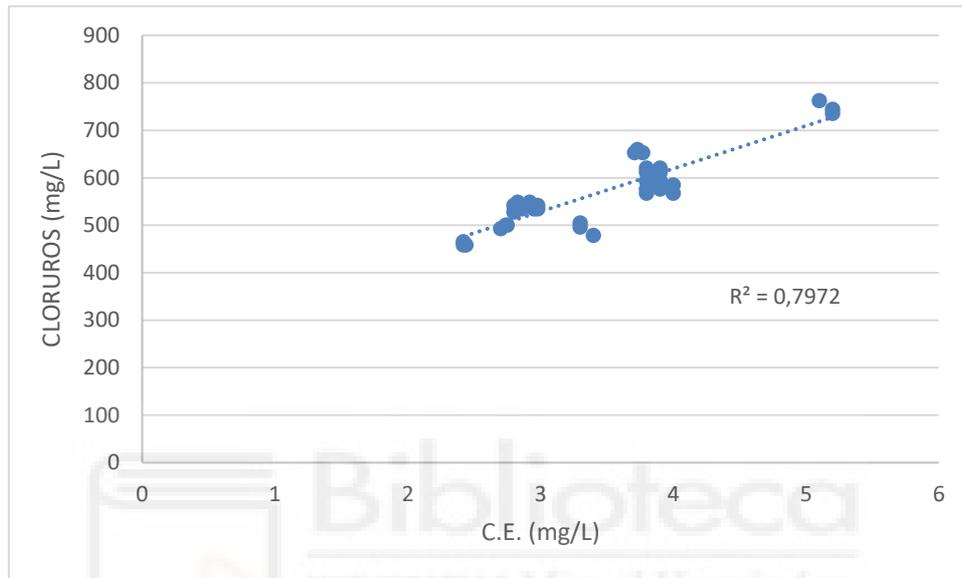


Figura 21: Correlación entre CE (mg/L) y Cloruros (mg/L).

4.7 Fósforo

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de los organismos, por lo que la descarga de fosfatos en el agua puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas (Baird, 2001).

En la figura 22 se observa una concentración de fósforo similar entre ambos muestreos, encontrándose diferencias significativas en los puntos 1, 5, 6 y 7 donde las concentraciones de fósforo son mayores en el muestreo del año 2018. El aumento en los puntos 5,6 y 7 del muestreo 2018 podría ser debido a algún vertido tanto de manera intencionada como accidentada de detergentes o fertilizantes al río, ya que en el muestreo de 2015 la concentración de fósforo en esos puntos era relativamente mucho más baja que en la actualidad.

La mayor concentración de fósforo se puede ver en el punto 2 (EDAR), esto es debido a que el vertido lleva una elevada carga de excrementos, detergentes y productos de limpieza venidos del agua residual domestica que trata la depuradora Alacantí Norte.

Por lo tanto, se deduce que es el vertido de la EDAR (punto 2), el que aumenta de forma importante la concentración de fósforo en el cauce, entonces las concentraciones elevadas de este nutriente pueden producir problemas de eutrofización importantes en el agua del río (Ronzano y Dapena, 2010)).

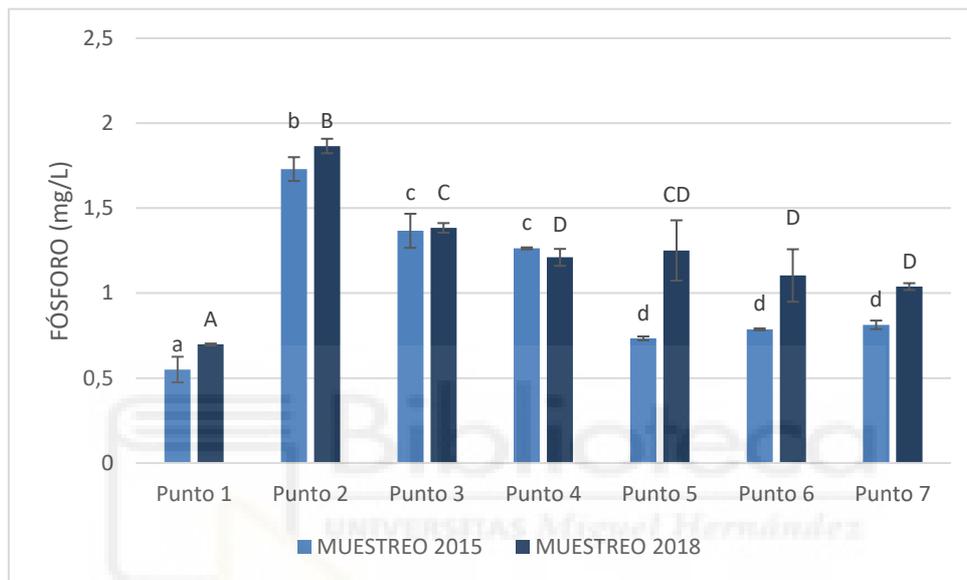


Figura 22: Valores de fósforo (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

4.8 Macronutrientes

- Calcio

En la figura 23 se puede ver que los valores del calcio han aumentado significativamente en el muestreo del año 2018 con valores de 310 – 640 mg/L.

El punto 1 en ambos muestreos posee la concentración más alta de este parámetro debido a que el agua viene de la disolución de sulfatos típicos de los terrenos evaporíticos con presencia de yesos y margas triásicas. También se observa que el punto 2 tiene la concentración más baja en ambos muestreos. No se observan diferencias significativas en los demás puntos de muestreo ya que a partir del punto 2 se diluye la concentración de este parámetro (figura 23).

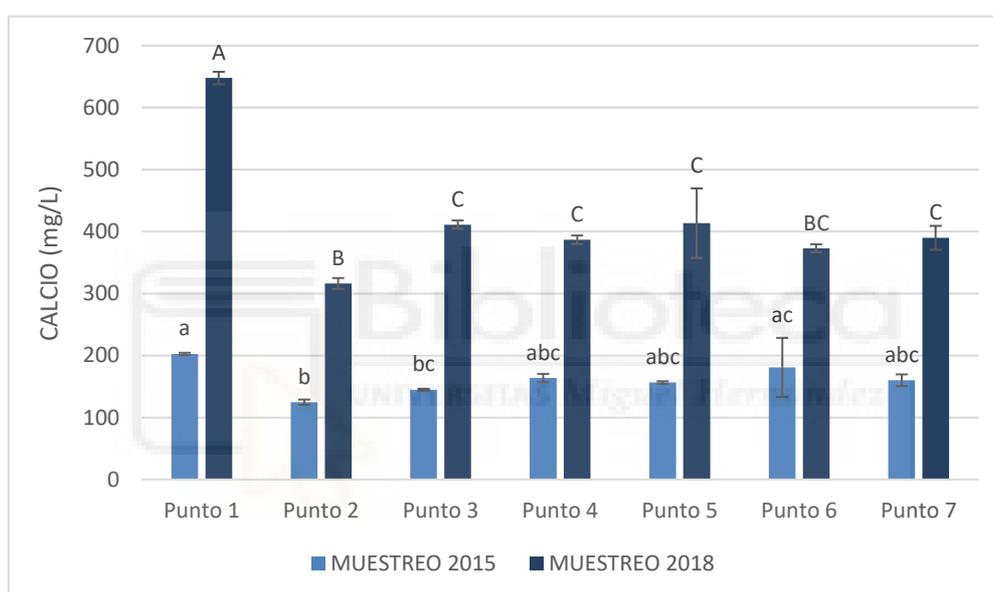


Figura 23: Valores de calcio (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

- Potasio

El potasio es un macronutriente muy importante para el crecimiento de las plantas, las concentraciones elevadas de este parámetro son debidas a la contaminación por el vertido de aguas residuales a los ríos e infiltraciones de agua del mar que se mezcla con el agua dulce de los cauces.

En la figura 24 se puede observar que las concentraciones de potasio han disminuido significativamente en los puntos 2 y 3 y han aumentado en el punto 1 del muestreo 2018 que pueden ser debidas a vertidos incontrolados.

Se pueden ver altas concentraciones de este macronutriente en los puntos 6 y 7 debido a la entrada de agua del mar en el río y también concentraciones altas en el punto 2 del muestreo 2015 por el vertido de la EDAR a el cauce.

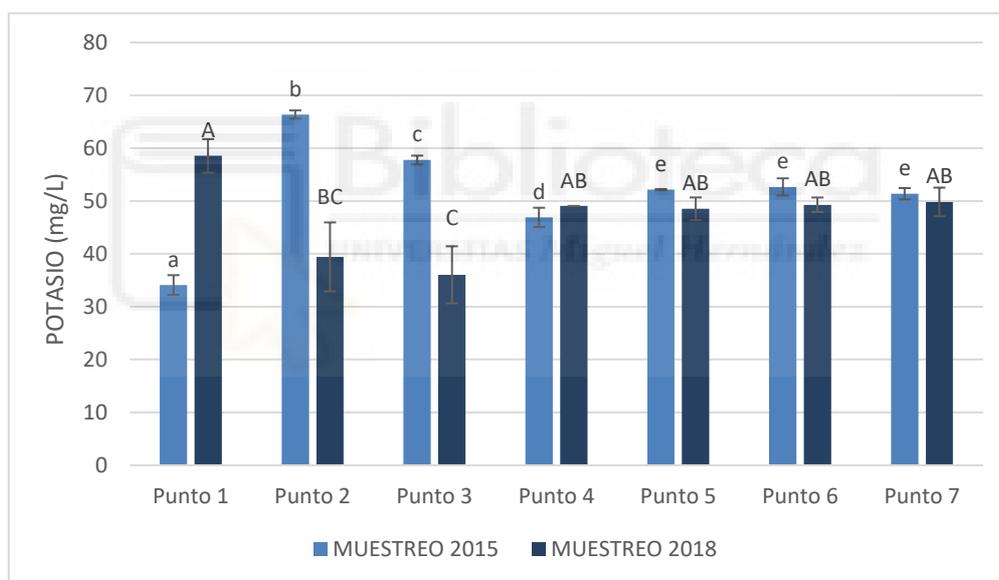


Figura 24: Valores de potasio (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

- Magnesio

El magnesio está presente en las aguas como ion Mg^{2+} y junto con el Ca^{2+} , provoca la dureza del agua (Jodral et al., 2007).

Se puede observar en la figura 25 un aumento significativo de las concentraciones de este macronutriente en las aguas del río Seco en el muestreo 2018 donde se observa que el punto 1 de este muestreo posee mayor concentración de magnesio que el resto, que puede ser debida por vertidos u otros orígenes antes del vertido de la EDAR (Punto 2), ya que si fuera por un proceso natural debería ser similar en el muestreo del año 2015.

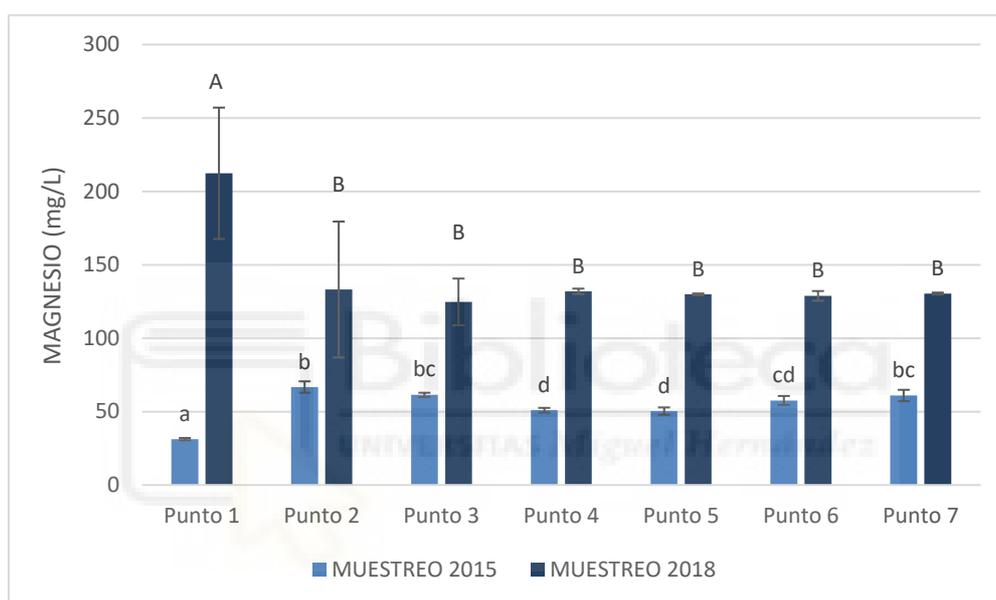


Figura 25: Valores de magnesio (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

- Sodio

El sodio es el elemento más abundante de los elementos alcalinos, hallándose sus compuestos extensamente distribuidos en la naturaleza.

En la figura 26 se puede observar un aumento significativo de las concentraciones de sodio en todos los puntos del muestreo 2018 llegando a duplicar las concentraciones de este macronutriente comparándolo con el muestreo del año 2015.

Se puede observar que no existen diferencias significativas entre los puntos 3, 4, 5, y 6 en ambos muestreos, también se puede ver que el punto 2 es el que menos concentración de sodio posee en el muestreo 2018 produciendo una dilución agua abajo.

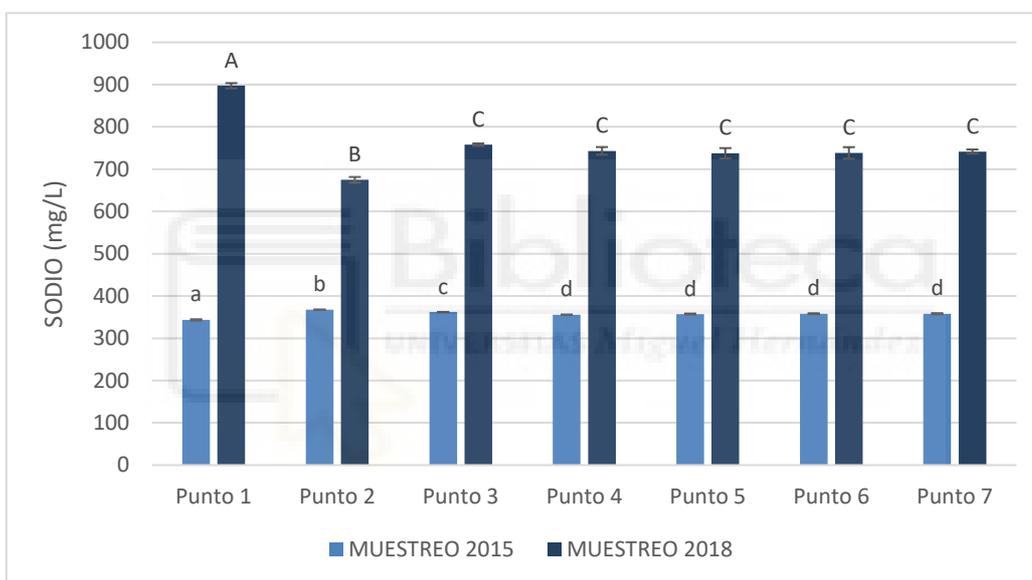


Figura 26: Valores de sodio (mg/L) en los diferentes puntos estudiados en el año 2015 y 2018. Letras diferentes indican diferencias significativas entre puntos ($p < 0,05$). Letras mayúsculas muestreo 2018 y letras minúsculas muestreo 2015.

5. CONCLUSIÓN

Podemos concluir que el vertido de la Estación depuradora Alacantí Norte influye de forma clara en las características del agua del río Seco en diferentes puntos de su cauce, especialmente sobre los parámetros temperatura, fósforo, DQO y nitratos.

El valor de la conductividad eléctrica y el contenido en cloruros han aumentado en el muestreo 2018 respecto al del año 2015, debido a que las aguas del cauce poseen una cantidad mayor de sales en el año actual.

Por último, se concluye que se produce un incremento de los parámetros que producen eutrofización en el muestreo del año actual (2018) respecto al muestreo del año 2015. Los parámetros que producen eutrofización de las aguas (temperatura, nitratos, DQO y fósforo) en el muestreo realizado en 2018 muestran valores más elevados menos las concentraciones de DQO que son menores este año, por lo tanto, el río Seco en su tramo final presenta problemas de eutrofización de las aguas.



6. BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (2015): Resúmenes climáticos. España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Página 5.

APHA (1995): Standard methods for the examination of water and waste water.

BAIRD C. (2001): Química Ambiental. Editorial Reverté S.A., Barcelona.

BLANCAS CABELLO, C. y HERVÁS RAMÍREZ, M. E. (2001): Contaminación de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud. Procesos de contaminación del agua. Consejería de Salud de Andalucía. Páginas 19-26.

CERDÁN PIQUERAS, N. (2015): Caracterización de las aguas del tramo final del río Seco. San Juan-El Campello (Alicante). Trabajo Fin de Grado, septiembre de 2015. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad Miguel Hernández (Elche).

DORRONSORO, C. (2001): Contaminación de suelos por sales solubles. Universidad de Granada.

DIPUTACIÓN DE ALICANTE (2010): Río Monnegre. Área de Medio Ambiente. Senderos Geológicos. Guía de Lugares de Interés Geológico de la Provincia de Alicante. Disponible en: <http://www.senderosdealicante.com/geologicos/lugares/monnegre.html>. Consultado: Junio, 2018.

DISCROLL, F. G. (1986): Groundwater and Wells. Johnson Division, St. Paul, Minnesota USA.

DOMINGO LÓPEZ, J. (2011): El río Monnegre (Alicante). Un espacio singular. El Ecologista, nº68.

ENTIDAD DE SANEAMIENTO DE AGUAS (2014): Estaciones depuradoras de aguas residuales. EDAR Alacantí Norte. Generalitat Valenciana.

GENERALITAT VALENCIANA. DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y ORDENACIÓN TERRITORIAL (2000): El entorno metropolitano de Alacant-Elx: reconocimiento territorial (Valencia). Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte, Dirección General de Urbanismo. Páginas, 35-37.

GIL- OLCINA, A. (1972): El régimen de los ríos alicantinos. Estudios Geográficos, 1972, Vol. 33, págs. 425-457.

JODRAL, A., NAVARRO, M., LÓPEZ H., LÓPEZ, M.C. (2007): Contenido de magnesio y calcio en aguas del área costera Mediterránea del sureste de España y su relación con la actividad industrial. Departamento de Nutrición y Bromatología, Facultad Farmacia, Universidad de Granada, España. Páginas, 146-148.

LÓPEZ, J. D. (2011): El río Monnegre (Alicante). Un espacio singular. Revista El Ecologista, nº 68.

MORENO ROMERO, F. (2010): Escritos Científicos. Determinación de cloruros en aguas. Página 4.

NORMAN, H. NIE, C. HADLAI, H. y DALE, H. BENT (1968): Statistical Program for the Social Sciences 18.0 (SPSS). Software estadístico.

OSICKA, R. M, GIMÉNEZ, M. C. (2004): Determinación del contenido de Sodio y Potasio en aguas naturales subterráneas por fotometría de llama.

REQUENA-GALIPIENSO, A. (2007): Estudio de Paisaje del Plan General de Ordenación urbana del Campello (Alicante). Empresa Cota Ambiental, S.L. Promotor Ayuntamiento del Campello. Páginas 24-32.

RICO AMORÓS, A. M. (2002): Insuficiencia de recursos hídricos y competencia de usos en la Comunidad Valenciana. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 33, 23-50.

RONZANO, E. y DAPENA, J.L. (2010): Eliminación del fósforo en las aguas residuales. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA). Universidad de Salamanca. Páginas 1-3.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Páginas 1-2.

VERA REBOLLO, J. F. y RICO AMORÓS, A. M. (1996): El problema del agua en la Huerta de Alicante. En: Alberola Roma, Armando (ed.). Cuatro siglos de técnica hidráulica en tierras alicantinas. Alicante: Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, 43-65.

WATER BOARDS CALIFORNIA (2013): Programa Regulatorio Agrícola. Recursos para agricultores.
Nitratos en el agua potable. 29 octubre de 2013. California.

