

Estado ecológico del río Manzanares en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama



Año 2019



Ángel Rubio

Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación Sierra de Guadarrama

Tabla de contenidos

1. Antecedentes	3
2. Estaciones de muestreo	5
3. Metodología	7
3.1. Valores de referencia	8
4. Resultados en la campaña anual 2019.....	11
4.1. Tabla de resultados	11
4.2. Variabilidad interanual: 2014-2019.....	12
5. Conclusiones	17
5.1. Variables físico-químicas	17
5.2. Variables biológicas	17
5.3. Variables hidromorfológicas	22
6. Síntesis del informe.....	24
7. Bibliografía citada	26

1. ANTECEDENTES

El seguimiento del estado ecológico de los cursos fluviales en la Sierra de Guadarrama se inició en el año 2002 en el valle del Alto Lozoya, como una red de alerta temprana en la gestión del Parque Natural de Peñalara. Con la declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (PNSG) en el año 2013, se extrapoló el seguimiento a la totalidad de cuencas del PNSG, incorporando las cuencas del río Guadarrama y Manzanares, en la vertiente sur, además de los ríos en la cara norte de la Sierra de Guadarrama. Únicamente en el PNSG hay 336,53 km de ríos y arroyos, tratándose de ecosistemas muy frágiles, dado su alto grado de oligotrofia y baja mineralización, característica de las aguas de la Sierra de Guadarrama.

La degradación del río Manzanares en La Pedriza era evidente debido a la gran intensidad del uso público, generalmente recreativo. A partir del año 2014 se decidió realizar un seguimiento intensivo del estado ecológico del río con el fin de evaluar objetivamente posibles medidas de gestión. Durante los años 2014 y 2015 se apreció un deterioro moderado de la calidad ecológica del río Manzanares presuntamente por la presión ejercida sobre estos cursos fluviales en la época estival. Hay que recordar que hasta el año 2015 la zona de Charca Verde en el Manzanares, fue una zona de baño declarada oficialmente, por lo tanto legal y localizada en el interior del PNSG. Aunque a pesar de limitarse la zona de baño únicamente al vaso del río de Charca Verde, el baño se realizaba en todo el cauce del río Manzanares en La Pedriza.

En el año 2016 se inició un Plan de Restauración del río Manzanares en el tramo comprendido entre Charca Verde y su desembocadura en el embalse de Santillana, tomándose como medidas de gestión el control de accesos a La Pedriza y la prohibición del baño. Dicha normativa se recoge en la Resolución de 26 de mayo de 2016, del Director General del Medio Ambiente, de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio, por la que se restringe el baño en el tramo alto del Río Manzanares, Manzanares el Real, y el tránsito de vehículos en el paraje de La Pedriza. A partir de ese mismo año, se han mantenido estas medidas de gestión hasta la actualidad.

Inmediatamente un año después de tomar medidas, en el año 2016, se observó una mejora significativa del estado ecológico del río, tal y como reflejaron los índices biológicos y de diversidad. Durante el año 2017, se siguió confirmando esta tendencia en la recuperación. Con la finalidad de conocer si las medidas adoptadas siguen teniendo un efecto positivo en la calidad ecológica del río Manzanares, y poder confirmar que la recuperación del ecosistema fluvial ha alcanzado su nivel óptimo de referencia, en el año 2019 el Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación (CISE) ha continuado con la evaluación y caracterización ecológica, en base a indicadores biológicos, tal y como establecen la reciente legislación europea y nacional de calidad del agua. Este informe expone los resultados obtenidos en los muestreos periódicos mensuales en la época más vulnerable,

durante los meses de junio y agosto de 2019, así como la comparación interanual en los cinco años de seguimiento intensivo en el periodo 2014-2019.

2. ESTACIONES DE MUESTREO

En el periodo 2014-2019, se han evaluado tres puntos de control - estaciones de muestreo -, a lo largo del río Manzanares en el ámbito del Parque Nacional. La ubicada a mayor altitud, sería la estación de referencia o control. La siguiente, aguas abajo de Charca Verde, fue seleccionada con el objeto de indicar afecciones por la zona de baño existente en años anteriores. Y finalmente, la localizada en el entorno de El Tranco que indicaría las posibles afecciones al río en el ámbito Canto Cochino-El Tranco. La codificación de las estaciones de muestreo hace referencia al topónimo del curso fluvial seguido de cuatro dígitos referido a la altitud media del tramo de muestreo.

- MAN1210. Punto de muestreo ubicado a una altitud de 1210 m.s.n.m., que aparentemente mantenía una escasa presión por baño. Se localiza aguas arriba del ámbito de Charca Verde, exactamente a 1,2 km de ésta. Mantiene una ribera bastante bien conservada, si bien, está limitada por la presencia de afloramientos rocosos tan evidentes en La Pedriza. Sería la estación de muestreo control del río Manzanares.
- MAN1076. Este tramo sería indicador de posibles afecciones en la que hasta el año 2015 fue la zona de baño más masificada, Charca Verde y sus inmediaciones. Se localiza a 2,2 km del anterior punto, a 1076 m.s.n.m., y a 1 km aguas abajo de Charca Verde. La ribera presenta afección moderada.
- MAN0965. Este punto de muestreo se ubica en el entorno de El Tranco, recogiendo las posibles afecciones, además de la zona de baño anterior, de las zonas recreativas de Canto Cochino y área de esparcimiento de los aparcamientos de La Pedriza. La altitud media del tramo es de 965 m.s.n.m.



Figura 1. Estaciones de muestreo en el sector del río Manzanares. En verde claro: Parque Nacional, en rosa pálido Zona Periférica

3. METODOLOGÍA

A modo de resumen, se indican las variables analizadas, así como las pautas seguidas:

- El periodo de seguimiento se ha realizado con una frecuencia mensual durante la temporada que fue de baño (del 15 de mayo al 15 de septiembre) coincidente con el periodo en la que el río Manzanares es más vulnerable, hasta el año 2018. A diferencia de otros años, durante el año 2019 se ha muestreado en dos campañas de muestreos, en junio, y a finales de agosto. Por ello, se han realizado 6 muestreos anuales, alcanzando en el periodo 2014-2019 un total de 66 muestreos de caracterización ecológica.
- El protocolo de seguimiento biológico se ha basado en el publicado por el MAGRAMA en noviembre de 2013. (Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables: - CODIGO: ML-Rv-I-2013). Aunque se ha determinado el índice biológico IBMWP, estandarizado a nivel español, se han calculado otra serie de índices de diversidad. Además se han recogido muestras de agua para determinar la química básica y de nutrientes.
- La metodología más detallada se puede consultar en Rubio-Romero & Granados (2014, 2015)
- Resumidamente, los parámetros evaluados para el establecimiento del estado ecológico, y a modo de indicadores (físicos, químicos, biológicos e hidromorfológicos) han sido los siguientes:

Variables Físico-Químicas		
Parámetro	Uds	Indicador
pH	uds pH	Calidad del agua
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C	Calidad del agua
Oxígeno Dis	mg/L O ₂	Calidad del agua
% Sat O ₂	%	Calidad del agua
Temperatura	°C	Calidad del agua
Fósforo Reactivo Soluble	$\mu\text{g}/\text{L}$ P	Eutrofización/Calidad del agua
Nitratos	$\mu\text{g}/\text{L}$ NO ₃	Eutrofización/Calidad del agua
Nitritos	$\mu\text{g}/\text{L}$ NO ₂	Eutrofización/Calidad del agua
Nitrógeno amoniacal	$\mu\text{g}/\text{L}$ NH ₃	Eutrofización/Calidad del agua
Variables Biológicas		
Índices diversidad	Berger %	Diversidad/Estado del ecosistema
	Shannon (nits/ind)	Diversidad/Estado del ecosistema
Índices Biológicos	IBMWP	Estado ecológico
	IASPT	Estado ecológico
	EPT	Estado ecológico/Diversidad
Variables Hidromorfológicas		
Calidad de la Ribera	QBR	Estado ecológico
Calidad Hábitat Fluvial	IHF	Estado ecológico

Tabla 1. Variables determinadas para la caracterización del estado ecológico del río Manzanares.

3.1. Valores de referencia

El Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación dispone de una serie de datos limnológicos que determina cuáles son los umbrales del estado ecológico en los ríos y arroyos de la Sierra de Guadarrama (Rubio-Romero, A. & Granados, I., 2018). Sin embargo, para tratar de realizar una valoración más adecuada a la legislación actual, se han aplicado las condiciones de referencia fijadas para el ecotipo fluvial de ríos de montaña mediterránea silíceo. Inicialmente la caracterización se estableció en la instrucción de planificación hidrológica (BOE, 2008). Aunque a finales del año 2015 se aprobó el Real decreto 817/2105, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de

seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (BOE, 2015). Por ello, se van a aplicar los niveles del último Real Decreto, si bien, existen variables que no están definidos en dicho decreto, por lo que o bien se han aplicado los baremos de la IPH (BOE, 2008), o bien de la estación de control o referencia MAN1210. Aunque para el índice QBR, o calidad del bosque de ribera, el decreto establece un acotamiento del índice entre los niveles bueno-muy bueno, se ha seguido la baremación inicial establecida por propio índice QBR (ACA, 2006), ya que acota los valores para los cinco niveles de calidad riparia.

En función de los resultados existen 5 clases de calidad, adaptadas a la legislación europea del agua (2000/60/CEE).

			Oxígeno Disuelto	Conductiv. ¹	pH	Ribera	Hábitat Fluvial ¹	Ind. Berger ²	Ind. Shannon ³
Estado ecológico	Calidad	IBMWP	mg/L O ₂	µS/cm 25°C	Uds	QBR	IHF	%	Nits/ind
Muy Bueno	Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	>158	> 8,5 ¹	<250 ¹	6,5-8,7	>79,9 ** > ó = 95*	> 65 ¹	<30%	>2,10
Bueno	Aceptable. Son evidentes algunos efectos de perturbación	158-96,5	5	250-400 ¹	6-9	90-75*		30-55%	2,10-1,60
Moderado	Dudosa. Aguas contaminadas.	96,5-60		>400 ¹		70-55*		>55%	<1,60
Deficiente	Crítica. Aguas muy contaminadas.	59-23				50-30*			
Malo	Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas.	23-0				< ó = 25*			

Tabla 2. Valores de referencia según el Real Decreto 817/2015 (BOE, 2015) en los ríos de la Sierra de Guadarrama. Color representativo y niveles para las variables biológicas (IBMWP), oxígeno disuelto, conductividad, pH, y variables hidromorfológicas (Calidad del Bosque de Ribera: QBR e índice de calidad del Hábitat Fluvial: IHF). Obsérvese que en algunas variables no se exponen la totalidad de los niveles de calidad.

¹: Valores ausentes en R.D. 817/2015, extraídos de IPH (BOE,2008)

²: Valores de referencia del índice de Berger, a partir de observaciones en 22 cursos fluviales permanentes de la Sierra de Guadarrama.

³: Valores de referencia del índice de Shannon_Wiener (H') a partir de observaciones en 22 cursos fluviales permanentes de la Sierra de Guadarrama

**Referencia QBR en BOE (2008).

* Niveles de referencia QBR en ACA (2006).

4. RESULTADOS EN LA CAMPAÑA ANUAL 2019

Durante el año 2019 se ha continuado con el seguimiento ecológico del río Manzanares en las tres estaciones de muestreo. A diferencia de años anteriores, se han realizado dos campañas de muestreo, una en primavera (junio), y otra campaña en el verano tardío (finales de agosto).

Las variables en las que no existen condiciones de referencia definidas para dicho ecotipo fluvial, se presentan sin color representativo, a excepción de los índices de diversidad (Berger y Shannon) que se ha representado coloreados en función de la distancia al valor de referencia de la estación de control (MAN1210), y de las observaciones promedio de la base de datos del CISE en los ríos similares de la Sierra de Guadarrama.

4.1. Tabla de resultados

Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Conductividad	$\mu\text{S/cm } 25^{\circ}\text{C}$	Junio	17,3	17,8	21,6
		Agosto	23,7	23,4	28,5
Oxígeno Dis	Mg/L O ₂	Junio	9,68	9,7	9,69
		Agosto	8,46	8,27	8,21
% Sat O ₂	%	Junio	96,9	96,9	97,1
		Agosto	97,3	95,6	95,8
Temperatura Agua	°C	Junio	9,04	9,7	10,45
		Agosto	15,66	16,62	17,63
Caudal	m ³ /sg	Junio	0,09	0,13	0,095
		Agosto	0,025	0,03	0,031
Fósforo Reactivo Soluble	$\mu\text{g/L P - PO}_4$	Junio	2	1	1
		Agosto	0	0	0
Nitratos	$\mu\text{g/L N-NO}_3$	Junio	55,1	59,4	58,7
		Agosto	41,3	44,7	39,4
Nitritos	$\mu\text{g/L N-NO}_2$	Junio	3,3	2,2	1,8
		Agosto	1,3	1,5	0,7
Amoniac	$\mu\text{g/L N-NH}_3$	Junio	23,3	28,7	17,9
		Agosto	7,2	12,6	17,9
Variables Biológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Índices diversidad	Berger %	Junio	32,6	28,2	27
		Agosto	23	22,5	36,1
	Shannon (Nits/ind)	Junio	2,33	2,3	1,90
		Agosto	2,43	2,62	2,13

Índices Biológicos	IBMWP	Junio	163	183	158
		Agosto	165	173	145
	IASPT	Junio	6	5,9	6,3
		Agosto	6,1	6	5,8
	EPT	Junio	11	13	11
		Agosto	10	10	8
Variables Hidromorfológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Índice Calidad Riparia	QBR	Junio	80	80	75
		Agosto	80	80	75
Índice Hábitat Fluvial	IHF	Junio	70	65	65
		Agosto	70	65	65

Tabla 3. Resultados obtenidos en el año 2019, para las diferentes variables físico-químicas, biológicas e hidromorfológicas en las tres estaciones de muestreo.

La discusión de los resultados en el siguiente apartado.

4.2. Variabilidad interanual: 2014-2019

Con el fin de evaluar si han sido efectivas las medidas de gestión adoptadas en la recuperación de la calidad ecológica del río Manzanares en el entorno de la Pedriza, se ha comparado la evolución del estado ecológico en el periodo 2014-2019, a partir del promedio anual de las variables en cada estación muestreo

En la siguiente tabla, se ha mantenido el baremo a modo de colores representativos, citado anteriormente en la metodología, a fin de hacer más interpretativos los resultados. A continuación se han seleccionado las variables más significativas en cuanto al estado ecológico e índices de diversidad. También se incluyen los gráficos de las variables hidromorfológicas y de algunas variables físico-químicas. En el apartado de conclusiones se detalla lo más relevante de la comparativa interanual.



Comunidad
de Madrid

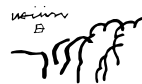


SIERRA DE
GUADARRAMA
PARQUE NACIONAL

Estación	MAN1210						MAN1076						MAN0965					
Promedio Anual	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Variables Biológicas																	
IBMWP	192,8	159	172	180,8	176,8	164	150	142	171,8	171,5	169,5	178	125,5	106	137,5	137,3	139,5	151,5
IASPT	6,17	6,03	6,2	6,2	6,3	6,1	5,47	5,4	5,6	5,9	5,8	5,95	6,05	5,93	6	6,2	5,9	6,05
Berger %	16,3	22,2	20,4	20,4	26,7	27,4	35,2	56,5	24,4	26,6	27,0	25,35	42,3	54	32	28,4	32,4	31,5
Shannon (Nits/ind)	2,78	2,6	2,53	2,69	2,37	2,38	2,37	1,73	2,42	2,49	2,38	2,46	1,79	1,58	2,03	2,17	2,05	2,01
EPT (nº taxa)	13,8	11,8	13,3	15,8	14,3	10,5	9	7,5	11,5	11	12,3	11,5	7,8	5,3	9	9	8,8	9,5
	Variables Físico-químicas																	
pH (uds pH)	6,23	7,45	7,29	7,37	7,2	sd	6,61	7,48	7,23	7,43	7,15	sd	6,64	7,43	7,26	7,48	6,97	sd
Oxígeno Dis Dis (mg/L O²)	10,3	9,28	8,75	8,9	8,8	9,07	9,14	9,12	8,61	8,67	8,80	8,99	9,47	9,14	8,69	8,79	8,80	8,95
% Sat O²	114,4	103,5	100,4	99,5	95,1	97,1	104,4	104,9	99,6	100,7	95,5	96,2	109	102,1	100,1	98,9	95,7	96,4
Amoniaco (µg/L N-NH₃)	18,83	18,78	13,9	19,7	4,0	15,3	10,32	25,93	16,1	26,4	3,6	20,7	14,33	26,42	14,8	34,5	8,1	17,9
Conductividad	19,5	17,35	19,6	18,1	18,4	20,5	20	19,43	20,9	19,2	18,9	20,6	26	25,53	27,4	23,4	23,2	25,1
Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P)	2	2,8	2,6	1,8	1,6	1,0	3,8	4	2,4	1,7		0,5	2,6	2,8	2,4	1,6		0,5
Nitratos (µg/L N-NO₃)	24,1	35,4	36,2	37,5	45,5	48,2	28,2	40,3	34,9	39,9	39,7	52,1	18,4	43,8	38,4	43,6	49,3	49,1
Nitritos (µg/L N-NO₂)	0,8	1,1	1,3	2	0,7	2,3	1,6	1,6	1,7	1,4	0,5	1,8	1,7	1,2	1,4	1	0,4	1,3
	Variables Hidromorfológicas																	



Comunidad
de Madrid

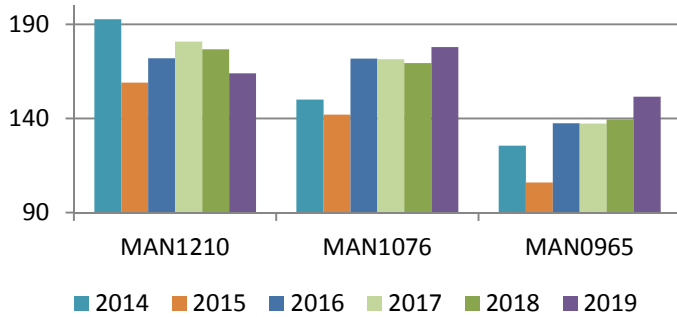


SIERRA DE
GUADARRAMA

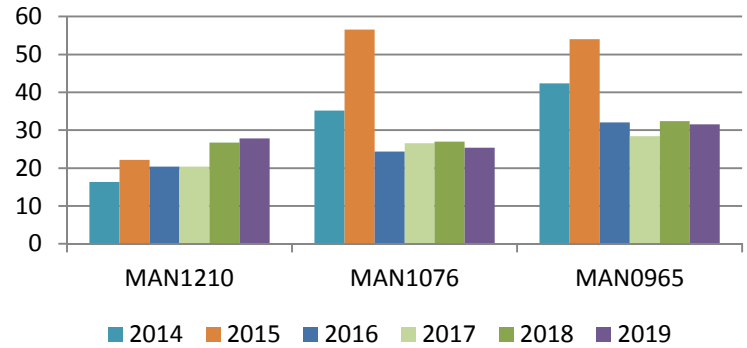
PARQUE NACIONAL

QBR (0-100)	90	81,3	85	78,8	78,8	80	75	65	80	76,3	78,8	80	71,7	67,5	66,3	72,5	75,0	75
IHF (0-100)	74,3	69,3	72,5	68	67,5	70	64,7	65	64,3	66,8	68,5	65	66,3	65,3	64	66,5	66,0	65

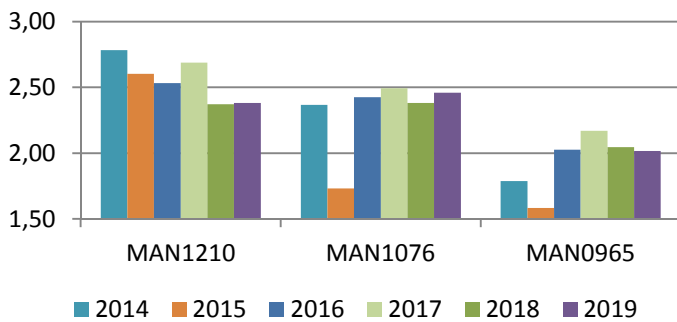
IBMWP: Calidad Biológica



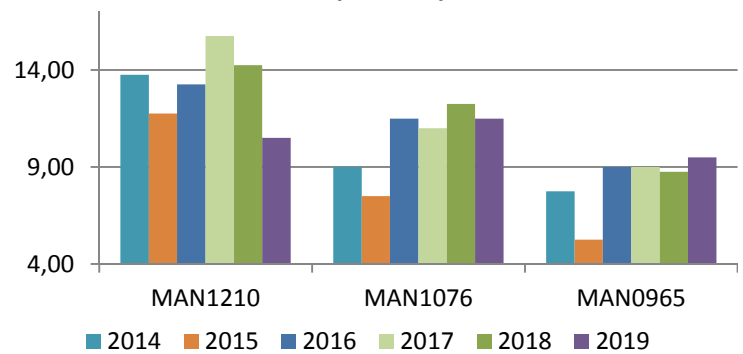
I. Berger %



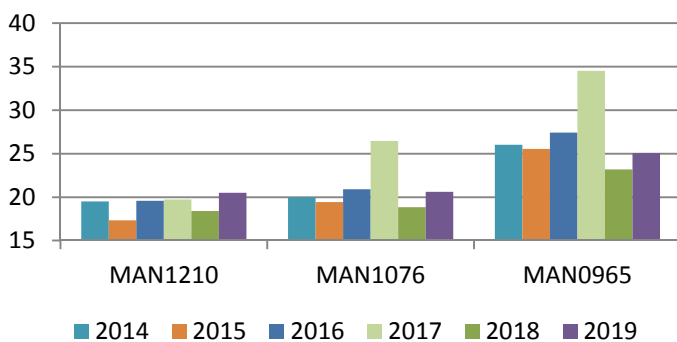
Diversidad Shannon (nits/ind)



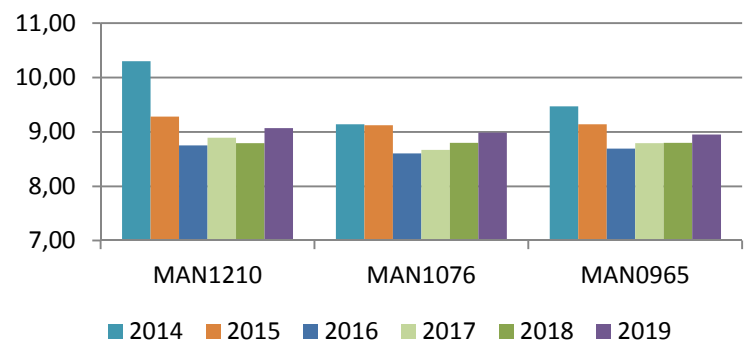
EPT (nº taxa)



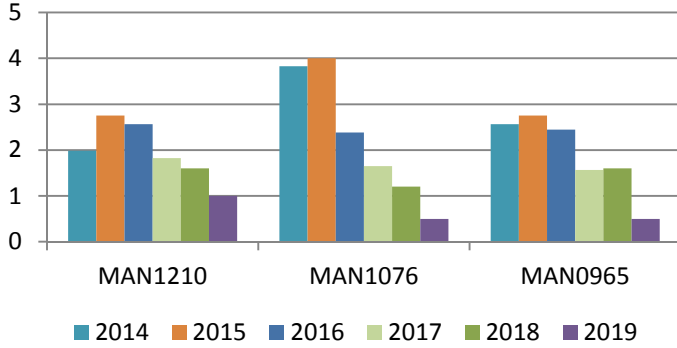
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm } 25^\circ\text{C}$)



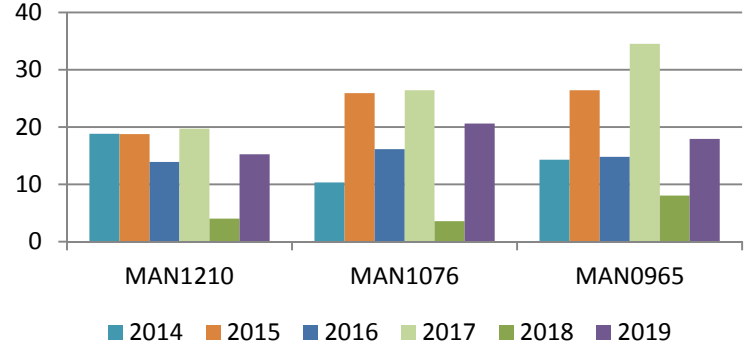
Oxíg Dis ($\text{mg}/\text{L } \text{O}_2$)



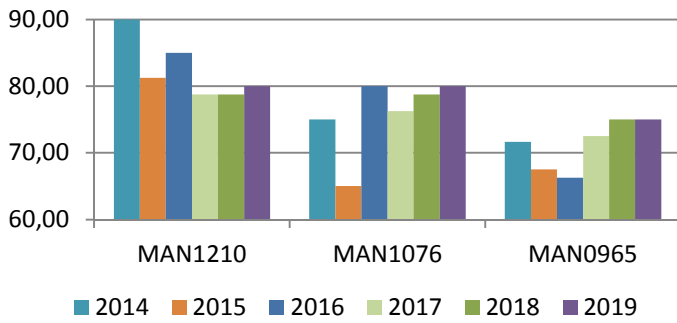
Fósforo RS ($\mu\text{g/L P-PO}_4$)



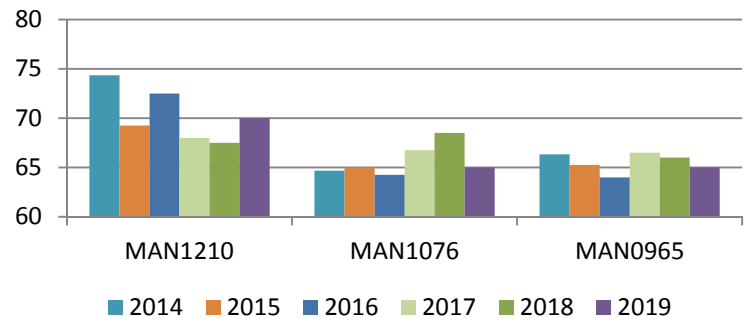
Nitrógeno Amoniacal ($\mu\text{g/L N-NH}_3$)



Calidad de la Ribera (QBR)



Hábitat Fluvial (IHF)



5. CONCLUSIONES

5.1. Variables físico-químicas

Las variables físico-químicas siguen expresando una buena calidad del agua, tratándose de aguas propias de ríos de montaña de la Sierra de Guadarrama, bien oxigenadas, oligotróficas, con muy baja mineralización. En cuanto a los nutrientes, el fósforo mantiene una ligera tendencia a la disminución, en parte lógico al haberse limitado el baño. Destaca el descenso en la estación de muestreo MAN1076, aunque éste es generalizado en las tres estaciones de muestreo.

En cuanto al amonio, no existe una tendencia clara. Si bien, es clara una tendencia espacial, de mayor concentración en sentido aguas abajo. Los valores máximos se alcanzaron en los años 2015 y 2017. Durante el año 2019 el valor máximo se ha registrado en MAN1076 con 20,7 µg/L N-NH₃. En cualquier caso, los valores en todo el periodo de seguimiento están acordes con las características propias de ríos inalterados de la montaña mediterránea silíceo.

En cuanto al oxígeno disuelto, se observa un descenso de éste a una escala temporal, a medida que se adentra el verano, con mínimos en el mes de agosto. Es un comportamiento lógico ya que la solubilidad del oxígeno en el agua está relacionada con la temperatura del agua. El promedio anual de 2019 se sitúa cerca de los 9 mg/L.

Interanualmente, se sigue observando una cierta mejora en la concentración de nutrientes, principalmente el fósforo. En cuanto a pH, conductividad, y oxígeno, se mantienen en unos valores similares a los de años precedentes, y en todo caso acorde con lo esperado para el ecotipo de río de la Sierra de Guadarrama.

5.2. Variables biológicas

Índices de diversidad

El *índice de Berger* es indicador de la estructura de las poblaciones biológicas. Valores normales coincidirían con un bajo índice de Berger, considerándose un buen equilibrio <30%, a partir del promedio en cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama (27,2%; n=156). Un valor superior indicaría una sobredominancia de un taxon respecto a otros. Valores inferiores a un 30% indicarían una estabilidad y equilibrio del ecosistema fluvial.

Durante el año 2019 se ha observado una mejora en la dominancia respecto al año 2015, que fue máxima. La estación MAN0965, en las inmediaciones de El Tranco, sigue mejorando moderadamente, situándose en promedio anual en el 31,6%. En el caso de la estación MAN1076 se

mantiene más o menos constante desde el año 2016, en torno al 24-27%, resultando el promedio anual de 2019 en el 25,4%. Por lo tanto, se puede confirmar una recuperación de la sobredominancia detectada en el año 2015 (56,5% en MAN1076).

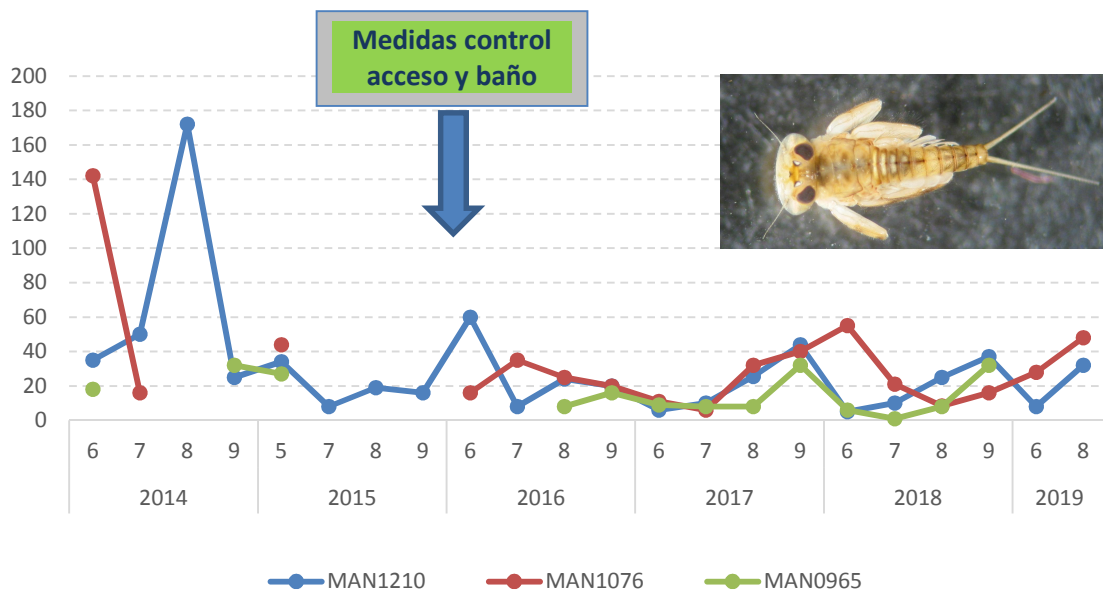
En cuanto a los taxones dominantes en los años 2014 y 2015 se debió a los dípteros quironómidos. Posteriormente, esta dominancia ha estado compartida con otros taxones. En el año 2019 el taxón dominante en primavera ha sido el efemeróptero *Baetis* sp. En el mes de agosto ha sido compartido entre el plecóptero *Leuctra* sp. y los dípteros quironómidos.

Es destacable que los resultados están muy lejos de la dominancia observada en el mes de septiembre del año 2015 (un 82% a favor de los quironómidos) en la estación de muestreo localizada aguas abajo de Charca Verde.

El *índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')* expresa la diversidad de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos. Durante el año 2019 se ha observado una mayor diversidad en el mes de agosto que en la época primaveral. Al igual que se ha observado en años anteriores, a nivel espacial, la diversidad desciende en sentido aguas abajo, aunque en los últimos años la diversidad es mayor en la estación MAN1076 (aguas debajo de Charca Verde) que en la estación superior (MAN1210). **Interanualmente**, se ha observado en el año 2019 la tendencia de incremento de este índice respecto al año 2015, principalmente en las estaciones MAN1076 y MAN0965 que estuvieron más afectadas por la actividad del baño.

Teniendo en cuenta que los valores promedio acumulados, para 26 cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama en los últimos años ha sido de 2,44 nits/ind (n=156, fuente: CISE), las estaciones MAN1076 y MAN1210 se sitúan en valores similares, por lo que podría haberse alcanzado las condiciones de referencia de la comunidad biológica. Sin embargo la estación MAN0965, aunque ha mejorado notablemente superando los 2,05 nits/ind en los últimos 4 años (en el año 2015 fue de 1,59 nits/ind), presuntamente podría mejorar aún más la diversidad del ecosistema fluvial. Sin embargo cada río, y dentro de éste cada tramo, poseen unas características físicas y biológicas concretas, por lo que hay que tomar con cautela dichos valores.

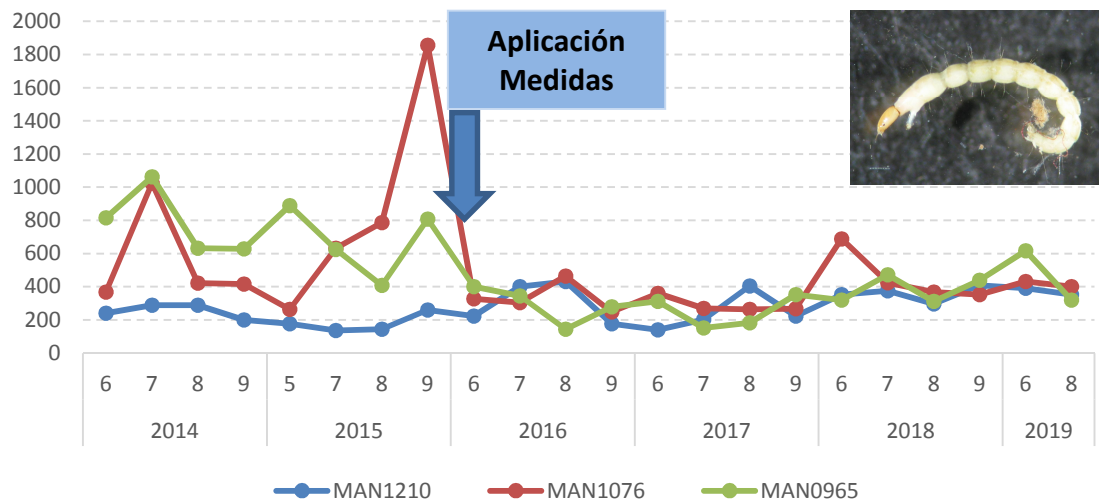
La familia de efemerópteros (Heptageniidae) que presenta dos taxones en el río Manzanares (*Epeorus* sp. Y *Ecdyonurus* sp.), está caracterizada por ser muy poco tolerante a la contaminación, habitando zonas lólicas de ríos y arroyos. A continuación se expone la densidad (ind/m²) de la familia de los efemerópteros heptagénidos, en la zona de estudio. Hay que recordar, que en el año 2015 desapareció de las estaciones MAN1076 y MAN0965 en la época estival, presumiblemente por la presión a la que estaba sometido el río Manzanares a medida que la afectación del cauce se magnificaba a lo largo del periodo estival a causa del baño.



Abundancia de heptagénidos (ind/m²) en el río Manzanares en el periodo 2014-2019.

Tal y como se observa en el gráfico, los heptagénidos estaban presentes al inicio de cada temporada. Durante los años 2014 y 2015 desaparecían a medida que se adentraba el verano en las estaciones MAN1076 y MAN095. Se trata de taxones que viven en rocas moderadas a grandes debajo de ellas en zonas de corriente, en las que eran utilizadas por los bañistas para represar el cauce del río. Únicamente estaban presentes permanentemente en la estación de referencia, MAN1210. Sin embargo, a partir del año 2016, se puede apreciar como los heptagénidos permanecen en el río a lo largo de todo el año, aunque a lo largo de 2019 este taxón no se ha observado en la estación MAN0965. Sin embargo en la estación MAN1076 las poblaciones ya están establecidas permanentemente.

Otro taxón que nos indica los efectos de la actividad del baño son los quironómidos. Su comportamiento parece estar favorecido por la actividad, aunque inversamente a los heptagénidos. Durante los años 2014 y 2015, la abundancia se disparaba en los meses estivales (máximo de 1854 ind/m²), cuando el baño estuvo permitido. Los años precedentes, las abundancias se normalizan (oscilando entre 144-688 ind/m²) a valores más acordes a otros ríos similares, así como a la estación de control MAN1210, en donde no se registraban abundancias tan elevadas. Se pudo observar como en las estaciones MAN1076 y MAN0965 las abundancias eran mucho mayores que en MAN1210. Sin embargo, en los tres últimos años se mantiene un patrón de abundancia similar en las tres estaciones de muestreo.



Abundancia de quironómidos (ind/m²) en el río Manzanares en el periodo 2014-2019 en las tres estaciones de muestreo.

Índices biológicos

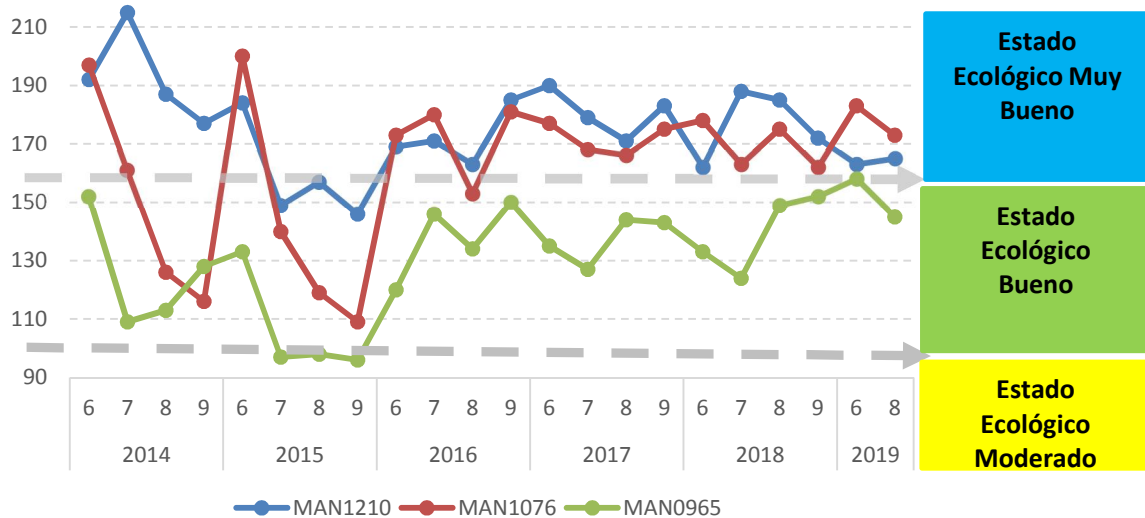
El índice de referencia estandarizado a nivel nacional en la determinación del estado ecológico (BOE, 2015) es el índice biológico de macroinvertebrados **IBMWP**. Durante el año 2019 a escala temporal, se ha mantenido prácticamente estable en las tres estaciones de muestreo. Al igual que en años anteriores, a nivel espacial, se observa un descenso en sentido aguas abajo.

Siguiendo el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, el estado ecológico durante el año 2019 en las estaciones MAN1210 y MAN1076 se sitúan en un **estado ecológico muy bueno durante todas las campañas de muestreo**. La estación MAN0965, sigue manteniendo un estado ecológico bueno, aunque cada vez más cercano al estado muy bueno. Se sigue deduciendo una **notable estabilidad del estado ecológico en las tres estaciones de muestreo** a lo largo del presente año, al igual que se ha observado en los años 2016-2018.

Interanualmente, la estación de referencia MAN1210 se mantiene desde el inicio del periodo de seguimiento (2014-2019) en un muy buen estado ecológico. Aguas abajo de Charca Verde (MAN1076) en los años 2014 y 2015 se ocasionaba una disminución del estado ecológico a medida que se adentraba en verano a un nivel inferior, desviado de ligera a moderadamente de las condiciones de referencia. A partir del año 2016, y hasta la actualidad (2019) se ha notado una estabilidad del índice a lo largo del año, manteniéndose un estado ecológico muy bueno a partir de las medidas aplicadas en el año 2015. **En promedio anual, la mejora del estado ecológico hasta el año 2019 es un 25% superior respecto al año 2015.**

Otro ámbito muy afectado por la actividad del baño fue la **zona de El Tranco** (MAN0965). La calidad ecológica en el verano de 2015 llegó a un nivel intermedio o desviado moderadamente de su estado de referencia. Durante el periodo 2016-2019 se viene observando un incremento gradual cada año, que ha supuesto en el año 2019 **un incremento superior al 40%** (151,5 puntos) del índice IBMWP respecto al año 2015, situándose en un estado ecológico bueno. Es previsible que este tramo, a pesar de haber notado una mayor recuperación del estado ecológico, aún se pueda incrementar.

El siguiente gráfico representa el índice IBMWP en todas las estaciones de muestreo. Y los límites del estado ecológico según el Real Decreto 817/2015. Es destacable en todas las estaciones, aunque más acusado en MAN1076 y MAN0965, como a medida que se adentraba el verano se desencadenaba un descenso muy acusado del índice IBMWP, y consecuentemente de su estado ecológico. Este comportamiento de descenso a lo largo del verano se ha revertido radicalmente, a partir de la toma de medidas relacionadas con el baño y el control de accesos. Es evidente una tendencia de incremento del estado ecológico en las tres estaciones de muestreo, con mayor intensidad en el tramo fluvial de El Tranco.



Los efemerópteros, plecópteros y tricópteros (EPT) están considerados en su conjunto como indicador, debido a que son grupos en general intolerantes a la contaminación, y por ello informando del estado de conservación del ecosistema fluvial. Esta variable está muy relacionada con la época del año, disminuyendo hacia la época estival, ligado a la fenología de dichos órdenes de insectos. El promedio anual del EPT en los cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama es de 13,3, taxones (n=149, periodo 2014-2017).

Al igual en años anteriores, en el año 2019 se ha observado una tendencia de descenso a nivel temporal. En promedio anual, la estación MAN1210 se sitúa en los 10,5 taxones. La estación MAN1076 ha registrado 11,5 de promedio, siendo menor en El Tranco con 9,5. Asimismo, se ha observado una tendencia de descenso del EPT a un nivel espacial, en sentido aguas abajo. Estos resultados están por debajo de las condiciones de referencia para la Sierra de Guadarrama (13,3 taxones).

Sin embargo es realmente interesante, que **interanualmente** el EPT ha notado una mejora considerable desde el año 2015, incrementándose en términos porcentuales un 53% y un 80 %, en MAN1076 y MAN0965 respectivamente durante el año 2019. Todo ello indica una recuperación muy importante de taxones sensibles a las perturbaciones, fundamentalmente en los tramos que estuvieron más influenciadas por el baño: aguas abajo de Charca Verde y El Tranco. Esta mejora ya se observó en los años 2016-2018, aunque la tendencia interanual sigue siendo un incremento del EPT.

5.3. Variables hidromorfológicas

La valoración del hábitat fluvial (**índice IHF**) durante 2019 ha permanecido estable a lo largo del año. Los máximos del índice se han registrado en la estación MAN1210. Las restantes estaciones MAN1076 y MAN0965 mantienen una misma valoración del hábitat fluvial situándose en un buen estado de acuerdo (IHF>65), aunque es evidente un descenso de la diversidad del hábitat fluvial en sentido aguas abajo.

Interanualmente, las estaciones MAN1076 y MAN0965 reflejan un leve descenso respecto al año anterior (2018), si bien el incremento es muy leve y la tendencia es positiva. La estación MAN1210 es la única que refleja una leve mejora respecto a los años precedentes. La principal limitación del índice IHF es la cobertura de vegetación acuática, especialmente los macrófitos, prácticamente ausentes o en muy baja cobertura en todo el Alto Manzanares, aunque especialmente en los tramos más bajos evaluados.

Ya se comentó en informes anteriores que esta limitación de vegetación acuática pudiera estar muy relacionado con la afección del baño. Los briófitos, así como las algas rodofíceas del género *Lemanea*, es la flora más típica de los ríos y arroyos de montaña, por lo que muchas especies de invertebrados se han especializado a modo de consumidores de éstas. La movilización continuada de las piedras y bloques con el fin de represar el río para favorecer el baño, ha debido influir negativamente en el establecimiento de esta flora que necesita de un largo periodo, probablemente varios años o décadas, para colonizar y su posterior desarrollo. Es esperable que el perifiton (comunidades de microorganismos en la que destacan las microalgas) se establezca más

rápidamente que los anteriores, y suponen una fuente importante en cuanto a producción primaria. Es destacable además la ausencia de la fanerógama *Ranunculus fluitans*, muy frecuente en tramos medios de ríos y arroyos montanos de la zona, ausente en el río Manzanares, aunque sí son evidentes algunas poblaciones aisladas de la apiácea *Oenanthe crocata*, también típica de los ríos y arroyos submontanos.

La otra variable relacionada con la biodiversidad y funcionamiento del río es la **vegetación de ribera**, que aporta la materia orgánica como principal fuente de energía del río. En este sentido, la mejora en cortos periodos de tiempo está limitada al desarrollo de esta vegetación leñosa, que necesita periodos más largos para su establecimiento y desarrollo. Durante el año 2019 el índice de calidad de la ribera se ha mantenido similar al año 2018. Si bien con valores similares a lo largo del año 2019.

Interanualmente, se ha notado una mejora del índice QBR en MAN0965 y MAN1076 respecto a años precedentes. Sin embargo en MAN1210 la tendencia es contraria, estando muy relacionado con una importante herbivoría del estrato arbustivo y herbáceo en la zona riparia. Tomando como criterio los niveles del índice QBR, las tres estaciones se encuentran en un estado de conservación bueno, aunque más cerca del estado de conservación inferior, o inicio de alteración importante.

Bien es sabido que estos resultados hay que tomarlos con cautela, ya que no se puede extrapolar la evaluación de un tramo al estado general del curso fluvial. Tomando el criterio del Real Decreto 817/2015 (BOE, 2015) para ríos montanos silíceos (R-T11) que establece un nivel de 79,9 puntos entre el estado muy bueno y bueno, las estaciones MAN1076 y MAN0965 se situarían como un estado de conservación bueno. La estación MAN1210 (QBR=80) se situaría en muy justo en un nivel superior.

También es destacable que en un factor determinante en la valoración del índice, es la presencia de vegetación perenne alóctona (cupresáceas), por lo que la presencia de estas masas en la ribera, a menudo frecuentes en La Pedriza, influye negativamente en la puntuación del índice.

6. SÍNTESIS DEL INFORME

- **Recuperación del equilibrio y dominancia del ecosistema fluvial.** La dominancia se mantiene en valores propios de ríos de la Sierra de Guadarrama, oscilando entre el 22,5% y el 36,1%. Se ha reducido a la mitad desde el año 2015, cuando fue máxima (en MAN1076 ha descendido del 56,5% al 28,2%). En cuanto a los taxones indicadores, la abundancia de quironómidos en esa misma estación de muestreo se mantiene estable entre los 320-432 ind/m² y una dominancia menor del 30%. (máximo de 1854 ind/m² y dominancia del 82% en el año 2015). En sentido contrario, los efemerópteros heptagénidos, excelentes indicadores de la calidad del agua, siguen permaneciendo de una manera estable desde el año 2016, mientras que en los años 2014 y 2015 desaparecían del río en la época estival, muy probablemente debido al baño.
- **Mejora de la diversidad.** El índice de diversidad de Shannon-Wiener sigue confirmando una buena diversidad en la estación MAN1076 (2,46 nits/ind), similar a los ríos de la Sierra de Guadarrama (2,44 nits/ind; Fuente CISE, n=156). En cuanto al ámbito de El Tranco (MAN0965) ha mejorado notablemente (de 1,59 a 2,05 nits/ind) aunque sigue siendo inferior a la media. En cuanto al EPT ha mejorado considerable respecto al año 2015, incrementándose en el año 2019 en términos porcentuales un 53% y un 80 %, en MAN1076 y MAN0965 respectivamente.
- **La recuperación del estado ecológico** del río en la estación de muestreo MAN1076, **aguas abajo de Charca Verde**, se mantiene desde el año 2016 en un estado similar a la estación de referencia MAN1210. En el presente año se ha observado de nuevo una mejora respecto al año anterior, situándose el **estado ecológico** de acuerdo al Real Decreto 817/2015, como un estado **muy bueno**, incrementándose en torno **al 25% respecto al año 2015**. Otros parámetros que también confirman la recuperación son los índices de diversidad, tanto de Berger como de Shannon; así como los índices biológicos, IASPT y EPT. En el entorno **de El Tranco**, (MAN0965) se sigue confirmando la recuperación. El presente año ha sido **superior al 40%** de los valores del índice IBMWP, situándose en un estado ecológico bueno, próximo al nivel superior. Se sigue confirmando que se **ha normalizado la evolución del estado ecológico** en el ciclo anual en las tres estaciones de muestreo, donde el año 2015 se apreciaba un descenso progresivo del estado ecológico en verano, manteniéndose estable durante los años 2016 a 2019.
- Por ello se confirma una marcada **estabilidad anual** en los resultados **de los índices biológicos y de diversidad** durante el año 2019, ya iniciada en el año 2016.
- En cuanto a las **variables físico-químicas**, **expresan una buena calidad del agua** tratándose de aguas bien oxigenadas, oligotróficas, con muy baja mineralización, propias de ríos de montaña de la Sierra de Guadarrama.

- Los valores de los índices del estado de la ribera y del hábitat fluvial, aún es pronto como para detectar una mejora notable. Estas variables, previsiblemente, mejorarán su estado en un medio-largo plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACA. AGENCIA CATALANA DEL AGUA. 2006. HIDRI: Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos. Agència Catalana de l'Algua. 160 págs.
- BOE. 2008. Nº 229. ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- BOE. 2015. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental,
- MAGRAMA, 2013a. Protocolo de cálculo del índice IBMWP. http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/IBMWP-2013_24_05_2013_tcm7-177549.pdf
- MAGRAMA, 2013b. PROTOCOLO DE MUESTREO Y LABORATORIO DE FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS EN RÍOS VADEABLES. http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ML-Rv-l-2013_Muestreo_y_laboratorio_Fauna_bent%C3%B3nica_de_invertebrados_R%C3%ADos_va_deables_24_05_2013_tcm7-177541.pdf (consultado el día 13/01/2014)
- PARDO, I., ÁLVAREZ, M., CASAS, J.J., MORENO, J.L., VIVAS, S., BONADA, N., ALBA-TERCEDOR, J., JÁIMEZ, P., MOYÁ, G., PRAT, N., ROBLES, S., TORO, M. y VIDAL-ABARCA, M.R., 2004. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), 2002: 115- 133.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2014. Seguimiento ecológico de los cursos fluviales. Vertiente madrileña del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Año 2014. Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 96 Págs.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2015. Seguimiento ecológico de los cursos fluviales. Vertiente madrileña del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Año 2015. Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 95 Págs.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2018. Índices biológicos en un espacio protegido de alta montaña (Sierra de Guadarrama). ¿Son realmente de utilidad? Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Presentación Póster. Congreso Ibérico de Limnología. Coimbra. Julio de 2018.