Informe

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

Año 2018

Ángel Rubio

Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación Sierra de Guadarrama

SIERRA DE GUADARRAMA PARQUE NACIONAL

Comunidad de Madrid

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

1. Antecedentes 1
2. Estaciones de muestreo 2
3. Metodología 3
   3.1. Valores de referencia 5
4. Resultados en la campaña anual 2018 6
   4.1. Tabla de resultados 7
   4.2. Gráficos de resultados. Año 2018 9
      4.2.1. Variables físico-químicas 9
      4.2.2. Variables Biológicas 10
      4.2.3. Variables Hidromorfológicas 12
   4.3. Variabilidad interanual: 2014-2018 12
5. Conclusiones 15
   5.1. Variables físico-químicas 15
   5.2. Variables biológicas 16
   5.3. Variables hidromorfológicas 22
6. Síntesis del informe 23
7. Bibliografía citada 25

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 2018 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 a septiembre de 2018, así como la comparación interanual en los cinco años de seguimiento intensivo en el periodo 2014-2018.

2. Estaciones de muestreo

Durante el periodo 2014-2018, 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. Por ello, se han realizado, al menos, un total de 12 muestreos anuales, alcanzando en el periodo 2014-2018 un total de 60 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	µS/cm 25°C	Calidad del agua
Oxígeno Dis	mg/L O_2	Calidad del agua
% Sat O2	%	Calidad del agua
Temperatura	ºC	Calidad del agua
Fósforo Reactivo Soluble	µg/L P	Eutrofización/Calidad del agua
Nitratos	µg/L NO_3	Eutrofización/Calidad del agua
Nitritos	µg/L NO_2	Eutrofización/Calidad del agua
Nitrógeno amoniacal	µg/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 silícea. 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 definido 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 O2**	**µS/cm 25ºC**	**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 2018

A continuación se exponen los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento en el año 2018 en las cuatro campañas de muestreo: junio, julio, agosto y septiembre. 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

Variables Físico-Químicas					
Parámetro	**Uds**	**Mes**	**MAN1210**	**MAN1076**	**MAN0965**
pH	uds pH	Junio	sd	sd	sd
		Julio	sd	sd	sd
		Agosto	7,57	7,61	7,56
		Septiembre	6,86	6,69	6,38
Conductividad	uS/cm 25ºC	Junio	11	12,2	15,5
		Julio	17,5	17,1	21
		Agosto	22,4	22,5	28,4
		Septiembre	22,7	23,6	27,9
Oxígeno Dis.	Mg/L O2	Mayo	9,18	9,2	9,31
		Julio	8,93	8,86	8,85
		Agosto	8,12	8,32	8,37
		Septiembre	8,94	8,82	8,67
% Sat O_2	%	Junio	99,3	99,1	99,2
		Julio	98,9	98,8	98,5
		Agosto	81,6	84,7	86,9
		Septiembre	100,6	99,2	98,3
Temperatura Agua	ºC	Junio	12,83	13,25	13,42
		Julio	13,78	14,79	15,31
		Agosto	15,6	16,2	17,1
		Septiembre	14,63	15,31	16,24
Caudal	m^3/sg	Junio	1,06	1,95	1,27
		Julio	0,312	0,36	0,402
		Agosto	0,03	0,035	0,04
		Septiembre	0,018	0,02	0,025
Fósforo Reactivo Soluble	µg/L $P-PO_4$	Junio	1,1	0,4	1,1
		Julio	1,1	1,5	2,3
		Agosto	2,1	1,4	1,4
		Septiembre	2,0	1,7	1,7
Nitratos	µg/L $N-NO_3$	Junio	69,5	59,7	63,7
		Julio	26,8	25,4	56,8
		Agosto	40,4	35,4	40,9
		Septiembre	45,4	38,3	35,6

Nitritos	µg/L $N\text{-}NO_2$	Junio	0,5	0,7	0,0
		Julio	0,4	0,0	0,7
		Agosto	0,4	0,7	0,5
		Septiembre	1,5	0,4	0,2
Amoniaco	µg/L $N\text{-}NH_3$	Junio	0,0	0,0	1,8
		Julio	9,0	5,4	12,6
		Agosto	7,2	3,6	1,8
		Septiembre	0,0	5,4	16,1

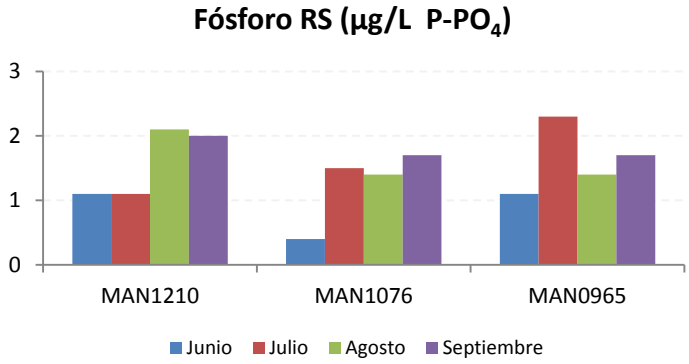
Variables Biológicas					
Parámetro	**Uds**	**Mes**	**MAN1210**	**MAN1076**	**MAN0965**
Indices diversidad	Berger %	Junio	25,5	28,4	29,2
		Julio	26,8	29,8	34,6
		Agosto	20,1	24,1	27,0
		Septiembre	34,5	25,5	38,7
	Shannon (Nits/ind)	Junio	2,41	2,36	2,15
		Julio	2,33	2,13	1,95
		Agosto	2,52	2,55	2,03
		Septiembre	2,22	2,49	2,06
Indices Biológicos	**IBMWP**	Junio	162	178	133
		Julio	188	163	124
		Agosto	185	175	149
		Septiembre	172	162	152
	IASPT	Junio	6,0	5,9	5,8
		Julio	6,3	5,8	6,2
		Agosto	6,6	5,8	6,0
		Septiembre	6,4	5,8	5,8
	EPT	Junio	14	14	10
		Julio	16	12	9
		Agosto	15	12	9
		Septiembre	12	11	7

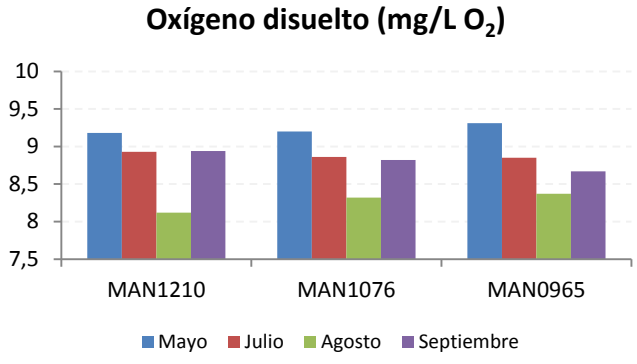
Variables Hidromorfológicas					
Parámetro	**Uds**	**Mes**	**MAN1210**	**MAN1076**	**MAN0965**
Índice Calidad Riparia	QBR	Junio	80	65	75
		Julio	70	80	75
		Agosto	85	85	75
		Septiembre	80	85	75
Índice Hábitat Fluvial	IHF	Junio	66	70	68
		Julio	73	71	65
		Agosto	68	70	65
		Septiembre	63	63	66

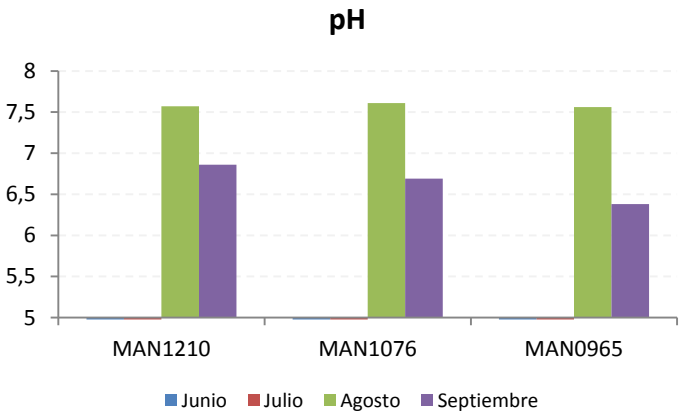
Tabla 3. Resultados obtenidos en el año 2018, para las diferentes variables físico-químicas, biológicas e hidromorfológicas en las tres estaciones de muestreo.

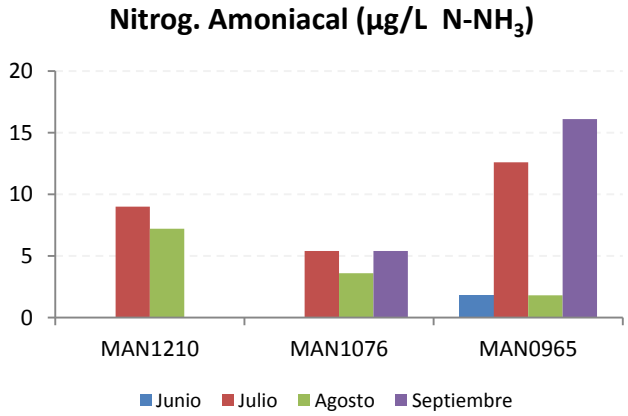
4.2. Gráficos de resultados. Año 2018

4.2.1. Variables físico-químicas

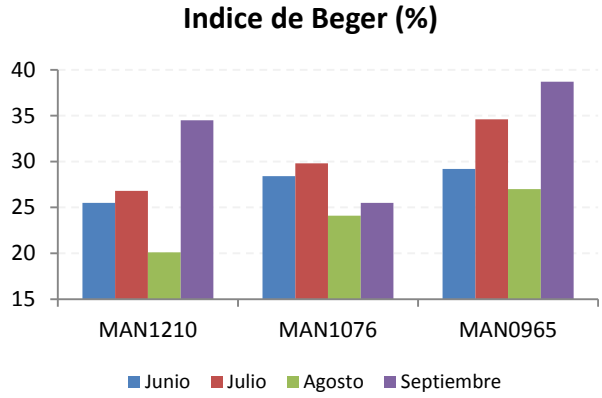


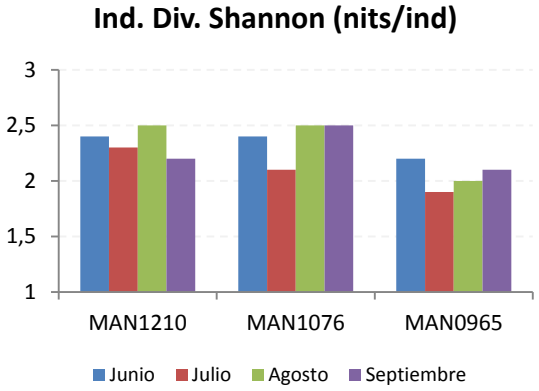




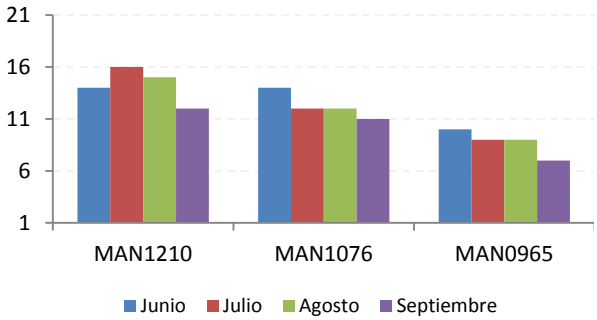


4.2.2. Variables Biológicas

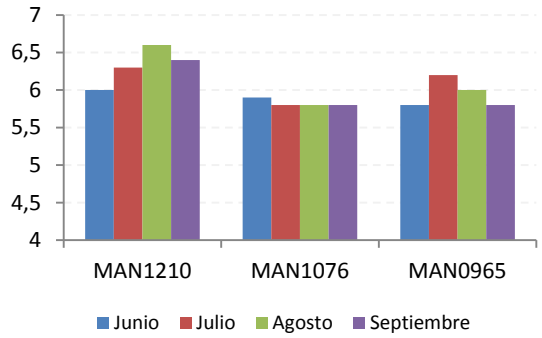




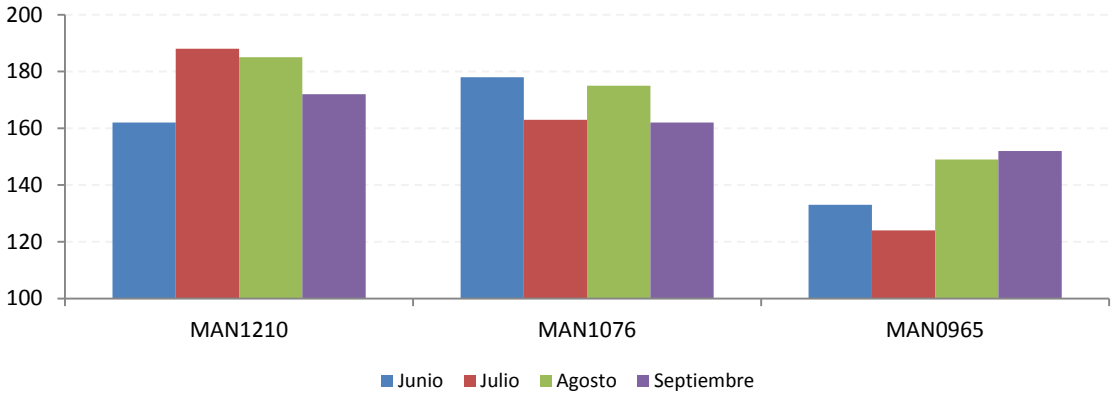
EPT (nº taxa)



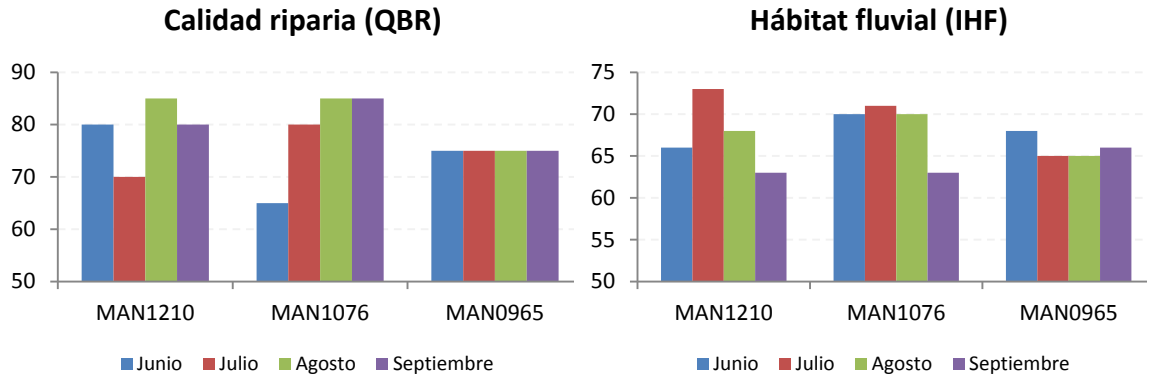
IASP



Indice biológico IBMWP



4.2.3. *Variables Hidromorfológicas*



4.3. Variabilidad interanual: 2014-2018

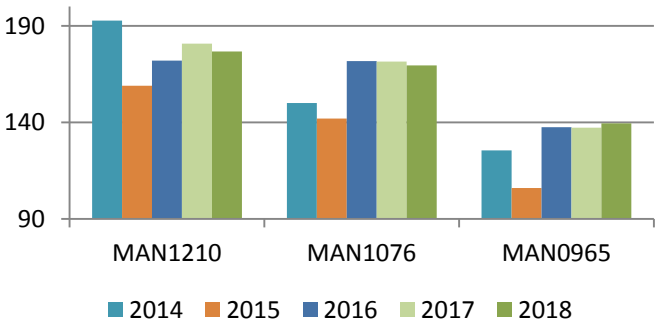
Con el fin de comparar evaluar si han sido efectivas las medidas de gestión adoptadas en la recuperación de la calidad ecológica del río Manzanares en el entorno de la Pedriza, se ha comparado la evolución del estado ecológico en el periodo 2014-2018, a partir del promedio anual de las variables en cada 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 interpretativo los resultados. A continuación se han seleccionado las variables más representativas en cuanto al estado ecológico e índices de diversidad. También se incluyen los gráficos de las variables hidromorfológicas y algunas variables físico-químicas. En el apartado de conclusiones se detalla lo más representativo de la comparativa interanual.

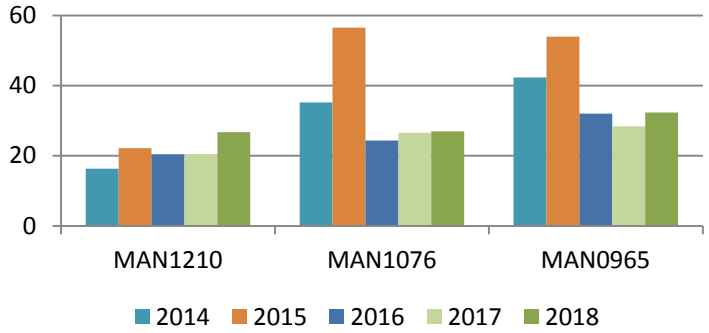
Estación	MAN1210					MAN1076					MAN0965				
Promedio Anual	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Variables Biológicas															
IBMWP	192,8	159	172	**180,8**	176,8	150	142	171,8	**171,5**	169,5	125,5	106	137,5	**137,3**	139,5
IASPT	6,17	6,03	6,2	6,2	6,3	5,47	5,4	5,6	5,9	5,8	6,05	5,93	6	6,2	5,9

Berger %	16,3	22,2	20,4	20,4	26,7	35,2	56,5	24,4	26,6	27,0	42,3	54	32	28,4	32,4
Shannon (Nits/ind)	2,78	2,6	2,53	2,69	2,37	2,37	1,73	2,42	2,49	2,38	1,79	1,58	2,03	2,17	2,05
EPT (nº taxa)	13,8	11,8	13,3	15,8	14,3	9	7,5	11,5	11	12,3	7,8	5,3	9	9	8,8
Variables Físico-químicas															
pH (uds pH)	6,23	7,45	7,29	7,37	7,2	6,61	7,48	7,23	7,43	7,15	6,64	7,43	7,26	7,48	6,97
Oxígeno Dis Dis (mg/L O2)	10,3	9,28	8,75	8,9	8,8	9,14	9,12	8,61	8,67	8,80	9,47	9,14	8,69	8,79	8,80
% Sat O2	114,4	103,5	100,4	99,5	95,1	104,4	104,9	99,6	100,7	95,5	109	102,1	100,1	98,9	95,7
Amoniaco (µg/L N-NH3)	18,83	18,78	13,9	19,7	4,0	10,32	25,93	16,1	26,4	3,6	14,33	26,42	14,8	34,5	8,1
Conductividad	19,5	17,35	19,6	18,1	18,4	20	19,43	20,9	19,2	18,9	26	25,53	27,4	23,4	23,2
Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P)	2	2,8	2,6	1,8	1,6	3,8	4	2,4	1,7	1,2	2,6	2,8	2,4	1,6	1,6
Nitratos (µg/L N-NO3	24,1	35,4	36,2	37,5	45,5	28,2	40,3	34,9	39,9	39,7	18,4	43,8	38,4	43,6	49,3
Nitritos (µg/L N-NO2)	0,8	1,1	1,3	2	0,7	1,6	1,6	1,7	1,4	0,5	1,7	1,2	1,4	1	0,4
Variables Hidromorfológicas															
QBR (0-100)	90	81,3	85	78,8	78,8	75	65	80	76,3	78,8	71,7	67,5	66,3	72,5	75,0
IHF (0-100)	74,3	69,3	72,5	68	67,5	64,7	65	64,3	66,8	68,5	66,3	65,3	64	66,5	66,0

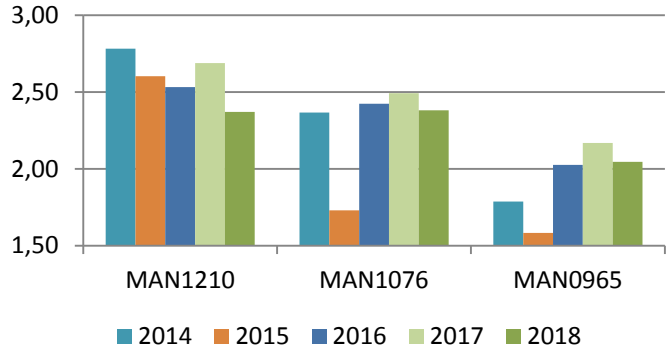
IBMWP: estado biológico



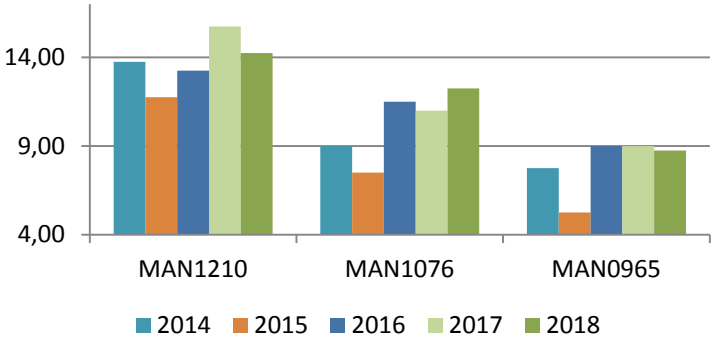
I. Berger %



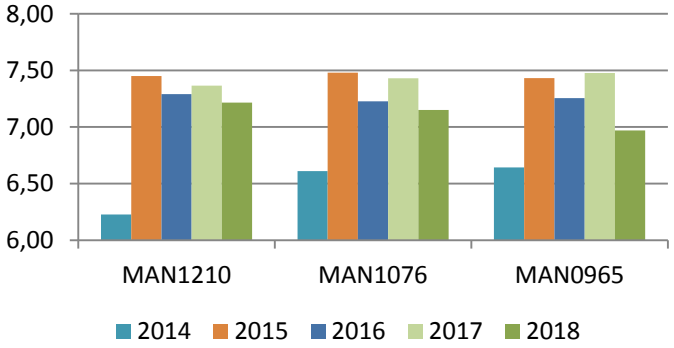
Diversidad Shannon (nits/ind)



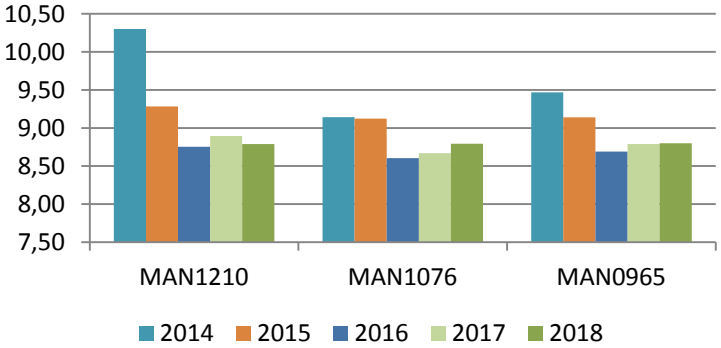
EPT (nº taxa)



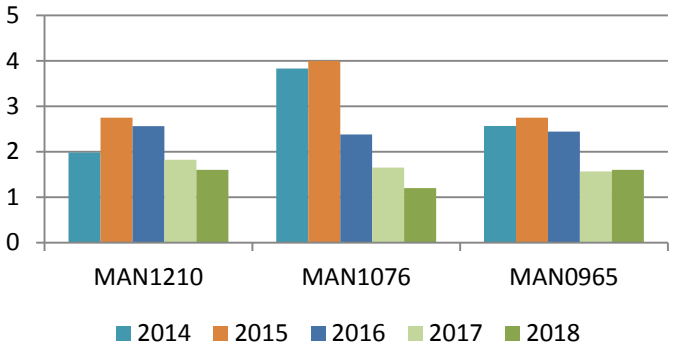
pH (uds pH)



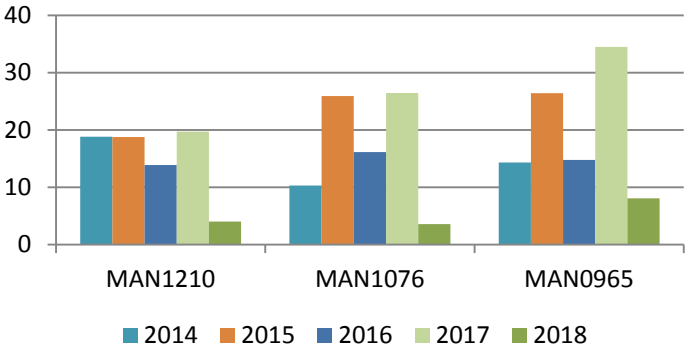
Oxígeno dis. (mg/L O_2)

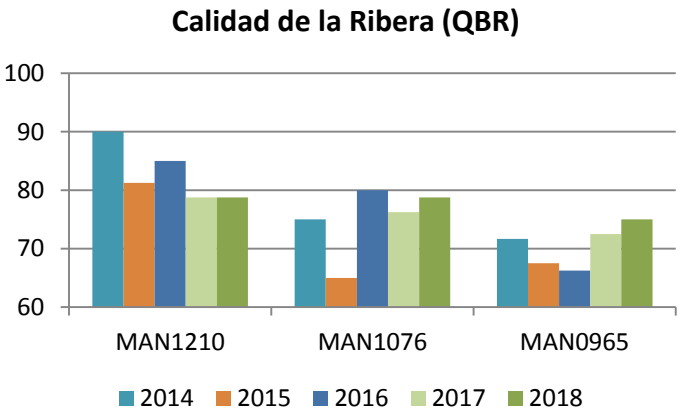


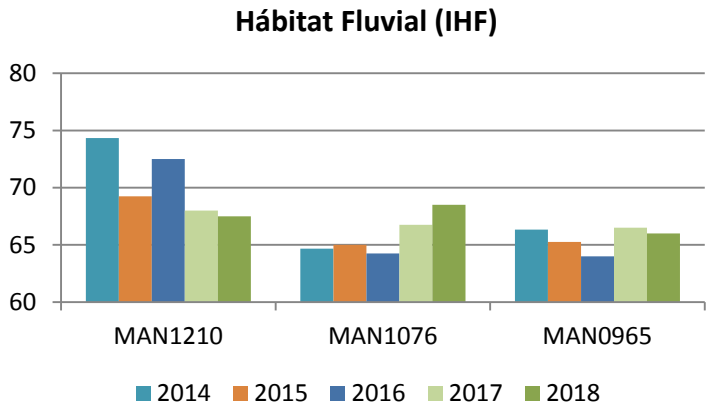
Fósforo RS (µg/L $P\text{-}PO_4$)



Nitrógeno Amoniacal (µg/L $N\text{-}NH_3$)







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 a más de la mitad en la estación de muestreo MAN1076, aunque el descenso 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 2018 el valor máximo se ha registrado en MAN0965 con 16,1 µg/L $N\text{-}NH_3$. En cualquier caso, los valores en todo el periodo de seguimiento están acordes con las características de los ríos inalterados de la montaña mediterránea silícea.

En cuanto al oxígeno disuelto, se observa un descenso de oxígeno en las tres estaciones a medida que se adentra el verano, con mínimos en el mes de agosto. Es probable que durante este mes de agosto las medidas del oxígeno estén relacionadas con el cambio de sonda manual y por ello del método (por membrana, y el resto de medidas mediante sensor óptico). El promedio anual de 2018 es superior a 8,5 mg/L. Es un comportamiento lógico ya que la solubilidad del oxígeno en el agua está relacionada con la temperatura del agua.

Interanualmente, se sigue observando una cierta mejora en la concentración de nutrientes, principalmente el fósforo, a excepción del amonio, respecto al año 2015, que fue el máximo del periodo. 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

Los resultados de las variables biológicas, a diferencia de las físico-químicas, no son una foto fija del día de la toma de muestras, **siendo más perdurables, e indicándonos posibles afecciones e impactos ocurridos incluso semanas antes de la toma de muestras.**

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 (consideramos buen equilibrio <30%, a partir del promedio en cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama [27,2%; n=156]), en la que indicaría ausencia de sobredominancia de unos taxones respecto a otros, y por ello una estabilidad y cierto equilibrio del ecosistema fluvial.

Durante el año 2018 se ha observado una mejora en la dominancia respecto al año 2015, que fue máxima. La estación MAN0965, en las inmediaciones de El Tranco, ha mejorado considerablemente, situándose en promedio anual en el 32,4%, algo superior que en el año 2017. En el caso de la estación MAN1076 se mantiene más o menos constante desde el año 2016, en torno al 24-27%. Por lo tanto, se puede confirmar una recuperación de la sobredominancia observada en el año 2015 (56,5% en MAN1076).

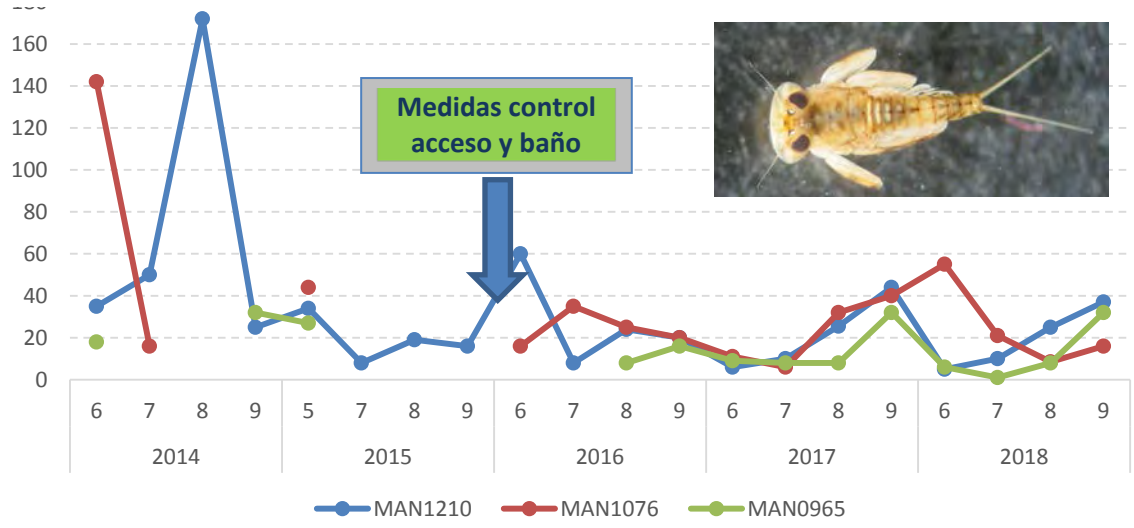
En cuanto a los taxones dominantes en los años 2014 y 2015 se debió a los dípteros quironómidos. Posteriormente, esta dominancia ha estado compartida con el plecóptero *Leuctra* sp. Aunque en el año 2018 el taxón dominante ha vuelto a ser de nuevo el de los quironómidos, sin embargo el plecóptero anterior ha estado muy bien representado. A pesar de ello, los resultados están muy lejos de la dominancia observada en el mes de septiembre del año 2015 (un 82% a favor de los quironómidos) 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 2018 no se aprecia una tendencia clara a nivel temporal, observándose en general en julio los valores más bajos del índice H´, y mayores en

los meses de agosto y septiembre. Al igual que se ha observado en años anteriores, a una escala espacial, la diversidad desciende en sentido aguas abajo. Sin embargo, **interanualmente,** se ha observado que durante el año 2018 sigue confirmándose la tendencia de incremento de este índice respecto al año 2015, principalmente en las estaciones MAN1076 y MAN0965 que estuvieron más afectadas por el baño.

Teniendo en cuenta que los valores promedio acumulados, para 26 cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama en los últimos cuatro 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 2,03 nits/ind en los últimos 3 años (en el año 2015 fue de 1,59 nits/ind), presuntamente podría mejorar 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.

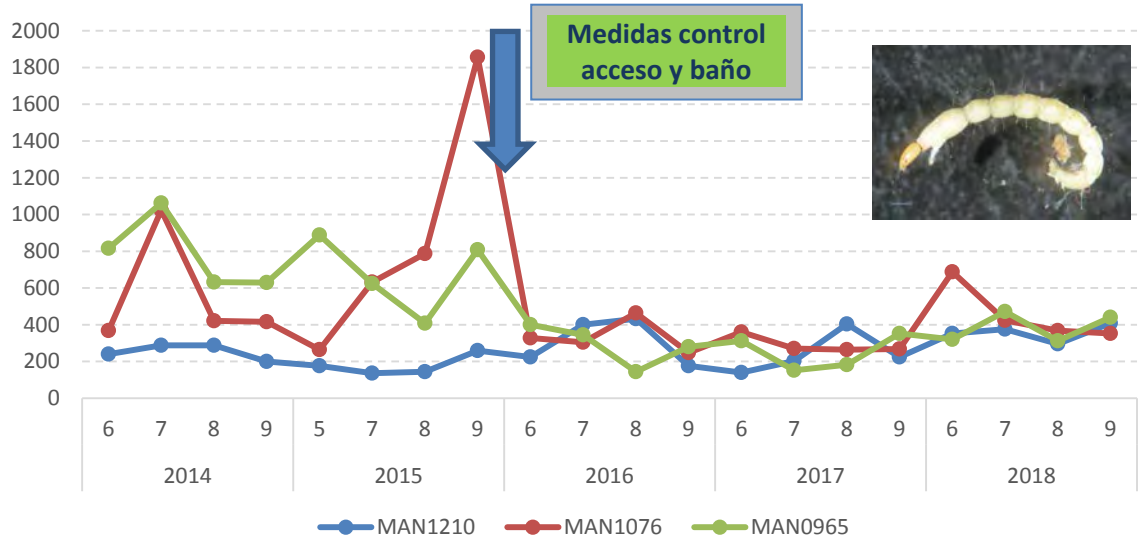
Basándonos en los taxones indicadores, la familia de efemerópteros (Heptageniidae) que presenta dos taxones en el río Manzanares (*Epeorus* sp. Y *Ecdyonurus* sp.), está caracterizada por ser muy poco tolerante a la contaminación, habitando zonas lóticas de ríos y arroyos. A continuación se expone la densidad (ind/m^2) 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 presión y la afectación al cauce se magnificaba a lo largo del periodo estival por causa del baño.



Abundancia de heptagénidos (ind/m^2) en el río Manzanares en el periodo 2014-2018.

Como puede observarse en el gráfico, los heptagénidos, aunque estaban presentes al inicio de cada temporada, en 2014 y 2015 desaparecían durante el verano en MAN1076 y MAN095. 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, por lo que podría estar directamente relacionado con la actividad del baño. Desde el año 2016 es habitual encontrarlos en el Alto Manzanares en todo el ciclo anual.

En contraposición, otro grupo que nos indica la mejora del ecosistema son los dípteros quironómidos. Su comportamiento parece estar favorecido también a la actividad del baño, aunque inversamente a los heptagénidos. Durante los años 2014 y 2015, la abundancia se disparaba en los meses estivales (máximo de 1854 ind/m^2), cuando el baño estuvo permitido. Los años precedentes, las abundancias se normalizan (oscilando entre 144-688 ind/m^2) 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/m^2) en el río Manzanares en el periodo 2014-2108 en las tres estaciones de muestreo.

El **índice biológico IBMWP** es el índice de referencia estandarizado a nivel estatal en la determinación del estado ecológico (BOE, 2015). Durante el año 2018 se ha mantenido estable prácticamente a lo largo del año en las tres estaciones de muestreo. Sin embargo, a nivel espacial, se observa un descenso en sentido aguas abajo.

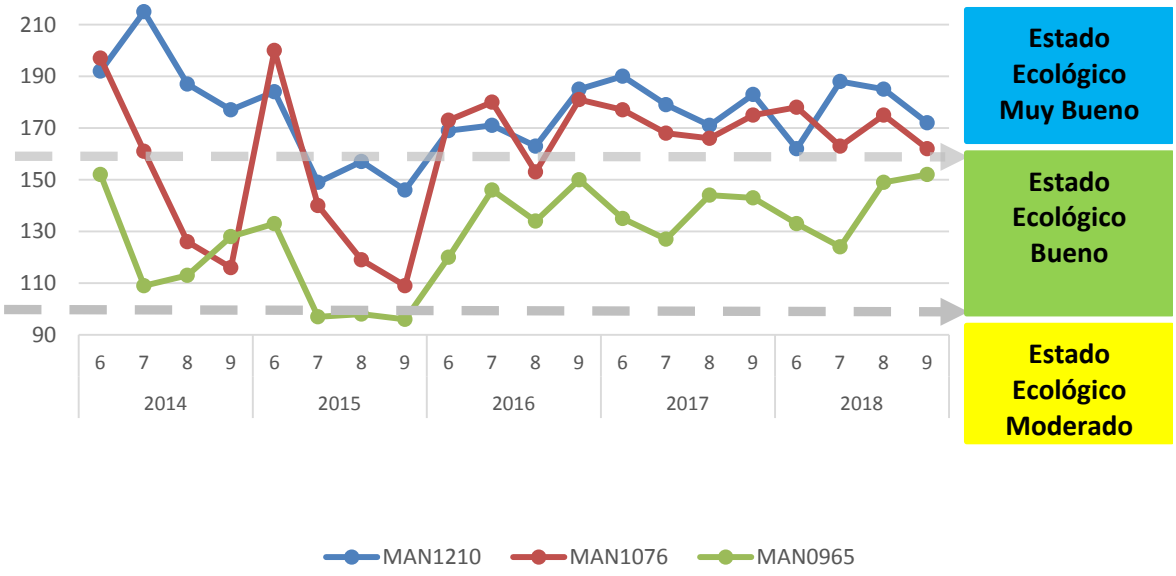
Referente a los niveles de estado ecológico definidos en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, durante el año 2018 las estaciones MAN1210 y MAN1076 se sitúan en un **estado ecológico muy bueno en las cuatro campañas de muestreo**. En cuanto a MAN0965, el nivel de estado ecológico es bueno, aunque más cercano al estado muy bueno que al estado inferior. Por tanto se puede deducir 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 y 2017.

Mediante una comparativa **interanual**, la estación de referencia MAN1210 se mantiene desde el inicio del periodo de seguimiento (2014-2018) 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 el presente año 2018, 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. **Esta mejora del estado ecológico es un 20% superior respecto al año 2015, en promedio anual**.

Una de las zonas más afectadas por la actividad del baño fue la **zona de El Tranco** (MAN0965). En el año 2015 la calidad ecológica llegó en verano a un nivel intermedio o desviado moderadamente de su estado de referencia. Durante los años 2016-2018 se ha registrado **un incremento superior al 30%** (139,4 puntos) del índice IBMWP, 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.

A continuación, es apreciable como en todas las estaciones, incluida la de referencia, aunque más notable en MAN1076 y MAN0965, 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.



La variable EPT (efemerópteros, plecópteros y tricópteros), está considerado como indicador de diversidad, y dado que son grupos en general intolerantes a la contaminación, indican el estado de conservación del ecosistema fluvial. Si bien, esta variable es función de 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).

En el año 2018 se ha observado esta tendencia de descenso a nivel temporal. En el promedio anual, la estación MAN1210 se sitúa en niveles algo superiores (14,3 taxones) al promedio para la Sierra de Guadarrama. La estación MAN1076 se sitúa ligeramente por debajo (12,3 taxones en promedio anual) y sin embargo la estación MAN0965 es la que no consigue remontar de los 8,8 taxones en el año 2018. Así mismo, se ha observado una tendencia de descenso del EPT a un nivel espacial, en sentido aguas abajo

Aunque lo realmente interesante, **interanualmente**, es que el EPT ha notado una mejora considerable los últimos 3 años respecto al año 2015, incrementándose en términos porcentuales el 21%, 64% y 67% en MAN1210, MAN1076 y MAN0965 respectivamente en el año 2018. 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 y 2017, aunque la tendencia interanual sigue siendo un incremento del EPT.

5.3. Variables hidromorfológicas

El índice IHF valora la diversidad del hábitat fluvial. En el año 2018 se ha observado un leve descenso a nivel temporal, siendo mínimo a finales de septiembre, coincidente con un menor caudal. Los máximos del índice se registraron en el mes de julio en MAN1210 y MAN1076. En términos de promedio anual, se engloban en una buena diversidad del hábitat fluvial (IHF>65) de acuerdo a la planificación hidrológica (BOE, 2008) en las tres estaciones de muestreo, aunque es evidente un descenso de la diversidad del hábitat fluvial en sentido aguas abajo.

I**nteranualmente**, las estaciones MAN1076 y MAN0965 reflejan un leve incremento respecto al año 2015, si bien el incremento es muy leve, la tendencia es positiva. La estación MAN1210 no ha mostrado una mejora respecto a los años precedentes, incluso desciende levemente. En general, el índice IHF se ve limitado por 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.

Pudiera estar muy relacionado la afección del baño con el desarrollo de la vegetación acuática. 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, incluso varios años, para colonizar y su posterior desarrollo, el cual es muy lento. 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.

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 2018, el índice QBR, ha notado un incremento del índice en MAN1210 y MAN1076, presumiblemente por una mejora del sotobosque arbustivo, aunque en niveles muy leves. En la estación MAN0965 se ha mantenido estable a lo largo del periodo primaveral-estival durante este año.

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 las riberas. Tomando como criterio los niveles del índice QBR, las estaciones MAN1210 y MAN1076 se encuentran en un estado de conservación bueno, aunque más cerca del estado de conservación inferior, o inicio de alteración importante. En cuanto a la estación MAN0965 se sitúa en el año 2018 en el límite entre los niveles bueno-intermedio (QBR=75), aunque es observable una mejora leve año tras año.

Estos resultados hay que tomarlos con cautela, y 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 tres estaciones de muestreo se situarían como un estado de conservación bueno. Sin embargo, este decreto no estable los valores para las clases de calidad inferiores.

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

6. Síntesis del informe

Durante el año 2018 se ha observado en función de las variables analizadas lo siguiente:

- **Recuperación y estabilidad del equilibrio y dominancia del ecosistema fluvial**. La dominancia (índice de Berger) se mantiene en valores propios de ríos de la Sierra de

Guadarrama, oscilando de 26,7% en MAN1210 a los 32,3% en MAN0965. Se ha reducido a la mitad desde el año 2015, que fue máxima (56,5% en MAN1076). Asimismo la abundancia de quironómidos en ese mismo tramo (máximo de 1854 ind/m^2 y dominancia del 82% en el año 2015) se mantiene estable entre los 144-688 ind/m^2 y una dominancia menor del 30%. Por el contrario, los efemerópteros heptagénidos, excelentes indicadores de la calidad del agua, se mantienen 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 confirma una buena diversidad en la estación MAN1076 (2,38 nits/ind), similar a los ríos de la Sierra de Guadarrama (2,44 nits/ind; *Fuente CISE, n=156*). Aunque en el entorno de El Tranco (MAN0965) ha mejorado notablemente (de 1,59 a 2,05 nits/ind) sigue siendo inferior a la media. En cuanto al EPT ha mejorado considerable respecto al año 2015, incrementándose en términos porcentuales el 21%, 64% y 67% en MAN1210, MAN1076 y MAN0965 respectivamente. Esta mejora ya se observó en los años 2016 y 2017, aunque la tendencia interanual sigue siendo de incremento del EPT.
- Se sigue confirmando **la recuperación del estado ecológico** del río en la estación de muestreo MAN1076, **aguas abajo de Charca Verde**, situándose desde el año 2016 en un estado similar a la estación de referencia MAN1210. En el presente año no se ha notado una mejora respecto al año 2016, por lo que las poblaciones biológicas pueden haber llegado a su condición de referencia. El nivel del **estado ecológico** de acuerdo al Real Decreto 817/2015 es **muy bueno** en este tramo, recuperándose **en torno al 20% respecto al año 2015**. Los parámetros que también confirman la recuperación son los índices de diversidad, tanto de Berger como de Shannon; y los índices biológicos IBMWP, IASPT y EPT. En el entorno **de El Tranco**, (MAN0965) se sigue confirmando la recuperación **superior al 30%** de los valores del índice IBMWP, situándose en un estado ecológico bueno, próximo al nivel superior. Se **ha normalizado la evolución del estado ecológico** en el ciclo anual en las tres estaciones de muestreo. En el año 2015 se apreciaba un descenso progresivo del estado ecológico en verano, manteniéndose estable durante los años 2016, 2017 y 2018.
- Por tanto se confirma una marcada **estabilidad anual** en los resultados **de los índices biológicos y de diversidad** durante el año 2018, ya iniciada en el año 2016.
- 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.

- Sin embargo, aún es pronto como para detectar una mejora notable en los valores de los índices del estado de la ribera y del hábitat fluvial. 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-I 2013_Muestreo_y_laboratorio_Fauna_bent%C3%B3nica_de_invertebrados__R%C3%ADos_vadeables_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.