



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SUBDIRECCION GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE CALIDAD DEL AGUA



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES

INFORME FINAL

CONTENIDO

	Pág.
ANTECEDENTES	3
MONITOREO SISTEMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES	7
EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES	8
CUADRO RESUMEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES	32
CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES

ANTECEDENTES

La Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac, y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes³¹ fue publicada el 6 de julio de 2011, en el Diario Oficial de la Federación, con fundamento técnico en el Estudio de Clasificación del río Atoyac, Puebla –Tlaxcala¹¹.

En dicho estudio se concluyó que la calidad del agua de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan y sus afluentes ha sido alterada con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vertían 146.3 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 62.8 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 14.7 toneladas al día de nutrientes, 0.14 toneladas al día de metales pesados y 0.09 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos, entre otros, más contaminación microbiológica.

En dicho estudio se determinó también que, el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996⁴, no es suficiente para alcanzar la calidad del agua requerida para los usos de dichos cuerpos de agua, por lo que se expidió su declaratoria de clasificación; que contiene los límites máximos de descarga de deberán cumplir las descargas de aguas residuales para mejorar la calidad de estos cuerpos de agua.

Para el estudio y la regulación de las descargas de aguas residuales, el río Atoyac se dividió en 6 zonas, Tabla 1³¹ y Figura 1.

Tabla 1. Zonas en que se dividió el río Atoyac y sus afluentes para sus estudio y regulación.

No.	Zona	Delimitación	Características
1	San Matías Tlalancaleca	1.4 km aguas arriba de la descarga municipal Santa Rita Tlahuapan hasta antes del río Atotonilco.	Longitud de la zona 12.90 km. Recibe 0.63 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 273 L/s.
2	San Martín Texmelucan	Antes del río Atotonilco hasta antes de la confluencia del río Xochiac.	Longitud de la zona 17.75 km. Confluencia del río Atotonilco y barranca Cruztitla por la margen izquierda y de los ríos Chiquito y Cotzala por la margen derecha. Recibe las aguas residuales de San Martín Texmelucan y el colector Industrial Quetzalcoatl. Recibe 12.91 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 704 L/s.



No.	Zona	Delimitación	Características
3	Nativitas	Antes de la confluencia del río Xochiac hasta la estación hidrométrica San Jacinto, antes de la confluencia del río Zahuapan.	Longitud de la zona 16.73 km. Confluencia por la margen derecha de los ríos Xochiac, Xopanac y Tlapalac. Recibe las aguas residuales del colector industrial El Carmen. Recibe 12.81 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 1,872 L/s.
4	San Jacinto	Desde la estación hidrométrica San Jacinto antes de la confluencia del río Zahuapan hasta 1.70 km después de la barranca Atlapitz.	Longitud de la zona 5.51 km. Confluencia del río Zahuapan y de las barrancas Tenexac y Atlapitz por la margen izquierda. Recibe las aguas residuales del colector Panzacola. Recibe 3.74 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 2,208 L/s.
5	Cuautlancingo	1.70 km después de la barranca Atlapitz hasta Puente México.	Longitud de la zona 8.21 km. Recibe las aguas residuales de la planta de tratamiento Barranca del Conde de la ciudad de Puebla que incluye los colectores 5 de Mayo y del Parque Industrial Camino a San Lorenzo. Recibe 7.95 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 2,985 L/s.
6	Puebla	Desde Puente México hasta la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo).	Longitud de la zona 23.87 km. Confluencia del arroyo Atenco por la margen derecha y del río San Francisco por la margen izquierda. Recibe las aguas residuales de las plantas de tratamiento San Francisco y Atoyac Sur de la ciudad de Puebla. Incluye las aguas residuales del Parque Industrial Cuautlancingo. Recibe 28.36 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 3,883 L/s.

Fuente: Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes³¹.



Figura 1. Zonas en que se dividió el río Atoyac y sus afluentes para su estudio y regulación de descargas de aguas residuales

Se determinaron los contaminantes que deberán cumplir las descargas, Tabla 2, como lo establece la Ley de Aguas Nacionales (LAN)³

Tabla 2. Contaminantes que deberán cumplir las descargas de aguas residuales en el río Atoyac y sus afluentes

Contaminantes	
Plazo 1	Plazos 2 y 3
Temperatura	Temperatura
Grasas y aceites	Grasas y aceites
Materia flotante	Materia flotante
Sólidos sedimentables	Sólidos sedimentables
Sólidos suspendidos totales	Sólidos suspendidos totales
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)
Nitrógeno total	Nitrógeno total
Fósforo total	Fósforo total
Potencial de hidrógeno	Potencial de hidrógeno
Arsénico	Arsénico



Contaminantes	
Cadmio	Cadmio
Cobre	Cobre
Cromo	Cromo
Mercurio	Mercurio
Níquel	Níquel
Plomo	Plomo
Zinc	Zinc
Cianuros	Cianuros
Coliformes fecales	Coliformes fecales
Huevos de helminto	Huevos de helminto
	Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)
	Demanda química de oxígeno
	Sulfatos
	Color
	Nitrógeno amoniacal
	Fenoles
	Fierro
	Benceno
	Tolueno
	Xilenos
	Etilbenceno
	Sólidos disueltos totales
	Cloruros
	Sulfuros
	Aluminio
	Manganeso
	Cloruro de metilo
	Cloroformo
	Cloruro de vinilo
	1,2 Diclorobenceno
	1,3 Diclorobenceno
	1,4 Diclorobenceno
	1,2 Dicloroetano
	Tetracloroetileno
	Bis 2 (etil hexil) ftalato
	Dietil ftalato
	Nitrobenceno
	Toxicidad aguda (<i>Vibrio fischeri</i> y <i>Daphnia magna</i>)

Fuente: Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes³¹.



MONITOREO SISTEMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES

A partir de 2012 se inicia la operación de una nueva Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNMCA)¹⁷ que realiza el monitoreo sistemático de los cuerpos de agua nacionales más importantes del país, entre ellos se encuentran el río Atoyac y sus afluentes.

Uno de los objetivos del monitoreo del río Atoyac y sus afluentes es dar seguimiento a la calidad del agua y determinar cuantitativamente si existe mejora o deterioro con respecto a la situación que guardaban estos cuerpos de agua cuando se realizó el Estudio de Clasificación.

La Tabla 3 contiene los sitios de la RNMCA y sus equivalentes en el Estudio de Clasificación. Se incluyen las claves de la Red Nacional de Monitoreo (CLAVE_RNM), y sus correspondientes en el Estudio de Clasificación (CL_EST). En la tabla se indica también la zona en que se encuentra cada sitio, así como su orden, esto es, orden 1 para los sitios que se encuentran en el río Atoyac, orden 2 para los sitios en afluentes, y orden 3 para los sitios en la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo).

Tabla 3. Sitios de la RNM y del Estudio de Clasificación, en el río Atoyac y sus afluentes

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	SITIO-RNM	ORDEN
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1	1	RA-1 RIO ATOYAC, ANTES TLAHUAPAN (ESTACION TESTIGO)	1
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1	1	SANTA MARIA TEXMELUCAN	1
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOTONILCO	1
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	RIO ATOTONILCO	2
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	ANTES DE LA UNION DEL RIO TLANALAPAN P1(12)	1
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	AF-1 RIO CHIQUITO	2
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	PUENTE CARRETERA SAN MARTIN-TLAXCALA P1(15)	1
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	RIO COTZALA	2
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	AF-2 PTAR DM VILLALTA	1
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZZITLA_Z2	2	RA-5 RIO ATOYAC, AGUAS ARRIBA DE LA BARRANCA CRUZZITLA	1
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	AF-3 ARROYO CAPUENTE	2
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	AF-4 ARROYO ZANJA REAL	2
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAC_Z2	2	RA-7 RIO ATOYAC, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO XOCHIAC	1
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	AF-5 RIO SAN IGNACIO	2
DLPUE2018		R. XOCHIAC_Z2	3	RA-9 RIO XOCHIAC, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLPUE2019	RA8	R. XOC.-AA C. CARM_Z3	3	RA-8 RIO XOCHIAC, AGUAS ARRIBA DE LA CONFLUENCIA CON COLECTOR EL CARMEN	2
DLPUE2054	RA9	R. XOC.-aa C. CARM_Z3	3	RIO XOCHIAC AGUAS ABAJO DEL COLECTOR EL CARMEN CONFLUENCIA CON RIO XOCHIAC	2
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	RA-10 RIO XOPANAC, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	RA-12 RIO ATOYAC, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ZAHUAPAN	1
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	TLAPALAC ANTES DE CONFLUENCIA CON RIO ATOYAC	2
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	AGUAS ABAJO DEL COLECTOR PANZACOLA	1
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	ATOYAC-PANZACOLA	1
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	AF-6 BARRANCA ATLAPLITZ	2
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA TEXTIL ZALDO	1
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	BARRANCA HONDA	2
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	LA AUTOPISTA P1 (24)	1
DLPUE1991W1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	ANTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BARRANCA DEL CONDE	1
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	RA-17 RIO ATOYAC, AGUAS ABAJO DE LA BARRANCA DEL CONDE	1
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL ARROYO RABANILLO (PUENTE DE MEXICO)	1
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	RIO RABANILLO	2
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	RA-19 RIO SAN FRANCISCO, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLPUE2067W1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO_Z6	6	PUEBLA SAN FRANCISCO (A) AGUAS ARRIBA	1
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO_Z6	6	DESPUES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO SAN FRANCISCO	1
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	SANTA MARIA CORONANGO	2
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	ARROYO PRIETO	2
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	ARROYO METLAPANAPA	2
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	ARROYO ZAPATERO	2



CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	SITIO-RNM	ORDEN
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	ATOYAC LA CARMELITA P1 (26)	1
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO ATOYAC	2
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	ECHVERRIA ANTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ATOYAC SUR	1
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	RA-21 RIO ATOYAC, ANTES DE LA DERIVADORA ECHEVERRIA	1
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	HIDROMETRICA ECHEVERRIA P1 (28)	1
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	AMPLIACION UNION ANTORCHISTA	1
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	PRESA MANUEL AVILA CAMACHO 1	3
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	PRESA MANUEL AVILA CAMACHO 5	3
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	PRESA MANUEL AVILA CAMACHO 6	3

Notas:

AA = aguas arriba

aa= aguas abajo

EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES

La Tabla 4 contiene los indicadores anuales de 2012 a 2019, así como las concentraciones promedio determinadas en el Estudio de Clasificación. Se incluye demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), coliformes fecales (CF) y toxicidad aguda (TOX).

Tabla 4 Indicadores de calidad del agua superficial de 2012 a 2019 y resultados del Estudio de Clasificación

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)													
CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1	1	1	10.3					9.1	5.5	8.5	12.5
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1	1	1				1.6	0.5	0.5	0.5	1.0	2.0
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	1	20.6	6.8	6.4	10.7	12.7	5.5	7.4	10.1	8.4
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	2	6.7	16.0	6.6	4.5	4.5	0.5	2.8	3.9	2.5
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	1		35.0	28.0	36.0	100.0	413.3			
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	2		110.0	26.8	90.0	113.3	81.7	50.0		
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	1		14.5	62.0	77.5	50.7	91.1	65.0	53.3	35.0
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	2	76.7	6.5	16.0	120.0	100.0	124.4	135.0	107.5	80.0
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	1		106.7	179.2	61.7	106.7	55.6	54.3	59.2	83.8
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZTITLA_Z2	2	1	79.4	38.0	115.0	103.3	39.3	56.7	41.7	52.5	24.0
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	2			9.3	4.0	4.4	9.3	5.0	5.0	2.0
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	2		27.0	8.1	25.8	46.2	46.7	48.3	53.3	24.6
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAC_Z2	2	1	80.0	17.5	26.0	25.4	68.3	41.1	56.7	70.8	13.4
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	2			15.8	18.0	28.3	18.8	16.0	24.2	10.7
DLPUE2018		R. XOCHIAC_Z3	3	2		170.6	29.0	33.7	27.5	54.4	65.0	47.5	35.9
DLPUE2019	RA8	R. XOC-AA C. CARM_Z3	3	2	156.7	100.0	16.0	71.0	31.0				
DLPUE2054	RA9	R. XOC-aa C. CARM_Z3	3	2	323.3	145.0	140.0	105.0	128.3	133.3	196.7		
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	2	778.3	103.3	385.0	1,075.0	1,475.0	1,375.0	1,183.3	1,240.0	368.0
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	1	235.0	56.0	90.0	60.0	57.7	64.7	86.7	96.7	86.7
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	2	236.7	126.7	147.5	174.2	220.0	245.0	176.7	170.0	136.4
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	2	69.0	46.0	62.3	54.6	33.3	80.0	28.5	43.3	29.9
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	1	143.0	41.7	53.5	96.7	40.8	86.7	30.0	78.3	69.8
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	1		78.0	93.3	66.0	48.3	115.6	35.0	55.0	56.5
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	2		14.5	30.0	41.7	30.0	74.4	60.0	96.7	45.7



Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)													
CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	1	130.0	64.0	50.0	78.0	42.5	75.0	58.3	61.7	99.7
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	2				260.0	265.0	169.4	123.3	373.3	277.0
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	1		82.0	86.7	48.3	57.3	50.3	65.0	55.0	74.3
DLPUE1991W1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	1		60.0	118.3	37.0	63.7	77.2	66.7	55.0	60.0
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	1	145.8	61.5	69.0	35.0	52.2				
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	1	245.0	66.0	81.0	38.0	58.2	70.8	56.7	78.3	116.7
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	2						88.5	98.3	88.3	90.6
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2	41.2	11.0	56.8	120.0	125.0	40.0			
DLPUE2067W1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		54.6	35.5	104.2	39.2	37.0	28.0	9.7	9.1
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO._Z6	6	1		116.7	106.7	39.4	57.5	62.5	73.3	85.8	49.6
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO._Z6	6	1		100.0	65.7	66.4	83.3	73.6	115.0	93.3	60.8
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	2						15.0	7.0	3.4	4.8
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	2						215.0	100.0	106.7	75.5
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	2						54.4	91.7	96.7	77.3
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	2						206.1	46.7	120.0	97.9
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	1		93.3	125.0	72.0	83.3	96.7	50.0	134.2	140.3
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	2	1,263.3	370.0	405.0	656.7	845.0	550.0	426.7	693.3	560.0
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	1		93.0	90.0	48.0	57.9	95.6	44.2	113.3	104.3
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	1	78.8	80.0	42.5	62.7	51.7				
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	1		123.3	106.7	80.0	51.7	106.1	58.3		
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	1		116.7	88.3	72.0	51.7	113.3	60.0	98.3	78.9
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	3	43.3		16.4	6.3	32.0	25.2	14.5	16.0	5.4
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	3			8.5	8.5	10.3	8.3	7.8	8.1	6.0
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	3	30.3		10.5	7.8	14.7	10.0	5.5	9.3	7.0

Notas:

AA = aguas arriba

aa= aguas abajo

Demanda Química de Oxígeno (mg/L)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1	1	1	19.8					40.6	34.8	34.8	49.3
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1	1	1				15.3	19.0	19.0	23.6	20.2	10.0
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	1	33.1	25.6	43.0	37.5	35.0	28.5	24.7	36.0	36.4
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	2	23.8	51.1	29.0	67.9	36.9	39.9	20.0	31.7	38.6
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	1		53.0	178.6	89.0	225.9	1,026.7			
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	2		169.3	94.4	119.9	234.5	369.7	254.7		
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	1		38.6	164.6	122.5	159.1	226.6	149.6	147.7	133.2
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	2	134.6	40.1	87.1	118.6	220.9	336.9	366.8	318.0	309.8
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	1		169.3	369.7	166.8	263.0	130.0	209.7	189.2	263.9
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZTITLA_Z2	2	1	172.0		246.6	218.5	95.1	139.6	159.9	172.5	154.4
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	2		58.6	25.7	72.0	29.6	90.3	43.5	64.8	30.4
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	2		63.1	34.5	118.0	99.0	143.4	91.6	157.0	36.3
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAAC_Z2	2	1	142.6	62.1	259.9	111.7	94.5	140.7	144.9	160.1	159.8
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	2		33.1	109.8	154.0	72.2	66.1	106.4	73.6	35.2



Demanda Química de Oxígeno (mg/L)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE2018		R. XOCHIAAC_Z3	3	2		341.8	139.4	88.3	123.5	306.8	205.5	176.2	99.7
DLPUE2019	RA8	R. XOC.-AA C. CARM_Z3	3	2	253.4	116.8	122.6	219.0	162.9				
DLPUE2054	RA9	R. XOC-aa C. CARM_Z3	3	2	838.0	311.8	477.2	322.8	297.5	488.6	578.3		
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	2	1,293.6		1,157.4	1,865.5	2,358.2	2,897.8	1,914.0	1,966.3	536.1
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	1	324.7	131.8	226.5	172.3	174.2	168.8	255.8	312.7	295.1
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	2	348.5	194.3	312.0	380.3	409.1	661.0	411.1	488.9	325.9
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	2	142.6		185.4	149.4	140.2	297.4	83.8	153.2	144.9
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	1	285.1	60.6	183.5	181.5	232.1	262.8	191.1	212.2	217.1
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	1		233.0	281.2	210.8	164.5	202.6	143.7	305.5	215.6
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	2			109.1	144.9	172.2	331.5	177.9	428.5	132.6
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	1	163.0	109.3	191.7	172.8	142.3	209.3	176.8	233.5	371.6
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	2				408.9	519.0	525.9	428.0	930.5	693.1
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	1		129.3	272.0	203.1	166.0	150.5	196.2	175.7	212.9
DLPUE1991W 1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	1		94.3	238.9	164.0	165.4	160.6	218.4	162.8	242.2
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	1	272.0	114.3	225.1	186.5	143.6				
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	1	348.5	104.3	192.6	229.8	181.4	261.0	190.2	318.0	321.3
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	2						232.9	290.3	354.3	265.6
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2	61.9	49.6	124.3	441.0	240.4	146.9			
DLPUE2067W 1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		109.3	141.4	165.7	102.3	145.1	118.2	61.6	45.4
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO._Z6	6	1		196.8	279.1	224.8	188.7	175.3	195.8	291.9	232.1
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO._Z6	6	1		231.8	228.4	199.0	259.1	304.1	267.1	336.9	320.6
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	2						170.2	96.3	33.8	47.9
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	2						671.7	271.8	403.2	227.6
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	2						219.6	241.2	431.6	278.6
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	2						616.2	224.8	461.9	288.1
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	1		251.8	326.3	204.8	241.5	316.7	207.6	415.7	285.7
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	2	1,694.9	1,617.5	939.6	1,233.0	1,551.5	1,020.3	971.5	995.1	948.1
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	1		189.3	362.2	184.8	173.0	367.9	132.9	422.2	271.9
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	1	182.0	156.8	196.8	181.0	190.4				
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	1		181.8	238.1	194.8	179.3	423.4	202.3		
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	1		216.8	240.9	192.3	165.4	340.9	169.3	299.2	202.6
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	3	187.0		163.2	64.0	74.9	131.1	97.1	71.4	52.9
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	3			67.5	39.2	72.1	58.5	67.7	35.0	48.9
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	3	75.2	15.6	60.9	82.7	75.8	55.0	45.7	49.0	42.5

Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1	1	1	58.0					46.0	36.5	36.5	60.5
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1	1	1				6.3	2.5	2.5	2.5	5.0	76.5
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	1	64.0	20.0	25.0	76.5	73.0	17.5	33.0	34.5	30.0



Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	2	25.5	12.0	19.0	26.0	162.5	23.3	8.3	7.5	10.0
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	1		44.0	74.0	41.3	71.7	280.0			
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	2		150.0	29.0	65.0	93.8	81.5	85.3		
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	1		26.0	73.4	115.0	94.3	158.6	80.0	120.4	57.4
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	2	44.0	8.0	6.8	54.0	112.1	71.5	179.5	129.7	60.5
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	1		108.0	395.0	124.1	128.8	142.2	502.3	108.0	98.0
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZTITLA_Z2	2	1	99.0		278.3	155.7	61.0	123.5	204.3	70.7	54.3
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	2			14.5	16.0	19.0	19.5	17.0	13.0	10.0
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	2		32.0	2.5	23.0	32.3	26.5	26.0	41.5	10.0
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAZ_Z2	2	1	70.0	34.0	117.9	197.5	102.8	160.7	868.8	158.2	133.8
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	2		2.5	2.5	18.5	25.5	10.0	6.3	15.5	10.0
DLPUE2018		R. XOCHIAZ_Z3	3	2		200.0	323.3	38.0	81.0	63.0	104.6	121.1	111.8
DLPUE2019	RA8	R. XOC.-AA C. CARM_Z3	3	2	172.0	105.0	38.5	64.9	93.6				
DLPUE2054	RA9	R. XOC-aa C. CARM_Z3	3	2	195.0	96.7	118.3	77.5	107.9	149.5	217.2		
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	2	335.0	108.0	505.0	405.0	456.7	366.4	134.6	118.7	124.6
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	1	100.0	60.0	64.5	134.0	105.0	221.9	583.7	136.4	150.0
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	2	660.0	87.0	53.3	96.4	96.7	115.4	85.7	98.1	59.0
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	2	45.7	54.0	72.8	91.0	95.1	92.5	133.7	55.8	62.5
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	1	156.0	51.0	141.3	92.0	209.0	110.6	230.7	123.0	80.0
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	1		40.0	482.5	88.0	117.1	223.9	276.6	154.6	53.3
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	2		18.0	6.8	27.0	18.2	49.3	145.9	60.5	42.0
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	1	96.0	78.8	163.1	72.0	250.0	111.5	212.6	138.5	#####
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	2				155.0	119.5	232.0	98.2	237.1	160.6
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	1		57.5	371.5	1,311.7	259.3	93.6	412.5	129.8	399.3
DLPUE1991W1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	1		68.0	216.0	1,120.0	222.5	86.5	339.1	131.9	104.0
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	1	376.0	105.0	221.5	940.0	176.7				
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	1	312.0	97.5	349.3	1,827.3	237.5	117.7	360.3	188.3	108.0
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	2						518.1	148.2	77.1	75.3
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2	24.0	16.0	2.5	121.3	62.6	34.0			
DLPUE2067W1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		21.0	31.0	50.5	16.0	25.9	23.0	7.5	10.0
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO._Z6	6	1		160.0	522.0	221.7	103.1	113.3	276.7	127.5	271.2
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO._Z6	6	1		124.0	542.5	104.1	151.7	146.7	293.4	121.9	194.3
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	2						187.8	53.0	16.0	182.3
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	2						95.5	50.3	61.1	50.8
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	2						277.7	172.7	135.2	114.3
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	2						181.7	67.4	93.8	96.6
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	1		84.0	196.0	264.0	184.3	125.0	211.6	139.2	138.3
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	2	424.0	900.0	116.3	141.5	153.3	211.8	159.3	245.7	131.3
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	1		125.0	#####	306.7	169.0	173.8	247.2	146.0	115.3
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	1	218.0	146.7	303.8	338.0	157.4				
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	1		144.0	463.3	252.0	162.7	177.5	175.0		
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	1		44.0	212.5	183.6	162.0	112.1	250.0	121.8	104.7
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	3	39.5		211.3	69.6	28.5	55.7	69.3	22.0	10.0
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	3			2.5	8.8	12.5	29.7	20.5	12.0	11.0



Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	3	13.0	2.5	10.3	6.3	8.3	23.2	7.3	11.0	12.0

Coliformes Fecales (NMP/100mL)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1	1	1	2,400					24,000	24,000	14,300	24,098
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1	1	1				1,065	110	230	930	46	1,743
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	1	2,000	120	135	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,196
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	2	2,400	3	245	14,300	24,000	17,500	24,000	24,000	24,000
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	1		3	2,400	24,000	24,000	24,000			
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	2		3	840	14,300	24,000	24,000	24,000		
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	1		2,400	335	24,000	24,000	17,500	24,000	24,000	24,098
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	2	9,000,000	2,400	90	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	241,960
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	1		21	22,700	24,000	24,000	17,500	24,000	24,000	241,960
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZTITLA_Z2	2	1	2,400,000	2,400	2,400	24,000	24,000	24,000	24,000	14,300	24,196
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	2		2,400	2,400	24,000	24,000	13,200	24,000	12,465	24,000
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	2		2,400		24,000	24,000	11,000	24,000	24,000	24,196
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAC_Z2	2	1	2,400,000		1,100	24,000	24,000	4,600	24,000	24,000	241,960
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	2		2,400	3,350	24,000	24,000	2,400	24,000	24,000	24,196
DLPUE2018		R. XOCHIAC_Z3	3	2		64	1,235	24,000	24,000	7,800	24,000	24,000	24,196
DLPUE2019	RA8	R. XOC.-AA C. CARM_Z3	3	2	1,500,000	120	75	24,000	24,000				
DLPUE2054	RA9	R. XOC.-aa C. CARM_Z3	3	2	280,000	2,400	1,800	24,000	24,000	17,500	24,000		
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	2	24,000,000	2,400	46,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	2,419,600
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	1	2,300,000	1,100	216,200	24,000	24,000	11,000	24,000	24,000	24,196
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	2	240,000	1,305	1,100	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	132,980
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	2	240,000	2,400	4,600	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	132,980
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	1	2,400,000	3	150	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	241,960
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	1		1,100	230,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,098
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	2		2,400	1,750	24,000	24,000	17,500	24,000	24,000	24,196
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	1	2,400,000	21	130	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	132,980
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	2				24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	1		210	1,415	24,000	24,000	17,500	24,000	24,000	132,980
DLPUE1991W1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	1		2,400	2,250	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,196
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	1	4,000,000	21	840	24,000	24,000				
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	1	28,000,000	2,400	1,750	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	241,960
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	2						17,500	24,000	24,000	24,098
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2	460,000	3	89	24,000	24,000	24,000			
DLPUE2067W1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		2,400	1,150	24,000	24,000	17,500	17,500	24,000	24,000
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO._Z6	6	1		2,400	1,550	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO._Z6	6	1		2,400	1,150	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	2						2,100	24,000	590	34,550
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	2						280	24,000	24,000	24,098
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	2						17,500	24,000	24,000	24,098
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	2						24,000	24,000	24,000	24,098



Coliformes Fecales (NMP/100mL)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	1		2,400	2,400	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	132,980
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	2	90,000,000	210	2,400	24,000	24,000	24,000	24,000	12,750	24,000
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	1		2,400	1,430	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	132,980
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	1	2,300,000	7	1,210	17,500	24,000				
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	1		2,400	210	24,000	24,000	24,000	24,000		
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	1		2,400	1,105	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,098
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	3	15,000		3	12,465	24,000	12,140	11,000	11,000	24,000
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	3			3	24,000	17,500	12,750	17,500	24,000	1,500
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	3	15,000		37	24,000	2,400	320	5,965	930	4,600

Toxicidad aguda (UT)

CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1992M1	RA1	SITIO TESTIGO_Z1		1	4.3					<1	<1	<1	<1
DLPUE2074M1		TEXMELUCAN_Z1		1				<1	<1	<1	<1	<1	<1
DLPUE2013	RA2	AA R. ATOTONILCO_Z1	1	1	47.2	<1	<1	<1	<1	1.4	<1	<1	<1
DLPUE2012	RA3	R. ATOTONILCO_Z2	2	2	4.3	<1	<1	3.0	<1	<1	<1	<1	<1
DLPUE2015		AA R. TLANALAPAN_Z2	2	1		<1	<1	5.3	8.9	18.2			
DLPUE2014	AF1	R. CHIQUITO_Z2	2	2		<1	7.2	5.2	3.6	5.5	35.7		
DLPUE2017		PTE. S.MARTIN-TLAXC_Z2	2	1		<1	10.5	8.5	3.7	3.7	3.1	2.3	<1
DLPUE2016		R. COTZALA_Z2	2	2		<1	<1	5.1	3.5	10.7	9.8	9.3	3.8
DLTLA2576	AF2	PTAR VILLALTA_Z2	2	1		<1	<1	13.6	11.8	4.9	4.3	2.9	3.0
DLTLA2577	RA5	AA BCA CRUZTITLA_Z2	2	1	5.4	<1	<1	10.3	4.0	6.6	2.6	6.8	5.2
DLTLA2579	AF3	A. CAPUENTE_Z2	2	2		<1	<1	<1	2.3	<1	1.5	<1	<1
DLTLA2578	AF4	A. ZJA. REAL_Z2	2	2		<1	<1	1.6	3.0	6.0	4.0	11.3	24.9
DLTLA2581	RA7	AA R. XOCHIAC_Z2	2	1	23.1	<1	<1	2.9	2.2	3.5	4.1	17.8	11.9
DLTLA2580	AF5	R. SN IGNACIO_Z2	2	2		<1	<1	2.1	3.6	2.0	1.6	<1	1.6
DLPUE2018		R. XOCHIAC_Z3	3	2		<1	<1	16.7	3.1	4.9	4.4	1.9	<1
DLPUE2019	RA8	R. XOC.-AA C. CARM_Z3	3	2	2.9	<1	1.5	9.8	7.4				
DLPUE2054	RA9	R. XOC-aa C. CARM_Z3	3	2	13.3	<1	20.4	13.2	8.1	7.0	10.8		
DLTLA2582	RA10	R. XOPANAC_Z3	3	2	36.8	<1	23.2	21.9	34.6	53.8	27.6	49.9	50.0
DLTLA2547	RA12	AA R. ZAHUAPAN_Z3	3	1	21.3	<1	3.0	5.5	4.7	7.8	3.1	46.4	11.6
DLTLA2546	RA11	R. TLAPALAC_Z3	3	2	23.2	<1	5.3	18.7	5.0	10.2	10.0	65.4	39.1
DLTLA2545	RA13	R. ZAHUAPAN_Z4	4	2		<1	<1	6.0	3.8	4.4	3.1	4.3	<1
DLPUE1993	RA14	aa CO. PANZACOLA_Z4	4	1	11.6	<1	4.7	9.3	6.2	6.1	3.1	15.2	53.4
DLTLA2544		PANZACOLA_Z4	4	1		1.6	6.3	20.4	3.9	8.4	18.7	7.2	1.2
DLTLA2543	AF6	BCA. ATLAPLITZ_Z4	4	2		<1	1.1	4.6	6.1	9.0	5.6	12.5	1.9
DLPUE1988	RA16	aa TEX. ZALDO_Z5	5	1	2.4	2.7	4.6	9.0	5.1	4.9	3.6	9.7	3.2
DLPUE2022M1		BCA. HONDA_Z5	5	2				7.5	6.7	7.0	7.7	15.2	39.9
DLPUE1989		LA AUTOPISTA_Z5	5	1		<1	<1	8.4	3.9	6.1	4.0	9.7	1.8
DLPUE1991W1		AA PTAR BCA D CONDE_Z5	5	1		<1	1.1	31.7	3.5	7.0	4.1	7.8	1.7
DLPUE1992	RA17	aa BCA DEL CONDE_Z5	5	1	6.9	<1	1.6	3.4	3.2				
DLPUE2071	RA18	AA A. RABANILLO_Z5	5	1	6.1	<1	10.6	7.8	3.2	7.9	3.8	9.1	1.6
DLPUE2019M1		A. RABANILLO_Z6	6	2						5.6	4.1	5.2	6.4

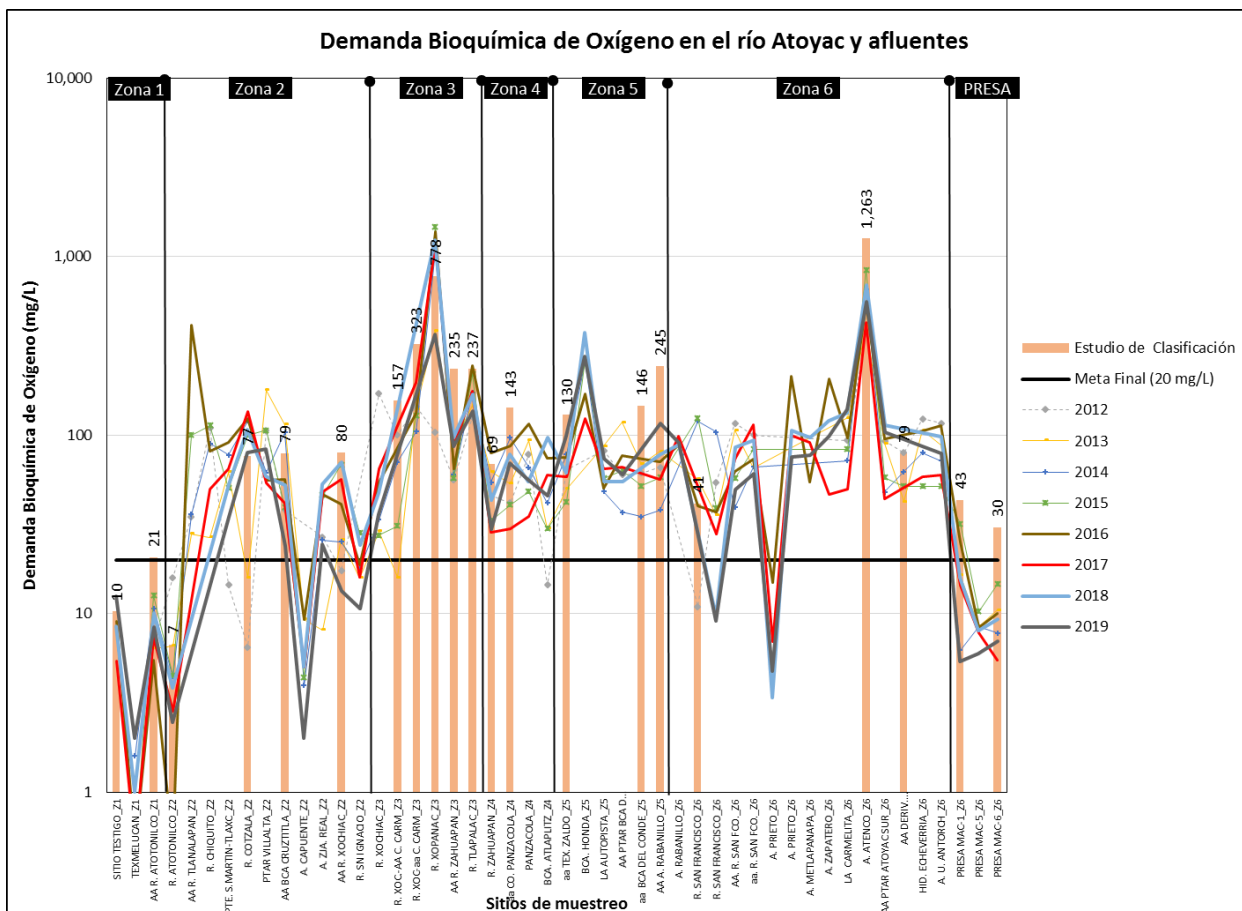


Toxicidad aguda (UT)

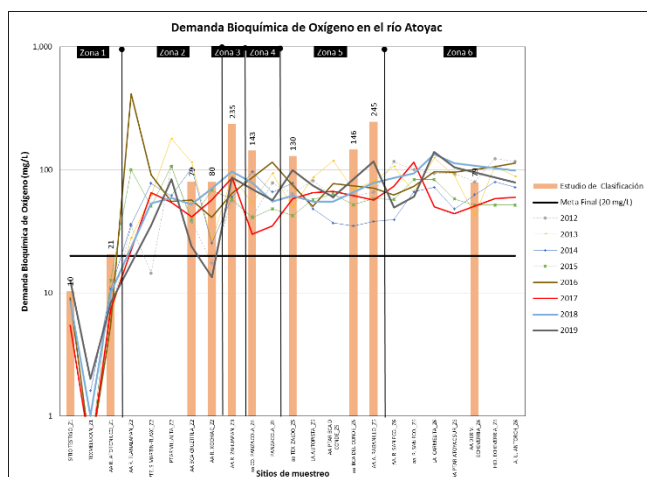
CLAVE_RNM	CL_EST	DESCRIPTOR	ZONA	ORDEN	ESTUDIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DLPUE1975	RA19	R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		<1	3.7	7.8	10.5	<1			
DLPUE2067W1		R. SAN FRANCISCO_Z6	6	2		<1	2.6	11.9	15.0	2.9	1.9	2.0	<1
DLPUE1976		AA. R. SAN FCO._Z6	6	1		<1	1.1	6.4	5.8	9.0	3.3	16.4	55.1
DLPUE1977		aa. R. SAN FCO._Z6	6	1		<1	1.2	5.3	4.4	8.0	4.1	6.2	53.4
DLPUE2014M1		A. PRIETO_Z6	6	2						1.2	1.4	<1	<1
DLPUE2063M1		A. PRIETO_Z6	6	2						2.8	6.2	11.5	8.5
DLPUE2062M1		A. METLAPANAPA_Z6	6	2						8.5	7.3	4.3	<1
DLPUE1975M1		A. ZAPATERO_Z6	6	2						6.3	5.0	40.0	16.0
DLPUE2050		LA CARMELITA_Z6	6	1		<1	2.6	19.0	4.0	5.5	4.4	27.8	21.3
DLPUE2051	RA20	A. ATENCO_Z6	6	2	27.9	<1	11.2	13.5	15.3	13.4	9.8	38.0	63.7
DLPUE2053		AA PTAR ATOYAC SUR_Z6	6	1		<1	1.6	8.8	3.0	5.3	4.4	10.9	9.8
DLPUE2052	RA21	AA DERIV. ECHEVERRIA_Z6	6	1	3.5	<1	1.3	4.7	3.7				
DLPUE2055		HID. ECHEVERRIA_Z6	6	1		<1	1.5	7.4	4.2	5.2	4.5		
DLPUE2056		A. U. ANTORCH_Z6	6	1		<1	1.4	9.8	3.2	6.4	4.2	13.0	15.9
DLPUE2057	PVA23	PRESA MAC-1_Z6	6	3			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DLPUE2065		PRESA MAC-5_Z6	6	3			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DLPUE2068	PVA25	PRESA MAC-6_Z6	6	3	11.8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

En las gráficas 1 a la 5 se presenta la evolución de estos Indicadores. Las barras representan los resultados del Estudio de Clasificación y las líneas, las medianas de las concentraciones anuales de los contaminantes.

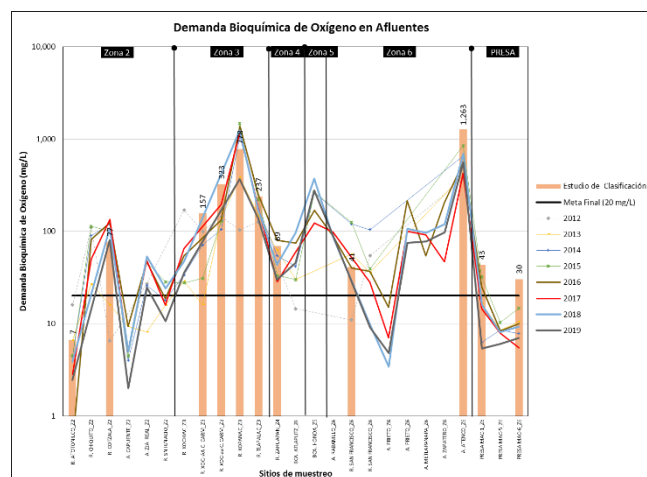
Las gráficas 6 a la 12 contienen la evolución de otros contaminantes que se encontraron ampliamente distribuidos en el cauce del río y en las inmediaciones de las confluencias de sus afluentes, estos son, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo total, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), fenoles totales, bis 2 (etil hexil) ftalato, y color verdadero.



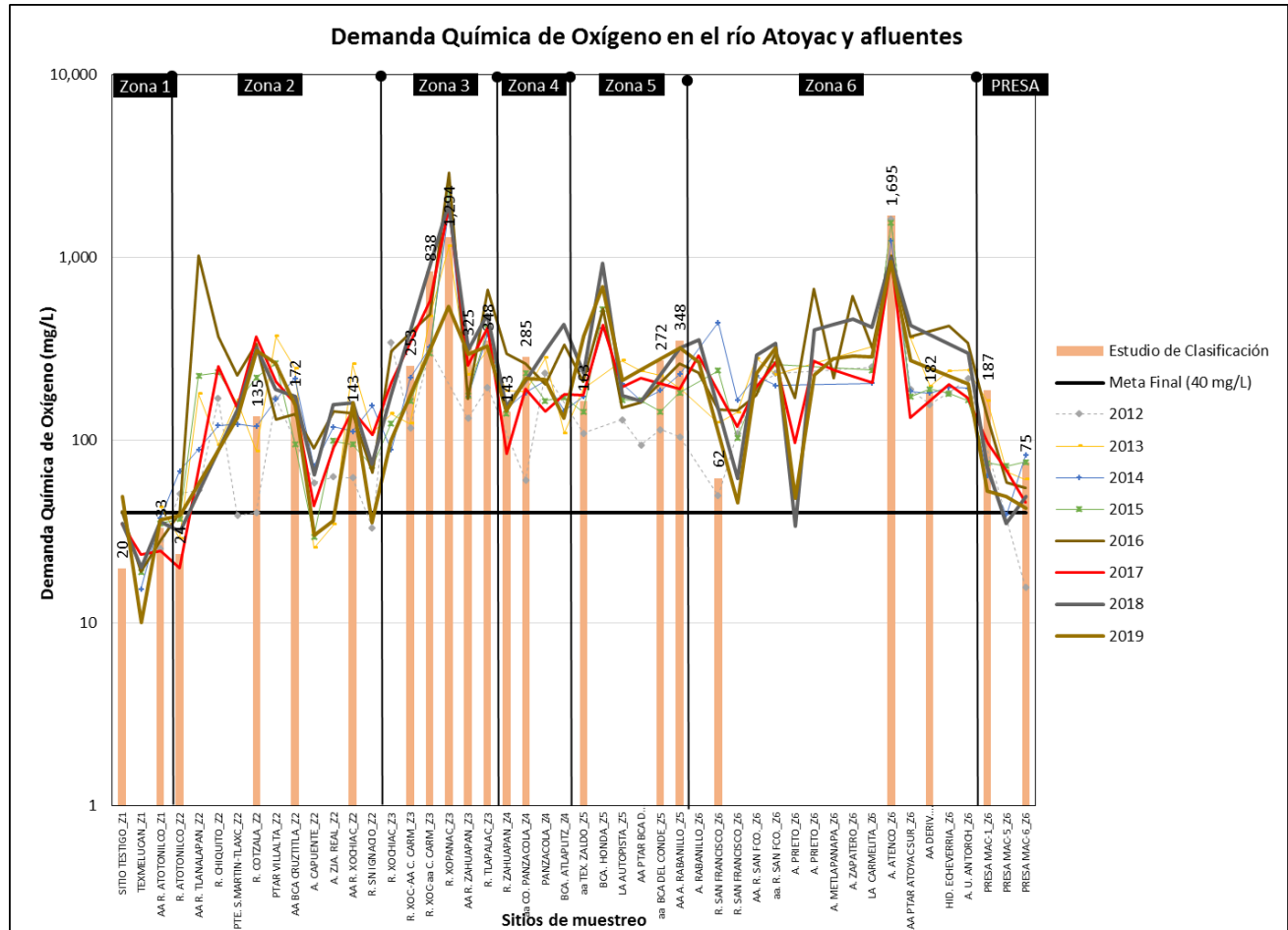
Gráfica 1a. Demanda bioquímica de oxígeno en el río Atoyac y afluentes



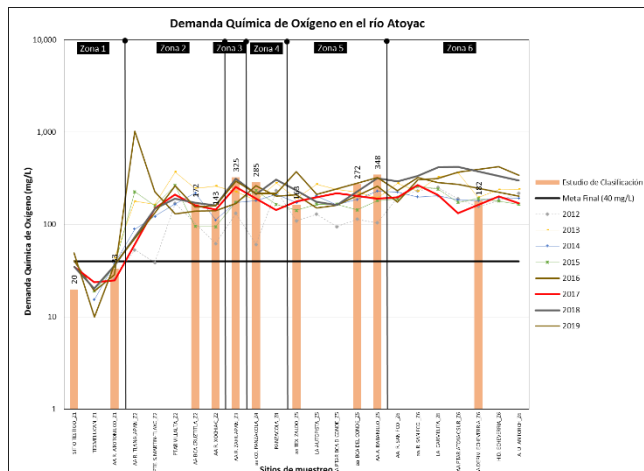
Gráfica 1b. DBO en el río Atoyac



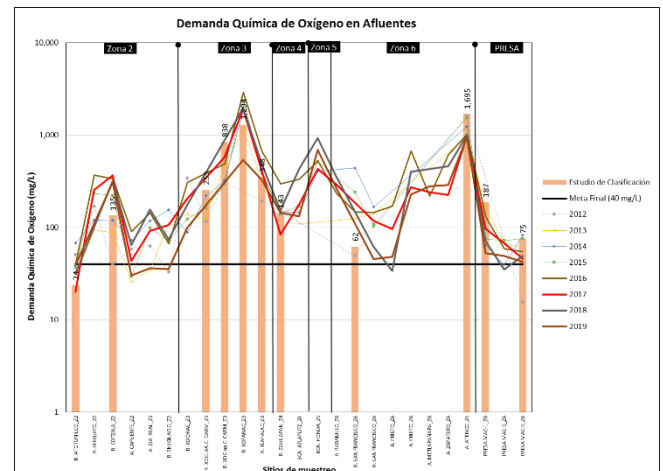
Gráfica 1c. DBO en afluentes del río Atoyac



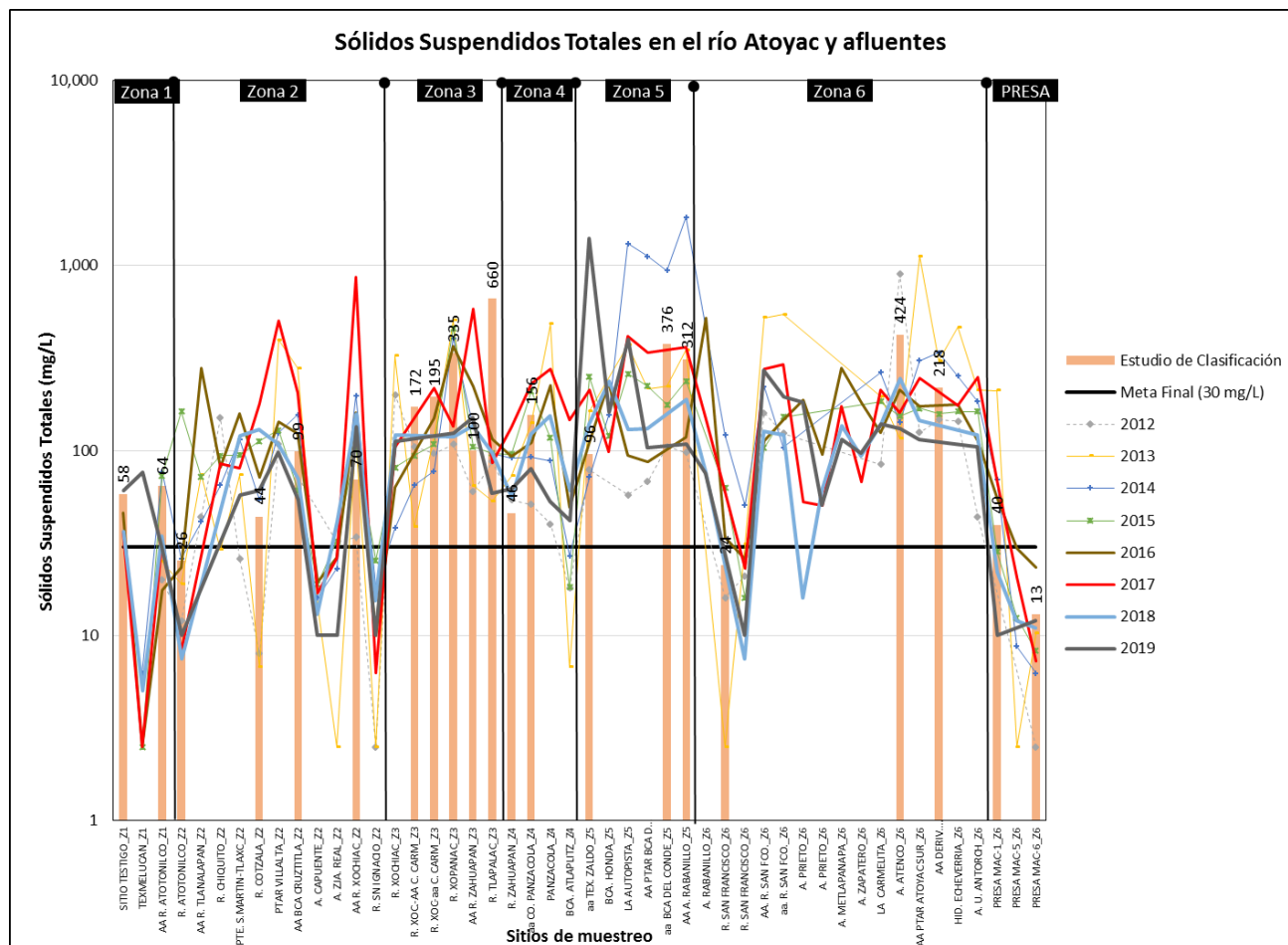
Gráfica 2a. Demanda química de oxígeno en el río Atoyac y afluentes



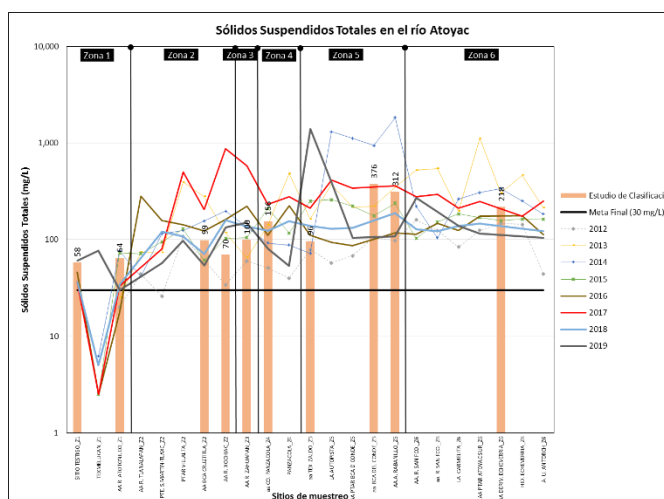
Gráfica 2b. DQO en el río Atoyac



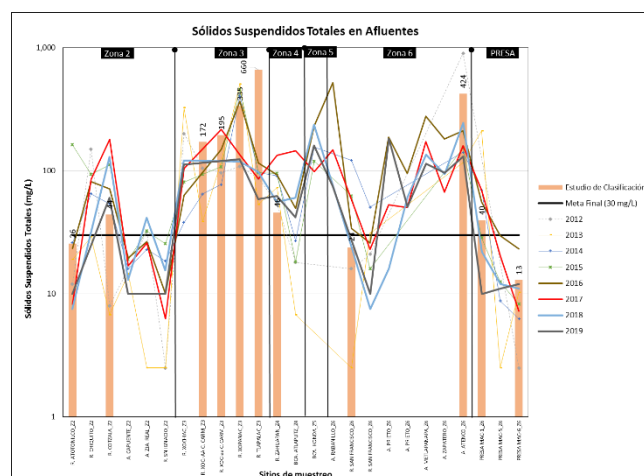
Gráfica 2c. DQO en afluentes del río Atoyac



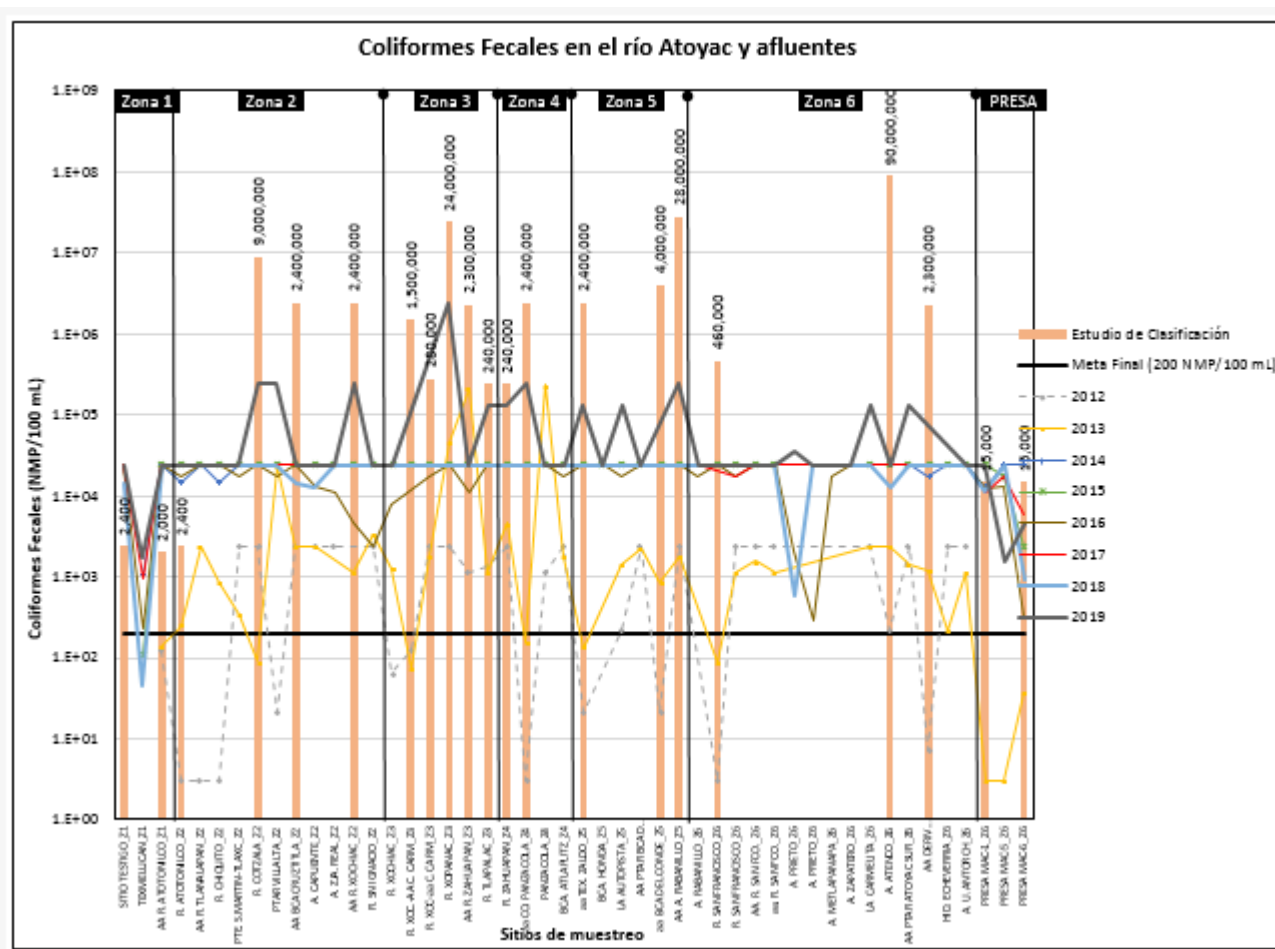
Gráfica 3a. Sólidos suspendidos totales en el río Atoyac y afluentes



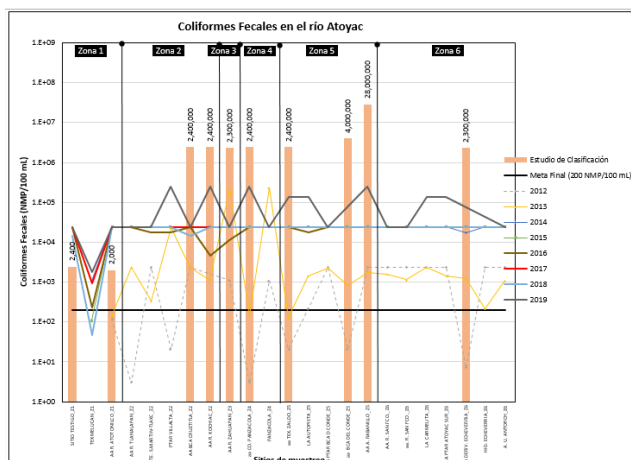
Gráfica 3b. SST en el río Atoyac



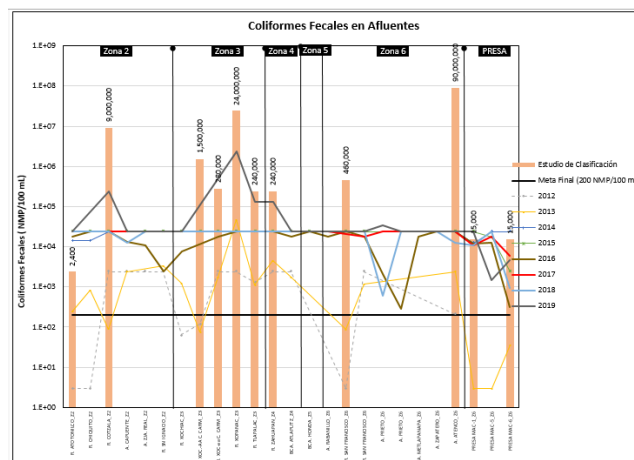
Gráfica 3c. SST en afluentes del río Atoyac



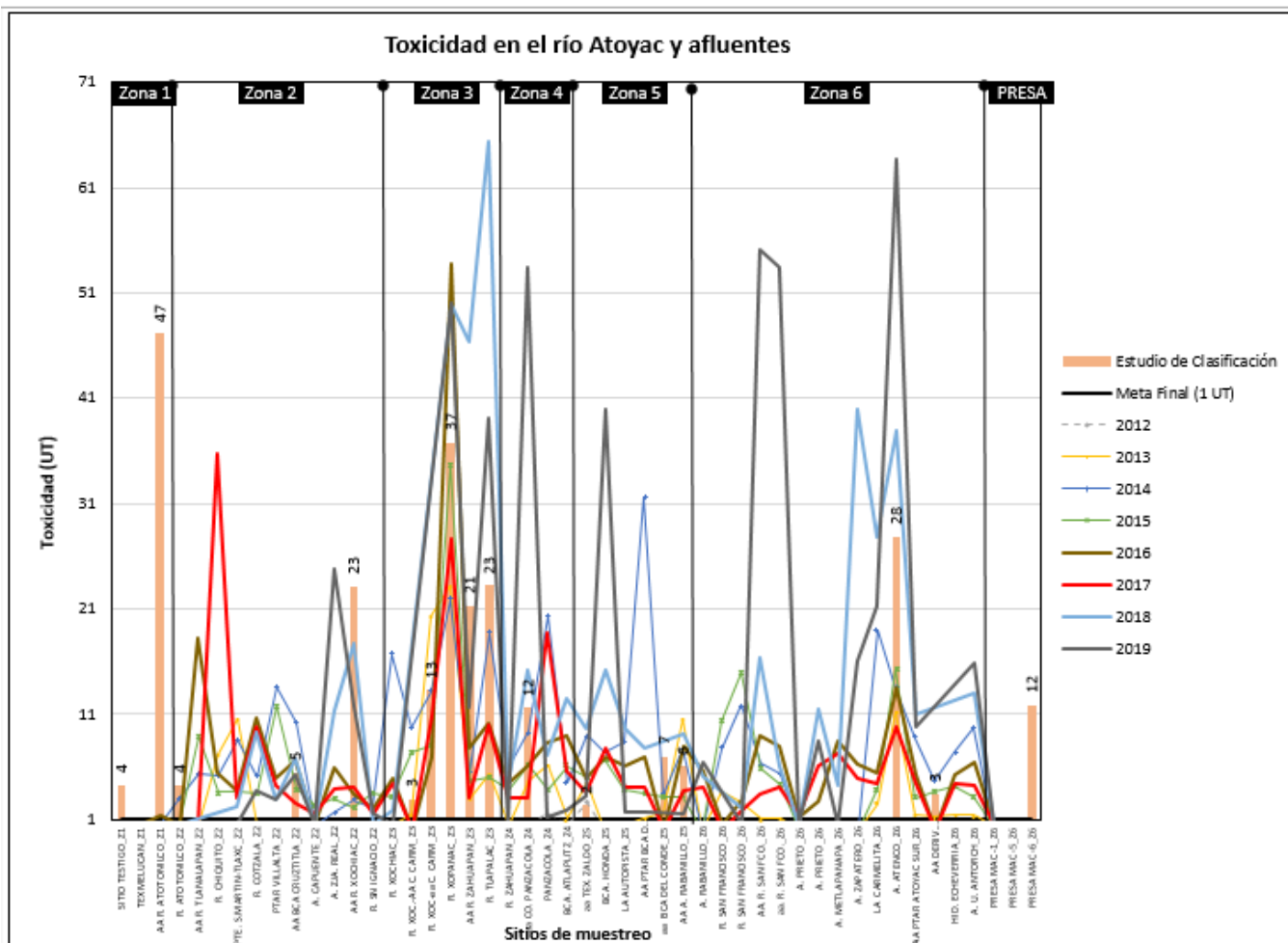
Gráfica 4a. Coliformes fecales en el río Atoyac y afluentes



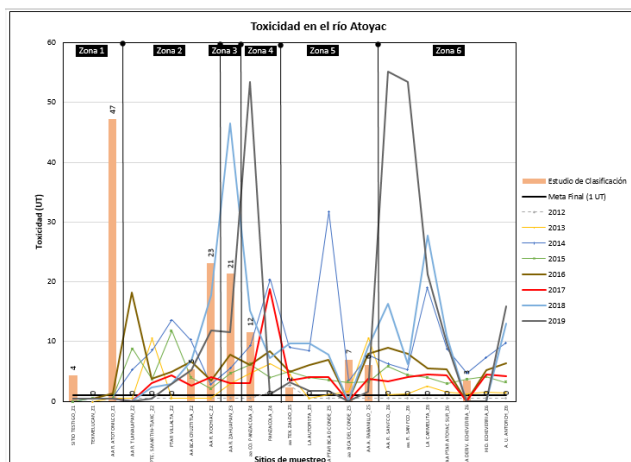
Gráfica 4b. Coliformes fecales en el río Atoyac



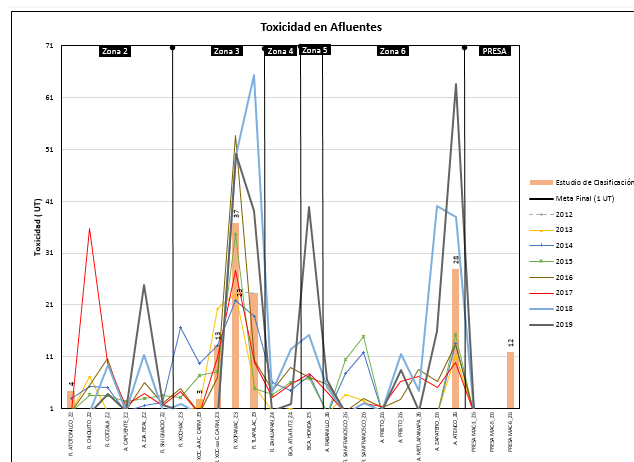
Gráfica 4c. Coliformes fecales en afluentes del río Atoyac



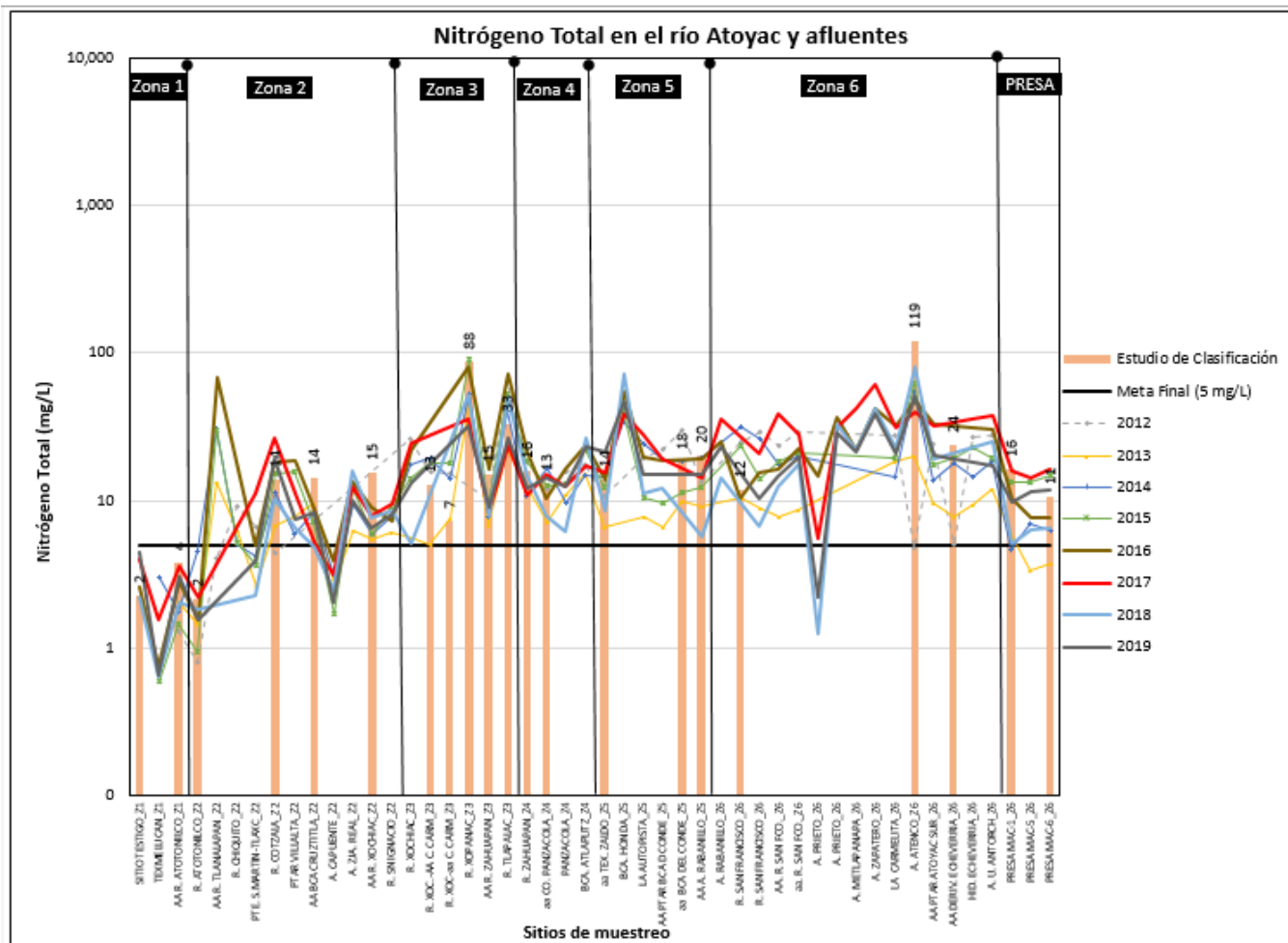
Gráfica 5a. Toxicidad en el río Atoyac y afluentes



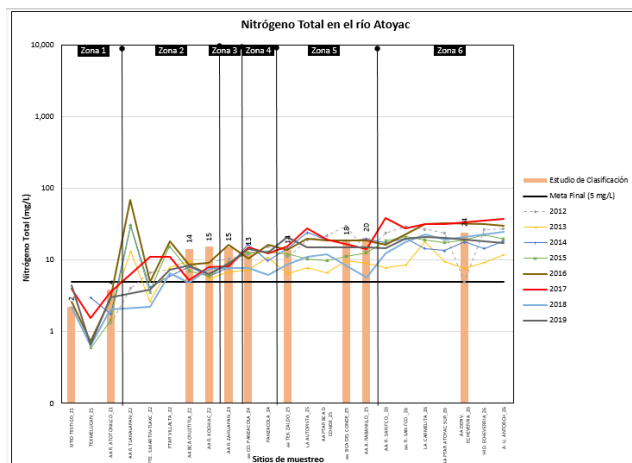
Gráfica 5b. Toxicidad en el río Atoyac



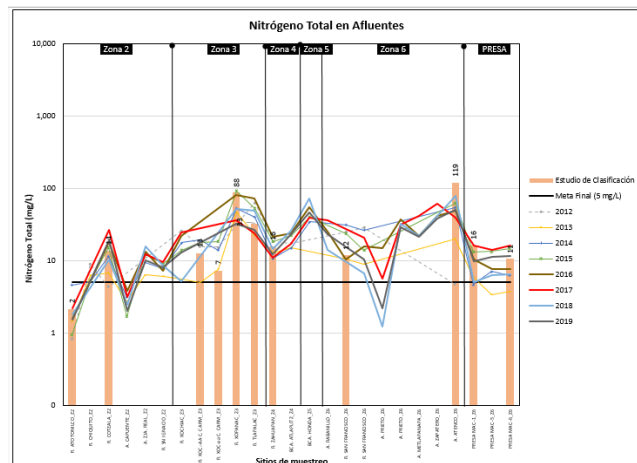
Gráfica 5c. Toxicidad en afluentes del río Atoyac



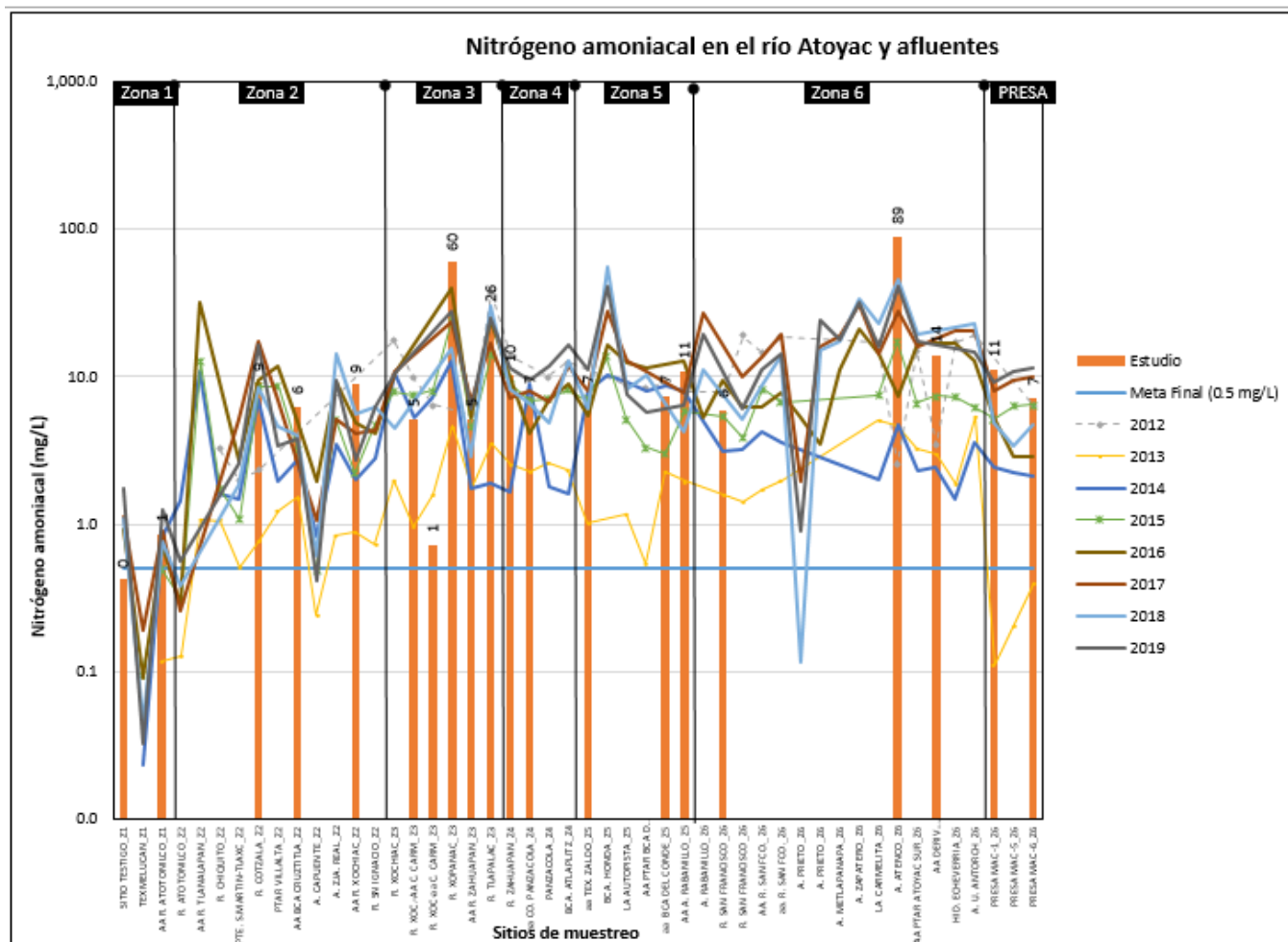
Gráfica 6a. Nitrógeno total en el río Atoyac y afluentes



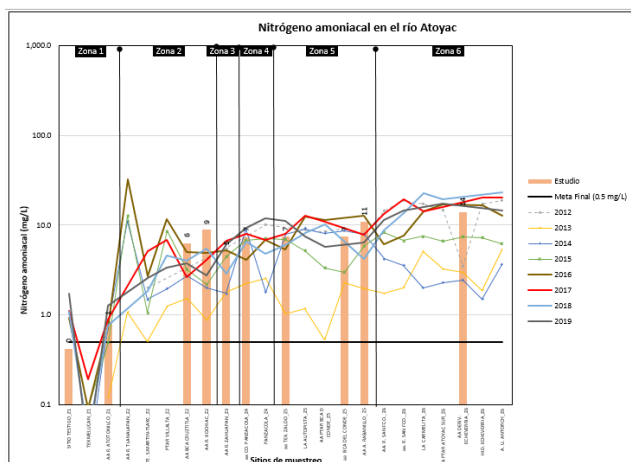
Gráfica 6b. Nitrógeno total en el río Atoyac



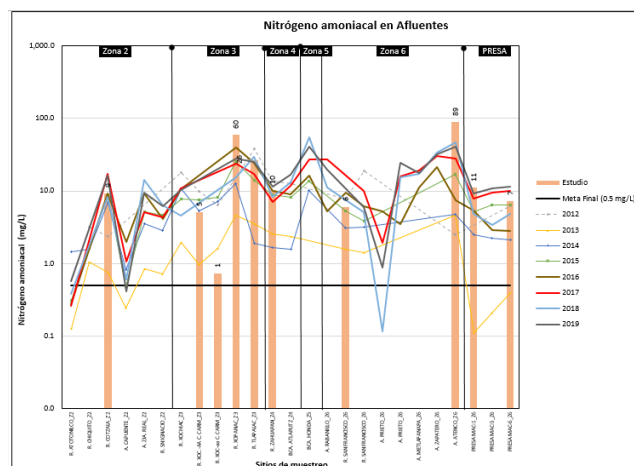
Gráfica 6c. Nitrógeno total en afluentes del río Atoyac



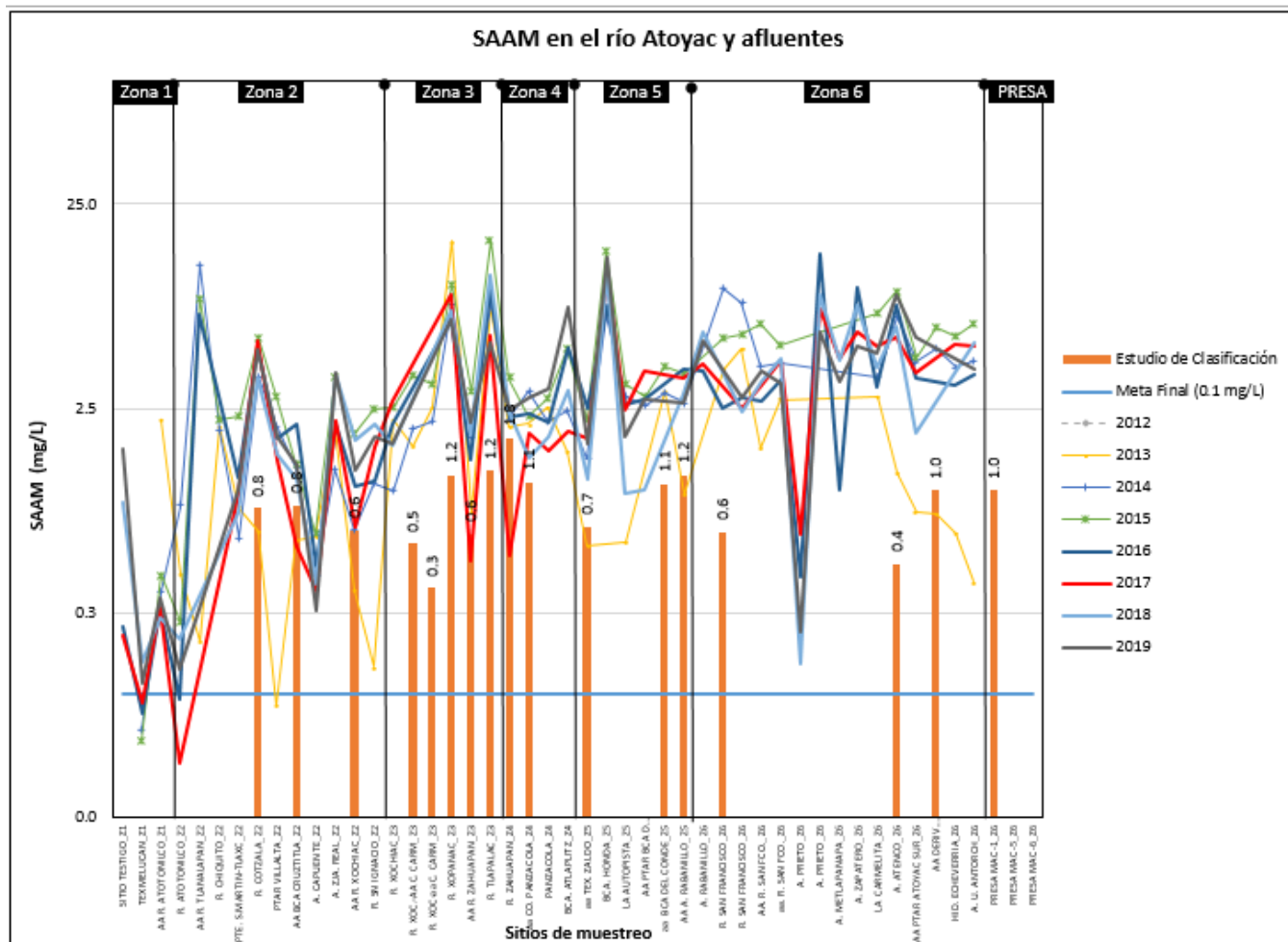
Gráfica 7a. Nitrógeno amoniacal en el río Atoyac y afluentes



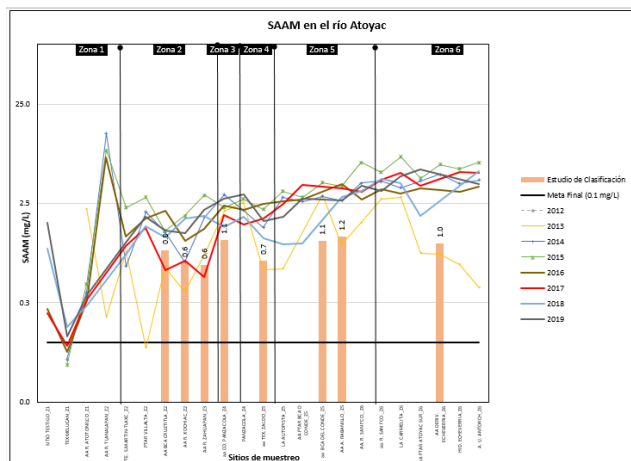
Gráfica 7b. Nitrógeno amoniacal en el río Atoyac



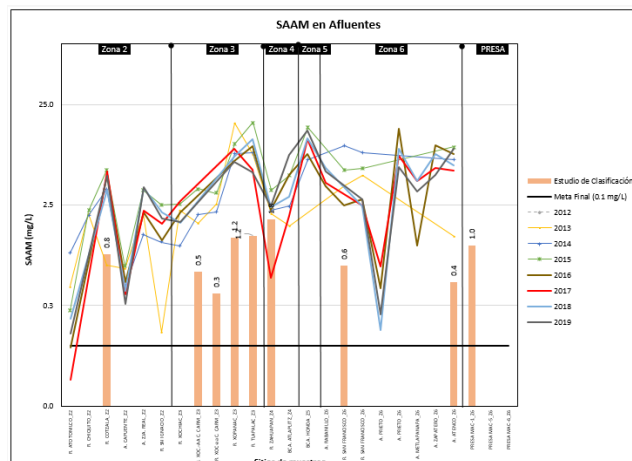
Gráfica 7c. Nitrógeno amoniacal en afluentes del río Atoyac



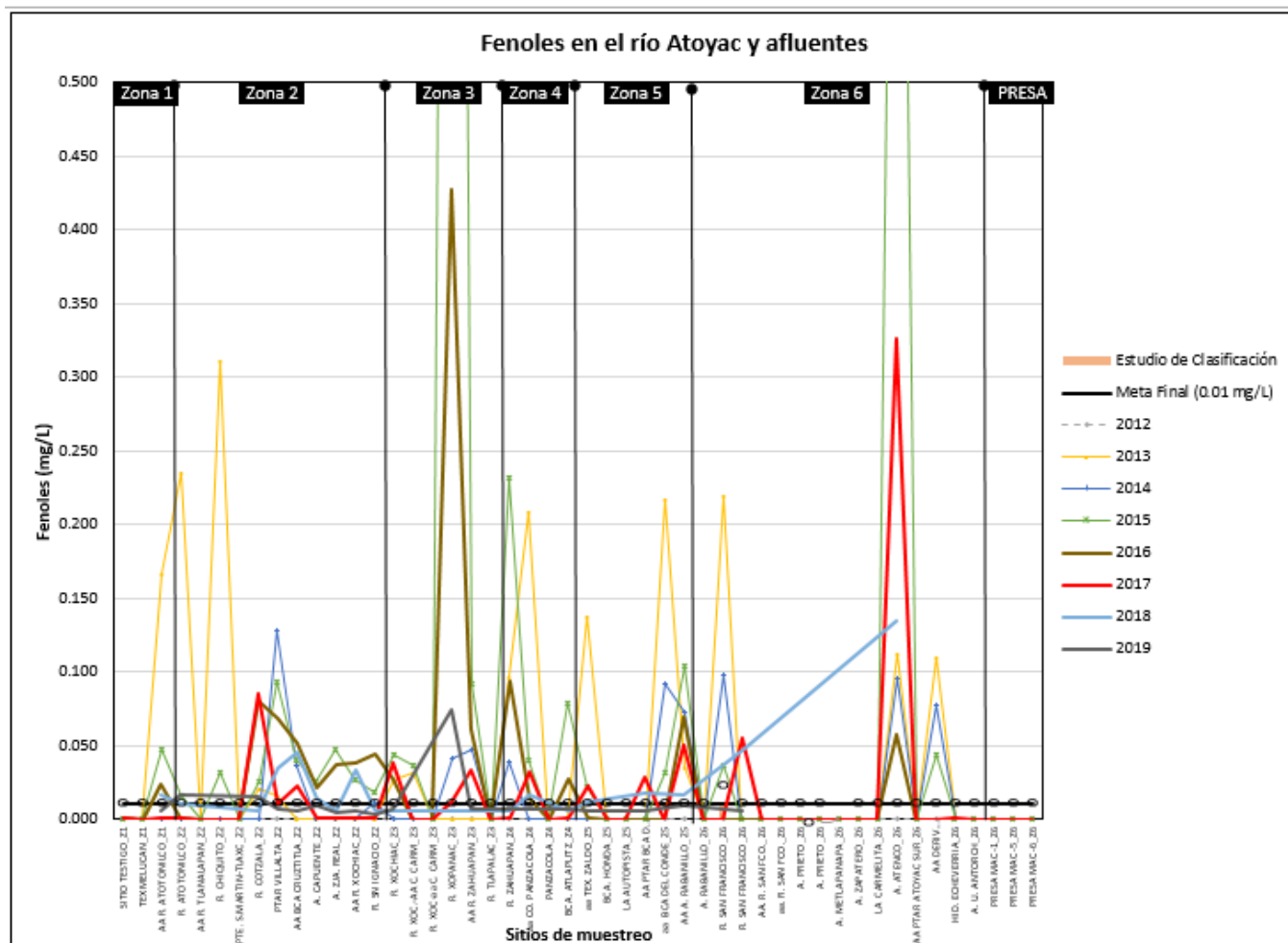
Gráfica 9a. SAAM en el río Atoyac y afluentes



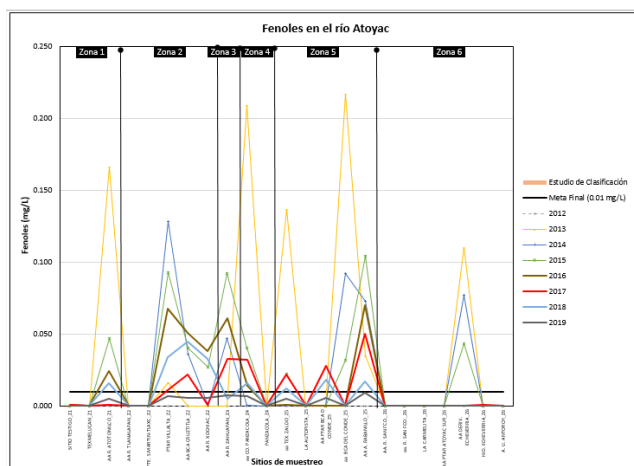
Gráfica 9b. SAAM en el río Atoyac



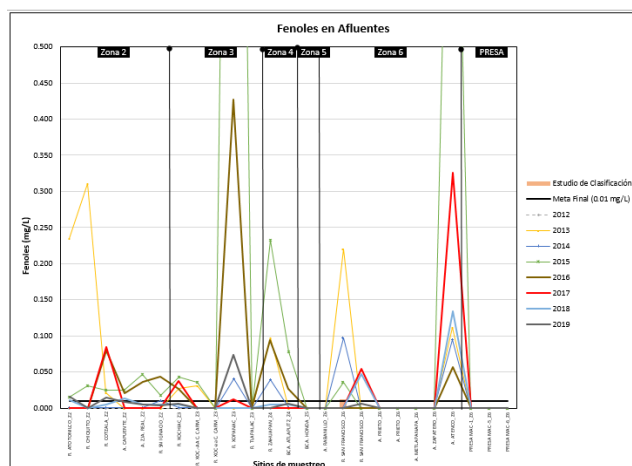
Gráfica 9c. SAAM en afluentes del río Atoyac



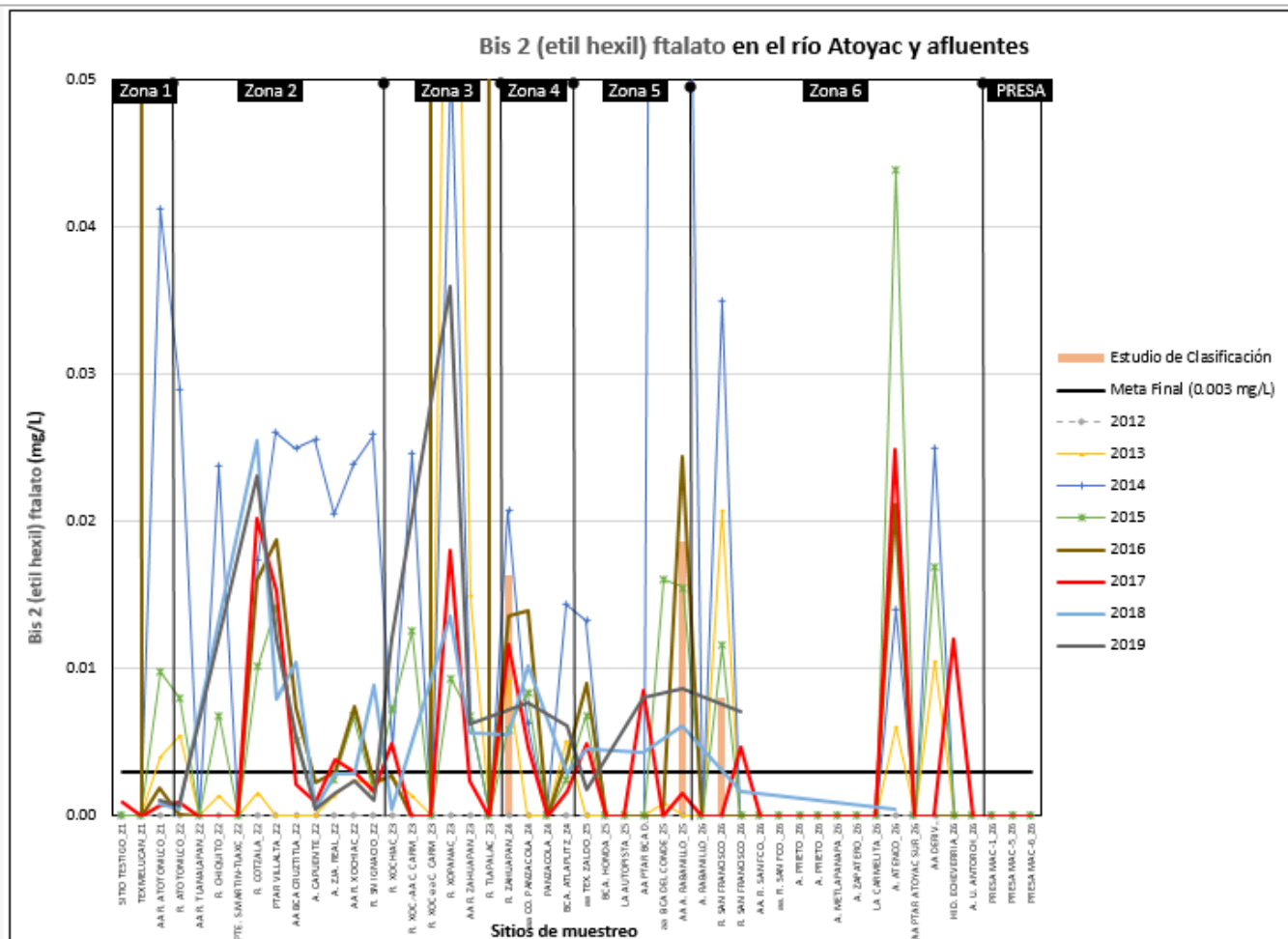
Gráfica 10a. Fenoles totales en el río Atoyac y afluentes



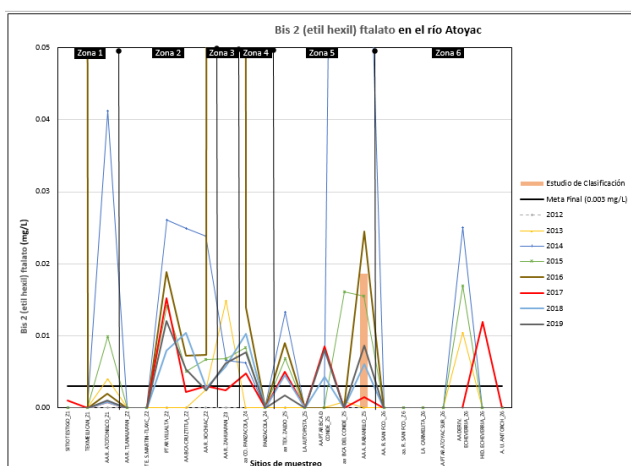
Gráfica 10b. Fenoles totales en el río Atoyac



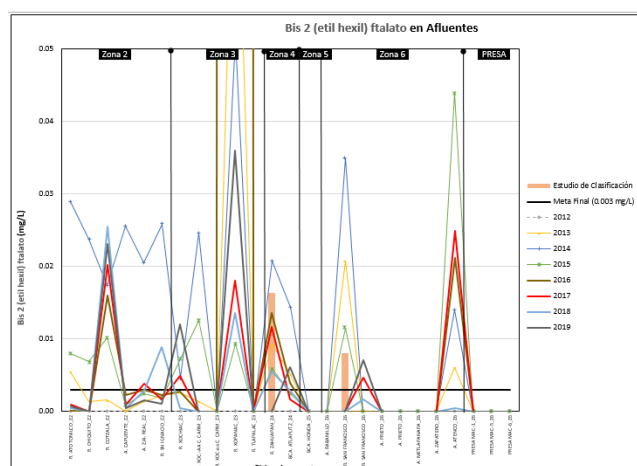
Gráfica 10c. Fenoles totales en afluentes del río Atoyac



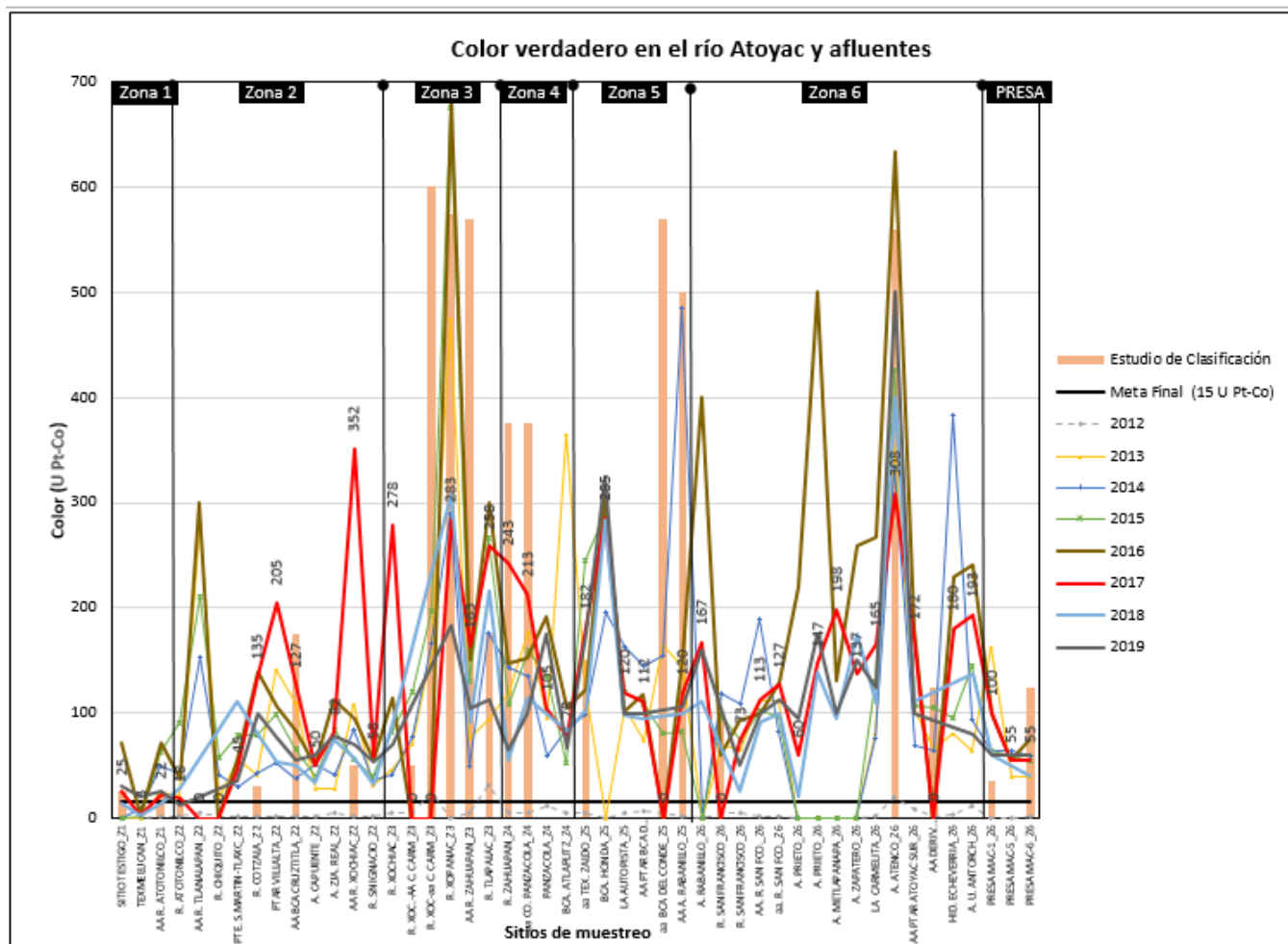
Gráfica 11a. Bis 2 (etil hexil) ftalato en el río Atoyac y afluentes



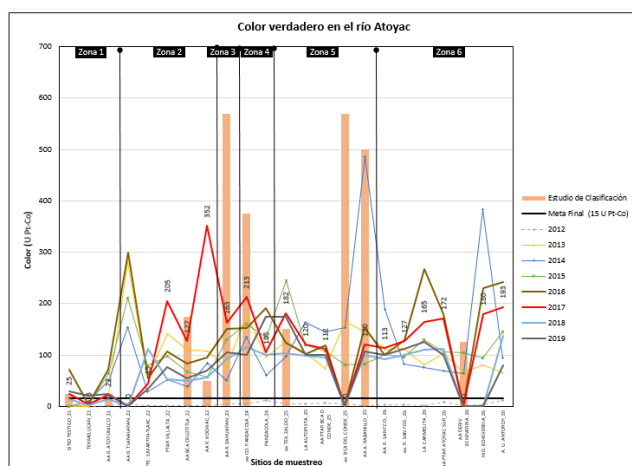
Gráfica 11b. Bis 2 (etil hexil) ftalato en el río Atoyac



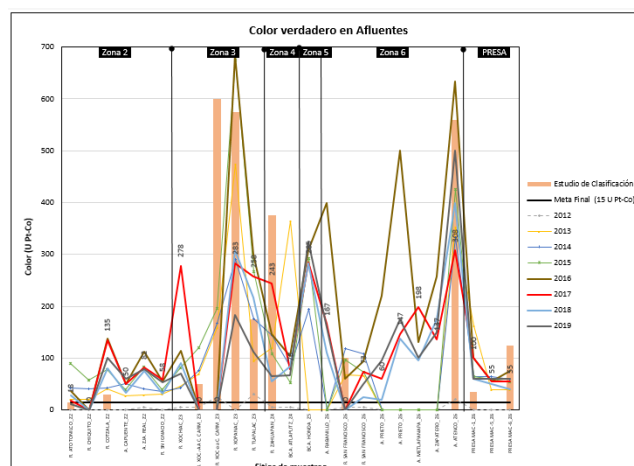
Gráfica 11c. Bis 2 (etil hexil) ftalato en afluentes del río Atoyac



Gráfica 12a. Color Verdadero en el río Atoyac y afluentes



Gráfica 12b. Color Verdadero en el río Atoyac



Gráfica 12c. Color Verdadero en afluentes del río Atoyac



Con base en los Indicadores de Calidad del Agua de la Tabla 4 y sus escalas de clasificación, Figura 2, así como los promedios de las concentraciones anuales para otros parámetros regulados en la Declaratoria, y las Metas del Estudio de Clasificación, se determinó la contaminación en cada zona del río Atoyac, en sus afluentes y en la presa Valsequillo, Tablas 5 y 6.

Tabla 5. Contaminación en el río Atoyac, afluentes y presa

Corriente principal	Zona	DBO	DQO	SST	CF	TOX	AS	CD	CR	HG	PB	NT	PT	NH3	COLOR	CN	SAAM	SO4
Río Atoyac	1	NC	IC-	C	FC	NT	NC	IC	IC	NC	NC	NC	C	C	C	IC	C	NC
Río Atoyac	2	FC	FC	FC	FC	TA	NC	IC	IC	NC	IC	C	C	C	C	IC	C	IC
Río Atoyac	3	C	FC	FC	FC	TA	NC	IC	IC	IC	NC	C	C	C	C	NC	C	NC
Río Atoyac	4	C	FC	FC	FC	TA	NC	IC	IC	NC	IC	C	C	C	C	NC	C	NC
Río Atoyac	5	C	FC	FC	FC	TA	NC	C	IC	IC	IC	C	C	C	C	NC	C	IC
Río Atoyac	6	FC	FC	FC	FC	TA	NC	C	IC	NC	C	C	C	C	C	IC	C	NC
Afluentes																		
Arroyo Capuente	2	NC	C	NC	FC	T	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	C	C	NC	C	NC
Arroyo Zanja Real	2	C	C	C	FC	TA	NC	NC	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	NC
Río Atotonilco	2	NC	C	C	FC	T	NC	IC	NC	NC	NC	NC	C	NC	C	NC	C	NC
Río Chiquito	2	C	FC	C	FC	TA	NC	IC	NC	NC	NC	NC	C	C	C	NC	C	NC
Río Cotzala	2	FC	FC	C	FC	TA	NC	IC	NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	NC
Río San Ignacio	2	C	C	NC	FC	T	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	C	C	NC	C	NC
Río Tlapalac	3	FC	FC	C	FC	TA	NC	IC	C	NC	IC	C	C	C	C	NC	C	SD
Río Xochiac	3	FC	FC	C	FC	TA	NC	IC	IC	IC	NC	C	C	C	C	NC	C	NC
Río Xopanac	3	FC	FC	FC	FC	TA	NC	NC	NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	IC
Barranca Atlapltz	4	C	FC	C	FC	TA	NC	NC	IC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	IC
Río Zahuapan	4	C	FC	C	FC	TA	NC	NC	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	NC
Barranca Honda	5	FC	FC	C	FC	TA	NC	NC	C	IC	NC	C	C	C	C	NC	C	SD
Río Rabanillo	6	C	FC	FC	FC	TA	NC	IC	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	SD
Río San Francisco	6	FC	FC	C	FC	TA	NC	IC	NC	NC	IC	C	C	C	C	NC	C	IC
Arroyo Prieto	6	FC	FC	C	FC	TA	NC	NC	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	SD
Arroyo Metlapanapa	6	C	FC	C	FC	TA	NC	NC	NC	IC	NC	C	C	C	C	NC	C	SD
Arroyo Zapatero	6	FC	FC	C	FC	TA	NC	NC	NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	SD
Arroyo Atenco	6	FC	FC	FC	FC	TA	NC	IC	NC	IC	IC	C	C	C	C	NC	C	IC
Presa																		
Presa Manuel Ávila Camacho		IC	C	C	FC	NT	NC	IC	IC	NC	IC	C	C	C	C	SD	SD	SD



Tabla 6. Abreviaciones utilizadas en la Tabla 5, para la contaminación del agua en el río Atoyac y sus afluentes

Abreviación	Significado
C	Contaminada (la concentración del contaminante es superior a la meta)
NC	No contaminada (la concentración del contaminante es igual o menor a la meta)
IC	Con indicios de contaminación (ocasionalmente se encontró un sitio con concentraciones no mayores a 5 veces la meta, de 2012 a 2019)
IC-	Con indicios de contaminación, pero no contaminada en 2019
T	Tóxico
NT	No Tóxico
SD	Sin dato
FC	Fuertemente contaminada la concentración media del contaminante se encontró, al menos en un año del periodo, por arriba de las concentraciones siguientes 120 mg/L para DBO 200 mg/L para DQO 400 mg/L para SST 10,000 NMP/100 mL para CF
TA	Toxicidad alta (la toxicidad se encuentra por arriba de 5 UT)



Indicadores de calidad del agua superficial										
Indicador	Unidades	Aplica a:			Cumple			No cumple		Semáforo
		Cuerpos de agua lóticos	Cuerpos de agua lénticos	Zonas costeras	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada	
Demanda Bioquímica de Oxígeno, cinco días (DBO)	mg/L	x	x		DBO≤3	3<DBO≤6	6<DBO≤30	30<DBO≤120	DBO>120	Rojo
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	x	x		DQO≤10	10<DQO≤20	20<DQO≤40	40<DQO≤200	DQO>200	Rojo
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	x	x	x	SST≤25	25<SST≤75	75<SST≤150	150<SST≤400	SST>400	Amarillo
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100 mL	x	x	x	CF≤100	100<CF≤200	200<CF≤1000	1000<CF≤10000	CF>10000	Amarillo
<i>Escherichia coli</i> (EC)	NMP/100 mL	x	x		EC≤250	250<EC≤500	500<EC≤1000	1000<EC≤10000	EC>10000	Amarillo
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD)	%	x			70<OD≤110	50<OD≤70 Y 110<OD≤120	30<OD≤50 Y 120<OD≤130	10<OD≤30 Y 130<OD≤150	OD≤10 Y OD>150	Amarillo
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, superficial	%		x	x	70<OD≤110	50<OD≤70 Y 110<OD≤120	30<OD≤50 Y 120<OD≤130	10<OD≤30 Y 130<OD≤150	OD≤10 Y OD>150	Amarillo
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, media	%		x	x	70<OD≤110	50<OD≤70 Y 110<OD≤120	30<OD≤50 Y 120<OD≤130	10<OD≤30 Y 130<OD≤150	OD≤10 Y OD>150	Amarillo
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, fondo	%		x	x	70<OD≤110	50<OD≤70 Y 110<OD≤120	30<OD≤50 Y 120<OD≤130	10<OD≤30 Y 130<OD≤150	OD≤10 Y OD>150	Amarillo
Enterococos fecales (ENTEROC)	NMP/100 mL			x	ENTEROC≤100	100<ENTEROC≤200		200<ENTEROC≤500	ENTEROC>500	Rojo
					No tóxico	Toxicidad baja		Toxicidad moderada	Toxicidad alta	
Toxicidad <i>Daphnia magna</i> , 48 h	Unidades de Toxicidad	x			Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo
Toxicidad <i>Vibrio fischeri</i> , 15 min	Unidades de Toxicidad	x			Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo
Toxicidad <i>Daphnia magna</i> , 48 h, superficial	Unidades de Toxicidad		x		Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo
Toxicidad <i>Daphnia magna</i> , 48 h, fondo	Unidades de Toxicidad		x		Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo
Toxicidad <i>Vibrio fischeri</i> , 15 min, superficial	Unidades de Toxicidad		x	x	Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo
Toxicidad <i>Vibrio fischeri</i> , 15 min, fondo	Unidades de Toxicidad		x	x	Tox < 1	1≤Tox≤1.33		1.33<Tox<5	Tox ≥ 5	Rojo

Nota: en caso de cumplir con todos los indicadores el color del semáforo es verde.

Figura 2. Indicadores de la calidad del agua

A continuación se presentan mapas de la calidad del agua del río Atoyac y sus afluentes, con base en los Indicadores de la calidad de agua superficial y las escalas de clasificación de la Figura 2.



Figura 3. Calidad del agua en el río Atoyac y sus afluentes

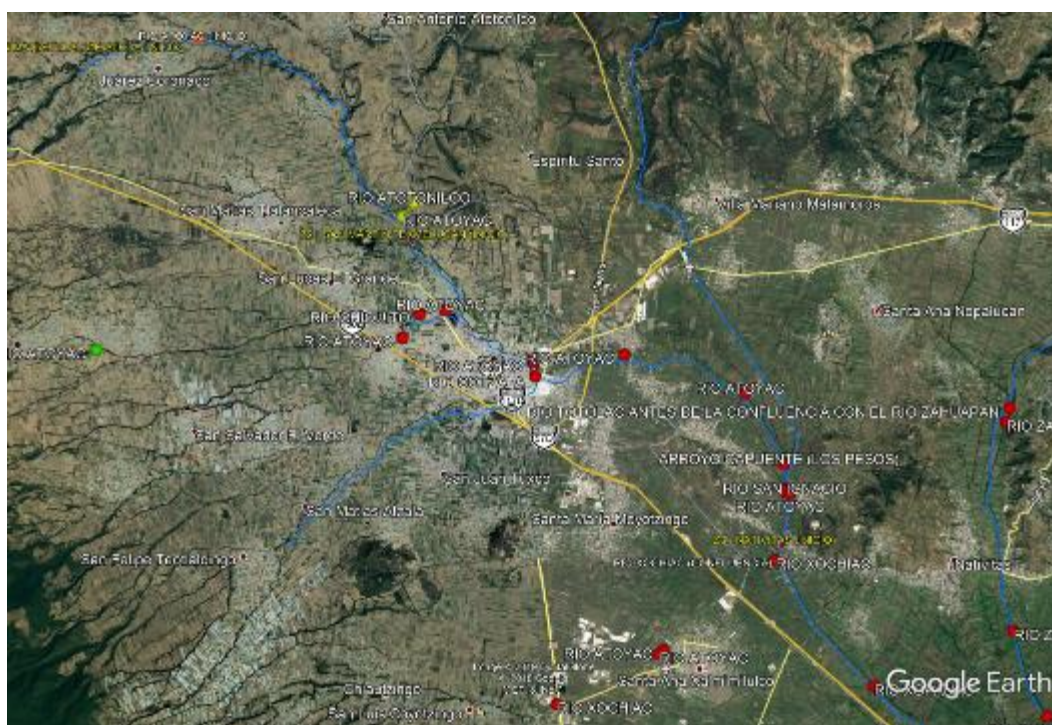


Figura 4. Calidad del agua de las zonas 1, 2 y 3 del río Atoyac y sus afluentes



CUADRO RESUMEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO ATOYAC Y SUS AFLUENTES

En la Tabla 7, se resume la situación de la contaminación del río Atoyac y sus afluentes, para cada uno de los contaminantes regulados en la Declaratoria de Clasificación.

Tabla 7, Contaminación del río Atoyac y sus afluentes

Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
Demanda bioquímica de oxígeno	Se encuentran contaminadas las zonas 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce del río Atoyac. En estas zonas, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 450, mínimo <2, y promedio 71.7, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 20 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Chiquito, San Ignacio, Rabanillo, y Zahuapan, los arroyos Zanja Real y Metlapanapa, y la barranca Atlapitz. Se encuentran fuertemente contaminados los ríos Cotzala, Xochiac, Xopanac, Tlapalac, y San Francisco, los arroyos Prieto, Zapatero y Atenco, y la barranca Honda. En estos afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 1,850, mínimo <2, y promedio 161.7, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 20 mg/L.
Demanda química de oxígeno	Se encuentra contaminada la zona 1 y fuertemente contaminadas las zonas 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce del río Atoyac. En estas zonas, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 1,491.7, mínimo <10, y promedio 219.9, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 40 mg/L.	Se encuentran contaminados los arroyos Capuente, Zanja Real, y los ríos Atotonilco, y San Ignacio; y fuertemente contaminados los ríos Chiquito, Cotzala, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, y los arroyos Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En estos afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 5,341.7, mínimo <10, y promedio 382.3, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 40 mg/L.
Sólidos suspendidos totales	Se encuentran contaminada la zona 1 y fuertemente contaminadas las zonas 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce del río Atoyac. En estas zonas, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 7,380, mínimo <10 y promedio 432, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 30 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, Tlapalac, Xochiac, Zanja Real, Zahuapan y San Francisco, los arroyos Prieto, Metlapanapa, y Zapatero y las barrancas Atlapitz y Honda. Se encuentran fuertemente contaminados el río Xopanac Rabanillo y el arroyo Atenco. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 5,214, mínimo <10, y promedio 228, mg/L, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 30 mg/L.
Coliformes fecales	Se encuentran fuertemente contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce del río Atoyac. En estas zonas, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 2,419,600, mínimo <3, y promedio 28,233 NMP/100 mL, esto es,	Se encuentran fuertemente contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En estos afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo=



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
	se encuentra muy por arriba de la meta de 200 NMP/100 mL.	2,419,600, mínimo <3, y promedio 29,084 NMP/100 mL, esto es, se encuentra muy por arriba de la meta de 200 NMP/100 mL.
Toxicidad aguda	Presentaron alta toxicidad las zonas 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce del río Atoyac.	Los afluentes con mayor toxicidad son los ríos Chiquito, Cotzala, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda.
Arsénico	No se encontró arsénico por arriba de la meta de 0.05 mg/L, por lo que el cauce del río Atoyac no se encuentra contaminado con este metal.	No se encontró arsénico por arriba de la meta de 0.05 mg/L, por lo que los afluentes del río Atoyac no se encuentran contaminados con este metal.
Cadmio	Se encuentra contaminadas la zonas 5 y 6, del cauce del río Atoyac. Presentan indicios de contaminación las zonas 1, 2, 3 y 4. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.03, mínimo <0.003, solo en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.004 mg/L.	Se encontraron indicios de contaminación con cadmio en los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, Tlapalac, Xochiac, Rabanillo y San Francisco, y el arroyo Atenco. En los afluentes este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.04, mínimo <0.003, solo en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.004 mg/L.
Cromo	Se encontraron indicios de contaminación con cromo, en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.7, mínimo 0.0025, y promedio 0.025, mg/L, esto es, en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.	Se encuentran contaminados los río Rabanillo, Tlapalac, y Zahuapan, los arroyos Zanja Real y Prieto, y la barranca Honda. Se encontraron indicios de contaminación con cromo en el río Xochiac y en la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.87, mínimo 0.0019, y promedio 0.018, mg/L, esto es, en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.
Mercurio	Se encontraron indicios de contaminación con mercurio, en las zonas 3 y 5. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.045, mínimo <0.0002, solo en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.001 mg/L.	Se encontraron indicios de contaminación con mercurio en el río Xochiac, en los arroyos Metlapanapa y Atenco, y en la barranca Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.01, mínimo <0.0002, solo en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.001 mg/L.
Plomo	Se encuentra contaminada la zona 6. Se encontraron indicios de contaminación con mercurio, en las zonas 2, 4 y 5. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.75, mínimo <0.005, y promedio 0.014, mg/L, esto es, en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.03 mg/L.	Se encontraron indicios de contaminación con plomo en los ríos Tlapalac, San Francisco y el arroyo Atenco. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.38, mínimo <0.005, y promedio 0.007, mg/L, esto es, en algunos sitios se encontró por arriba de la meta de 0.03 mg/L.
Nitrógeno total	Se encuentran contaminadas las zonas 2, 3, 4, 5 y 6.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac,



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
	En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 110, mínimo 0.02, y promedio 13.06, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 5 mg/L.	Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 178, mínimo 0.28, y promedio 21.9, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 5 mg/L.
Fósforo total	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 19.4, mínimo <0.007, y promedio 2.2, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.7 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En estos afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 23.2, mínimo <0.007, y promedio 3.4 mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.7 mg/L.
Nitrógeno amoniacal	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 56.6, mínimo <0.01, y promedio 6.1, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.5 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 99.5, mínimo <0.01, y promedio 10.3, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.5 mg/L.
Color	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 2,500, mínimo 2.5, y promedio 121.7, Pt Co, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 15 Pt Co.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 2,000, mínimo 2.5, y promedio 147, Pt Co, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 15 Pt Co.
Cianuros	Se encontraron indicios de contaminación con cianuros, en las zonas 1, 2 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.158, mínimo <0.005, y promedio 0.004, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.01 mg/L.	No se encontraron cianuros por arriba de la meta de 0.01 mg/L. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.039, mínimo <0.005, y promedio 0.003, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.01 mg/L.



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
SAAM	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 50.5, mínimo <0.05, y promedio 2.5, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.1 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 36.4, mínimo <0.05, y promedio 4.3, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.1 mg/L.
Sulfatos	Se encontró indicios de contaminación con sulfatos en las zonas 2 y 5. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 620, mínimo <5, y promedio 63, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 150 mg/L.	Se encontraron indicios de contaminación con sulfatos en los ríos Xopanac y San Francisco, el arroyo Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 293, mínimo <5, y promedio 56.3, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 150 mg/L.
1,2, Diclorobenceno	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.
1,2, Dicloroetano	No se encontró por arriba de la meta de 0.069 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.069 mg/L.
1,3, Diclorobenceno	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.
1,4, Diclorobenceno	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.
Aluminio	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 118.4, mínimo <0.005, y promedio 9.6 mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, y Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 82.5, mínimo <0.005, y promedio 3, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.
Benceno	No se encontró por arriba de 0.01 mg/L.	No se encontró por arriba de 0.01 mg/L.
Bis (2-Etilhexil) Ftalato	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 5.25, mínimo <0.0002, y promedio 0.076 mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.003 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 16.4, mínimo <0.0002, y promedio 0.13, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.003 mg/L.
Cloroformo	Se encontró indicios de contaminación en las zonas 1, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo=	Se encuentra con indicios de contaminación el río Zahuapan, San Francisco, Xopanac, Cotzala, Xochiac, los arroyos Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz.



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
	0.15, mínimo <0.0001, y promedio 0.004, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.003 mg/L.	En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.37, mínimo <0.0001, y promedio 0.005, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.003 mg/L.
Cloruro de metilo	Se encontró indicios de contaminación en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.02, mínimo 0.0005, y promedio 0.0012, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.0002 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.009, mínimo 0.0005, y promedio 0.0006, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.0002 mg/L.
Cloruro de Vinilo	Se encontró indicios de contaminación en la zona 4 y 5. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.008, mínimo 0.0003, y promedio 0.0007, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.002 mg/L.	No se encontró por arriba de 0.002 mg/L.
Cloruros	No se encontró por arriba de la meta de 250 mg/L.	Se encuentran con indicios de contaminación los ríos San Francisco y Xopanac.
Cobre	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 4, y 5. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.2, mínimo 0.00075, y promedio 0.02, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.05 mg/L.	Se encuentran con indicios de contaminación los ríos Atotonilco, San Ignacio, Xochiac, y Xopanac, los arroyos Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.19, mínimo 0.00075, y promedio 0.02, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.05 mg/L.
Dietilftalato	Se encontró indicios de contaminación en las zonas 2, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.017, mínimo <0.00003, y promedio 0.0008, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.003 mg/L.	Se encuentra con indicios de contaminación los ríos San Francisco, Xopanac, Xochiac, arroyo Atenco y barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.017, mínimo <0.00003, y promedio 0.0012, mg/L, esto es, en promedio se encontró por abajo de la meta de 0.003 mg/L.
Etilbenceno	No se encontró por arriba de la meta de 0.1 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.1 mg/L.
Fenoles totales	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 0.21, mínimo 0.005, y promedio 0.028,	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, Xochiac, Xopanac, Zahuapan y San Francisco, el arroyo Atenco, y la barranca Atlapitz. Se encontraron con indicios de contaminación los arroyos Capuente y Zanja Real y el río San Ignacio.



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
	mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.	En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 1.9, mínimo 0.005, y promedio 0.05, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.01 mg/L.
Fierro	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 122.9, mínimo 0.012, y promedio 0.8, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.3 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 47.3, mínimo <0.01, y promedio 2.6, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.3 mg/L.
Grasas y aceites	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 125, mínimo <3, y promedio 11.8, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 5 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 207, mínimo <3, y promedio 14.8, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 5 mg/L.
Materia flotante	Se encontró presente en el río Atoyac, en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	Se encuentran contaminados los ríos Atotonilco, Chiquito Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz.
Níquel	No se encontró por arriba de la meta de 0.6 mg/L.	Se encuentra con indicios de contaminación en la barranca Atlapitz.
Nitrobenceno	No se encontró por arriba de la meta de 0.03 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.03 mg/L.
pH	No se encontró valores de pH fuera del rango de 6.5 a 8.5 UpH.	Se encontró pH menor a 6.5 en el río Xopanac.
SDT	Se encuentran contaminadas las zonas 2, 3, 4, 5 y 6. En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 1,548, mínimo 5, y promedio 507, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 500 mg/L.	Se encuentran contaminados los ríos Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda. En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 2,532, mínimo 10.24, y promedio 893, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 500 mg/L.
Sólidos sedimentables	Se encontró por arriba de la meta de 1 mL/L en el río Atoyac, en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	Se encontró por arriba de la meta de 1 mL/L en los ríos Cotzala, Xochiac, Xopanac y Zahuapan, y barranca Atlapitz.
Sulfuros	Se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	Se encontró contaminados los arroyos Atenco, Capuente y Zanja Real, la barranca Atlapitz, y los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Francisco, Zahuapan, San Ignacio, Xochiac, y Xopanac.



Contaminante	Río Atoyac	Afluentes
	En el cauce, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 166.6, mínimo <0.05, y promedio 14.8 mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.002 mg/L.	En los afluentes, este contaminante presentó las siguientes concentraciones: máximo= 215.46, mínimo <0.05 y promedio 17.7, mg/L, esto es, en promedio se encontró por arriba de la meta de 0.002 mg/L.
Temperatura	No se encontró por arriba de la meta de 35 °C.	No se encontró por arriba de la meta de 35 °C.
Tetracloroetano	No se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.05 mg/L.
Tolueno	No se encontró por arriba de la meta de 0.2 mg/L.	Se encontró indicios de contaminación en el río Xopanac.
Xilenos (mezcla de isómeros)	No se encontró por arriba de la meta de 0.3 mg/L.	No se encontró por arriba de la meta de 0.3 mg/L.
Zinc	Se encontró por arriba de la meta de 0.12 mg/L en el río Atoyac, en las zonas 1, 2, 5 y 6.	Se encontró por arriba de la meta de 0.12 mg/L en el arroyo Atenco, en los ríos Xochiac, Zahuapan y Xopanac, y la barranca Atlapitz.



CONCLUSIONES

El río Atoyac y sus afluentes se encuentran actualmente contaminados, principalmente por materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes, tóxicos orgánicos, bacterias y color.

No se han alcanzado las metas de calidad del agua establecidas en la Declaratoria de Clasificación. Para alcanzarlas es necesario establecer Condiciones Particulares de Descarga, con base en la Declaratoria, a todos los usuarios que descargan sus aguas residuales al río Atoyac y a sus afluentes, quienes deberán construir, ampliar o modificar sus plantas de tratamiento, para cumplirlas.

Por materia orgánica se encuentra fuertemente contaminado en las zonas 2, 3, 4, 5 y 6.

También se encuentran contaminados por materia orgánica, los ríos Chiquito, San Ignacio, Rabanillo y Zahuapan, los arroyos Zanja Real y Metlapanapa y la barranca Atlapitz y fuertemente contaminados los ríos Cotzala, Xochiac, Xoapanac, Tlapalac, y San Francisco, los arroyos Prieto, Zapotero y Atenco y la Barranca Honda.

El río Atoyac presenta fuerte contaminación microbiológica en todo su cauce, así como en los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda.

El río Atoyac presenta contaminación por nutrientes en todo su cauce, así como en los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda.

Se encuentran contaminadas por detergentes (SAAM), las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del río Atoyac, así como los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda.

Por color, se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del cauce principal del río Atoyac, así como los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Tlapalac, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, Rabanillo y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real, Prieto, Metlapanapa, Zapatero y Atenco, y las barrancas Atlapitz y Honda.

Por bis(2-etilhexil) ftalato, se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, así como los ríos Atotonilco, Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, y San Francisco, los arroyos Capuente, Zanja Real y Atenco, y la barranca Atlapitz.

Por dietilftalato, se encuentra contaminado el río San Francisco, y se encontró indicios de contaminación en las zonas 2, 5 y 6 del río Atoyac, y los ríos Xopanac y Xochiac, el arroyo Atenco y la barranca Atlapitz.

Por Fenoles totales, se encuentran contaminadas las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, así como los ríos Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Atotonilco, Xochiac, Xopanac, Zahuapan, y San Francisco, el arroyo Atenco, y la



barranca Atlapitz, y con indicios de contaminación el río San Ignacio y los arroyos Capuente y Zanja Real.

Se encuentran presentes otros contaminantes como cloroformo, cloruro de metilo, cadmio, cromo, mercurio, plomo, cianuros, sulfatos, aluminio, cobre, fierro, grasas y aceites, sólidos disueltos, sulfuros y zinc.

Se encontró alta toxicidad en el cauce del río Atoyac, en las zonas 2, 3, 4, 5 y 6. Los afluentes con mayor toxicidad son los ríos Chiquito, Tlapalac, Xochiac, Xopanac y San Francisco, el arroyo Atenco y la barranca Honda.

Si bien la presa Manuel Ávila Camacho no está incluida en la Declaratoria, se consideró en este análisis, ya que es el cuerpo receptor de las aguas del río Atoyac; encontrándose que la presa Manuel Ávila Camacho está contaminada con nutrientes, nitrógeno amoniacal, color y coliformes fecales, principalmente.



BIBLIOGRAFÍA

- 1 Brown, L.C., Barnwell, T. O., 1987. The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E UNCAS: Documentation and User Manual. EPA-600/3-87/007. U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia.
- 2 Cámara de Diputados, 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada DOF 04-06-2012, México.
- 3 Comisión Nacional del Agua, 2009. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, México. Última reforma publicada DOF 18-04-2008.
- 4 Comisión Nacional del Agua, 2010, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, en Normas Oficiales Mexicanas, SEMARNAT, México, 2010.
- 5 Comisión Nacional del Agua, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio 1998, en Normas Oficiales Mexicanas, SEMARNAT, México, 2010.
- 6 Comisión Nacional del Agua. Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2015, México.
- 7 Comisión Nacional del Agua. Sistematización del cálculo de cargas máximas admisibles de contaminantes en el río Alseseca (Puebla) y en el río Apatlaco (Morelos), Informe OMM/PREMIA No. GCA 01/2011, México.
- 8 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2003. Metas de Calidad del Agua de Referencia, SGT-GSCA-ECA. México.
- 9 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2005. Estudio de Clasificación del río Zahuapan, Puebla-Tlaxcala, Convenio No. CNA-IPN-SGT-GRB-MOR-05-005-RF México.
- 10 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2007. Actualización de los estudios de clasificación de cuerpos de agua. Contrato No. SGT/GSCA-03-03, México.
- 11 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2008. Estudio de clasificación del río Atoyac, Puebla-Tlaxcala. Convenio No. CNA-IMTA-SGT-GRB-MOR-05-004-RF, México.
- 12 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Organismo de Cuenca Golfo Norte. Dirección Local en Querétaro, 2008. Estudio de Clasificación del Río San Juan del Río (México-Querétaro-Hidalgo), México.
- 13 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Organismo de Cuenca Balsas. Dirección Local en Puebla. 2009. Estudio de Clasificación del río Alseseca, Puebla, México.



BIBLIOGRAFÍA

- 14 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Organismo de Cuenca Balsas, 2009. Estudio de Clasificación del río Apatalco, México.
- 15 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2010. Establecimiento de límites de descarga de contaminantes del río Zahuapan por descargas de aguas residuales municipales y no municipales. INFORME OMM/PREMIA No. 3678-10/REM/PEX, México.
- 16 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2010. Sistematización de cargas contaminantes y límites permisibles de descarga para las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua nacionales que facilite la estimación de costos de tratamiento. Informe OMM/PREMIA No. GCA 02/2010, México.
- 17 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua, 2019. Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua. Resultados de Calidad del Agua a partir de 2012.
- 18 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Dirección Local en Guanajuato. Comisión de Cuenca del Río Turbio. Agencia de Cooperación Internacional de Japón. Estudio de Calidad del Agua del río Turbio, Gto.
- 19 Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Informe OMM/PREMIA No. GCA 04/2013. Modelación matemática de escenarios de regulación de contaminantes para la clasificación del río Turbio y sus principales afluentes (ríos Santiago y Pénjamo, y los arroyos Hondo y Guaje), así como sus afluentes secundarios, en Guanajuato, México 2013.
- 20 Environmental Protection Agency, 1985. QUAL2E User Manual, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., Technical Bulletin No. 457.
- 21 Environmental Protection Agency, 1987. Development document for effluent limitations guidelines new source performance standards and pretreatment standards for the organic chemicals and the plastics and synthetic fibers point source category. Vol. I and II., USA.
- 22 Environmental Protection Agency, 1995. QUAL2E Windows Interface User's Guide, EPA/823/B/95/003, U.S., Athens, Georgia.
- 23 Gobierno de Bolivia 2001. Decreto Supremo No. 26171. Que modifica el Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos. Límites máximos permisibles para cuerpos de agua según su aptitud de uso.
- 24 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2010. Actualización del Estudio de Calidad del Agua del río Santiago (Desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta la presa Santa Rosa). CEA-UEAS-IMTA-01/2010, México.
- 25 International Financial Corporation, International Bank for Reconstruction and Development IBRD. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad - Niveles de efluentes por tipo de industria, USA.



BIBLIOGRAFÍA

- 26 Linfield, C. Brown, Thomas O. Barnwell. The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E UNCAS: Documentation and User Manual. EPA-600/3-87/007. U.S. Environmental Protection Agency, 1987. Athens, Georgia.
- 27 Ministerio de Obras Públicas, 1978. Norma Chilena Oficial N°1333. Aprobada por Decreto Supremo N°867 del 07/04/1978, Chile.
- 28 Organización Mundial de la Salud, 1995. Guías para la Calidad del Agua Potable, Segunda Edición. Vol. 1. Recomendaciones, Ginebra, Suiza.
- 29 Rojas García, José Alfredo, 2002. Simulación de la calidad del agua de corrientes superficiales para la determinación de límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales. Tesis. UNAM, México.
- 30 Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, CE-CCA-001/89. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989, México.
- 31 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de julio de 2011, México.
- 32 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Declaratoria de clasificación de los ríos San Juan del Río, Ñadó y Aculco. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 24 de junio de 2009, México.
- 33 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Declaratoria de clasificación del Río Coatzacoalcos, sus afluentes (Río Calzadas, Arroyo Gopalapa y Arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de febrero de 2008, México.