

Tabla 23. División de la Corriente por Tramos y Datos de Campo

	Descripción	DBO ⁵ mg/l	DBO _u mg/l	Aforo m ³ /s	Long. m	Velocidad m/s
1	Río Zahuapan confluencia barranca "la ladera"	29.45	27.16	0.346	6100	0.0500
	Barranca Texopa-Tlaxcantitla (MD)	14.75	17.85	0.0010		
	Barranca Analco (MD)	23.40	28.32	0.0010		
	Barranca S/N	53.80	65.12	0.0050		
	Río Zahuapan a. abajo Barranca S/N		31.53	0.0416		
2	Río Zahuapan a. arriba Barranca S/N A (Xaltocan)	40.30	27.14	0.0416	10775	0.0933
	Barranca S/N A (Xaltocan)	119.85	128.28	0.0030		
	Descarga Xaltocan (MD)	181.96	305.86	0.0063		
	Barranca S/N B (Xaltocan) (MD)	290.00	350.99	0.0001		
	Barranca Zacatepec (MI)	39.90	47.08	0.0050		
	Manantiales San Dionisio (MI)	9.52	11.52	0.0010		
	Descarga 1 Planta de Trat. Apizaco "B" (MI)	38.90	119.82	0.0950		
	Descargas 2 Planta de Trat. Apizaco "B" (MI)	68.95	304.58	0.0020		
	Arroyo San Benito o Atlixlac (MI)	75.05	63.91	0.0480		
	Río Zahuapan a. abajo Arroyo San Benito		139.10	0.1993		
3	Río Zahuapan a. arriba Arroyo Huacaltzingo		88.23	0.1993	6075	0.2018
	Arroyo Huacaltzingo (MI)	171.15	331.63	0.0060		
	Planta de bombeo Atlihuahuetzia (MD)	95.34	95.34	-0.0090		
	Drenaje de riego Atlihuahuetzia (MD)	87.63	87.63	0.0013		
	Derivación Atlihuahuetzia (MD)	93.78	93.78	-0.0140		
	Presa Metecatlan (MI)	90.20	90.20	-0.0120		
	Descarga Atlihuahuetzia (Fosa séptica) (MD)	214.61	339.80	0.0080		
	Río Zahuapan a. abajo Descarga Atlihuahuetzia		505.22	0.1724		
**	Cascada Atlihuahuetzia 20 m de caída					
4	Río Zahuapan a. arriba Descarga Hotel Misión	85.00	86.14	0.1724	475	0.1915
	Descarga Hotel Misión (MD)	286.00	346.15	0.0030		
	Río Ocotoxco(MD)	68.10	82.42	0.0300		
	Río Zahuapan a. abajo Río Ocotoxco		81.34	0.2045		
	Río Zahuapan a. arriba Manantiales Palo Huerfano	17.93	89.36	0.2045	5725	0.1726
	Manantiales Palo Huerfano (MI)	9.76	11.82	0.0040		
	Arroyo excedentes de riego manantiales Palo H.	20.25	24.51	0.0010		
	Río Atenco o Tequisquiatl (MI)	31.65	29.53	0.3420		
	Derivación Belen (MD)	28.85	51.40	-0.0013		
	Río dos arroyos (MI)	22.30	21.46	0.0100		
	Manantiales Belen (MI)	12.16	11.29	0.0005		
	Arroyo Metlahuapan (MI)	11.52	14.84	0.0150		
	Manantiales el molinito (MD)	6.50	7.87	0.0080		
	Arroyo S/N (MD)	10.93	13.23	0.01		
	Río Zahuapan a. abajo Arroyo S/N		27.93	0.5946		

	Descripción	DBO ⁵	DBOu	Aforo	Long.	Velocidad
6	Río Zahuapan a. arriba Descarga Contla		47.52	0.5946	8600	0.3355
	Descarga Contla (MI)	234.26	284.12	0.0010		
	Descarga Lag. De Ox. San Pablo Apetatitlan (MI)	285.39	413.66	0.0100		
	Barranca El Cristo	5.79	7.00	0.0050		
	Río Los Negros	116.96	164.75	0.0076		
	Descarga cruda No. 1 de Tlaxcala	541.95	1052.98	0.0100		
	Descarga cruda No. 2 de Tlaxcala	272.72	363.75	0.0015		
	Descarga cruda No. 3 de Tlaxcala	685.75	829.98	0.0050		
	Descarga cruda No. 4 de Tlaxcala	614.24	743.43	0.0020		
	Barranca Totolac (MD)	516.34	990.99	0.0080		
	Descarga 1 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	511.80	619.44	0.2057		
	Descarga 2 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	573.00	693.51	0.0100		
	Descarga 3 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	246.00	297.74	0.0890		
	Descarga Totolac	284.95	447.34	0.0050		
	Planta de Bombeo Panotla (MD)	145.98	228.36	-0.0057		
	Canal lateral derecho Presa Panotla	228.36	228.36	-0.3730		
	Canal lateral izquierdo Presa Panotla	228.36	228.36	-0.0400		
Río Zahuapan a. abajo Canal lateral izq. Presa P.		228.36	0.5357			
7	Río Zahuapan a. arriba Descarga Laguna de Ox. P.	66.06	215.64	0.5357	6200	0.1707
	Descarga Laguna de Ox. Panotla (MD)	120.56	145.93	0.0070		
	Barranca Monterrey (MI)	245.30	364.91	0.0080		
	Río Totolac (MI)	28.45	188.33	0.1160		
	Río Zahuapan a. abajo Río Totolac		205.85	0.6667		
8	Río Zahuapan a. arr. Represa Ejido Sta. Apolonia	29.20	192.17	0.6667	4225	0.1733
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143.35	192.17	-0.0130		
	Descarga No. 1 quesería Tetlatlahuca (MI)	729.82	729.82	0.0050		
	Descarga No. 2 quesería Tetlatlahuca (MI)	706.34	706.34	0.0003		
	Descarga Tetlatlahuca (MI)	891.40	1141.3	0.0080		
	Río Zahuapan a. abajo Descarga Tetlatlahuca		207.82	0.6670		
9	Río Zahuapan a. arr. Represa 1 Ejido Tetlatlahuca	76.57	206.34	0.6670	4850	0.1115
	Represa 1 ejido Tetlatlahuca (MI)	206.34	206.34	-0.1400		
	Represa 1 ejido La Concordia (MD)	202.57	202.57	-0.1300		
	Represa 2 Ejido Tetlatlahuca (MI)	218.22	202.57	-0.0144		
	Represa 3 ejido Tetlatlahuca (MI)	194.74	194.74	-0.0250		
	Represa 2 ejido La Concordia (MD)	194.25	194.25	-0.0400		
	Presa Santa Agüeda	191.18	191.18	-0.1400		
	Río Zahuapan a. abajo Presa Sta. Agüeda		160.15	0.1776		
10	Río Zahuapan a. arriba Río Viejo	19.40	144.57	0.1776	6975	0.1617
	Río Viejo (MI)	70.56	70.56	0.1100		
	Barranca de Guardia (MI)	60.16	81.09	0.0380		
	Barranca Corazón de Jesús (MI)	194.50	235.41	0.0190		
	Barranca S/N (MD)	136.20	164.85	0.0014		
	Descarga San Buena Ventura (MI)	442.00	534.96	0.0020		
	Descarga Corredor industrial Xicotzinco (MI)	106.01	59.85	0.0060		
	Río Zahuapan antes de la confluencia con el Atoyac	115.96	115.96	0.3620		

7.7 Aplicación del Modelo Matemático

Tabla 24. Parámetros básicos del tramo 1 para la aplicación del modelo

Estación	Longitud m	Gasto m ³ /s	Velocidad m/s	O.D. mg/l	DBOu mg/l	T agua °C
1	6100	1.1346	0.050	5.4	35.64	16
2		1.0346			27.16	
3		0.001			17.85	
4		0.001			28.32	
5		0.005			65.12	
6		0.0416			31.53	

Ejemplo para el tramo 1

Tiempo de Recorrido (T_R).

$$T_R = \frac{Long / Vel}{86400} = \frac{6100 / 0.050}{86400} = 1.41 \text{ dias}$$

Constante de Desoxigenación (K_D)

$$K_D = \left(\frac{1}{T_R} \right) \left\{ \ln \left[\frac{DBO_1}{DBO_{2,1}} \right] \right\} = \left(\frac{1}{1.41} \right) \left\{ \ln \left(\frac{35.64}{27.16} \right) \right\} = 0.19 \text{ dia}^{-1}$$

Corrección de K_D por temperatura (K_{DC}).

$$K_{DC} = (K_D)(1.047^{(temp-20)}) = (0.19)(1.047^{(16-20)}) = 0.16 dia^{-1}$$

Demanda Bioquímica de oxígeno en el tiempo t (L_2).

$$L_2 = (DBO_1)(e^{(-K_{DC} * T_2)}) = (35.64)(e^{(-0.16 * 1.41)}) = 28.44 mg / l$$

DBO para el siguiente tramo (L_4).

$$L_4 = \frac{L_2 Q_2 + L_3 Q_3}{Q_2 + Q_3}$$

$$L_4 = \frac{(27.16 * 0.0346) + (17.85 * 0.001) + (28.32 * 0.001) + (65.12 * 0.005)}{0.0346 + 0.001 + 0.001 + 0.005} = 31.53 mg / l$$

Oxígeno de Saturación (C_s).

$$C_s = (14.625 - 0.3943(T) + 0.0077(T^2) - 0.0000646(T^3)) \frac{P_{atm}}{760}$$

$$C_s = (14.625 - 0.3943(16) + 0.0077(16^2) - 0.0000646(16^3)) \frac{580}{760} = 7.65 mg / l$$

Déficit inicial de oxígeno (Do).

$$Do = Cs - OD_1 = 7.65 - 5.4 = 2.25 \text{ mg / l}$$

Déficit crítico (Dc).

$$Dc = CS - OD_{perm} = 7.65 - 3.2 = 4.45 \text{ mg / l}$$

Tiempo crítico (Tc).

Para poder obtener Tc, es necesario conocer el valor del factor de autopurificación (f), el factor "f" es una constante de la autopurificación que se puede obtener en tablas o bien calcularse.

En este caso el valor se obtuvo de la siguiente tabla.

Tabla 25. Factor f

Velocidad de la corriente	Factor f
$V \leq 0.02$	1.0
$0.02 < V \leq 0.056$	1.1
$0.056 < V \leq 0.092$	1.2
$0.092 < V \leq 0.128$	1.3
$0.128 < V \leq 0.164$	1.4
$0.164 < V \leq 0.2$	1.5
$0.2 < V \leq 0.26$	1.6
$0.26 < V \leq 0.32$	1.7
$0.32 < V \leq 0.38$	1.8
$0.38 < V \leq 0.44$	1.9
$0.44 < V \leq 0.5$	2.0
$0.5 < V \leq 0.66$	2.1
$0.66 < V \leq 0.72$	2.2
$0.72 < V \leq 0.88$	2.3
$0.88 < V \leq 1.04$	2.4
$1.04 < V \leq 1.20$	2.5
$1.20 < V \leq 1.36$	2.6
$1.36 < V \leq 1.52$	2.7
$1.52 < V \leq 1.68$	2.8
$1.68 < V \leq 1.84$	2.9
$1.84 < V \leq 2.00$	3.0
$V > 2.00$	4.0

Fuente: Castelan Crespo 1994

$$T_c = \frac{1}{K_{DC}(f-1)} \ln \left[f \left(1 - \{f-1\} \left(\frac{D_o}{DBO_1} \right) \right) \right]$$

$$Tc = \frac{1}{0.16(1.1-1)} \ln \left[1.1 \left(1 - \left\{ 1.1 - 1 \right\} \left(\frac{2.25}{27.16} \right) \right) \right] = 5.44 \text{ dias}$$

Déficit máximo de descarga.

$$Dil = DBO_{obj} - DBO_1 = 80 - 27.16 = 52.84 \text{ mg / l}$$

Asimilación (Asim.)

$$Asim = \frac{(Dc)(f)}{e^{(-K_{DC} * T_R)}} = \frac{(4.45)(1.1)}{e^{(-0.16 * 1.41)}} = 6.14 \text{ mg / l}$$

Carga de asimilación (Lc).

$$Lc = (Asim)(86.4)(Q) = (6.14)(86.4)(0.0416) = 22.06 \text{ kg / dia}$$

Carga Real (L_R)

$$L_R = [(DBO_1)(Q_1) + (DBO_2)(Q_2) + \dots](86.4)$$

$$L_R = [(17.85)(0.001) + (28.32)(0.001) + (65.12)(0.005)](86.4) = 32.12 \text{ kg / dia}$$

Porcentaje de remoción (Re).

$$Re = \frac{L_R - L_C}{L_R}(100) = \frac{32.12 - 22.06}{32.12}(100) = 31.32\%$$

Tabla 26. Resultados obtenidos para el tramo 1

Constante o parámetro	Valor
T _R (dias)	1.41
K _D (dia ⁻¹)	0.19
K _{DC} (dia ⁻¹)	0.16
L ₂ (mg/l)	28.44
L ₄ (mg/l)	31.53
C _s (mg/l)	7.65
D _o (mg/l)	2.25
D _c (mg/l)	4.45
T _c (dias)	5.44
Dilución (mg/l)	52.84
Asimilación (mg/l)	6.14
L _c (Kg/día)	22.06
L _R (Kg/día)	32.12
Re (%)	31.32

7.7.1 Condiciones actuales

Con los datos originales obtenidos en campo, al correr el modelo matemático se tiene que en los tramos 4, 5 y 6 que comprenden 33 estaciones de monitoreo (Río Zahuapan a. arriba descarga Hotel Misión hasta Río Zahuapan a. abajo presa Panotla) se obtiene una KD con valores de 30.48, 0 y 2.15 que se encuentran fuera de rango, estos valores se presentan debido a que el modelo está diseñado considerando que la DBOu aguas arriba es menor que la DBOu aguas abajo y que en el recorrido del tramo la masa de agua se purifica.

En el tramo 4, 5 y 6 se tienen valores de DBOu al inicio y final de tramo de:

	DBOu inicio	DBOu final
Tramo 4	86.14	89.39
Tramo 5	89.36	90.12
Tramo 6	47.52	228.36

lo cual indica que la corriente en estos tramos no logra recuperarse. Situación que altera el modelo matemático.

Para hacer válida la modelación, se modificaron datos de DBOu en estos tramos, tomando en consideración una reducción del 50 % en las descargas que no cuentan con planta de tratamiento y en el caso de las descargas Apizaco "B" y ECCAET Tlaxcala se considera una eficiencia del 95% en su tratamiento.

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DBO6 mg/l	DBO5u mg/l	DBO OBJ mg/l 80.00	AFORO m³/seg	DIST. m	L4 mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PFORM. mg/l	OD. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °C	TR dias	MD dias-1	KDc dias-1	
1	Rio Zahuapan confluencia con boca La Ladera	29.45	35.64	80.00	0.0346	0.00	20.90	6,100.00	580.00	3.20	5.40	0.0500	1.10	18.00	1.41	0.19	0.160	
	Rio Zahuapan aguas arriba boca Texopa	14.75	27.16		0.0346	3,250.00												
	Barranca Texopa-Tlacotalilla (MD)	23.40	17.85		0.0010	1,925.00												
	Barranca Arribo (MD)	53.80	28.32		0.0010	925.00												
	Barranca sin nombre (MI)		65.12		0.0050													
	Rio Zahuapan a. ab. boca sin nombre		31.53		0.0416		31.53	10,775.00	580.00	3.20	4.30	0.0933	1.30	18.00	1.34	0.11	0.102	
2	Rio Zahuapan aguas arriba boca sin (A) Xaliscoan	40.30	27.14	80.00	0.0416	3,025.00												
	Barranca sin nombre (A) Xaliscoan (MD)	119.85	128.28		0.0030	305.00												
	Descarga Xaliscoan (MD)	181.98	305.86		0.0063	325.00												
	Barranca sin nombre (B) Xaliscoan (MD)	290.00	350.99		0.0001	250.00												
	Barranca Zacatepec (MI)	38.90	47.08		0.0050	3,450.00												
	Manantiales San Dordico (MI)	9.52	11.52		0.0010	1,900.00												
	Descarga 1 Planta de Tratamiento Apizaco "B" (MI)	38.90	119.82		0.0950	1,800.00												
	Descarga 2 Planta de Tratamiento Apizaco "B" (MI)	68.96	304.58		0.0020	75.00												
	Arroyo San Benito o Ahuaca (MI)	75.06	63.81		0.0480	150.00												
	Rio Zahuapan a. ab. Arroyo San Benito		86.00		0.1983		0.98											
3	Rio Zahuapan a. arr. arroyo de Huacalzingo	171.15	88.23	80.00	0.1993	1,000.00		6,075.00	580.00	3.20	3.28	0.2018	1.60	17.00	0.35	0.24	0.211	
	Arroyo de Huacalzingo (MI)	95.34	331.63		0.0060	1,000.00												
	Planta de Bombeo Ahuacuzta (MD)	87.63	95.34		-0.0090	1,525.00												
	Drenaje de Riego Ahuacuzta (MD)	93.78	87.63		0.0013	350.00												
	Descarga Ahuacuzta (MD)	90.20	93.78		-0.0140	1,100.00												
	Presa Metecatlan (MI)	214.61	90.20		-0.0120	2,000.00												
	Descarga Ahuacuzta (fosa séptica) (MD)		339.80		0.0060	100.00												
	Rio Zahuapan a. ab. descarga Ahuacuzta		206.64		0.1724		106.64											
4	Rio Zahuapan a. arr. desc. Hotel Misón	85.00	86.14	80.00	0.1724	350.00		475.00	580.00	3.20	5.56	0.1915	1.50	17.00	0.03	0.48	0.565	
	Descarga Hotel Misón (MD)	288.00	346.15		0.0030	25.00												
	Rio Ocotitlán-Tlacotalilla (MD)	68.10	82.42		0.0300													
	Rio Zahuapan a. ab. rio Ocotitlán		89.39		0.2054		106.40											
5	Rio Zahuapan a. arr. Manantial Palo Huertano	17.93	86.36	80.00	0.2054	850.00		5,725.00	580.00	3.20	5.20	0.1728	1.50	18.00	0.38	0.00	0.001	
	Manantiales Palo Huertano (MI)	9.76	11.82		0.0040	175.00												
	Arroyo escurientes de Negro mansant. Palo Huertano	20.25	24.51		0.0010	900.00												
	Rio Atenco o Tepesqueles (MI)	31.65	29.53		0.3420	200.00												
	Descarga Balen (MD)	28.85	51.40		-0.0013	1,000.00												
	Rio Dos Arroyos (MI)	22.30	21.46		0.0100	1,000.00												
	Manantiales de Balen (MI)	12.16	11.29		0.0005	825.00												
	Arroyo Metehuapan (MI)	11.52	14.84		0.0150	1,025.00												
	Manantiales el Molinito (MD)	6.50	7.87		0.0080	500.00												
	Arroyo sin Nombre (MD)	10.93	13.23		0.01	250.00												
Rio Zahuapan a. ab. arroyo sin nombre		90.12		0.5946		90.12												
	Rio Zahuapan a. arr. descarga Corta	234.26	47.52	80.00	0.5946	675.00		8,600.00	580.00	3.20	4.30	0.3351	1.80	18.00	0.30	2.15	1.965	
	Descarga Corta (MI)	285.39	284.12		0.0010	75.00												
	Descarga Lag. de Ox. San Pablo Apetatlán (MI)		413.66		0.0100													

Cascada Ahhuacuzta (20 metros)

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DBO5 mg/l	DBO4 mg/l	DBO5U mg/l	DBO5U 80,00	AFORO m ³ /seg	DIST. m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	TEMP. °C	TR dias	KD dias ⁻¹	KDs dias ⁻¹
6	Barranca el Cristo (MD)	5 79	7 00			0 0050	950 00										
	Rio de los Negros (MI)	116 96	164 75			0 0076	1 100 00										
	Descarga cruda No 1 de Tlaxcala (MI)	541 95	1 052 98			0 0100	1 550 00										
	Descarga cruda No 2 de Tlaxcala (MI)	272 72	363 75			0 0015	325 00										
	Descarga cruda No 3 de Tlaxcala (MI)	685 75	829 98			0 0050	350 00										
	Descarga cruda No 4 de Tlaxcala (MI)	614 24	743 43			0 0020	300 00										
	Barranca Totolac (MD)	516 34	960 99			0 0080	1 300 00										
	Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala	511 80	619 44			0 2057	175 00										
	Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala	573 00	693 51			0 0100	100 00										
	Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala	246 00	297 74			0 0890	75 00										
	Descarga Totolac (MD)	284 95	447 34			0 0050	275 00										
	Planta de Bombeo Parotla (MD)	145 98	228 36			-0 0057	1 200 00										
	Canal Lateral derecho Presa Parotla	228 36	228 36			-0 3730	100 00										
	Canal Lateral izquierdo Presa Parotla	228 36	228 36			-0 0400	50 00										
Rio Zahuapan a. abaj Presa Parotla	228 36	228 36			0 5357		235 35										
7	Rio Zahuapan a. arr. Desc Lag Ox. Parotla	66 06	215 64			0 5357			6 200 00	580 00	3 20	3 30	0 1707	18 00	0 42	0 14	0 124
	Descarga Laguna de Oxidacion Parotla (MD)	120 56	145 93			0 0070	3 325 00										
	Barranca Montaney (MI)	245 30	364 91			0 0080	1 925 00										
	Rio Totolac (MD)	28 45	188 33			0 1160	950 00										
	Rio Zahuapan a. ab. Rio Totolac		205 85			0 6667		211 86									
	Rio Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Santa Apol	29 20	192 17			0 6667			4 225 00	580 00	3 20	3 70	0 1733	19 00	0 28	0 24	0 233
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143 35	160 45			-0 0130	3 700 00										
	Descarga No 1 queveritas Totolahuca (MI)	729 82	729 82			0 0050	150 00										
	Descarga No 2 queveritas Totolahuca (MI)	706 34	706 34			0 0003	150 00										
	Descarga Totolahuca (MI)	891 40	1 141 33			0 0080	225 00										
9	Rio Zahuapan a. ab. descarga totolahuca		207 82			0 6670		208 43									
	Rio Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Totolahuca	76 57	206 34			0 6670			4 850 00	580 00	3 20	1 82	0 1115	22 00	0 50	0 01	0 016
	Represa 1 Ejido Totolahuca (MI)	206 34	206 34			-0 1400	425 00										
	Represa 1 Ejido La Concordia (MD)	202 57	202 57			-0 1300	725 00										
	Represa 2 Ejido Totolahuca (MI)	218 22	202 57			-0 0144	50 00										
	Represa 3 Ejido Totolahuca (MI)	194 74	194 74			-0 0250	1 575 00										
	Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	194 25	194 25			-0 0400	175 00										
	Presas Santa Agueda (MD y MI)	191 18	191 18			-0 1400	1 900 00										
	Rio Zahuapan a. ab. Presa Santa Agueda	160 15	160 15			0 1776		225 71									
	Rio Zahuapan aguas arr. Rio Viejo	19 40	144 57			0 1776			6 975 00	580 00	3 20	3 90	0 1617	20 00	0 50	0 21	0 205
10	Rio Viejo (MI)	70 56	70 56			0 1100	4 225 00										
	Barranca de Guadalupe (MI)	80 16	81 09			0 0380	900 00										
	Barranca Corazon de Jesus (MI)	194 50	235 41			0 0190	200 00										
	Barranca en nombre (chance de lago) (MD)	136 20	164 85			0 0014	250 00										
	Descarga San Buenaventura (MI)	442 00	534 96			0 0020	1 250 00										
	Descarga Corredor Industrial Xicotlahuca (MI)	106 01	59 85			0 0060	150 00										
	Rio Zahuapan antes de la confluencia con el Rio A	115 96	115 96			0 3620	100 00										

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	L2 mg/l	Cs mg/l	Do mg/l	De mg/l	Te días	Dind (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	JA log/día	Lr log/día	Re %
1	Río Zahuapan confluencia con los La Ladera	21.67	7.65	2.25	4.45	5.44	52.84	6.14	22.06	32.12	31.32
	Río Zahuapan aguas arriba de los Texopa Barranca Texopa - Escamela (MD) Barranca Anasco (MD) Barranca en nombre (MI) Río Zahuapan a ab deca sin nombre										
2	Río Zahuapan aguas arriba de (A) Xellocan	23.67	7.36	3.06	4.16	7.42	52.86	6.21	108.67	1,525.26	92.99
	Barranca sin nombre (A) Xellocan (MD) Descarga Xellocan (MD) Barranca sin nombre (B) Xellocan (MD) Barranca Zecatepec (MI) Mantales San Dionicio (MI) Descarga 1 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI) Descarga 2 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI) Arroyo San Benito o Atzaca (MI) Río Zahuapan a ab Arroyo San Benito										
3	Río Zahuapan a ab arroyo de Huacatzingo	81.97	7.50	4.22	4.30	3.46	NULA	7.41	110.40	135.54	18.55
	Arroyo de Huacatzingo (MI) Planta de Bombeo Ahuatzis (MD) Drenaje de Riego Ahuatzis (MD) Derivación Ahuatzis (MD) Presa Matecatlan (MI) Descarga Ahuatzis (fosa séptica) (MD) Río Zahuapan a ab descarga Ahuatzis										
4	Río Zahuapan a ab desc Hotel Misón	40.19	7.50	1.94	4.30	0.03	NULA	13.84	245.57	303.35	19.05
	Descarga Hotel Misión (MD) Río Ocotitlan-Tetihuatpec (MD) Río Zahuapan a ab río Ocotitlan										
5	Río Zahuapan a ab Mantales Palo Huertano	88.33	7.23	2.03	4.03	943.70	NULA	6.05	310.67	928.14	66.53
	Mantales Palo Huertano (MI) Arroyo exdentes de río mantales Palo Huertano Río Anasco o Tequisque (MI) Derivación Belen (MD) Río Dos Arroyos (MI) Mantales de Belen (MI) Arroyo Metahuapan (MI) Mantales el Molento (MD) Arroyo sin nombre (MD) Río Zahuapan a ab arroyo sin nombre										
	Río Zahuapan a ab descarga Conis	26.51	7.36	3.06	4.16	0.34	32.48	13.44	621.92	8,451.91	92.84
	Descarga Conis (MI) Descarga Lag. de Oca San Pablo Apaxtepec (MI)										

TRAMOS	DESCRIPCION	L2 mg/l	Ca mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/dia	Lr kg/dia	Ra %
6	Barranca el Cristo (MD) Rio de las Negros (MI) Descarga cruda No. 1 de Texcala (MI) Descarga cruda No. 2 de Texcala (MI) Descarga cruda No. 3 de Texcala (MI) Descarga cruda No. 4 de Texcala (MI) Barranca Tototlac (MD) Desc. No. 1 planta de tratamiento ECCALET Texcalt Desc. No. 2 planta de tratamiento ECCALET Texcalt Desc. No. 3 planta de tratamiento ECCALET Texcalt Descarga Tototlac (MD) Planta de Bombeo Parotla (MD) Canal Lateral derecho Presa Parotla Canal Lateral izquierdo Presa Parotla Rio Zarzapán a abajo Presa Parotla										
7	Rio Zarzapán a arr. Desc. Lag. Ox. Parotla Descarga Laguna de Desección Parotla (MD) Barranca Monterrey (MI) Rio Tototlac (MD) Rio Zarzapán a ab. Rio Tototlac	204.66	7.36	4.08	4.16	6.37	NULLA	6.56	379.08	2,228.00	82.99
8	Rio Zarzapán aguas arr. Represa Ejido Santa Apol Represa Ejido Santa Apolona (MD) Descarga No. 1 queseras Tototlanuca (MI) Descarga No. 2 queseras Tototlanuca (MI) Descarga Tototlanuca (MI) Rio Zarzapán a ab. descarga Tototlanuca	179.95	7.23	3.53	4.03	3.40	NULLA	6.46	372.03	942.26	60.52
9	Rio Zarzapán aguas arr. Represa Ejido Tototlanuca Represa 1 Ejido Tototlanuca (MI) Represa 1 Ejido La Concordia (MD) Represa 2 Ejido Tototlanuca (MI) Represa 3 Ejido Tototlanuca (MI) Represa 2 Ejido La Concordia (MD) Presa Santa Aguada (MD y MI) Rio Zarzapán a ab. Presa Santa Aguada	204.73	6.97	5.05	3.67	54.62	NULLA	4.80	73.69	0.00	0.00
5	Rio Zarzapán aguas arr. Rio Viejo Rio Viejo (MI) Barranca de Guardia (MI) Barranca Corazon de Jesus (MI) Barranca sin nombre (drenaje de riego) (MD) Descarga San Buenaventura (MI) Descarga Corredor Industrial Xicotzinco (MI) Rio Zarzapán aguas de la confluencia con el Rio M	130.51	7.10	3.20	3.90	3.99	NULLA	6.05	189.31	1,466.69	87.09

TRAMOS	DESCRIPCION	PROX. DEOS mg/l	DBO5 mg/l	DBO OBJ mg/l 80.00	AFORO m3/seg	DIST. m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OO. PERM. mg/l	OO. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °c	TR dias	KD dias-1	RDC dias-1	
1	Rio Zahuapan confluencia con boca La Ladrera	28.45	35.64	80.00	0.0346	0.00	20.90	6,100.00	560.00	3.20	5.40	0.0500	1.10	16.00	1.41	0.19	0.160	
	Rio Zahuapan aguas arriba boca Tenepoc	14.75	27.16		0.0010	3,250.00												
	Barranca Tenepoc-Tlacotalilla (MD)	23.40	28.32		0.0010	1,925.00												
	Barranca Arnelco (MD)	53.80	65.12		0.0050	925.00												
	Barranca sin nombre (MI)		31.53		0.0416		31.53											
2	Rio Zahuapan aguas arriba boca (A) Xalisco	40.30	27.14	80.00	0.0416			10,775.00	560.00	3.20	4.30	0.0533	1.30	16.00	1.34	0.11	0.102	
	Barranca sin nombre (A) Xalisco (MD)	119.85	128.28		0.0030	3,025.00												
	Descarga Xalisco (MD)	161.96	152.93		0.0063	325.00												
	Barranca sin nombre (B) Xalisco (MD)	280.00	175.50		0.0001	250.00												
	Barranca Zacatepec (MI)	38.90	47.08		0.0050	3,450.00												
	Marranales San Onofre (MI)	9.52	11.52		0.0010	1,900.00												
	Descarga 1 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	38.90	101.85		0.0650	1,900.00												
	Descarga 2 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	68.95	258.89		0.0020	75.00												
	Arroyo San Bartilo o Ahitosa (MI)	75.05	63.91		0.0480	150.00		0.94										
	Rio Zahuapan s. ab. Arroyo San Bartilo		96.00		0.1993													
3	Rio Zahuapan s. ab. arroyo de Huacalzingo		68.23	80.00	0.1993			6,075.00	560.00	3.20	3.28	0.2018	1.60	17.00	0.35	0.24	0.211	
	Arroyo de Huacalzingo (MI)	171.15	331.63		0.0060	1,000.00												
	Planta de Bombeo Ahituzas (MD)	85.34	95.34		-0.0090	1,525.00												
	Drainaje de Riego Ahituzas (MD)	87.63	67.63		0.0013	350.00												
	Drainaje de Riego Ahituzas (MD)	93.78	93.78		-0.0140	1,100.00												
	Presal Metcatlan (MI)	90.20	90.20		-0.0120	2,000.00												
	Descarga Ahituzas (fosas sépticas) (MD)		169.90		0.0060	100.00												
	Rio Zahuapan s. ab. descarga Ahituzas		98.13		0.1724			99.07										
	Cascada Ahituzas (20 metros)																	
	4	Rio Zahuapan s. ab. desc. Hotel Mision	65.00	98.57	80.00	0.1724			475.00	560.00	3.20	5.56	0.1915	1.50	17.00	0.03	0.56	0.466
Descarga Hotel Mision (MD)		286.00	311.54		0.0030	960.00												
Rio Ocotitlan-Tlacotalilla (MD)		68.10	82.42		0.0300	25.00												
Rio Zahuapan s. ab. rio Ocotitlan		90.63		0.2054			103.25											
5	Rio Zahuapan s. ab. Mineral Palo Huertano	17.93	69.36	80.00	0.2054			5,725.00	560.00	3.20	6.20	0.1726	1.50	16.00	0.36	0.04	0.035	
	Marranales Palo Huertano (MI)	9.76	11.82		0.0040	860.00												
	Arroyo cascadas de negro marant. Palo Huertano	20.25	24.51		0.0010	175.00												
	Rio Arnelco o Tequisquial (MI)	31.65	28.53		0.3420	900.00												
	Descarga Bolen (MD)	28.65	51.40		-0.0013	200.00												
	Rio Dos Arroyos (MI)	22.30	11.29		0.0100	1,000.00												
	Marranales de Bolen (MI)	12.16	11.29		0.0005	825.00												
	Arroyo Metahuapan (MI)	11.52	14.84		0.0150	1,025.00												
	Marranales el Mohrillo (MD)	6.50	7.67		0.0060	500.00												
	Arroyo sin Nombre (MD)	10.93	13.23		0.01	250.00												
Rio Zahuapan s. ab. arroyo sin nombre		90.52		0.5846			90.12											
Río Zahuapan s. ab. descarga Corté	Rio Zahuapan s. ab. descarga Corté		75.03	80.00	0.5846			8,600.00	560.00	3.20	4.30	0.3351	1.80	16.00	0.30	0.63	0.576	
	Descarga Corté (MI)	234.26	284.12		0.0010	675.00												
	Descarga Lag. de Ox. San Pablo Apostólan (MI)	285.39	206.83		0.0100	75.00												
	Barranca el Cristo (MD)	5.79	7.00		0.0050	950.00												

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	PROM. DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO OBJ mg/l 80.00	AFORO m ³ /seg	DBT m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	CO. PERM. mg/l	OD. INIC. mg/l	VELOCIDAD m/s	t	TEMP. °C	TR días	KD días ⁻¹	KDc días ⁻¹	
6	Río de los Negros (MI)	116.96	164.75	0.0076	1,100.00													
	Descarga cruda No. 1 de Tlaxcala (MI)	541.95	526.49	0.0100	1,550.00													
	Descarga cruda No. 2 de Tlaxcala (MI)	272.72	181.88	0.0015	325.00													
	Descarga cruda No. 3 de Tlaxcala (MI)	685.75	414.99	0.0050	350.00													
	Descarga cruda No. 4 de Tlaxcala (MI)	614.24	371.72	0.0020	300.00													
	Barranca Tototlec (MD)	516.34	990.99	0.0080	1,300.00													
	Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	511.80	485.55	0.2057	175.00													
	Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	573.00	554.80	0.0100	100.00													
	Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	246.00	238.19	0.0890	75.00													
	Descarga Tototlec (MD)	284.95	447.34	0.0050	275.00													
	Planta de Bombeo Parotla (MD)	145.96	228.36	-0.0057	1,200.00													
	Canal Lateral derecho Presa Parotla	228.36	228.36	-0.3730	100.00													
	Canal Lateral izquierdo Presa Parotla	228.36	228.36	-0.0400	50.00													
Río Zahuapan B. ab. Presa Parotla	228.36	228.36	0.5357			186.37												
7	Río Zahuapan B. arr. Desc. Lag. Ox. Parotla	66.06	215.64	0.5357				6,200.00	560.00	3.20	3.30	0.1707	1.50	18.00	0.42	0.14	0.124	
	Descarga Lapure de Oxidacion Parotla (MD)	120.56	145.93	0.0070	3,325.00													
	Barranca Monterrey (MI)	245.30	364.91	0.0080	1,925.00													
	Río Tototlec (MD)	28.45	198.33	0.1160	960.00		211.95											
	Río Zahuapan B. ab. Río Tototlec		205.85	0.6667														
8	Río Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Santa Apolonia	29.20	192.17	0.6667				4,225.00	560.00	3.20	3.70	0.1733	1.50	18.00	0.28	0.24	0.233	
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143.35	180.45	-0.0130	3,700.00													
	Descarga No. 1 queserías Teotihuacan (MI)	729.82	364.91	0.0050	150.00													
	Descarga No. 2 queserías Teotihuacan (MI)	706.34	353.17	0.0003	150.00													
	Descarga Teotihuacan (MI)	881.40	570.67	0.0080	225.00													
	Río Zahuapan B. ab. Después Teotihuacan		207.62	0.6670				186.70										
9	Río Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Teotihuacan	76.57	206.34	0.6670				4,850.00	560.00	3.20	1.82	0.1115	1.30	22.00	0.50	0.01	0.016	
	Represa 1 Ejido Teotihuacan (MI)	206.34	206.34	-0.1400	425.00													
	Represa 1 Ejido La Concordia (MD)	202.57	202.57	-0.1300	725.00													
	Represa 2 Ejido Teotihuacan (MI)	218.22	202.57	-0.0144	50.00													
	Represa 3 Ejido Teotihuacan (MI)	194.74	194.74	-0.0250	1,575.00													
	Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	194.25	184.25	-0.0400	175.00													
	Pres. Santa Aguada (MD y MI)	191.18	191.18	-0.1400	1,800.00													
	Río Zahuapan B. ab. Presa Santa Aguada		180.15	0.1776				225.71										
	Río Zahuapan aguas arr. Río Viejo	19.40	144.57	0.1776					6,975.00	560.00	3.20	3.90	0.1617	1.40	20.00	0.50	0.21	0.205
	Baranca de Guadalupe (MI)	70.58	70.58	0.1100	4,225.00													
Barranca Cruzón de Jesús (MI)	60.16	81.08	0.0380	900.00														
Barranca en nombre (corte de riego) (MD)	136.20	235.41	0.0190	200.00														
Descarga San Buenaventura (MI)	442.00	267.48	0.0014	250.00														
Descarga Comedor Industrial Xicotlánco (MI)	106.01	59.85	0.0060	150.00														
Río Zahuapan antes de la confluencia con el Río Atoyac	115.96	115.96	0.3620	100.00			118.97											

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	LZ mg/l	Cs mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/día	Lr kg/día	Re %
1	Río Zahuapan confluencia con boca La Ladera	21.67	7.69	2.25	4.45	5.44	52.84	6.14	22.06	32.12	31.32
	Río Zahuapan aguas arriba boca Tezapa Barranca Tetopa-Tlaxioteñita (MD) Barranca Arasco (MD) Barranca en nombre (MR) Río Zahuapan s. ab. boca sin nombre										
2	Río Zahuapan aguas arriba (A) Xellocan	23.67	7.36	3.08	4.16	7.42	52.86	6.21	106.87	1,285.09	91.68
	Barranca sin nombre (A) Xellocan (MD) Descarga Xellocan (MD) Barranca sin nombre (B) Xellocan (MD) Barranca Zacatepec (MI) Mantales San Domingo (MR) Descarga 1 Planta de tratamiento Adisco "B" (MI) Descarga 2 Planta de tratamiento Adisco "B" (MI) Arroyo San Barilo o Alzaca (MI) Río Zahuapan s. ab. Arroyo San Barilo										
3	Río Zahuapan s. ab. arroyo de Huacabingo	61.97	7.50	4.22	4.30	3.48	NULA	7.41	110.40	18.10	-509.87
	Arroyo de Huacabingo (MI) Planta de Bombeo Ahhuélas (MD) Drenaje de Riego Ahhuélas (MD) Derivación Ahhuélas (MD) Presa Mercalán (MI) Descarga Ahhuélas (fosa séptica) (MD) Río Zahuapan s. ab. descarga Ahhuélas										
4	Río Zahuapan s. ab. desc. Hotel Misón	96.23	7.50	1.94	4.30	1.63	NULA	6.55	116.18	284.38	80.53
	Descarga Hotel Misón (MD) Río Ocotaco-Tlaxioteñita (MD) Río Zahuapan s. ab. río Ocotaco										
5	Río Zahuapan s. ab. Mantales Palo Huérfano	86.16	7.23	2.03	4.03	22.45	NULA	6.13	314.78	928.14	66.08
	Arroyo existentes de riego mantales Palo Huérfano Río Alarco o Tegusquial (MI) Derivación Belén (MD) Río Dos Arroyos (MI) Mantales de Belén (MI) Arroyo Metlahuapan (MI) Mantales el Manlio (MD) Arroyo sin Nombre (MD) Río Zahuapan s. ab. arroyo sin nombre										
	Río Zahuapan s. ab. descarga Corita	63.22	7.36	3.08	4.16	1.20	4.97	8.88	411.86	4,771.85	91.37
	Descarga Corita (MI) Descarga Leg. de Ox. San Pablo Apostólicas (MI) Barranca el Cristo (MD)										

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	L2 mg/l	Cu mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dind (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lo kg/día	Lr kg/día	Re %
6	Río de los Negros (MI) Descarga cruda No 1 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 2 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 3 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 4 de Tlaxcala (MI) Barranca Tototlec (MD) Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Descarga Tototlec (MD) Planta de Bombeo Parotla (MD) Canal Lateral derecho Presa Parotla Canal Lateral izquierdo Presa Parotla Río Zahuapan a abajo Presa Parotla	204.86	7.36	4.06	3.64	6.37	NULLA	6.58	379.08	2,228.00	62.88
7	Río Zahuapan en Desc Lag. Ch. Parotla Descarga Legura de Oxidación Parotla (MD) Barranca Monterrey (MI) Río Tototlec (MD) Río Zahuapan a. R. Río Tototlec	179.65	7.23	3.53	4.03	3.40	NULLA	6.46	372.03	381.02	2.36
8	Río Zahuapan aguas en Represa Ejido Santa Apolonia Represa Ejido Santa Apolonia (MD) Descarga No. 1 quasetras Telaltahuca (MI) Descarga No. 2 quasetras Telaltahuca (MI) Descarga Telaltahuca (MI) Río Zahuapan a. ab. descarga telaltahuca.	204.73	6.87	5.05	3.67	54.62	NULLA	4.80	73.69	0.00	0.00
9	Río Zahuapan aguas en Represa Ejido Telaltahuca Represa 1 Ejido Telaltahuca (MI) Represa 1 Ejido La Concordia (MD) Represa 2 Ejido Telaltahuca (MI) Represa 3 Ejido Telaltahuca (MI) Represa 2 Ejido La Concordia (MD) Represa Santa Aguada (MD y MI)	130.51	7.10	3.20	3.90	3.98	NULLA	6.05	189.31	1,420.47	66.67
10	Río Zahuapan aguas en Río Viejo Río Viejo (MI) Barranca de Guardia (MI) Barranca Corazon de Jesus (MI) Barranca sin nombre (drenaje de fuego) (MD) Descarga San Buenaventura (MI) Descarga Corredor Industrial Xicotlánhuco (MI) Río Zahuapan artes de la confluencia con el Río Atoyac										

7.7.2 Condiciones a mediano plazo

Para efectuar la simulación a mediano plazo se tomo en cuenta el crecimiento poblacional para el año 2000 y un gasto de 130 l/persona/día para hacer un cálculo a futuro, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Municipio (número)	Proyección al 2000 (habitantes)	Q proyectada (m ³ /s)
1	8,189	0.00319371
2	13,255	0.00516945
3	73,392	2.86229E-05
4	5,357	0.00208923
5	4,376	0.00170664
6	65,076	0.02537964
7	4,469	0.00174291
8	14,530	0.0056667
9	35,201	0.01372839
10	8,218	0.00320502
11	30,704	0.01197456
12	4,840	0.0018876
13	22,905	0.00893295
14	23,709	0.00924651
15	13,472	0.00525408
16	20,032	0.00781248
17	10,602	0.00413478
18	26,523	0.01034397
19	11,462	0.00447018
20	73,413	0.02863107
21	35,439	0.01382121
22	4,583	0.00178737
23	4,751	0.00185289
24	8,207	0.00320073
25	18,049	0.00703911
26	7,664	2.98896E-06
27	10,019	0.00390741
28	20,314	0.00792246
29	35,623	0.01389297
30	15,344	0.00598416
31	4,596	0.00179244
32	9,047	0.00352833
33	3,581	0.00139659
34	5,108	0.00199212
35	6,736	0.00262704
36	4,969	0.00193791
37	3,128	0.00121992
38	6,482	0.00252798
39	4,194	0.00163566
40	8,152	0.00317928
41	5,073	0.00197847
42	4,150	0.0016185

Balance Hidráulico por tramos (Mediano plazo)

Tramo	Gasto inicial m3/s	Aporte m3/s	Extracción m3/s	Gasto final m3/s
1	0.0346	0.0287	0	0.0633
2	0.0633	0.190	0	0.2533
3	0.2527	0.0171	-0.0350	0.2348
4	0.2348	0.036	0	0.2708
5	0.2708	0.4183	-0.0013	0.6878
6	0.6878	0.443	-0.4187	0.7121
7	0.7121	0.1557	0	0.8678
8	0.8678	0.0288	-0.0130	0.8836
9	0.8836	0	-0.4894	0.3942
10	0.3942	0.1844	0	0.579

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO OBJ mg/l 80.00	AFORO m ³ /seg	DIST. m	L4 mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °C	TR dias	KD dias ⁻¹	KDc dias ⁻¹	
1	Rio Zahuapan confluencia con boca La Ledera	28.45	35.64	80.00	0.0346	0.00	15.96	6,100.00	580.00	3.20	5.40	0.0500	1.10	16.00	1.41	0.19	0.160	
	Rio Zahuapan aguas arriba boca Tempa	14.75	27.16		0.0346	3,250.00												
	Barranca Tempa-Thucacetas (MD)	23.40	28.32		0.0148	1,925.00												
	Barranca Anasco (MD)	53.80	65.12		0.0117	925.00												
	Barranca sin nombre (MI)		31.53		0.0633		34.12											
	Rio Zahuapan g.a. ab. boca sin nombre	40.30	27.14	80.00	0.0633	3,025.00		10,775.00	580.00	3.20	4.30	0.0933	1.30	18.00	1.34	0.11	0.102	
	Barranca sin nombre (A) Xaliscoan (MD)	119.85	128.26		0.0030	3,025.00												
	Descarga Xaliscoan (MD)	181.96	152.93		0.0068	325.00												
	Barranca sin nombre (B) Xaliscoan (MD)	290.00	175.50		0.0008	250.00												
	Barranca Zecatepec (MI)	36.90	47.08		0.0050	3,450.00												
2	Miercoles San Domingo (MI)	9.52	11.52		0.0010	1,900.00												
	Descarga 1 Planta de tratamiento Apizeco "B" (MI)	34.90	101.85		0.0950	1,600.00												
	Descarga 2 Planta de tratamiento Apizeco "B" (MI)	66.95	258.89		0.0308	75.00												
	Arroyo San Barto o Alizaca (MI)	75.06	63.91		0.0460	150.00												
	Rio Zahuapan g.a. ab. Arroyo San Barto		96.00		0.2533		1.26											
	Rio Zahuapan en arroyo de Huacastango	171.15	88.23	80.00	0.2533	1,000.00		6,075.00	580.00	3.20	3.26	0.2018	1.60	17.00	0.36	0.24	0.211	
	Arroyo de Huacastango (MI)	96.34	331.63		0.0060	1,000.00												
	Planta de Bombeo Ahuizta (MD)	87.63	87.63		-0.0060	1,525.00												
	Drinaje de Riego Ahuizta (MD)	93.78	93.78		0.0013	350.00												
	Derivacion Ahuizta (MD)	90.20	90.20		-0.0140	1,100.00												
Pres. Matecatlan (MI)	214.61	169.90		-0.0120	2,000.00													
Descarga Ahuizta (fosa septica) (MD)		96.13		0.0098	100.00		97.13											
Rio Zahuapan g.a. ab. descarga Ahuizta		96.13		0.2348														
3	Cascada Ahuizta (20 metros)																	
	Rio Zahuapan en desc. Hotel Mision	85.00	96.57	80.00	0.2248			475.00	580.00	3.20	5.56	0.1915	1.50	17.00	0.03	0.56	0.486	
	Descarga Hotel Mision (MD)	288.00	311.54		0.0030	350.00												
	Rio Ocotloro-Tlalahuiztepec (MD)	98.10	82.42		0.0330	25.00												
Rio Zahuapan g.a. ab. no Ocotloro		90.63		0.2708		101.51												
4	Rio Zahuapan en Miercoles Palo Huertano	17.53	89.36	80.00	0.2708	650.00		5,725.00	580.00	3.20	5.20	0.1726	1.50	19.00	0.36	0.04	0.035	
	Miercoles Palo Huertano (MI)	9.76	11.82		0.0040	175.00												
	Arroyo cascadas de negro marant Palo Huertano	20.25	24.51		0.0010	900.00												
	Rio Mirco o Tequisqueal (MI)	31.65	29.53		0.3420	900.00												
	Derivacion Belen (MD)	26.86	51.40		-0.0013	200.00												
	Rio Dos Arroyos (MI)	22.30	21.46		0.0182	1,000.00												
	Miercoles de Belen (MI)	12.16	14.84		0.0005	825.00												
	Arroyo Miercupan (MI)	11.52	14.84		0.0150	1,025.00												
	Miercoles el Molinito (MD)	6.50	7.87		0.0147	500.00												
	Arroyo sin Nombre (MD)	10.83	13.23		0.0229	250.00		66.98										
Rio Zahuapan g.a. ab. arroyo sin nombre		90.52		0.6878														
5	Rio Zahuapan en desc. Corilla	234.26	75.03	80.00	0.6878	675.00		8,600.00	580.00	3.20	4.30	0.3351	1.80	18.00	0.30	0.63	0.576	
	Descarga Corilla (MI)	285.39	284.12		0.0130	75.00												
	Descarga Leg. de Ox. San Pablo Apetlan (MI)		206.63		0.0100	75.00												
	Barranca el Cristo (MD)	5.79	7.00		0.0050	850.00												

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO OBU mg/l 90.00	AFORO m ³ /seg	DIST. m	L4 mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. IMC. mg/l	VELOCIDAD m/s	t	TEMP. °C	TR dias	KD dias ⁻¹	KDc dias ⁻¹
6	Rio de los Negros (MI)	116.96	164.75		0.0076	1 100.00											
	Descarga cruda No 1 de Tlaxcala (MI)	541.95	526.49		0.0100	1 550.00											
	Descarga cruda No 2 de Tlaxcala (MI)	272.72	181.86		0.0404	325.00											
	Descarga cruda No 3 de Tlaxcala (MI)	665.75	414.99		0.0330	350.00											
	Descarga cruda No 4 de Tlaxcala (MI)	614.24	371.72		0.0038	300.00											
	Barranca Totolac (MD)	516.34	990.99		0.0060	1 300.00											
	Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	511.80	495.55		0.2057	175.00											
	Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	573.00	554.80		0.0117	100.00											
	Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	246.00	238.19		0.0690	75.00											
	Descarga Totolac (MD)	284.95	447.34		0.0058	275.00											
	Planta de Bombeo Parolita (MD)	145.98	228.36		-0.0057	1 200.00											
	Canal Lateral derecho Presa Parolita	228.36	228.36		-0.3730	100.00											
Canal Lateral izquierdo Presa Parolita	228.36	228.36		-0.0400	50.00												
Rio Zahuapan a abajo Presa Parolita		228.36		0.7121		183.83											
7	Rio Zahuapan a Desc Leg Ox Parolita	66.06	215.64	80.00	1.7121			6 200.00	580.00	3.20	3.30	0.1707	1.50	18.00	0.42	0.14	0.124
	Descarga Laguna de Oxidación Parolita (MD)	120.56	145.93		0.0225	3 325.00											
	Barranca Monterrey (MI)	245.30	364.91		0.0080	1 925.00											
	Rio Totolac (MD)	28.45	188.33		0.1252	860.00											
	Rio Zahuapan a ab. Rio Totolac		205.65		0.8678		213.61										
8	Rio Zahuapan aguas ar. Represa Ejido Santa Apolonia	26.20	192.17	80.00	0.8678			4 225.00	580.00	3.20	3.70	0.1733	1.50	19.00	0.28	0.24	0.233
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143.35	160.45		-0.0130	3 700.00											
	Descarga No 1 quezonas Tlalahuaca (MI)	728.82	364.91		0.0110	150.00											
	Descarga No 2 quezonas Tlalahuaca (MI)	706.34	353.17		0.0057	150.00											
	Descarga Tlalahuaca (MI)	691.40	570.67		0.0121	225.00											
	Rio Zahuapan a ab. descarga Tlalahuaca		207.62		0.8836		201.01										
	Rio Zahuapan aguas ar. Represa Ejido Tlalahuaca	76.57	206.34	80.00	0.8836			4 850.00	580.00	3.20	1.82	0.1115	1.30	22.00	0.50	0.01	0.016
Represa 1 Ejido Tlalahuaca (MI)	206.34	206.34		-0.1400	425.00												
Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	202.57	202.57		-0.1300	725.00												
Represa 3 Ejido Tlalahuaca (MI)	218.22	202.57		-0.0144	50.00												
Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	184.74	194.74		-0.0250	1 575.00												
Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	184.25	194.25		-0.0400	175.00												
Represa Santa Aguada (MD y MI)	191.18	191.18		-0.1400	1 800.00												
Rio Zahuapan a ab. Presa Santa Aguada		160.15		0.3942		215.07											
9	Rio Zahuapan aguas ar. Rio Viejo	19.40	144.57	80.00	0.3942			6 975.00	580.00	3.20	3.90	0.1617	1.40	20.00	0.50	0.21	0.205
	Rio Viejo (MI)	70.56	70.56		0.1100	4 225.00											
	Barranca de Guardia (MI)	60.16	81.09		0.0380	900.00											
	Barranca Corazon de Jesus (MI)	184.50	235.41		0.0228	200.00											
	Barranca sin nombre (orange de negro) (MD)	136.20	164.85		0.0033	250.00											
	Descarga San Buenaventura (MI)	442.00	267.48		0.0046	1 250.00											
	Descarga Comedor Industrial Xochitlanco (MI)	106.01	59.85		0.0060	150.00											
Rio Zahuapan aguas ar. la confluencia con el Rio Atoyac	113.96	113.96		0.5790	100.00		130.15										

TRAMOS	DESCRIPCION	L2 mg/l	Ca mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/dia	Lr kg/dia	Re %
1	Rio Zahuapan confluencia con busa La Ledera										
	Rio Zahuapan aguas arriba boca Taropoa Barranca Tescop-Tehuacan (MD) Barranca Amico (MD) Barranca sin nombre (MI) Rio Zahuapan a sb boca sin nombre	21.67	7.65	2.25	4.45	5.44	52.64	6.14	33.57	105.48	68.18
2	Rio Zahuapan aguas arriba boca sin (A) Xalilcoan										
	Barranca sin nombre (A) Xalilcoan (MD) Descarga Xalilcoan (MD) Barranca sin nombre (B) Xalilcoan (MD) Barranca Zacatepec (MI) Mirantales San Dionido (MI) Descarga 1 Planta de tratamiento Azteca "B" (MI) Descarga 2 Planta de tratamiento Azteca "B" (MI) Arroyo San Barto o Atzacca (MI) Rio Zahuapan a sb Arroyo San Barto	23.67	7.36	3.06	4.16	7.42	52.66	6.21	135.83	1.939.84	93.00
3	Rio Zahuapan a sb arroyo de Huacalango										
	Arroyo de Huacalango (MI) Planta de Bombeo Ahualulco (MD) Drenaje de Riogo Ahualulco (MD) Derivacion Ahualulco (MD) Presa Metacatlan (MI) Descarga Ahualulco (fase septica) (MD) Rio Zahuapan a sb descarga Ahualulco	81.97	7.50	4.22	4.30	3.48	NULLA	7.41	150.36	44.53	-237.70
4	Rio Zahuapan a sb desc Hotel Misión										
	Descarga Hotel Misión (MD) Rio Ocootico-Tehuacan (MD) Rio Zahuapan a sb rio Ocootico	95.23	7.50	1.94	4.30	1.63	NULLA	6.55	153.17	315.75	51.49
5	Rio Zahuapan a sb Mirantales Palo Huertano										
	Mirantales Palo Huertano (MI) Arroyo esmeraldas de riogo mirant Palo Huertano Rio Atenco o Tequisqueal (MI) Derivacion Belen (MD) Rio Dos Arroyos (MI) Mirantales de Belen (MI) Arroyo Metlacapan (MI) Mirantales el Manantio (MD) Arroyo sin Nombre (MD) Rio Zahuapan a sb arroyo sin nombre	88.16	7.23	2.03	4.03	22.45	NULLA	6.13	364.12	962.64	62.17
	Rio Zahuapan a sb descarga Corilla										
	Descarga Corilla (MI) Descarga Leg de Ox. San Pablo Apolantlan (MI) Barranca el Chilo (MD)	63.22	7.36	3.06	4.16	1.20	4.97	6.88	547.24	6,860.46	92.01

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	L2 mg/l	Cs mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	To dias	Dnd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/día	Lr kg/día	Re %
6	Río de los Negros (MI) Descarga cruda No. 1 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No. 2 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No. 3 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No. 4 de Tlaxcala (MI) Barranca Tototlac (MD) Denc. No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Denc. No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Denc. No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Descarga Tototlac (MD) Planta de Bombeo Perote (MD) Canal Lateral derecho Presa Perote Canal Lateral izquierdo Presa Perote Río Zahuapan s. ab. Presa Perote	204.66	7.36	4.06	4.16	6.37	NULA	6.58	493.43	2,573.13	80.82
7	Río Zahuapan s. ab. Denc. Lago Ox. Perote Descarga Laguna de Oxidación Perote (MD) Barranca Montenegro (MI) Río Tototlac (MD) Río Zahuapan s. ab. Río Tototlac	179.95	7.23	3.53	4.03	3.40	NULA	6.46	492.94	937.12	47.41
8	Represa Ejeo Santa Apolonia Represa Ejeo Santa Apolonia (MD) Descarga No. 1 queserías Tlalatlahuca (MI) Descarga No. 2 queserías Tlalatlahuca (MI) Descarga Tlalatlahuca (MI) Río Zahuapan s. ab. descarga restatihuca	204.73	6.87	5.05	3.67	54.62	NULA	4.80	163.56	0.00	0.00
9	Río Zahuapan aguas ab. Represa Ejeo Tlalatlahuca. Represa 1 Ejeo Tlalatlahuca (MI) Represa 1 Ejeo La Concordia (MD) Represa 2 Ejeo Tlalatlahuca (MI) Represa 3 Ejeo Tlalatlahuca (MI) Represa 2 Ejeo La Concordia (MD) Presa Santa Aguada (MD y MI) Río Zahuapan s. ab. Presa Santa Aguada	130.51	7.10	3.20	3.90	3.99	NULA	6.05	302.79	1,586.95	80.92
10	Río Zahuapan aguas ab. Río Viejo Río Viejo (MI) Barranca de Guardia (MI) Barranca Corazón de Jesús (MI) Barranca en nombre (drenaje de Ilago) (MD) Descarga San Buenaventura (MI) Descarga Corredor Industrial Xicoténcatl (MI) Río Zahuapan aguas ab. la confluencia con el Río Atoyac										

7.7.3 Condiciones a largo plazo

De la misma forma que para efectuar la simulación a mediano plazo, para la simulación a largo plazo se tomo en cuenta el crecimiento poblacional para el año 2012 y un gasto de 130 l/persona/día para hacer un cálculo a futuro, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Municipio (número)	Proyección al 2012- (Población)	Q proyectada (m ³ /s)
1	11,031	0.00430209
2	21,070	0.0082173
3	104,279	0.04066881
4	7,461	0.00290979
5	5,816	0.00226824
6	105,403	0.04110717
7	6,674	0.00260286
8	20,950	0.0081705
9	57,005	0.02223195
10	10,538	0.00410982
11	42,759	0.01687601
12	6,579	0.00256581
13	30,722	0.01198158
14	32,637	0.01272843
15	18,977	0.00740103
16	35,153	0.01370967
17	16,762	0.00653718
18	53,968	0.02104752
19	14,756	0.00575484
20	112,220	0.0437658
21	50,011	0.01950429
22	5,609	2.1875E-06
23	18,473	0.00720447
24	10,656	0.00415584
25	26,029	0.01015131
26	269,835	0.00383565
27	1127,424	0.00445536
28	27,30287	0.01064973
29	51,38429	0.02003976
30	20,31930	0.00792441
31	5,38331	0.00209937
32	10,60132	0.00413439
33	4,19433	0.00163566
34	5,94034	0.0023166
35	8,91835	0.00347802
36	6,14536	0.00239655
37	3,64637	0.00142194
38	10,48938	0.00409071
39	5,63339	0.00219687
40	12,15740	0.00474123
41	6,50441	0.00253656
42	6,71542	0.00261885

Balance Hidráulico por tramos (Largo plazo)

Tramo	Gasto inicial m3/s	Aporte m3/s	Extracción m3/s	Gasto final m3/s
1	0.0346	0.0632	0	0.0978
2	0.0978	0.2516	0	0.3492
3	0.3492	0.0196	-0.0350	0.3338
4	0.3338	0.0401	0	0.3739
5	0.3739	0.447	-0.0013	0.8196
6	0.8196	0.5432	-0.4187	0.9441
7	0.9441	0.1937	0	1.1378
8	1.1378	0.0325	-0.0130	1.1573
9	1.1573	0	-0.4894	0.6679
10	0.6679	0.2318	0	0.8997

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO5 B mg/l 80.00	AFORO m ³ /seg	DIST. m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATEL mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. INIC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °c	TR dias	KB dias-1	KDe dias-1
1	Rio Zahuapan confluencia con boca La Ladera	28.45	35.64	80.00	0.0346	0.00	11.34	6 100.00	580.00	3.20	5.40	0.0500	1.10	16.00	1.41	0.19	0.160
	Rio Zahuapan aguas arriba boca Teocap	14.75	17.85		0.0346	3 250.00											
	Barranca Teocap-Tlacotalilla (MD)	23.40	28.32		0.0041	1 925.00											
	Barranca Arriaco (MD)	53.80	65.12		0.0223	925.00											
	Barranca sin nombre (MI)		31.53		0.0979												
2	Rio Zahuapan a ab boca sin nombre	40.30	27.14	80.00	0.0979		35.66	10 775.00	580.00	3.20	4.30	0.0933	1.30	18.00	1.34	0.11	0.102
	Rio Zahuapan aguas arr boca sin(A) Xaliscoan	119.85	128.28		0.0030	3 025.00											
	Barranca sin nombre (A) Xaliscoan (MD)	181.96	152.93		0.0466	325.00											
	Descarga Xaliscoan (MD)	280.00	175.50		0.0118	250.00											
	Barranca sin nombre (B) Xaliscoan (MD)	38.90	47.08		0.0050	3 450.00											
	Barranca Zacatepec (MI)	9.52	11.52		0.0010	1 900.00											
	Mantales San Dionicio (MI)	38.90	101.85		0.0950	1 600.00											
	Descarga 1 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	68.95	258.89		0.0412	75.00											
	Descarga 2 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	75.05	83.91		0.0480	150.00											
	Arroyo San Bartilo o Ahuasca (MI)		98.00		0.3492			1.86									
3	Rio Zahuapan a ab ARROYO San Bartilo		88.23	80.00	0.3492			6 075.00	580.00	3.20	3.28	0.2018	1.60	17.00	0.35	0.26	0.211
	Rio Zahuapan a arr arroyo de Huacalzango	171.15	331.63		0.0060	1 000.00											
	Arroyo de Huacalzango (MI)	95.34	96.34		-0.0090	1 525.00											
	Planta de Bombeo Ahuasca (MD)	87.63	87.63		0.0013	350.00											
	Drainaje de Riogo Ahuasca (MD)	83.78	93.78		-0.0140	1 100.00											
	Derivacion Ahuasca (MD)	90.20	90.20		-0.0120	2 000.00											
	Presia Metocallan (MI)	214.61	169.90		0.0123	100.00											
	Descarga Ahuasca (fosa septica) (MD)		98.13		0.3338			95.12									
	Rio Zahuapan a ab descarga Ahuasca																
4	Rio Zahuapan a arr absc: Hotel Mexico	85.00	96.57	80.00	0.3338			475.00	580.00	3.20	5.56	0.1915	1.50	17.00	0.03	0.59	0.486
	Descarga Hotel Mexico (MD)	286.00	311.54		0.0030	350.00											
	Rio Ocotitlan-Tlacotalilla (MD)	68.10	82.42		0.0371	25.00											
5	Rio Zahuapan a ab rio Ocotitlan		90.63		0.3739												
	Rio Zahuapan a arr Mantales Palo Huertano	17.93	86.96	80.00	0.3739			5 725.00	580.00	3.20	5.20	0.1726	1.50	19.00	0.36	0.04	0.035
	Mantales Palo Huertano (MI)	9.76	11.82		0.0040	850.00											
	Arroyo escurrido de negro mantal Palo Huertano	20.25	24.51		0.0010	175.00											
	Rio Arriaco o Tequisquil (MI)	31.65	29.53		0.3420	900.00											
	Derivacion Baden (MD)	28.85	51.40		-0.0013	200.00											
	Rio Dos Arroyos (MI)	22.30	21.46		0.0307	1 000.00											
	Mantales de Belan (MI)	12.16	11.28		0.0005	825.00											
	Arroyo Metahuacan (MI)	11.52	14.64		0.0150	1 025.00											
	Mantales el Molino (MD)	6.50	7.87		0.0309	500.00											
Arroyo sin Nombre (MD)	10.93	13.23		0.0229	250.00												
6	Rio Zahuapan a ab arroyo sin nombre		90.52		0.8196												
	Rio Zahuapan a arr descarga Corde	234.26	75.03	80.00	0.8196			8 600.00	580.00	3.20	4.30	0.3351	1.80	18.00	0.30	0.63	0.576
	Descarga Corde (MI)	285.39	264.12		0.0540	675.00											
	Descarga Lag de Ox. San Pablo Apetastlan (MI)	5.79	206.83		0.0100	75.00											
	Barranca el Cristo (MD)		7.00		0.0050	850.00											

TRAMOS	DESCRIPCION	PROM. DECS mg/l	DECS mg/l	DSO OBL. mg/l	AFORO m³/seg	DIST. m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. IMC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °c	TR días	KD días ⁻¹	KDc días ⁻¹
6	Río de los Negros (MI)	116.96	164.75		0.0076	1 100.00											
	Descarga cruda No. 1 de Tlaxcala (MI)	541.95	526.49		0.0100	1 550.00											
	Descarga cruda No. 2 de Tlaxcala (MI)	272.72	181.88		0.0570	325.00											
	Descarga cruda No. 3 de Tlaxcala (MI)	685.75	414.99		0.0760	350.00											
	Descarga cruda No. 4 de Tlaxcala (MI)	614.24	371.72		0.0110	300.00											
	Barranca Toluac (MD)	516.34	990.99		0.0080	1 300.00											
	Desc. No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	511.80	495.55		0.2057	175.00											
	Desc. No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	573.00	554.80		0.0037	190.00											
	Desc. No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI)	246.00	338.19		0.0890	75.00											
	Descarga Toluac (MD)	284.95	447.34		0.0062	275.00											
	Planta de Bombeo Parícuti (MD)	145.98	228.36		-0.0057	1 200.00											
	Canal Lateral Izquierdo Presa Parícuti	228.36	228.36		-0.3730	100.00											
	Canal Lateral Izquierdo Presa Parícuti	228.36	228.36		-0.0400	50.00											
	Río Zahuapan a abajo Parícuti		228.36		0.9441		181.89		6 200.00	580.00	3.20	3.30	0.1707	1.50	18.00	0.42	0.14
7	Río Zahuapan a Desc. Lag. Ox. Parícuti	66.66	215.64	80.00	0.9441												
	Descarga Laguna de Oxidación Parícuti (MD)	120.56	145.93		0.0565	3 325.00											
	Barranca Monterrey (MI)	245.30	364.91		0.0080	1 925.00											
	Río Toluac (MD)	28.45	188.33		0.1292	950.00	210.13										
8	Río Zahuapan ab. Río Toluac		205.85		1.1378												
	Río Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Santa Apolonia	29.20	192.17	80.00	1.1378												
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143.35	160.45		-0.0130	3 700.00											
	Descarga No. 1 Guaymas Toluahuca (MI)	729.82	364.91		0.0126	150.00											
	Descarga No. 2 Guaymas Toluahuca (MI)	708.34	353.17		0.0078	150.00											
	Descarga Toluahuca (MI)	891.40	570.67		0.0121	225.00											
9	Río Zahuapan ab. Descarga Toluahuca		207.82		1.1573												
	Río Zahuapan aguas arr. Represa Ejido Toluahuca	78.57	206.34	80.00	1.1573												
	Represa 1 Ejido Toluahuca (MI)	208.34	206.34		-0.1400	425.00											
	Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	202.57	202.57		-0.1300	725.00											
	Represa 3 Ejido Toluahuca (MI)	218.22	202.57		-0.0144	50.00											
	Represa 2 Ejido Toluahuca (MI)	194.74	194.74		-0.0250	1 575.00											
	Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	194.25	194.25		-0.0400	175.00											
	Pres. Santa Agua (MD y MI)	191.18	191.18		-0.1400	1 900.00											
Río Zahuapan ab. Presa Santa Agua		160.15		0.6673		211.49		4 850.00	580.00	3.20	1.82	0.1115	1.30	22.00	0.50	0.01	0.016
10	Río Zahuapan aguas arr. Río Viejo	19.40	144.57	80.00	0.6673												
	Río Viejo (MI)	70.56	70.56		0.1100	4 225.00											
	Barranca de Guadalupe (MI)	60.16	81.09		0.0360	900.00											
	Barranca Corazón de Jesús (MI)	194.50	235.41		0.0332	200.00											
	Barranca en nombre (corteje de negro) (MD)	138.20	164.85		0.0290	250.00											
	Descarga San Buenaventura (MI)	442.00	267.48		0.0156	1 250.00											
	Descarga Corredor Industrial Xochitlán (MI)	108.01	59.85		0.0060	150.00											
Río Zahuapan aguas arr. la confluencia con el Río Atoyac	115.96	115.96		0.8997	100.00	138.41		6 975.00	580.00	3.20	3.90	0.1617	1.40	20.00	0.50	0.21	0.206

TRAMOS	DESCRIPCION	L2 mg/l	Cs mg/l	De mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/dia	Lr kg/dia	Ra %
1	Rio Zahuapan confluencia con los La Ladera Rio Zahuapan aguas arriba boca Teacapa Barranca Teacapa-Thaxcarandá (MD) Barranca Anasco (MD) Barranca sin nombre (MI) Rio Zahuapan a. ab. boca sin nombre	21.67	7.65	2.25	4.45	5.44	52.84	6.14	51.86	221.83	76.82
2	Rio Zahuapan aguas ar boca sin(A) Xalcoacan Barranca sin nombre (A) Xalcoacan (MD) Descarga Xalcoacan (MD) Barranca sin nombre (B) Xalcoacan (MD) Barranca Zacatepec (MI) Manantiales San Dionisio (MI) Descarga 1 Planta de tratamiento Aguascal "B" (MI) Descarga 2 Planta de tratamiento Aguascal "B" (MI) Arroyo San Benito o Ajalaca (MI) Rio Zahuapan a. ab. Arroyo San Benito	23.67	7.36	3.06	4.16	7.42	52.86	6.21	187.25	2.871.81	83.48
3	Rio Zahuapan a. ar. arroyo de Huacalzarzo Arroyo de Huacalzarzo (MI) Planta de Bombeo Ahluiztla (MD) Cuerpo de Riego Ahluiztla (MD) Derivacion Ahluiztla (MD) Presa Melecatlan (MI) Descarga Ahluiztla (fosa séptica) (MD) Rio Zahuapan a. ab. descarga Ahluiztla	81.97	7.50	4.22	4.30	3.48	NIJLA	7.41	213.76	81.22	-163.17
4	Rio Zahuapan a. ar. desc. Hotel Mision Descarga Hotel Mision (MD) Rio Ocotitlan-Tehuacan (MD) Rio Zahuapan a. ab. no. Ocotitlan	95.23	7.50	1.94	4.30	1.63	NIJLA	6.55	211.49	344.94	38.89
5	Rio Zahuapan a. ar. Manantial Palo Huertano Manantiales Palo Huertano (MI) Arroyo asfalteros de riego marant Palo Huertano Rio Atenco o Tequesquite (MI) Derivacion Belen (MD) Rio Dos Arroyos (MI) Manantiales de Belen (MI) Arroyo Molineras (MI) Manantiales el Molinero (MD) Arroyo sin Nombre (MD) Rio Zahuapan a. ab. arroyo sin nombre	88.16	7.23	2.03	4.03	22.45	NIJLA	6.13	433.90	988.84	56.47
	Rio Zahuapan a. ar. descarga Cortes Descarga Cortes (MI) Descarga Lag de Ox. San Pablo Apaxtlan (MI) Barranca el Cristo (MD)	63.22	7.36	3.06	4.16	1.20	4.97	8.89	725.53	9.523.97	82.38

TRAMOS	DESCRIPCION	L2 mg/l	Cs mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/dia	Lr kg/dia	Re %
6	Rio de los Negros (MI) Descarga cruda No 1 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 2 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 3 de Tlaxcala (MI) Descarga cruda No 4 de Tlaxcala (MI) Barranca Tototac (MD) Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Descarga Tototac (MD) Planta de Bombeo Panotla (MD) Canal Lateral derecho Presa Panotla Canal Lateral izquierdo Presa Panotla Rio Zahuapan a. abaj. Presa Panotla	204.66	7.96	4.08	4.18	6.37	NULLA	6.58	646.95	3,086.90	78.91
7	Rio Zahuapan a. Desc. Leg. O. Panotla Descarga Limpia de Oxidación Panotla (MD) Barranca Morterrey (MI) Rio Tototac (MD) Rio Zahuapan a. ab. Rio Tototac	179.95	7.23	3.53	4.03	3.40	NULLA	6.46	645.51	1,052.59	36.67
8	Rio Zahuapan aguas en Represa Ejido Santa Apolonia Represa Ejido Santa Apolonia (MD) Descarga No. 1 quimicas Tetelshulza (MI) Descarga No. 2 quimicas Tetelshulza (MI) Descarga Tetelshulza (MI) Rio Zahuapan a. ab. descarga Tetelshulza	204.73	6.87	5.05	3.87	54.62	NULLA	4.80	277.12	0.00	0.00
9	Rio Zahuapan aguas en Represa Ejido Tetelshulza Represa 1 Ejido Tetelshulza (MI) Represa 1 Ejido La Concordia (MD) Represa 2 Ejido Tetelshulza (MI) Represa 3 Ejido Tetelshulza (MI) Represa 2 Ejido La Concordia (MD) Presa Santa Agueda (MD y MI) Rio Zahuapan a. ab. Presa Santa Agueda	130.51	7.10	3.20	3.80	3.89	NULLA	6.05	470.49	2,416.70	80.53
10	Rio Zahuapan aguas en Rio Viejo Rio Viejo (MI) Barranca de Guardia (MI) Barranca Corazón de Jesus (MI) Barranca sin nombre (loteaje de negro) (MD) Descarga San Buenaventura (MI) Descarga Corredor Industrial Xicotlanco (MI) Rio Zahuapan antes de la confluencia con el Rio Atoyac										

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	PROM. DIOS mg/l	DSOU mg/l	DSO OBJ mg/l	AFORO m ³ /seg	DIST. m	LA mg/l	LONG. m	PRES. ATA. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °C	TR días	KD días ⁻¹	KDC días ⁻¹
1	Rio Zahuapan confluencia con canal La Ladera	28.45	36.64	80.00	0.0346	0.00	11.34	6,100.00	560.00	3.20	5.40	0.0500	1.10	16.00	1.41	0.19	0.160
	Rio Zahuapan aguas arriba de la Tenampa	-14.75	27.16		0.0041	3,250.00											
	Barranca Texopa-Taucanteles (MD)	23.40	17.85		0.0368	1,925.00											
	Barranca Anasco (MD)	53.80	26.32		0.0223	925.00											
	Barranca sin nombre (MH)		65.12		0.0978		35.88										
Rio Zahuapan a ab. de la barranca		31.53															
2	Rio Zahuapan aguas arriba de (A) Xalocan	40.30	27.14	80.00	0.0978			10,775.00	560.00	3.20	4.30	0.0933	1.30	16.00	1.34	0.11	0.102
	Barranca sin nombre (A) Xalocan (MD)	119.85	126.28		0.0030	3,025.00											
	Descarga Xalocan (MD)	181.96	152.93		0.0466	325.00											
	Barranca sin nombre (B) Xalocan (MD)	260.00	175.50		0.0118	250.00											
	Barranca Zatepec (MI)	38.90	47.08		0.0050	3,450.00											
	Mantales San Delfino (MI)	9.52	11.52		0.0010	1,900.00											
	Descarga 1 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	38.90	101.85		0.0950	1,600.00											
	Descarga 2 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI)	68.95	200.00		0.0412	75.00											
	Arroyo San Barto o Ahitca (MI)	75.05	63.91		0.0480	150.00		1.74									
	Rio Zahuapan a ab. Arroyo San Barto		96.00		0.3492												
3	Rio Zahuapan a ab. arroyo de Huacabampo		66.23	80.00	0.3492			6,075.00	560.00	3.20	3.26	0.2018	1.60	17.00	0.35	0.24	0.211
	Arroyo de Huacabampo (MI)	171.15	200.00		0.0060	1,000.00											
	Planta de Bombeo Ahuatzas (MD)	96.34	96.34		-0.0090	1,525.00											
	Drinaje de Riego Ahuatzas (MD)	87.63	87.63		0.0013	350.00											
	Derivación Ahuatzas (MD)	93.78	93.78		-0.0140	1,100.00											
	Pres. Metecatlan (MI)	90.20	90.20		-0.0120	2,000.00											
	Descarga Ahuatzas (fosa séptica) (MD)	214.61	166.90		0.0123	100.00											
Rio Zahuapan a ab. Cascada Ahuatzas		96.13		0.3338			92.75										
4	Rio Zahuapan a ab. desc. Hotel Misón	85.00	96.57	80.00	0.3338			475.00	560.00	3.20	5.56	0.1815	1.50	17.00	0.03	0.56	0.486
	Descarga Hotel Misón (MD)	298.00	200.00		0.0030	390.00											
	Rio Ocotitlán-Tlaxiuhuitpec (MD)	66.10	82.42		0.0371	25.00											
	Rio Zahuapan a ab. Rio Ocotitlán		90.63		0.3739			91.22									
	Rio Zahuapan a ab. Mantales Palo Huasteco		86.36	80.00	0.3739												
5	Mantales Palo Huasteco (MI)	17.93	11.82		0.0040	650.00											
	Arroyo encostas de negro mantales Palo Huasteco	20.25	24.51		0.0010	175.00											
	Rio Atenco o Tequisquillo (MI)	31.65	28.53		0.0013	200.00											
	Derivación Balen (MD)	28.85	51.40		0.0307	1,000.00											
	Rio Dos Arroyos (MI)	22.30	21.46		0.0005	825.00											
	Mantales de Balen (MI)	12.16	11.28		0.0150	1,025.00											
	Arroyo Metahuapan (MI)	11.52	14.84		0.0309	500.00											
	Mantales el Molinito (MD)	6.50	7.87		0.0229	250.00											
	Arroyo sin Nombre (MD)	-10.93	13.23		0.8196			84.72									
	Rio Zahuapan a ab. arroyo sin nombre		90.52														
6	Rio Zahuapan a ab. descarga Cortes	234.26	75.03	80.00	0.8196			8,600.00	560.00	3.20	4.30	0.3351	1.80	16.00	0.30	0.63	0.576
	Descarga Cortes (MI)	200.00	200.00		0.0540	675.00											
	Descarga Lag de Ox. San Pablo Apaxtlan (MI)	285.39	200.00		0.0100	75.00											
	Barranca el Cheto (MD)	5.79	7.00		0.0050	950.00											
Rio de los Negros (MI)	116.96	164.75		0.0078	1,100.00												

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	PROM. DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	DBO5 mg/l	AFORO m ³ /seg	DIST. m	L4 mg/l	LONG. m	PRES. ATM. mmHg	OD. PERM. mg/l	OD. INC. mg/l	VELOCIDAD m/s	f	TEMP. °C	TR días	KD días ⁻¹	KDC días ⁻¹	
6	Descarga cuido No. 1 de Tlaxcala (M)	541.95	200.00	200.00	0.0100	1,550.00													
	Descarga cuido No. 2 de Tlaxcala (M)	272.72	200.00	181.88	0.0570	325.00													
	Descarga cuido No. 3 de Tlaxcala (M)	685.75	200.00	200.00	0.0760	350.00													
	Descarga cuido No. 4 de Tlaxcala (M)	614.24	200.00	200.00	0.0110	300.00													
	Barranca Totoltec (MD)	516.34	200.00	200.00	0.0080	1,300.00													
	Desc. No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (M)	511.80	200.00	200.00	0.2057	175.00													
	Desc. No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (M)	573.00	200.00	200.00	0.0037	100.00													
	Desc. No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (M)	246.00	200.00	200.00	0.0890	75.00													
	Descarga Totoltec (MD)	284.95	200.00	200.00	0.0082	275.00													
	Planta de Bombeo Perote (MD)	145.98	200.00	200.00	-0.0057	1,200.00													
Canal Lateral derecho Presa Perote	228.36	200.00	200.00	-0.3730	100.00														
Canal Lateral izquierdo Presa Perote	228.36	200.00	200.00	-0.0400	50.00			89.11											
Río Zahuapan a. ab. Descarga Perote		215.64		0.9441															
7	Río Zahuapan a. ab. Desc. Lag. Ot. Perote	66.06	200.00	200.00	0.9441				6,200.00	560.00	3.20	3.30	0.1707	1.50	18.00	0.42	0.18	0.163	
	Descarga Laguna de Queledón Perote (MD)	120.96	145.93	145.93	0.0585	3,325.00													
	Barranca Morterrey (M)	245.30	200.00	200.00	0.0080	1,925.00													
	Río Totoltec (MD)	28.45	188.33	188.33	0.1292	950.00													
	Río Zahuapan a. ab. Río Totoltec		200.00		1.1378				195.98										
	Río Zahuapan aguas ab. Represa Ejido Santa Apolonia	29.20	192.17	192.17	1.1378					4,225.00	560.00	3.20	3.70	0.1733	1.50	19.00	0.28	0.14	0.135
	Represa Ejido Santa Apolonia (MD)	143.35	160.45	160.45	-0.0130	3,700.00													
	Descarga No. 1 Quisentas Telesahuac (M)	729.82	200.00	200.00	0.0126	150.00													
	Descarga No. 2 Quisentas Telesahuac (M)	706.34	200.00	200.00	0.0078	150.00													
	Descarga Telesahuac (M)	891.40	200.00	200.00	0.0121	225.00													
8	Río Zahuapan a. ab. Descarga Telesahuac		206.34	206.34	1.1573			192.75											
	Río Zahuapan aguas ab. Represa Ejido Telesahuac	76.57	200.00	200.00	1.1573				4,850.00	560.00	3.20	1.82	0.1115	1.30	22.00	0.50	0.06	0.088	
	Represa 1 Ejido Telesahuac (M)	206.34	200.00	200.00	-0.1400	425.00													
	Represa 1 Ejido La Concordia (MD)	202.57	200.00	200.00	-0.1300	725.00													
	Represa 2 Ejido Telesahuac (M)	218.22	200.00	200.00	-0.0144	50.00													
	Represa 3 Ejido Telesahuac (M)	194.74	194.74	194.74	-0.0250	1,575.00													
	Represa 2 Ejido La Concordia (MD)	194.25	194.25	194.25	-0.0400	175.00													
	Pres. Santa Agueda (MD y M)	191.18	191.18	191.18	-0.1400	1,900.00													
	Río Zahuapan a. ab. Presa Santa Agueda		190.15	190.15	0.6879			202.39											
	Río Zahuapan aguas ab. Río Viejo	19.40	144.57	144.57	0.6679					6,975.00	560.00	3.20	3.90	0.1617	1.40	20.00	0.50	0.21	0.205
9	Río Viejo (M)	70.56	70.56	70.56	0.1100	4,225.00													
	Barranca de Guadalupe (M)	60.16	81.08	81.08	0.0380	900.00													
	Barranca Corazon de Jesus (M)	184.50	200.00	200.00	0.0332	200.00													
	Barranca en nombre (canal) de Negro (MD)	136.20	164.85	164.85	0.0290	250.00													
	Descarga San Buenaventura (M)	442.00	200.00	200.00	0.0156	1,250.00													
	Descarga Corredor Industrial Xicohtzanco (M)	106.01	59.85	59.85	0.0060	150.00													
	Río Zahuapan aguas ab. la confluencia con el Río Atzacan	115.96	115.96	115.96	0.8997	100.00			135.94										

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	L2 mg/l	Cs mg/l	Do mg/l	Dc mg/l	Tc dias	Dmid (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/día	Lr kg/día	Re %
1	Río Zahuapan confluencia con boca La Ladera										
	Río Zahuapan aguas arriba boca Tenopa Barranca Texcós-Tlacotalilla (MD) Barranca Anelco (MD) Barranca sin nombre (MI)	21.67	7.65	2.25	4.45	5.44	52.84	6.14	51.86	221.83	76.62
2	Río Zahuapan aguas arriba boca sin nombre										
	Río Zahuapan aguas arriba boca sin(A) Xalilocan Barranca sin nombre (A) Xalilocan (MD) Descarga Xalilocan (MD) Barranca sin nombre (B) Xalilocan (MD) Barranca Zacatepec (MI) Marrañales San Dionisio (MI) Descarga 1 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI) Descarga 2 Planta de tratamiento Apizaco "B" (MI) Arroyo San Benito o Alizaca (MI) Río Zahuapan aguas arriba Arroyo San Benito	23.67	7.36	3.06	4.16	7.42	52.86	6.21	187.25	2.662.18	92.97
3	Río Zahuapan aguas arriba Arroyo de Huacalzango										
	Arroyo de Huacalzango (MI) Planta de Bombeo Ahuiztla (MD) Drenaje de Riego Ahuiztla (MD) Derivación Ahuiztla (MD) Presá Metocellan (MI) Descarga Ahuiztla (fosa séptica) (MD) Río Zahuapan aguas arriba descarga Ahuiztla	81.97	7.50	4.22	4.30	3.48	NULLA	7.41	213.78	12.99	0.00
4	Río Zahuapan aguas arriba desc. Hotel Misión										
	Descarga Hotel Misión (MD) Río Ocotitlán-Tlachahuiztlan (MD) Río Zahuapan aguas arriba no descargas	86.23	7.50	1.94	4.30	1.63	NULLA	6.55	211.48	316.03	33.08
5	Río Zahuapan aguas arriba Marrañales Palo Huertano										
	Marrañales Palo Huertano (MI) Arroyo aguas arriba de negro marant Palo Huertano Río Atenco o Tequisquilit (MI) Derivación Belén (MD) Río Dos Arroyos (MI) Marrañales de Belén (MI) Arroyo Melichuapan (MI) Marrañales el Molino (MD) Arroyo sin nombre (MD) Río Zahuapan aguas arriba Arroyo sin nombre	88.16	7.23	2.03	4.03	22.45	NULLA	6.13	433.80	996.84	56.47
	Río Zahuapan aguas arriba descarga Corda										
	Descarga Corda (MI) Descarga Lag de Ox. San Pablo Apulásten (MI) Barranca el Cristo (MD) Río de los Negros (MI)	63.22	7.36	3.06	4.16	1.20	4.97	8.89	726.53	1,965.58	62.90

TRAMOS	DESCRIPCION	L2 mg/l	Cs mg/l	Dp mg/l	Dc mg/l	Tc días	Dmd (mg/l)	ASIMILACION (mg/l)	Lc kg/día	Lr kg/día	Re %
6	Descarga crudo No 1 de Tlaxcala (MI) Descarga crudo No 2 de Tlaxcala (MI) Descarga crudo No 3 de Tlaxcala (MI) Descarga crudo No 4 de Tlaxcala (MI) Barranca Tototlac (MD) Desc No 1 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 2 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Desc No 3 planta de tratamiento ECCAET Tlaxcala (MI) Descarga Tototlac (MD) Planta de Bombeo Parotla (MD) Canal Lateral derecho Presa Parotla Canal Lateral izquierdo Presa Parotla Rio Zahuapan s. ab. Presa Parotla	186.72	7.36	4.06	4.16	74.84	NUJA	6.66	657.65	2,952.92	27.73
7	Rio Zahuapan s. ab. Desc Lag. Ox. Parotla Descarga Laguna de Oxidación Parotla (MD) Barranca Montanney (MI) Rio Tototlac (MD) Rio Zahuapan s. ab. Rio Tototlac	184.98	7.23	3.53	4.03	5.86	NUJA	6.28	627.97	381.90	0.00
8	Rio Zahuapan aguas en Represa Ejido Santa Apolonia Represa Ejido Santa Apolonia (MD) Descarga No 1 queserías Tlaxiahuaca (MI) Descarga No 2 queserías Tlaxiahuaca (MI) Descarga Tlaxiahuaca (MI) Rio Zahuapan s. ab. descarga Tlaxiahuaca	183.27	6.87	5.05	3.87	12.50 13.00 13.50	NUJA	4.93	284.52	0.00	0.00
9	Rio Zahuapan aguas en Represa Ejido Tlaxiahuaca Represa 1 Ejido Tlaxiahuaca (MI) Represa 2 Ejido La Concordia (MD) Represa 3 Ejido Tlaxiahuaca (MI) Represa 2 Ejido La Concordia (MD) Represa Santa Aguada (MD y MI) Rio Zahuapan s. ab. Presa Santa Aguada	130.51	7.10	3.20	3.90	3.99	NUJA	4.05	470.49	2,224.18	76.85
10	Rio Zahuapan aguas en Rio Viejo Rio Viejo (MI) Barranca de Guadalupe (MI) Barranca Corazon de Jesus (MI) Barranca en nombre (drenaje de riesgo) (MD) Descarga San Buenaventura (MI) Descarga Corredor Industrial Xicotlánco (MI) Rio Zahuapan aguas en la confluencia con el Rio Atoyac										

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

8.1 Modelo Matemático (Condiciones actuales)

Al correr el modelo con los datos originales obtenidos en muestreo y laboratorio se obtiene una K_D fuera de rango en los tramos 4, 5 y 6 con valores de 30.48, 0 y 2.15 respectivamente, situación que altera el modelo, dando como consecuencia valores calculados no validos principalmente en K_{DC} , L_2 , L_4 , T_c y asimilación, afectando también de esta forma el % de remoción requerido.

Por esta causa se modificaron algunos valores de carga orgánica (DBOu) en los tramos antes mencionados, para validar el modelo.

Las modificaciones se hicieron en las descargas sin tratamiento, reduciendo estas en un 50 % considerando un posible tratamiento futuro.

Las descargas ECCAET Tlaxcala y Apizaco "B" se redujeron considerando una eficiencia en el tratamiento del 95 %.

8.2 Simulación 1. Condiciones actuales con modificación de carga orgánica.

La DBO al inicio y final de cada tramo permite observar en los tramos 2 y 6 (Gráfica anexo 5) la gran concentración de carga orgánica que recibe el río,

principalmente por las descargas municipales de las ciudades de Apizaco y Tlaxcala.

El déficit máximo de descarga en el río Zahuapan solo se presenta en los tramos 1, 2 y 6; en los tramos restantes esta es nula, debido a que la concentración de DBO en las descargas es mayor a la concentración de DBO en el río.

En los tramos 1 y 2 se tiene un déficit máximo de descarga considerable, puesto que estos son los más cercanos a la presa Atlangatepec por lo que se presupone son los tramos que presentan aguas más limpias, además de no recibir descargas que alteren la calidad de la corriente, a excepción del tramo 2 que recibe la descarga de la planta de tratamiento Apizaco "B", indicando con esto que la corriente diluye gran parte de los contaminantes descargados en este tramo.

En cuanto a la asimilación todos los tramos la presentan con valores que van de 4.8 a 8.89 mg/l. Tomando en cuenta que la asimilación es la capacidad de un cuerpo receptor para restablecer su calidad después de recibir una descarga; la asimilación presentada en el río Zahuapan puede considerarse baja.

La carga orgánica real L_R está relacionada con la concentración de materia orgánica de las descargas o afluentes y el gasto de estas, observándose que en los tramos 2, 6, 7 y 10 se encuentran los mayores valores.

La carga orgánica asimilable varia a lo largo del río, acercándose al valor de L_R en el tramo 8 y siendo mayor en los tramos 3 y 9, proyectándose estos valores en la remoción.

Para que una corriente se considere sana, la carga orgánica asimilable deberá ser mayor que la carga orgánica real.

En el río Zahuapan se observa claramente que la carga orgánica real sobrepasa por mucho a la carga orgánica asimilable en la mayoría de los tramos, acentuándose en el tramo 6 que es donde se tiene el efecto más severo sobre el río por las descargas de la ciudad de Tlaxcala (Ver Gráfica Comportamiento de la L_R y L_C en el río Zahuapan, anexo 5).

El porcentaje de remoción calculado, se interpreta como la remoción necesaria en las descargas, observándose un mayor requerimiento de remoción en los tramos 2 y 6 por arriba de 90 % (esto debido a las descargas Apizaco y Tlaxcala) y en los tramos 7 y 10 por arriba del 80 % (por las descargas Panotla y Corredor industrial Xicothzinco).

8.3 Simulación 2 y 3. Análisis y discusión a mediano y largo plazo.

(Gráficas, anexo No. 5)

Al hacer un cambio en los gastos y aportaciones que llegan al río Zahuapan se obtuvieron cambios en la carga real (L_R), carga asimilable (L_C) y el porcentaje

de remoción requerido (% Re). Se observa un aumento en mayor proporción en la carga orgánica real y en menor proporción en la carga orgánica asimilable.

La carga orgánica real al estar directamente relacionada con la concentración de materia orgánica y con el gasto de las descargas presenta en las simulaciones a mediano y largo plazo una tendencia a aumentar.

En el mediano plazo se observan los valores más altos en los tramos 2, 6, 7 y 10 teniéndose valores de hasta 6,850.46 kg/día en el tramo 6; a largo plazo, en este mismo tramo se tiene un valor de 9,523.97 kg/día. Es importante resaltar que el comportamiento del río es el mismo que en las condiciones actuales, presentándose mayores problemas en los tramos antes mencionados por las descargas municipales.

La carga orgánica asimilable, de la misma forma que la carga orgánica real tiende a aumentar en todos los tramos presentando los valores más significativos a mediano y largo plazo en los tramos 6, 7 y 8.

Puede observarse que en la mayoría de los tramos la carga real es mayor que la carga asimilable, exceptuando el tramo 9 donde no existen descargas, solo aprovechamientos.

El porcentaje de remoción necesario en las descargas es menor a largo plazo comparándolo con el mediano plazo y con la situación actual, esto debido a que el gasto en las descargas aumenta pero la concentración de materia orgánica es constante, de tal manera podemos observar una disminución en el porcentaje

de remoción en todos los tramos excepto en el tramo 6 cuyo porcentaje de remoción requerido es prácticamente igual a mediano y a largo plazo.

8.4 Análisis y Discusión. Propuesta para saneamiento.

Para conocer como será el comportamiento del río, disminuyendo las descargas de aguas residuales, teniendo como fin la protección de vida acuática y el uso del agua para riego agrícola, cumpliendo con una DBO adecuada en cada caso, de acuerdo como lo señala la normatividad, se corrieron dos simulaciones en el modelo matemático, para obtener la cantidad de asimilación, déficit máximo de descarga y el porcentaje de remoción requerido en el río y descargas, con el fin de obtener un saneamiento en la corriente.

La propuesta para saneamiento se hizo basándose en la simulación a largo plazo (año 2012) por considerar más factible una reducción en las descargas, a partir de tratamientos implementados y mejoras en los tratamientos existentes y aquellos en los que se encuentra la infraestructura necesaria pero que no se encuentran en operación. Ya que la NOM-001- ECOL-1996 considera como fecha de cumplimiento para todas las descargas el año 2010.

8.4.1 Simulación DBO máxima en descargas de 200 mg/l.

Se realizó una simulación tomando en cuenta una DBO máxima en las descargas de 200 mg/l esto de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-ECOL-

1996 como límite máximo permisible en ríos para uso en riego agrícola, la DBO en el río se considero de 80 mg/l.

Dando como resultado que en los tramos:

- 3, 8 y 9 no se requiere remoción
- 1, 7 y 10 se tiene una remoción por arriba del 70 %
- tramo 6 se tiene una remoción del 63 %
- tramo 4 remoción de 33.08 % (remoción más baja)
- tramo 2 remoción de 92.97 % (remoción más alta)

Los resultados obtenidos, nos indican que la carga real que recibe el río Zahuapan, aún con la disminución de la DBO a 200 mg/l, es mayor que la carga asimilable, en los tramos 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 10.

8.4.2 Simulación DBO máxima en las descargas de 80 mg/l

La simulación se realizó considerando una DBO en el río de 60 mg/l y tomando en cuenta una DBO en las descargas de acuerdo a la NOM-001-ECOL-1996 de 80 mg/l también considerando el límite máximo permisible en ríos para protección de vida acuática.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

El déficit máximo de descarga solo se presenta en los tramos 1 y 2 puesto que en estos tramos la carga orgánica en el río es mayor que la carga orgánica de

las descargas, los tramos 3 al 10 no presentan déficit máximo de descarga (“nulo”).

La asimilación en todos los tramos sobre el río Zahuapan es menor a 8 mg/l, presentando el valor más bajo en el tramo 9 con 5.16 mg/l.

La carga orgánica real sobrepasa a la carga orgánica asimilable excepto en los tramos 3, 8 y 9 donde no se requiere remoción.

Los tramos 4 y 6 son los que presentan un menor porcentaje de remoción por la reducción de carga orgánica teniéndose valores de 23.12 % y 21.81 % respectivamente, los tramos 5 y 7 presentan una remoción un poco mayor al 50 % y se obtiene el mayor porcentaje de remoción en los tramos 1 y 2 con valores de 76.62 % y 88.67 % respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede observarse que la mayor recuperación reduciendo la carga orgánica a 60 mg/l se presenta en el tramo 6 donde se encuentran una gran cantidad de descargas de tipo municipal que al disminuir, permiten que el río de acuerdo a su capacidad se recupere.

8.5 Análisis de la calidad de la corriente.

Coliformes fecales. De acuerdo a los criterios ecológicos de calidad del agua (Agua potable y Riego agrícola) se tiene que en los tramos 1 y 2 se presentan en pequeñas cantidades, aumentando un poco en los tramos 3 y 4 y de forma

considerable a partir del tramo 5 en adelante presentándose con valores muy variables, pero generalmente arriba de los 1,000 NMP/100 ml.

El oxígeno disuelto en los tramos se encuentra con valores muy variables, en el caso de afluentes se pueden observar valores dentro del límite permisible que es de 4.0 mg/l para agua potable y 2.1 a 7.8 mg/l para acuacultura (dependiendo de la especie), este disminuye considerablemente en las descargas municipales y plantas de tratamiento teniéndose resultados de 0 a 0.3 mg/l en las descargas crudas de Tlaxcala y plantas de tratamiento ECCAET, Panotla, Atlihuetzia, San Pablo y Contla.

El pH en todos los tramos se encuentra dentro del rango permisible tanto para agua potable (5-9) como para riego agrícola (4.5-9) presentándose en todos los tramos un pH muy cercano a 7.

Los sólidos suspendidos presentes en el río Zahuapan se encuentran en la mayoría de los casos dentro del límite permisible de 500 mg/l para agua potable y cultivo excediéndose solo en algunas descargas de los tramos 3,4,5y 7.

De acuerdo a la NOM-001-ECOL-1996 tomando en cuenta los límites máximos permisibles para ríos en uso como riego agrícola (Promedio diario)

Los sólidos sedimentables se encuentran en un rango de 0-0.9 mg/l en la mayoría de las descargas sobrepasando el límite máximo permisible de 2.0 mg/l en las descargas crudas de Tlaxcala y ECCAET tramo 6, descargas queserías tramo 8 y barranca Corazón de Jesús tramo 10.

Los sólidos suspendidos totales rebasan en todos los tramos el límite máximo permisible de 200 mg/l, encontrándose valores hasta de 4864 en la represa 2 ejido la Concordia en el tramo 9.

La DBO en la corriente presenta variaciones muy marcadas, encontrándose principalmente un aumento considerable en las descargas municipales presentes en el tramo 6 sobrepasando el límite máximo permisible de 200 mg/l.

9. Conclusiones y Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos se puede concluir que actualmente la corriente del río Zahuapan tiene una calidad aceptable en su inicio y esta se ve disminuida conforme avanza, debido a la aportación de aguas residuales de origen municipales e industrial.

9.1 Modelo

Para simular el comportamiento de la corriente se empleó el modelo matemático SICLACOR mismo que es confiable cuando la corriente tiene capacidad para depurarse y calcula L_R , L_C , D_{md} y % de remoción; sin embargo es muy limitado, dado que la DBO es el parámetro básico usado para modelar y simular, lo que hace que los resultados que se obtienen, sean parciales, de tal manera que estos resultados no permiten describir el comportamiento global de la corriente en cuanto a contaminación orgánica.

Por otra parte cuando la corriente no tiene capacidad de autodepuración el modelo reporta valores no confiables, restringiendo su uso solamente como una base preliminar para diagnosticar las zonas de mayor contaminación en la corriente.

Considerando esta problemática, se modificó el programa SICLACOR en los siguientes puntos.

El porcentaje de remoción en la hoja de cálculo original está considerado para el propio cuerpo receptor, sin tomar en cuenta las descargas, en este trabajo, el porcentaje de remoción se aplica directamente a las descargas, lo que permite conocer la afectación de la descarga al cuerpo receptor.

El modelo matemático SICLACOR en su hoja de cálculo original considera como el fin de la secuencia de cálculo cuando se obtiene un déficit máximo de descarga, sin que la asimilación se de por parte del cuerpo receptor, de lo que se puede observar que aunque exista un déficit máximo de descarga no necesariamente es asimilada el total de la contaminación, por lo que esto arrastra un error que no demuestra el comportamiento real de la corriente, ya que no acumula los valores remanentes en los tramos.

Por lo anterior, es conveniente desarrollar un modelo matemático, específico para las condiciones del río, con el fin de conocer el comportamiento de los parámetros o variables más representativos en la corriente, para poder delimitar las concentraciones máximas permisibles que pueden descargarse a lo largo de la corriente con el fin de recuperarla y/o tener un manejo más adecuado de la corriente.

Es importante mencionar que los datos usados en el modelo matemático son puntuales que estadísticamente no dan un resultado 100 % confiable. Estos datos fueron obtenidos en época de estiaje por considerarse la más crítica en cuanto a contaminación por falta de dilución, pero es importante conocer las condiciones en el río tanto en las diferentes estaciones del año así como en

las modificaciones de la corriente originadas por la variación de las descargas.

Para poder realizar el modelo matemático adecuado a la corriente del río Zahuapan es necesario contar con datos subsecuentes, de tal manera que se recomienda tener una red de monitoreo continuo a lo largo del río en los 10 tramos considerados en este trabajo, tomando en cuenta el muestreo de parámetros como DBO, DQO, OD, sólidos suspendidos, temperatura, pH, gasto, velocidad, pendiente, coliformes fecales y totales.

Estos datos permitirán la modelación únicamente obteniendo la capacidad de autpurificación del río en base a la carga orgánica. Si se requiere modelar otro tipo de contaminantes como metales, sales, grasas y aceites, pesticidas o color será necesario monitorear otros parámetros para desarrollar el modelo matemático.

Conociendo el comportamiento de la corriente y teniendo muy bien definido que es lo que se quiere modelar, se podrán establecer zonas o tramos específicos con mayor o menor susceptibilidad, de manera que solo será necesario aplicar la normatividad vigente para que el río pueda recuperarse o en su caso permanecer en las condiciones óptimas. En el caso de contaminantes de tipo orgánico (DBO) y en base a los resultados aportados por el presente estudio, se deberán considerar como puntos críticos las estaciones: correspondientes a los tramos 2,6, 7 y 10.

Algunas medidas de control que pueden aplicarse sobre el río Zahuapan son:

- 1. Mejorar el poder de autodepuracion de la corriente de agua.**

- 2. Evitar que llegue a la corriente en forma total o parcial todo aquel componente de las aguas residuales que pueda interferir perjudicialmente en el mecanismo de autodepuracion de las aguas receptoras.**

- 3. Considerar la disminuci3n de la cantidad de agua de diluci3n (como sucede en tiempo de estiaje), condicionando en los criterios de descarga de aguas residuales, el volumen y la concentraci3n de contaminantes.**

Para lograr el primer punto son necesarias las siguientes acciones:

- a) Ensanchar el cauce en la zona de descarga para disminuir la velocidad**

- b) Regular la formaci3n de dep3sitos de lodo por canalizaci3n del cause del r3o.**

- c) Aumentar la aeracion provocando artificialmente disturbios en el agua por medio de cascadas, remolinos, etc.**

El segundo punto se consigue a partir de la implementaci3n de sistemas de tratamiento de aguas residuales y a la operaci3n adecuada de las plantas existentes en funcionamiento y las que no se encuentran en operaci3n.

Además de los puntos anteriores es importante planear el crecimiento tanto industrial, comercial y de servicios para no afectar de forma negativa a la corriente.

9.2 Factibilidad económica

Para tener una aproximación de los gastos necesarios que deberán hacerse para obtener una mejor calidad de agua en el río Zahuapan se tomaron en consideración los costos de la red de monitoreo, la generación del modelo matemático y además se consideraron cambios en las descargas sin tratamiento, obteniéndose los siguientes datos.

Red de monitoreo continuo

	Costo en \$
- Equipo para 10 estaciones: Medidor digital de pH y temperatura marca OYSTER Registrador automático de niveles modelo Levelogger No. 3001 Sistema para medir, salinidad, conductividad y temperatura YSI85 Hand-Held Medidor digital de oxígeno disuelto marca ORION, modelo 810	1,083,300.00
- Análisis tomando en cuenta reactivos y laboratorio por 365 días (solo parámetros básicos)	438,000.00
- Modelo matemático	500,000.00
Total	2,138,000.00

Principales descargas y cambios en el tratamiento.

Para implementar nuevos tratamientos se tomaron en cuenta los costos para sistemas que trabajen a base de lodos activados por considerarse adecuados para el tipo de agua residual a tratar y con un costo económico aceptable en cuanto a inversión y operación.

Descargas municipales sin tratamiento

Descarga	Tramo	DBO _{ent} mg/l	DBO _{sal} mg/l	Gasto...en m ³ /s	Necesidades
Xaltocan	1	305.85	305.85	0.0063	Planta de tratamiento
Contla	6	284.12	284.12	0.003	Planta de tratamiento
Descarga cruda 1 Tlaxcala	6	1,052.98	1,052.98	0.01	Planta de tratamiento
Descarga cruda 2 Tlaxcala	6	363.75	363.75	0.0015	Planta de tratamiento
Descarga cruda 3 Tlaxcala	6	744.43	744.43	0.005	Planta de tratamiento
Descarga Totolac	6	447.34	447.34	0.005	Planta de tratamiento
Quesería 1 Tetlatahuca	8	729.82	729.82	0.005	Planta de tratamiento
Quesería 2 Tetlatahuca	8	706.34	706.34	0.0003	Planta de tratamiento
Tetlatahuca	8	1,141.32	1,141.32	0.008	Planta de tratamiento
San Buena Ventura	10	534.96	534.96	0.002	Planta de tratamiento

Descargas municipales que cuentan con tratamiento

Descarga	Tramo	DBOent	DBOsal	Eficiencia %	Proceso de tratamiento	Necesidades
Apizaco "A"	2	162	54	66	Laguna aereada	Mejoramiento en la eficiencia
Atlihuetzia	3	339.80			Fosa séptica	Mejoramiento en la eficiencia
Ocotoxco	4	82.42	82.42	0	Fosa séptica	Operación de la planta
Apizaco "B"	5	129.33	33.75	73.9	Filtros biológicos	
Apetatitlan	6	413.66			Laguna de estabilización	Mejoramiento en la eficiencia
Panotla	6	370	370	0	Laguna de estabilización	Operación de la planta
Tlaxcala	6	171.75	33.47	80.5	Lagunas aereadas	
Ixtacuixtla	6	828.58	241.83	70.8	Lagunas aereadas	
Atlamaxac	7	369.50	143.92	61	Laguna de estabilización	Mejoramiento en la eficiencia
Xicohtzinco	10	106.01			Fosa séptica	Mejoramiento en la eficiencia

Para calcular el costo aproximado de inversión en la construcción de las plantas de tratamiento propuestas, se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Costo de excavación
- Costo de cimentación
- Costo de acarreo y disposición de material
- Costos de construcción de carcamos
- Costos de tuberías y válvulas
- Costos de difusores de aire
- Costos de inyectores de aire
- Costos de caseta de inyectores de aire
- Costo de instalación eléctrica
- Costo de instalación mecánica
- Costo de instrumentación y control
- Costo de inóculo

Costo aproximado para plantas de tratamiento

Descarga	Tramo	Gasto en m ³ /s	Costo en \$
Xaltocan	1	0.0063	450,000
Conila	6	0.003	215,000
Descarga cruda 1 Tlaxcala	6	0.01	714,300
Descarga cruda 2 Tlaxcala	6	0.0015	107,200
Descarga cruda 3 Tlaxcala	6	0.005	357,150
Descarga Totolac	6	0.005	357,150
Quesería 1 Tetlatlahuca	8	0.005	357,150
Quesería 2 Tetlatlahuca	8	0.0003	21,500
Tetlatlahuca	8	0.008	571,500
San Buena Ventura	10	0.002	143,000

Finalmente es importante mencionar la necesidad de coordinar los esfuerzos y programas tanto del gobierno Federal como del Estatal y Municipal, teniendo los dos primeros la obligación de vigilar el cumplimiento de la normatividad, así como la eficiencia de las plantas de tratamiento existentes en el estado y la implementación de tratamiento en los municipios e industrias que no cuentan con el.

Tomando en cuenta que la Ley Federal de Derechos identifica al río Atoyac como un cuerpo tipo B, y considerando que el río Zahuapan (identificado como cuerpo tipo A) es un afluente directo del Atoyac, será necesario conocer la factibilidad de reclasificación del río Zahuapan a cuerpo tipo B, teniendo con esto un límite permisible de descarga menor (75 mg/l).

BIBLIOGRAFIA

- 1) APHA; AWWA, WEF., 1992., Standard methods for the examination of water and wastewater; 18 th; Arnold E. Greenberg; Maryland, USA.
- 2) Castellan Crespo J. Enrique; 1994; Elaboración del programa computarizado SICLACOR (Sistema de Clasificación de Corrientes) para determinar la capacidad de autopurificación del río Santiago por las descargas de aguas residuales que recibe a lo largo de su recorrido, Tesis profesional ESIA, IPN; México D.F.
- 3) Clarence J. Velz.; Applied Stream Sanitation; Wiley-Interscience; 1970.
- 4) Comisión Nacional del Agua; 1993; Manual de procedimientos para muestreo, mediciones de campo y visitas de inspección en agua y descargas de aguas residuales; Gerencia de calidad, reuso del agua e impacto ambiental; México. D.F.
- 5) Comisión Nacional del Agua; 1994; Programa de gran visión para el desarrollo de Tlaxcala; Sector Agua; Gerencia Estatal en Tlaxcala.
- 6) Comisión Nacional del Agua; 1996; Estudio preliminar de la clasificación del río Atenco en el estado de Tlaxcala.
- 7) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1995; Mc Graw-Hill
- 8) De Lora F., Miro Ch. J; 1978, Técnicas de defensa del medio ambiente; Labor, S.A: España.
- 9) Diario Oficial de la Federación; México, 13 de diciembre de 1989; Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua.
- 10) Diario Oficial de la Federación; 6 de enero de 1997; NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- 11) Fair, Geyer, Okun; 1984; Purificación de aguas, tratamiento y remoción de aguas residuales; Vol II; Limusa; México
- 12) Gobierno del Estado de Tlaxcala; 1993; Periódico Oficial; Poder Legislativo; Tlaxcala, México
- 13) INEGI., 1996., Anuario Estadístico del Estado de Tlaxcala., Edición 1996.
- 14) INEGI; 1986; Síntesis Geográfica de Tlaxcala; Primera Reimpresión Junio de 1986.

- 15) INEGI; 1990; XI Censo General de Población y Vivienda, Tlaxcala; Resultados Definitivos
- 16) Kemmer N. F., McCallion J.; 1989; Manual del Agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones; McGraw-Hill; México.
- 17) Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento., 1994., Comisión Nacional del Agua., México
- 18) Ley Federal de Derechos en Materia de Agua., 1997., Comisión Nacional del Agua., México.
- 19) Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, México, 1988.
- 20) Lora Soria F., Miro Chavarria J.; 1978; Técnicas de defensa del Medio Ambiente; Vol. I; Labor S.A., Barcelona España.
- 21) Metcalf Eddy; 1985; Ingeniería sanitaria tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales; Labor, S.A.; Tercera edición: España.
- 22) Martínez Pereda, et. Al.; 1970, Estudio de la Contaminación del Agua en la cuenca del Río Lerma, Mex.; Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado; México.
- 23) Morales Juárez R.; 1996; Apuntes sobre Contaminación de corrientes; Instituto Tecnológico de Puebla; México.
- 24) Munive de León M.E.; 1997, Estudio de clasificación del Río Zahuapan en el Estado de Tlaxcala, mediante el uso del sistema de clasificación de corrientes (SICLACOR); Tesis de maestría; Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Sección de Estudios de Postgrado e Investigación.; IPN; México.
- 25) Nelson N Nemerow; 1975; Aguas residuales industriales, teorías, aplicaciones y tratamiento; H Blume Ediciones; Madrid.
- 26) Orlob T. G.; 1991; Models for environmental pollution control; Arbor Science Publisher, Inc., E.U.A.
- 27) Odum. E.P.; 1986; Ecología, Interamericana., Tercera Edición., México.
- 28) Ramalho R.S; 1991; Tratamiento de Aguas Residuales; Revertá S.A.; Barcelona España.
- 29) Rivas M. G.; 1978; Tratamiento de aguas residuales; Ediciones Vega; Segunda Edición; Venezuela.
- 30) Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca- CNA.; 1996; Programa Hidráulico 1995-2000; México.
- 31) SECOFI; 1992; A Study for the investor; Nacional Financiera; Tlaxcala, México
- 32) Sierra López A; 1995; Clasificación de la laguna y embalse de San José Atlangatepec, Tlax.; Tesis profesional. Escuela de Ingeniería Química; BUAP; México.

- 33) THY Tebbutt; 1990; Basic wastewater treatment; Butterwhort Co.; Londres.
- 34) UNAM; 1982; División de Ingeniería, departamento de Ing. Sanitaria, limnología y saneamiento de corrientes; Apuntes de Limnología; UNAM, México.
- 35) UNAM, 1993, De Victoria J., Apuntes del curso "Contaminación de aguas superficiales (mares y estuarios)"; UNAM, México.
- 36) Victorica de J.; 1984; Influencia de la Hidrodinámica de embalses en la Evolución de la calidad del agua; Instituto de Ingeniería UNAM; Serie No. 480; México D.F.

Glosario

Asimilación. Propiedad que tiene un cuerpo receptor para restablecer su calidad (contaminantes no conservativos orgánicos).

Carga orgánica asimilable. Cantidad de materia orgánica que el cuerpo receptor puede asimilar sin ser afectado.

Carga Real. Cantidad de materia orgánica que contiene el cuerpo receptor para recibir cualquier elemento compuesto o sustancia, de forma tal que no exceda la concentración máxima admisible de dicho elemento, compuesto o sustancia.

Parámetro. Variable tomada como referencia para la medición del nivel en que este presente un contaminante.

Anexo 1 Tablas. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua

ANEXO 1. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua

El artículo dos menciona las siguientes definiciones:

Calidad para la protección de la vida de agua dulce:

Grado de calidad del agua, requerido para mantener las interacciones e interrelaciones de los organismos vivos, de acuerdo al equilibrio natural de los ecosistemas de agua dulce continental.

Calidad para la protección de la vida de agua marina:

Grado de calidad del agua, requerido para mantener las interacciones e interrelaciones de los organismos vivos, de acuerdo al equilibrio natural de los ecosistemas de agua marina.

Calidad para uso en la acuicultura:

Grado de calidad del agua, requerido para las prácticas acuiculturales, que garantiza el óptimo crecimiento y desarrollo de las especies cultivadas, así como para proteger su calidad para el consumo humano.

Calidad para riego agrícola:

Grado de calidad del agua, requerido para llevar a cabo prácticas de riego sin restricción de tipos de cultivo, tipos de suelo y métodos de riego.

Calidad para uso como fuente de abastecimiento de agua potable:

Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada como abastecimiento de agua para consumo humano, debiendo ser sometida a

tratamiento, cuando no se ajuste a las disposiciones sanitarias sobre agua potable.

Calidad para uso pecuario:

Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada como abastecimiento de agua para consumo por los animales domésticos, que garantiza la protección de su salud y la calidad de los productos para consumo humano.

Calidad para uso recreativo con contacto primario:

Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada en actividades de esparcimiento, que garantiza la protección de la salud humana por contacto directo.

Cuerpo de agua:

Los lagos; lagunas; acuíferos; ríos y sus afluentes directos o indirectos, permanentes o intermitentes; presas; embalses; cenotes; manantiales; litorales; estuarios; esteros; marismas y en general las zonas marinas mexicanas.

Fuente de abastecimiento de agua potable:

Todo cuerpo de agua que es o puede ser utilizado para proveer agua para consumo humano.

**Anexo 2 Calendario de Muestreo en el río
Zahuapan**

Calendario de Muestreos en el río Zahuapan

Estación	Fecha de monitoreo			
	1996			1998
	1	2	3	1
Río Zahuapan Confluencia Barranca la Ladera	19/02			
Barranca Texopa-Tlaxcantitla	19/02	11/03	01/04	
Barranca Analco	19/02	11/03	01/04	
Barranca S/N	19/02	11/03	01/04	
Río Zahuapan a. arriba Bca. S/N (A) Xaltocan	19/02	11/03		11/05
Barranca S/N (A)Xaltocan	19/02	11/03	02/04	11/05
Río Zahuapan a. abajo Bca. S/N (B) Xaltocan	19/02	12/03	02/04	11/05
Río Zahuapan a. arriba Bca. Zacatepec	20/02	12/03	03/04	11/05
Barranca Zacatepec	20/02	12/03		11/05
Manantiales San Dionicio	20/02	12/03	03/04	
Río Zahuapan a. arriba planta de Trat. Apizaco "B"	20/02	12/03	03/04	17/03
Descarga 1 Planta de Trat. Apizaco "B"	20/02	12/03	03/04	17/03
Descarga 2 Planta de Trat. Apizaco "B"	20/02	12/03	03/04	17/03
Arroyo San Benito o Atlixteca	20/02	13/03	04/04	
Río Zahuapan a. arriba arroyo de Huacaltzingo	21/02	13/03	04/04	17/03
Arroyo de Huacaltzingo	21/02	13/03	04/04	17/03
Drenaje de riego Atlihuetzia	21/02		04/04	18/03
Río Zahuapan aguas arriba derivación Atlihuetzia	22/02	13/03	04/04	18/03
Presa Metecatlan	22/02	13/03	05/04	18/03
Descarga Atlihuetzia (fosa séptica)	22/02	13/03	05/04	18/03
Río Zahuapan a. abajo cascada Atlihuetzia	22/02	13/03	05/04	19/03
Descarga Hotel Misión	22/02	14/03	05/04	19/03
Río Ocotoxco-Tlatlahuquitepec	23/02	14/03	08/04	19/03
Río Zahuapan a. arriba manantial Palo Huerfano	23/02	14/03	08/04	19/03
Manantiales Palo Huerfano	23/02	14/03		19/03
Arroyo exedente de riego manantiales Palo Huerfano	23/02	14/03	09/04	19/03
Río Zahuapan a. arriba río Atenco	23/02	14/03	09/04	24/03
Río Atenco o Tequisquiatl	23/02	14/03	09/04	24/03
Derivación Belen	23/02	14/03	09/04	24/03
Río dos arroyos	26/02	15/03	09/04	24/03
Manantiales Belen	26/02	15/03	10/04	24/03
Arroyo Metlahuapan	26/02	18/03		
Manantiales el Molinito	26/02	18/03	10/04	
Arroyo S/N	26/02	18/03	10/04	
Río Zahuapan a. arriba descarga Contla	26/02	18/03	11/04	13/04
Descarga Contla	26/02	18/03	11/04	13/04
Descarga Laguna de oxidación San Pablo A.	27/02	18/03	11/04	13/04
Barranca el Cristo	27/02	18/03	11/04	13/04
Río de los Negros	27/02	19/03	11/04	14/04
Río Zahuapan a. arriba río los Negros	27/02	19/03	11/04	14/04

Río Zahuapan a. arriba descargas crudas de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	14/04
Descarga Cruda No. 1 de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	15/04
Descarga Cruda No. 2 de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	15/04
Descarga Cruda No. 3 de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	15/04
Descarga Cruda No. 4 de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	15/04
Río Zahuapan a. abajo descargas crudas de Tlaxcala	27/02	20/03	12/04	15/04
Barranca Totolac	28/02	22/03	15/04	16/04
Descarga No. 1 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	28/02	22/03	15/04	16/04
Descarga No. 2 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	28/02	22/03	15/04	16/04
Descarga No. 3 Planta de Trat. ECCAET Tlaxcala	28/02	22/03	15/04	16/04
Descarga Totolac	28/02	22/03	16/04	16/04
Río Zahuapan a. arriba presa Panotla	29/02	25/03	16/04	16/04
Canal lateral derecho presa Panotla	29/02			16/04
Canal lateral izquierdo presa Panotla	29/02	25/03	18/04	16/04
Río Zahuapan a. abajo presa Panotla	29/02	25/03	18/04	12/05
Descarga Laguna de Oxidación Panotla	29/02	25/03	18/04	12/05
Río Zahuapan a. abajo barranca Monterrey	01/03	26/03	22/04	13/05
Barranca Monterrey	01/03	26/03	22/04	13/05
Río Totolac	04/03	26/03	22/04	13/05
Río Zahuapan a. arriba Represa Ejido Sta. Apolonia	04/03	26/03	22/04	18/05
Represa Edijo Sta. Apolonia	04/03	26/03		18/05
Descarga No. 1 queserías Tetlatlahuca	04/03	27/03	23/04	18/05
Descarga No. 2 queserías Tetlatlahuca	04/03	27/03	23/04	18/05
Descarga Tetlatlahuca	05/03	27/03	23/04	18/05
Represa 1 Ejido Tetlatlahuca	05/03	27/03	24/04	18/05
Represa 1 Ejido la Concordia	05/03	27/03		
Represa 2 Ejido Tetlatlahuca	05/03	27/03		18/05
Represa 3 Ejido Tetlatlahuca	06/03	28/03	24/04	18/05
Represa 2 Ejido la Concordia	06/03	28/03	24/04	18/05
Presa Sta Agueda	06/03	28/03	25/04	
Río Zahuapan a. arriba río viejo	06/03	28/03	25/04	19/05
Río Viejo	06/03	28/03	25/04	19/05
Río Zahuapan a. abajo río viejo	06/03	28/03	25/04	19/05
Barranca de Guardia	07/03	29/03	25/04	19/05
Barranca Corazón de Jesús	07/03	29/03	26/04	19/05
Barranca S/N	07/03	29/03	26/04	
Río Zahuapan a. arriba descarga San Buenaventura	07/03	29/03	26/04	
Descarga San Buenaventura	07/03	29/03	26/04	19/05
Descarga corredor industrial Xicohtzinco	07/03	29/03	26/04	19/05
Río Zahuapan antes de la confluencia con el Atoyac	07/03	29/03	26/04	19/05

Anexo 3 Calendario de visitas a Plantas de Tratamiento

Calendario de Visitas a Plantas de Tratamiento

Planta de Tratamiento	Tratamiento	Fecha de Visita
Atlamaxac	Reactor Anaerobio de flujo ascendente	5/09/97
Xicohtencatl	Lagunas aereadas	6/09/97
Ixtacuixtla	Lagunas aereadas	7/09/97
Tlaxcala	Lagunas Aereadas	8/09/97
Apizaco "A"	Lagunas aereadas	10/09/97
Apizaco "B"	Filtros biológicos	11/09/97
Loreto y Peña Pobre	Filtros biológicos	19/09/97
Hotel Misión	Fosa séptica	26/09/97

Anexo 4 Recopilación de datos Plantas de Tratamiento ECCAET

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA 1995
IXTACUIXTLA

APIZACO "B"

APIZACO "A"

TLAXCALA

XICHTENCATL

ATLAMAXAC

Parámetro	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente
pH	7.64	7.66	7.34	7.94	6.24	7.50	7.27	7.81	7.66	8.24	7.29	7.55
Temperatura	19.58	17.42	15.75	15.67	20.67	21.08	19.08	18.75	19.67	18.42	23.67	23.33
Conductividad	855.75	826.17	987.67	1394.25	4728.25	1804.92	755.75	789.58	1398.92	1358.67	556.75	52.92
S S	2.40	0.21	0.41	0.11	17.87	0.22	0.92	0.20	1.02	0.10	1.80	0.12
S T	1159.75	703.17	841.42	953.75	2289.42	1488.83	743.00	635.25	1369.08	1117.67	631.67	438.92
S S T	480.33	78.83	81.92	49.92	435.33	115.92	15.83	43.58	138.83	38.25	132.08	18.50
S.D.T.	921.08	670.17	759.50	903.83	1859.08	1372.92	582.67	597.67	1230.25	1079.42	488.58	418.75
O D	0.00	0.37	3.89	8.72	0.00	1.78	0.00	6.67	0.00	4.70	0.00	3.46
DBO	325.00	97.92	64.92	30.08	1002.33	218.58	172.00	47.67	124.92	36.50	131.00	21.42
DOO	642.00	286.33	133.25	82.17	1840.83	455.58	320.42	102.82	327.75	89.25	279.25	50.17
Nitrogeno amoniacal	23.67	23.08	41.17	63.58	25.33	27.75	15.17	15.67	13.42	7.08	11.75	9.58
Nitrogeno organico	17.92	12.00	7.42	8.75	48.08	41.92	9.92	32.08	8.25	6.42	7.83	4.00
Nitrogeno total	41.58	35.08	48.58	72.08	71.42	69.67	25.08	22.75	21.67	13.42	18.58	13.58
Grasas y aceites	79.92	30.50	30.75	19.33	135.17	37.75	85.33	21.67	43.50	21.92	61.75	47.67
SAAM	6.12	4.72	1.44	0.44	7.98	0.30	5.29	0.66	4.35	0.85	5.40	1.65
Coliformes fecales	7.65E+19	6.50E+09	3.04E+10	1.32E+07	2.77E+24	1.21E+08	9.81E+18	5.89E+07	7.57E+17	8.63E+06	3.24E+19	3.67E+07
Coliformes totales	8.53E+19	9.15E+09	3.18E+10	3.06E+07	3.56E+24	2.94E+08	1.34E+19	8.54E+07	7.43E+18	2.00E+07	1.70E+20	9.50E+07

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA 1996
IXTACUIXTLA

APIZACO "B"

APIZACO "A"

TLAXCALA

XICHTENCATL

ATLAMAXAC

Parámetro	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente
pH	7.28	6.99	7.19	6.55	6.51	7.53	7.31	6.29	7.98	7.89	7.29	7.58
Temperatura	20.42	16.42	15.08	15.00	19.53	19.78	19.25	19.25	21.42	19.42	21.92	21.71
Conductividad	941.42	831.50	2995.58	2934.88	1738.67	1851.33	688.25	693.67	1618.00	2236.00	560.67	539.42
S S	3.10	0.28	0.76	0.12	13.11	0.24	1.37	0.16	2.12	0.10	1.40	0.27
S T	1004.08	780.67	1758.75	2262.00	2775.58	1501.92	695.17	577.75	1567.25	1836.75	602.75	444.00
S S T	273.83	100.42	90.17	62.92	397.50	180.67	224.92	34.00	173.92	48.42	159.42	32.92
S.D.T.	775.25	680.25	1676.92	2086.67	1628.08	1321.25	513.52	543.78	1386.67	1781.67	443.33	411.08
O D	0.11	0.16	3.74	7.62	0.00	0.00	0.00	9.11	0.00	1.42	0.00	28.52
DBO	369.50	143.92	79.33	67.08	828.58	241.83	171.75	33.42	162.00	54.00	129.33	33.75
DOO	671.50	354.75	153.92	137.67	1824.08	493.33	333.75	78.08	319.42	156.83	258.67	68.33
Nitrogeno amoniacal	19.80	22.06	108.27	157.34	24.63	200.26	72.33	7.77	12.02	12.46	10.36	7.61
Nitrogeno organico	17.45	15.21	20.71	24.85	56.74	608.14	9.85	4.65	8.39	6.79	7.47	3.69
Nitrogeno total	37.24	37.28	130.63	174.22	81.31	70.58	21.79	12.42	2019.45	19.24	17.07	11.30
Grasas y aceites	58.33	28.08	32.33	20.08	126.50	39.00	77.25	24.58	77.89	36.58	63.42	37.25
SAAM	4.71	3.75	1.72	1.03	2.53	0.75	5.51	0.88	4.90	2.94	5.23	2.36
Coliformes fecales	1.00E+10	3.13E+08	2.32E+17	4.17E+13	1.34E+10	3.31E+07	3.01E+09	1.74E+06	1.53E+09	2.92E+07	2.72E+09	1.39E+08
Coliformes totales	1.04E+10	3.40E+08	2.25E+17	4.58E+13	1.71E+10	1.64E+09	3.43E+09	2.69E+08	1.88E+09	3.30E+07	2.79E+09	1.61E+08

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA 1997

Parámetro	ATLAMAXAC		XICOHTENCATL		IXTACUIXTLA		TLAXCALA		APIZACO "A"		APIZACO "B"	
	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente	Influyente	Efluente
pH	7.28	6.99	7.19	6.55	6.51	7.53	7.31	8.29	7.98	7.89	7.28	7.59
Temperatura	20.42	16.42	15.08	15.00	19.53	19.78	19.25	19.25	21.42	19.42	21.92	21.71
Conductividad	841.42	831.50	2995.58	2934.88	1738.67	1851.33	688.25	683.67	1618.00	2236.00	560.67	539.42
S.S.	3.10	0.28	0.76	0.12	13.11	0.24	1.37	0.16	2.12	0.10	1.40	0.27
S.T.	1004.08	780.67	1758.75	2262.00	2775.58	1501.92	695.17	577.75	1836.75	1836.75	602.75	444.00
S.S.T.	273.83	100.42	90.17	62.92	397.50	180.67	224.82	34.00	173.92	48.42	159.42	32.92
S.D.T.	775.25	680.25	1676.92	2086.67	1628.08	1321.25	513.52	543.79	1396.67	1791.67	443.33	411.08
O.D	0.11	0.16	3.74	7.62	0.00	0.00	0.00	9.11	0.00	1.42	0.00	28.52
DBO	369.50	143.92	79.33	67.08	828.58	241.83	171.75	33.42	162.00	54.00	129.33	33.75
DOO	671.50	354.75	153.92	137.67	1824.08	493.33	333.75	76.08	319.42	136.83	259.67	68.33
Nitrógeno amoniacal	19.80	22.06	108.27	157.34	24.63	200.26	72.33	7.77	12.02	12.46	10.36	7.61
Nitrógeno orgánico	17.45	15.21	20.71	24.85	56.74	606.14	9.85	4.65	8.39	6.79	7.47	3.69
Nitrógeno total	37.24	37.28	130.63	174.22	81.31	70.59	21.79	12.42	2019.45	19.24	17.07	11.30
Grasas y aceites	58.33	28.08	32.33	20.08	126.50	39.00	77.25	24.58	77.83	36.58	63.42	37.25
SAAM	4.71	3.75	1.72	1.03	2.53	0.75	5.51	0.89	4.90	2.94	5.23	2.36
Coliformes fecales	1.00E+10	3.13E+08	2.32E+17	4.17E+13	1.34E+10	3.31E+07	3.01E+09	1.74E+06	1.53E+09	2.92E+07	2.72E+09	1.39E+08
Coliformes totales	1.04E+10	3.40E+08	2.25E+17	4.58E+13	1.71E+10	1.64E+09	3.43E+09	2.69E+06	1.88E+09	3.30E+07	2.79E+09	1.51E+08