

Capítulo 5

Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

CONTENIDO

5.1	ALCANCES	5-1
5.2	CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN A LOS RÍOS ZULA Y SANTIAGO	5-1
5.3	PROGRAMA DE ACCIONES.....	5-11
5.3.1	Monitoreo	5-11
5.3.2	Notificación	5-11
5.3.3	Condiciones Particulares de Descarga.....	5-12
5.3.4	Intercambio de efluente	5-12
5.3.5	Centralización del tratamiento.....	5-13
5.3.6	Cabecera municipal de Ocotlán	5-15
5.3.7	Descargas de granjas porcícolas.....	5-19
5.4	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE SANEAMIENTO Y MANEJO	5-23

CUADROS

Cuadro 5-1	Volumen y masa de contaminantes vertidos por las descargas caracterizadas	5-2
Cuadro 5-2	Descargas con mayor masa diaria vertida de contaminantes, kg/d	5-4
Cuadro 5-3	Clasificación de las descargas de agua residual por su impacto contaminante.....	5-9
Cuadro 5-4	Tamaño de granjas porcícolas y plazo de cumplimiento	5-21
Cuadro 5-5	Calendarización de las acciones de saneamiento y manejo propuestas	5-25

FIGURAS

Figura 5-1	Descargas de la zona urbana de Ocotlán a los ríos Zula y Santiago	5-16
Figura 5-2	Derivación de agua residual pretratada hacia el río Santiago.....	5-17

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

5.1 ALCANCES

Los Términos de Referencia establecen que el Consultor desarrollará los alcances que a continuación se indican:

- Evaluar conjuntamente la información de calidad de agua junto con información complementaria con el fin de clasificar y jerarquizar las descargas de agua residual en función del impacto que ocasionan en la calidad del agua de los ríos Zula o Santiago.
- Para cada una de las descargas jerarquizadas proponer las acciones de infraestructura o de manejo para revertir el deterioro que ahora se manifiesta en los ríos Zula y Santiago.
- Elaborar una propuesta de cronograma de implementación de las acciones propuestas para revertir el deterioro, identificando las acciones urgentes de ejecutar, así como las de mediano y largo plazo.

5.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN A LOS RÍOS ZULA Y SANTIAGO

Para definir cuales son las fuentes puntuales de contaminación que mayor impacto ocasionan en los cuerpos receptores evaluados, se efectuó el cálculo de la masa de contaminantes vertidos. Para cada descarga se estimó la masa de SST, DDO, Nitrógeno total kjeldahl y Fósforo total, con base en los resultados de análisis de laboratorio.

En virtud de que los muestreos y aforos fueron de tipo instantáneo, con el fin de no sobreestimar el caudal, y la masa, vertida al cuerpo receptor se ajustaron los caudales aforados, dadas las variaciones horarias típicas de las descargas municipales, así como el régimen puntual de descarga de algunas actividades industriales, en especial la tequilera.

El caudal aforado en las descargas municipales se ajusto por un factor de 0.50, con excepción del cárcamo “viejo” de Ocotlán, al que se aplicó un factor de 0.25. En el caso de las industrias de elaboración de tequila, el caudal aforado se ajusto con un factor de 0.25. De esta forma los caudales ya ajustados se asumieron como caudal promedio diario, al volumen diario resultante se aplicó la concentración de contaminantes reportada por el laboratorio.

En el Cuadro 5-1 se presentan los resultados de la estimación de la masa diaria de contaminantes vertida por las descargas caracterizadas.

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Cuadro 5-1 Volumen y masa de contaminantes vertidos por las descargas caracterizadas

Nombre	Caudal (L/s)	Volumen descarga m ³ /d	Masa de SST Kg/d	Masa de DQO Kg/d	Masa de NTK Kg/d	Masa de P total Kg/d
Planta Potabilizadora San Gaspar No.3	42.5	3,670	147	182.4	16.1	0.6
Lixiviado Caabsa – Eagle, # 1	19.6	1,696	81	883.8	137.2	2.3
Descarga Sach's Boge	1.7	146	3	24.5	2.8	3.0
Descarga Quimikao	3.2	275	33	322.7	101.6	1.2
Descarga #5, agua industrial tratada en El Salto	0.7	64	1	15.6	0.1	0.0
Descarga AGyDSA	0.9	79	19	86.1	5.4	1.1
Descarga Santorini	5.6	486	17	153.0	0.9	0.5
PTAR de CIBA	11.9	1,028	175	1,095.9	176.8	29.9
Industrias Ocotlán	12.4	1,075	29	93.5	9.7	1.4
Parque Industrial San Jorge	4.2	366	4	18.8	0.8	1.4
Descarga Celanese	11.6	1,005	133	222.0	8.5	21.3
Plásticos Rex Cydsa	17.1	1,479	7	66.6	0.3	0.3
Lixiviado Caabsa – Eagle, cerca Venagen	4.5	392	63	2,143.5	441.8	3.9
PTAR de Nestle	10.3	892	187	1,027.7	47.3	24.8
Descarga Municipal Coyula	18.0	1,556	241	412.5	30.0	10.9
Descarga Municipal El Vado	0.4	39	13	38.4	3.3	0.6
Descarga Municipal Fracc. Las Cañadas	2.4	205	12	29.5	1.5	0.6
Descarga poblado Puente Viejo	17.8	1,539	40	69.2	4.2	2.0
Descarga Municipal de Atotonilco, #1	65.4	5,649	904	1,875.6	65.5	19.2
Descarga Municipal de Atotonilco, #2	23.8	2,059	371	1,023.4	35.6	8.4
PTARM Fracc. Rancho Alegre	23.1	1,995	215	716.2	93.6	21.5
Descarga Municipal Ex-Hacienda Zapotlanejo	12.1	1,048	566	942.2	67.5	21.0
Descarga Municipal Casa Blanca	11.2	964	231	294.0	12.7	4.1

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Nombre	Caudal (L/s)	Volumen descarga m ³ /d	Masa de SST Kg/d	Masa de DQO Kg/d	Masa de NTK Kg/d	Masa de P total Kg/d
Descarga Mpal San Miguel Zapotitlán	2.1	179	35	77.3	3.1	1.2
Descarga Mpal San Miguel Zapotitlán	4.9	419	8	33.5	7.0	2.1
Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	319.8	6,908	580	1,464.5	119.5	23.9
Cárcamo de bombeo Poncitlán	24.6	1,063	85	301.8	17.1	4.3
Emisor Colonia 6 de Noviembre en Ocotlán	17.6	759	49	159.4	7.3	2.6
Emisor del cárcamo de bombeo ubicado a un costado del Campo Deportivo	30.7	1,325	205	685.0	43.1	16.0
Descarga directa al Río Zula	54.1	2,338	468	2,247.2	41.6	36.0
Descarga Municipal San Fco. De Asís	46.8	4,040	388	905.1	46.9	18.5
CEFERESO	18.8	1,625	357	1,018.8	51.3	7.9
Descarga Municipal Poblado Carozas	5.7	489	46	280.9	12.4	7.4
Descarga El Nuevo Refugio, Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	6.8	590	850	734.5	34.4	14.6
Descarga a un costado de Granjas Taretán	8.8	764	23	34.4	1.8	0.3
PTARM Ocotlán	157.9	13,646	1,474	2,661.0	89.0	56.4
PTARM Cuitzeo	15.0	1,295	39	89.6	4.6	11.2
PTARM Poncitlán	22.1	1,911	103	414.7	26.6	9.8
PTARM San Jacinto	9.4	809	23	83.3	11.2	2.2
PTARM Atequiza-Atotonilquillo	11.6	1,004	34	110.5	12.7	5.1
PTARM Arandas	91.6	7,910	40	356.0	1.6	45.0
PTARM Zapotlanejo	35.4	3,057	76	137.6	9.2	23.3
PTARM Juanacatlán	15.8	1,366	11	61.5	0.8	5.3
PTARM El Salto	2.4	203	19	24.0	1.0	1.5
Descarga Porcícola GENPro	6.6	570	2,848	7,281.1	569.1	139.6
Descarga Venagen	56.6	4,890	758	10,346.5	1,334.9	26.0
Descarga granja porcícola (Q arroyo +	218.8	18,908	1,172	3,441.3	625.9	139.4

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Nombre	Caudal (L/s)	Volumen descarga m ³ /d	Masa de SST Kg/d	Masa de DQO Kg/d	Masa de NTK Kg/d	Masa de P total Kg/d
granja)						
Descarga porcícola entre Santorini y GENPro	15.9	1,377	116	2,153.3	6.5	5.1
Descarga en Puente Carrozas	3.4	293	103	39.5	2.3	2.6
Descarga de Granjas Taretan	8.4	728	255	509.7	52.2	8.7
Tequilera "Destiladora Alteña"	2.9	63	401	1,932.3	11.3	5.2
Tequilera "La Alteña"	0.4	8	38	190.5	1.5	0.3
Tequilera "El Edén" (arroyo + lixiviado vinazas)	89.3	1,929	96	316.3	5.0	1.5
Tequilera "José Cuervo"	14.9	322	21	30.1	1.1	0.6
Tequilera "Destiladora Juan Diego"	0.8	17	97	530.6	5.7	1.7
Fábrica de tequila "7 Leguas"	3.8	81	58	3,242.0	12.9	1.5
Tequilera C.D.C.	27.9	602	76	1,608.5	16.1	2.9

Una vez estimada la masa de contaminantes vertida, se procedió a calcular la “población equivalente” de dichos vertidos, tomando como referencia los factores de aportación per – cápita que a continuación se indican (Metcalf & Eddy, 2003):

- SST, 65 g/hab-día
- DQO, 110 g/hab-d
- Nitrógeno total, 13 g/hab-día
- Fósforo total, 3 g/hab-día

En el cuadro siguiente se presentan las descargas de aguas residual cruda o tratada cuya “población equivalente” excede a 5,000 habitantes en alguno de los cuatro parámetros evaluados.

Cuadro 5-2 Descargas con mayor masa diaria vertida de contaminantes, kg/d

No.	Nombre	Masa diaria, kg/d
	Sólidos Suspendedos Totales, SST	
1.	Descarga Porcícola GENPro	43,818

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

No.	Nombre	Masa diaria, kg/d
2.	PTARM Ocotlán	22,673
3.	Descarga granja porcícola (Q arroyo + granja)	18,036
4.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #1	13,906
5.	Descarga El Nuevo Refugio, Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	13,081
6.	Descarga granja porcícola Venagen	11,660
7.	Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	8,927
8.	Descarga Municipal Ex – Hacienda Zapotlanejo	8,707
9.	Descarga directa al Río Zula, en Ocotlán	7,195
10.	Tequilera "Destiladora Alteña"	6,168
11.	Descarga Municipal San Francisco de Asís	5,967
12.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #2	5,702
13.	CEFERESO	5,500
Demanda Química de Oxígeno, DQO		
1.	Descarga Venagen	94,059
2.	Descarga Porcícola GENPro	66,192
3.	Descarga granja porcícola (Q arroyo + granja)	31,285
4.	Fábrica de tequila "7 Leguas"	29,473
5.	PTARM Ocotlán	24,191
6.	Descarga directa al Río Zula, en Ocotlán	20,429
7.	Descarga porcícola entre Santorini y GENPro	19,575
8.	Lixiviado Caabsa – Eagle, cerca de Venagen	19,486
9.	Tequilera "Destiladora Alteña"	17,566
10.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #1	17,051
11.	Tequilera C.D.C.	14,622
12.	Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	13,314
13.	PTAR de CIBA	9,963

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

No.	Nombre	Masa diaria, kg/d
14.	PTAR de Nestle	9,342
15.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #2	9,303
16.	CEFERESO	9,262
17.	Descarga Municipal Ex - Hacienda Zapotlanejo	8,565
18.	Descarga Municipal San Francisco de Asís	8,228
19.	Lixiviado Caabsa-Eagle	8,034
20.	Descarga El Nuevo Refugio, Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	6,678
21.	PTARM Fracc. Rancho Alegre	6,511
22.	Emisor del cárcamo de bombeo, a un costado del Campo Deportivo	6,227
Nitrógeno Total Kjeldahl, NTK		
1.	Descarga Venagen	102,682
2.	Descarga granja porcícola (Q arroyo + granja)	48,144
3.	Descarga Porcícola GENPro	43,774
4.	Lixiviado Caabsa – Eagle, cerca de Venagen	33,983
5.	PTAR de CIBA	13,602
6.	Lixiviado Caabsa-Eagle	10,556
7.	Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	9,193
8.	Descarga Quimikao	7,815
9.	PTARM Fracc. Rancho Alegre	7,197
10.	PTARM Ocotlán	6,844
11.	Descarga Municipal Ex - Hacienda Zapotlanejo	5,192
12.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #1	5,041
Fósforo total		
1.	Descarga Porcícola GENPro	46,520
2.	Descarga granja porcícola (Q arroyo + granja)	46,452
3.	PTARM Ocotlán	18,786

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

No.	Nombre	Masa diaria, kg/d
4.	PTARM Arandas	15,003
5.	Descarga directa al Río Zula, en Ocotlán	12,004
6.	PTAR de CIBA	9,972
7.	Descarga Venagen	8,671
8.	PTAR de Nestle	8,267
9.	Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	7,967
10.	PTARM Zapotlanejo	7,754
11.	PTARM Fracc. Rancho Alegre	7,182
12.	Descarga Celanese	7,100
13.	Descarga Municipal Ex - Hacienda Zapotlanejo	6,987
14.	Descarga Municipal de Atotonilco en canal #1	6,384
15.	Descarga Municipal San Francisco de Asís	6,182
16.	Emisor del cárcamo de bombeo, a un costado del Campo Deportivo	5,344

De la evaluación de los datos presentados en el cuadro previo, se derivan los siguientes comentarios y aspectos relevantes.

- SST, son trece las descargas que exceden la P.E. de 5,000 habitantes, con valor máximo de 43,800 habitantes en la descarga de la granja porcícola GENPro. Nueve de las descargas son municipales, 3 de las restantes son granjas porcícolas y 1 es de la industria tequilera.
- DQO, son 22 las descargas que exceden la P.E. de referencia, con máximo de 94,059 habitantes, de la granja Venagen; el 50% de dichas descargas es de tipo municipal, 4 descargas son de granjas porcícolas, 2 descargas son de los lixiviados de Caabsa, y 5 descargas son de tipo industrial, tres de ellas de la industria tequilera.
- NTK, 12 descargas exceden la P.E. de referencia, con valor máximo de 102,283 habitantes, de la descarga de la granja Venagen; 5 de las descargas son de tipo municipal; 3 descargas son de granjas porcícolas, 2 descargas son de los lixiviados de Caabsa y 2 son de origen industrial.
- Fósforo total, 16 descargas exceden la P.E. de referencia, con valor máximo de 46,520 habitantes, de la descarga de la granja GENPro. Diez descargas son de origen municipal, 3 descargas son de granjas porcícolas y 3 son de tipo industrial.

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

- Se observa que 19 descargas exceden la P.E. de referencia en más de uno de los cuatro parámetros evaluados, lo que es indicativo de su fuerza contaminante y del efecto en el cuerpo receptor; 7 de este grupo de descargas lo exceden en los cuatro parámetros; 4 descargas exceden tres de los parámetros y 8 en dos parámetros.
- Del universo de 57 descargas caracterizadas y evaluadas, en 31 de ellas su masa de SST, DQO, NTK o Fósforo tiene población equivalente menor a 5,000 habitantes.

Definidas que descargas excedían más de un valor umbral de P.E. se sumaron las excedencias, de 1 a 4 veces, y se ordenaron de mayor a menor. Cuando dos o más descargas tenían el mismo número de excedencias, se sumó la masa vertida de SST, DQO, NTK y Fósforo, para así reacomodar de mayor a menor las descargas con el mismo número de excedencias.

Para complementar la clasificación de las descargas por su efecto contaminante, se incorporó la información de las pruebas de toxicidad. Para esta variable se aplicó el criterio de asignar 1 punto a las descargas con toxicidad entre 2 y 10 UT's, 2 puntos a las descargas entre 10 y 100 UT's y 3 puntos a las descargas con UT's mayores a 100.

Evaluadas las variables de contaminantes vertidos y toxicidad, se sumaron los puntos de cada descarga, que podían estar en el intervalo de 0 a 7 puntos, y se procedió a ordenar las descargas en orden descendente de puntos, dirimiendo las empates en puntos con la sumatoria de la masa de contaminantes vertida.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de las descargas de acuerdo a la metodología de evaluación aplicada.

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Cuadro 5-3 Clasificación de las descargas de agua residual por su impacto contaminante

Nombre	Puntos por descarga contaminantes A	Puntos por toxicidad B	Puntos totales evaluación + B A
Descarga Porcícola GENPro	4	3	7
Descarga Venagen	4	2	6
Descarga granja porcícola (Q arroyo + granja)	4	2	6
Descarga Municipal de Atotonilco en canal #1	4	1	5
PTAR de CIBA	3	2	5
PTARM Fracc. Rancho Alegre	3	2	5
PTARM Ocotlán	4	--	4
Tequilera "Destiladora Alteña"	2	2	4
Cárcamo viejo de bombeo Ocotlán	4	--	4
Descarga Municipal Ex - Hacienda Zapotlanejo	4	--	4
Descarga directa al Río Zula, en Ocotlán	3	--	3
Lixiviado Caabsa-Eagle, cerca de Venagen	2	1	3
Descarga Municipal de Atotonilco en canal #2	2	1	3
Descarga Municipal San Francisco de Asís	3	--	3
Lixiviado Caabsa-Eagle	2	1	3
Descarga Quimikao	1	2	3
Descarga porcícola entre Santorini y GENPro	1	1	2
Descarga Nuevo Refugio, Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	2	--	2
CEFERESO	2	--	2
PTAR de Nestle	2	--	2
Emisor cárcamo de bombeo, a un costado del campo deportivo	2	--	2
Tequilera "Destiladora Juan Diego"	0	2	2
Tequilera "La Alteña"	0	2	2
Fábrica de tequila "7 Leguas"	1	--	1
Tequilera C.D.C.	1	--	1
Descarga de Granjas Taretan	0	1	1
PTARM Arandas	1	--	1
Descarga Celanese	1	--	1
PTARM Zapotlanejo	1	--	1
Descarga Santorini	0	1	1

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

5.3 PROGRAMA DE ACCIONES

El Programa para revertir el deterioro de los ríos Zula y Verde engloba tanto acciones de carácter estructural, de tratamiento, de manejo y gestión, así como acciones de tipo normativo y de vigilancia y control. En las siguientes secciones se describen brevemente las acciones de carácter normativo, de vigilancia y de gestión que se proponen para su implementación en general; se incluyen además secciones con las propuestas de solución para las aguas residuales de la cabecera municipal de Ocotlán y de las granjas porcícolas.

Posteriormente se presenta un cuadro en el que se indican de manera específica las acciones requeridas para controlar o reducir la carga contaminantes y el efecto negativo que ocasionan en el cuerpo receptor las fuentes de contaminación identificadas. Se concluye con un cronograma en el que se calendarizan las acciones propuestas para su implantación en un periodo de diez años.

5.3.1 Monitoreo

Es de interés prioritario para el gobierno del estado el saneamiento y mejoramiento de las condiciones ambientales de las cuencas de aportación de la futura presa Arcediano por lo que es recomendable establecer un programa de monitoreo para la vigilancia de las principales descargas de agua residual de origen industrial, pecuario y municipal en las cuencas de los ríos Zula y Santiago. Como mínimo, se deberá prever una frecuencia de 2 – 3 monitoreos por año; preferentemente, las muestras a coleccionar deberán ser de tipo compuesto en periodos de 24 horas, con el fin de tomar en cuenta las fluctuaciones de caudal y de carga contaminante propias de las descargas de aguas residuales, principalmente las no domésticas.

La colecta de las muestras deberá ser de carácter aleatorio, sin notificar al responsable de la descarga, para tal efecto las muestras se deberán coleccionar inmediatamente después de que la descarga sale del límite de propiedad de la instalación generadora. Dado el probable uso administrativo y legal que se podrá dar a los resultados de laboratorio, tanto la colecta como el análisis de las muestras de agua, se deberá efectuar por un laboratorio registrado ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA, A.C.).

Esta actividad se deberá de compaginar e integrar con las funciones que se tienen previstas para el futuro Organismo de Control y Vigilancia de la cuenca de Arcediano, que el gobierno de Jalisco planea implementar a partir del año 2007.

5.3.2 Notificación

La vigilancia, el control y la aplicación de sanciones por incumplimiento a las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores nacionales son en la actualidad competencia única y exclusiva del gobierno federal, a través de la Comisión Nacional del Agua. Por lo que el gobierno de Jalisco, a través de la CEAS, deberá de hacer del conocimiento de la autoridad federal las anomalías e incumplimientos detectados en las inspecciones de

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

campo y en resultados de laboratorio de los muestreos efectuados en las descargas de agua residual.

De esta forma la autoridad estatal podrá, como parte interesada, coadyuvar para que la autoridad federal ejercite sus atribuciones en materia de control de la contaminación de los cuerpos de agua y pueda incluso aplicar las sanciones económicas y administrativas que procedan.

5.3.3 Condiciones Particulares de Descarga

La legislación y normatividad actualmente en vigor para clasificar los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales es inadecuada para proteger los cuerpos de agua.

La LFDMA indica que todos los ríos y arroyos no clasificados específicamente como cuerpos tipo “C” o “B”, son cuerpos tipo “A”, en los que aplican los objetivos de calidad más bajos. Como ya se comentó, en la zona motivo de estudio son cuerpos tipo “B” sólo el subtramo del río Zula en los municipios de Tototlán y Ocotlán, así como el subtramo del río Santiago en los municipios de Ocotlán, Poncitlán, Zapotlán del Rey y Chapala.

Con el marco regulatorio actual, las industrias y demás generadores de descargas, que viertan sus aguas residuales a un arroyo afluente de los ríos Zula o Santiago, aunque éstos sean cuerpos tipo “B”, la corriente afluente es tipo “A”. Lo anterior no obstante la corriente afluente recorra pocos cientos de metros antes de descargar al cuerpo receptor final las aguas residuales que conduce.

En el río Santiago y Zula se identifican sólo tres instalaciones industriales con vertido directo de aguas residuales a los ríos en cuestión: Nestle, en Ocotlán; Ciba, en Atotonilquillo y CyDSA, actualmente fuera de operación, en El Salto.

Esta situación es incompatible con los objetivos que persigue el Gobierno de Jalisco en las cuencas de los ríos Verde y Santiago, por lo que es recomendable que la autoridad federal efectúe la reclasificación de los ríos Zula y Santiago así como de sus afluentes de carácter permanente o intermitente; como complemento o alternativa de regulación, la CNA podría fijar Condiciones Particulares de Descarga con límites máximos permisibles equiparables, al menos, a los que aplican para cuerpo receptor tipo “B” o “C”.

5.3.4 Intercambio de efluente

El intercambio de efluente es un esquema innovador de uso reciente en los Estados Unidos de América que permite lograr los objetivos de calidad establecidos para una cuenca de manera más eficiente. El intercambio de efluente se basa en el hecho de que las diversas fuentes puntuales y difusas de contaminación en una cuenca enfrentan costos diferentes para el control y reducción de un mismo contaminante.

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Los programas de intercambio permiten a ciudades e industrias satisfacer las obligaciones normativas, mediante la compra de reducciones de contaminación equivalentes o mayores, de otra fuente de contaminación, logrando así la mejoría de la calidad del agua del cuerpo receptor de una manera más efectiva en términos económicos.

El intercambio de efluente es una forma de tipo comercial que ayuda a resolver los problemas de contaminación enfocados en soluciones locales y económicas para los problemas ocasionados por la descarga de contaminantes a las aguas superficiales. El atractivo del intercambio de efluente se manifiesta cuando las fuentes de contaminación enfrentan costos diferentes para reducir los contaminantes. El esquema general es que un involucrado con altos costos para reducir un contaminante, compensa de manera económica a otro que puede lograr la misma reducción equivalente a un costo menor.

En la cuenca de los ríos Zula y Santiago se identifican instalaciones industriales y pecuarias con descargas de agua residual cruda o tratada con elevadas concentraciones de DBO, nitrógeno o fósforo. En este grupo de fuentes contaminantes se incluyen industrias químicas, de elaboración de tequila y granjas porcícolas.

En virtud de la complejidad tecnológica, el costo de inversión y de operación e, incluso, la falta de espacio disponible para mejorar los tratamientos existentes, a varios generadores de vertidos con elevadas concentraciones les puede ser más atractivo efectuar la remoción adicional requerida para cumplir con la normatividad, en las aguas residuales de localidades medianas o pequeñas o en instalaciones pecuarias de tipo intensivo o extensivo.

El intercambio de efluentes es un acuerdo voluntario entre las partes involucradas y se concreta sólo cuando las dos partes obtienen un beneficio en el intercambio. Debido a que los esquemas de intercambio de efluentes están diseñados dentro del marco regulatorio en vigor, usualmente no crean nuevas obligaciones normativas o regulatorias.

5.3.5 Centralización del tratamiento

Es conveniente revisar el esquema que a la fecha se ha implementado en Jalisco, de que cada localidad tenga su respectivo sistema de tratamiento. Este esquema ocasiona que se multiplique el número de plantas de tratamiento de tamaño pequeño, demandando mayores recursos humanos, técnicos y económicos para la operación conjunta de las diversas plantas de tratamiento.

Aunado al incremento de los costos de inversión inicial y la pérdida de economías de escala en la operación y mantenimiento de los sistemas, se multiplican los puntos de falla potencial y, por consiguiente, de vertido de contaminantes a los cuerpos receptores.

La filosofía aplicada en otros países, es centralizar el tratamiento de las aguas residuales y de los lodos generados en el tratamiento, en varias instalaciones de tamaño mediano o grande. Las aguas residuales generadas en las localidades son enviadas a los sistemas de

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

tratamiento, mediante conducciones por gravedad o líneas de impulsión de varios kilómetros de longitud.

De esta forma, la responsabilidad de los Ayuntamientos o Juntas de Agua Potable, se limita a operar y mantener los cárcamos de bombeo, lo cual es más simple y menos costoso que la adecuada y eficiente operación de un sistema de tratamiento. Incluso, la operación de los cárcamos de bombeo puede quedar en el ámbito de la entidad que operará los sistemas de tratamiento.

Por otra parte, desde el punto de vista de protección al medio ambiente ya la salud pública, es más seguro que una entidad con capacidad técnica, humana y operativa tenga la responsabilidad de la adecuada gestión de los sistemas de tratamiento, en lugar de Ayuntamientos u Juntas municipales sin recursos, capacidad y, en ocasiones, interés por operar los sistemas de tratamiento.

El esquema de centralizar el tratamiento ya lo aplica el Gobierno de Jalisco en la cuenca del Ahogado, donde una macroplanta dará el servicio de tratamiento a las aguas residuales generadas de un gran número de colonias y localidades, agrupadas como dispersas, de cuatro municipios: Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco y El Salto.

La centralización del tratamiento de las aguas residuales se identifica como una opción viable en las localidades o grupos de localidades que a continuación se indican:

- San Jacinto – Casa Blanca, municipio de Poncitlán
- San Miguel Zapotitlán, San José de Ornelas, La Constancia y Atzacatlán, municipios de Poncitlán y Zapotlán del Rey
- Santiago Totolimixpán, municipio de Zapotlán del Rey, envía a PTAR Poncitlán
- Santa Cruz el Grande, Estancia de San Nicolás y San Luis del Agua Caliente, municipio de Poncitlán
- Buenavista, Cedros y Santa Rosa, municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos
- Santa Fe, El Salitre y La Paz, municipio de Zapotlanejo
- Fraccionamiento Rancho Alegre, municipio de Tlajomulco de Zuñiga, envía a PTAR El Ahogado
- La Calera, Jardines de la Calera y Balcones de La Calera, municipio de Tlajomulco de Zuñiga, envían a PTAR El Ahogado
- Tololotlán y San Francisco de la Soledad, municipio de Tonalá, envían a cárcamo Puente Grande

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

- Puente Viejo, municipio de Zapotlanejo, envía al cárcamo de bombeo de Puente Grande y de ahí a la PTAR El Ahogado

Actualmente la CEAS evalúa la posibilidad de incorporar a la PTARM del Ahogado las aguas residuales de las industrias situadas aguas abajo de la presa del Ahogado.

La propuesta del presente estudio es que las siguientes instalaciones industriales, previo pretratamiento y homogeneización, envíen a la PTAR El Ahogado, sus descargas de agua residual:

- Sach's Boge
- Envases Universales
- DSM Nutritional Products
- Infenium México
- Quimikao
- Química Allen
- AGyDSA.

5.3.6 Cabecera municipal de Ocotlán

Sin duda en la actualidad la principal fuente de contaminación puntual en la zona de estudio, después del arroyo del Ahogado, son los vertidos de agua residual cruda de la zona urbana de Ocotlán a los ríos Zula y Santiago.

Las causas que ocasionan estos vertidos se indican a continuación:

- Ingreso de agua del subsuelo y del cauce de los ríos al sistema de alcantarillado
- Falta de infraestructura para captar la totalidad de los vertidos, principalmente por falta de colectores marginales, así como por la conexión entre el "cárcamo viejo" con la línea de impulsión que va del "cárcamo nuevo" a la planta de tratamiento.
- Insuficiente capacidad en la planta de tratamiento para el adecuado tratamiento a la totalidad de las aguas residuales generadas, sumadas con el agua de infiltración.

En complementar la infraestructura faltante, un elemento importante es la instalación de la línea de impulsión del cárcamo viejo con la línea de impulsión existente entre el cárcamo nuevo con la planta de tratamiento. La interconexión es una obra relativamente simple, con una longitud de xxx metros de tubería de xxx cm. de diámetro. De instalarse y equiparse esta línea se evitaría el vertido de caudales instantáneos de hasta 300 L/s de agua residual cruda que fluyen a la margen derecha del río Santiago. Si la planta de

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

tratamiento actualmente no tiene capacidad para recibir ese caudal, al menos se atenuarían la molestia y el riesgo a la salud pública que ocasiona esta descarga a los habitantes del Noroeste de la ciudad de Ocotlán.

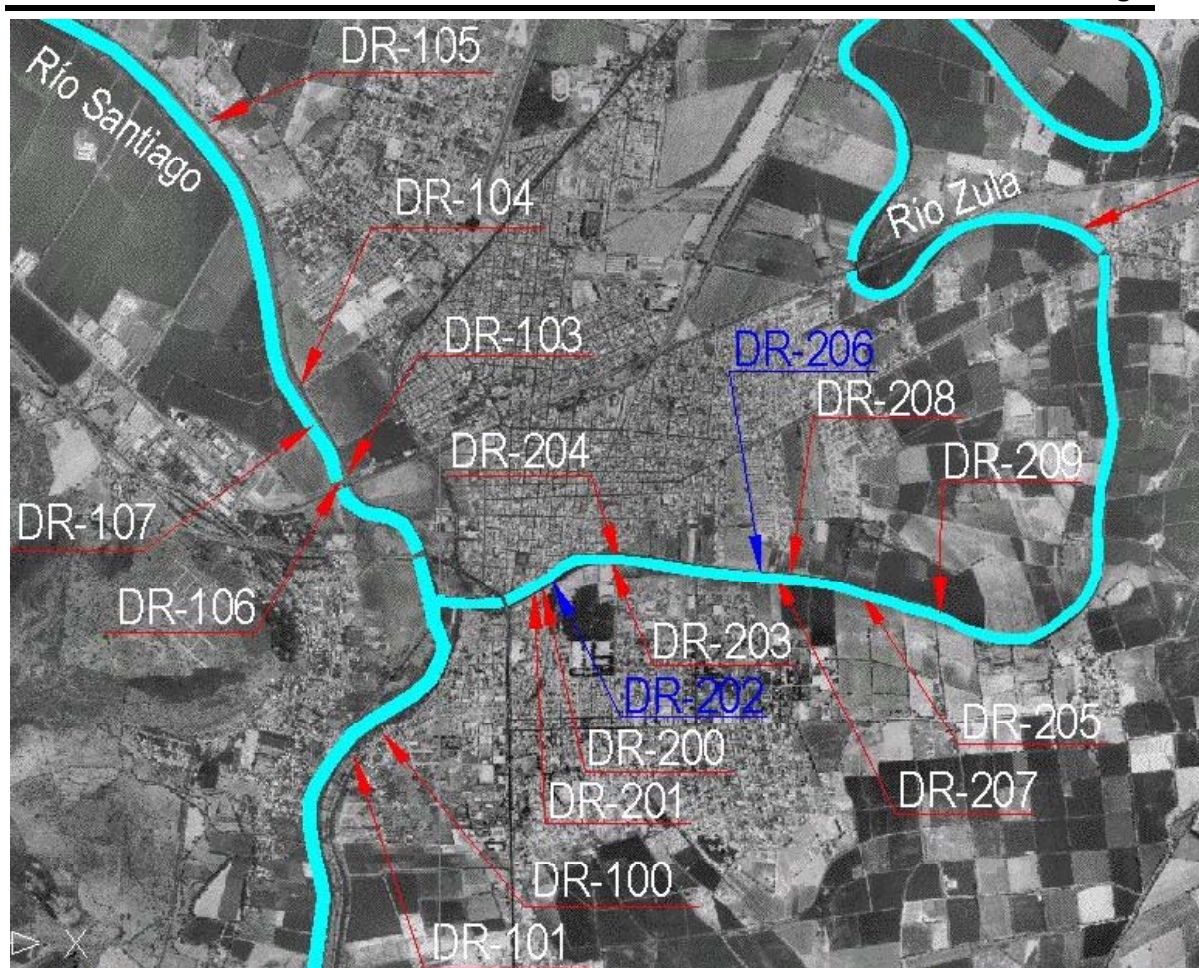
En las márgenes del río Zula en la zona urbana de Ocotlán se requiere la construcción de colectores marginales que intercepten los múltiples vertidos de agua residual existentes. En el capítulo 2 se hace referencia de 8 descargas identificadas, tres en la margen derecha y cinco en la margen izquierda.

Los colectores marginales que se plantean podrían conducir hacia el Oeste las aguas residuales colectadas para ser finalmente entregadas en la PTAR existente. Si bien, es conveniente evaluar la conveniencia de que ambos colectores marginales conduzcan las aguas en dirección Este, para descargar en una nueva planta de tratamiento situada en la margen derecha del río Zula, en la zona de San Andrés.

La segunda opción libera al sistema de alcantarillado y cárcamos de bombeo de Ocotlán de parte de las aportaciones de agua residual que actualmente lo sobrecargan; otra bondad adicional es que el agua tratada se podría utilizar de manera directa en riego agrícola, ya que el canal de conducción del sistema de bombeo de El Fuerte se sitúa a menos de un kilómetro del área en que se podría ubicar la planta de tratamiento.

Figura 5-1 Descargas de la zona urbana de Ocotlán a los ríos Zula y Santiago

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago



En la planta de tratamiento el principal cuello de botella que se detecta en el proceso, es en la sedimentación secundaria. La planta cuenta con un tanque sedimentador con una superficie de $xx \text{ m}^2$. Con criterios de diseño aceptables el área mínima requerida sería de $xx \text{ m}^2$, de lo que se deduce la necesidad de un sedimentador secundario adicional.

En la actualidad la operación “normal” de la planta es ingresar al proceso un caudal de hasta 120 L/s, el caudal excedente se deriva después de las hidrocribas. El agua residual cruda derivada se mezcla con el efluente tratado desinfectado, para descargarse ambas corrientes combinadas al río Santiago.

La insuficiencia de la PTAR se ve agravada por el agua de infiltración que se capta por el sistema de alcantarillado y que, parte de ella, se entrega en el sitio de la planta. Como opción de menor costo para evitar el vertido de agua residual al río Santiago, se propone evaluar la construcción de un tanque de homogeneización al que se deriven los caudales por arriba caudal máximo horario de diseño. Dichos caudales se almacenarían para ser tratados en las horas con caudal menor al medio de diseño, principalmente durante la noche y madrugada.

Figura 5-2 Derivación de agua residual pretratada hacia el río Santiago



A continuación se indican los valores y criterios para dimensionar un tanque de igualación que permita almacenar durante varias horas una fracción del caudal influente a la PTAR:

- Caudal excedente, 50 L/s
- Horas de almacenamiento 6 horas
- Volumen almacenado, 1,080 m³
- Tirante útil 2.5 m
- Área requerida, 432 m²
- Dimensiones, 21 x 21 metros

Del predimensionamiento anterior se observa que el tanque de igualación sería una obra relativamente menor. El tanque de igualación requeriría como equipamiento adicional, el suministro de aire y los difusores para evitar condiciones sépticas en el agua residual almacenada, así como para la mezcla y homogeneización de la misma; el otro equipo relevante son las bombas para transferir el agua homogeneizada hacia el reactor de lodos activados, donde se trataría con el agua residual influente.

5.3.7 Descargas de granjas porcinas

Los desechos sólidos y líquidos de las instalaciones intensivas de producción pecuaria, particularmente las de cerdos y de vacas, contienen un gran número de contaminantes, destacando: materia orgánica, nutrientes, patógenos, farmacéuticos veterinarios, metales pesados (zinc y cobre) así como hormonas naturalmente excretadas.

En la zona de estudio existe un gran número de granjas porcinas, agrupándose en el corredor de Tototlán a Atotonilco; en la zona de Tololotlán, municipio de Tonalá y en la zona de La Capilla, municipio de Tlajomulco.

Las formas usuales de manejo y tratamiento de los residuos sólidos y líquidos de las granjas porcinas son las siguientes:

- Separación de sólidos y descarga al cuerpo receptor
- Separación de sólidos y aplicación a pastizal o terrenos de cultivo
- Lagunas de digestión anaerobia abiertas seguidas de laguna(s) de almacenamiento, usualmente facultativas, aplicación a terrenos de cultivo
- Lagunas de digestión anaerobia cubiertas, con quemado de metano, seguidas de lagunas de almacenamiento, con y sin aplicación a terrenos de cultivo.

Entre los problemas más frecuentemente detectados en las diversas granjas que fueron visitas y/o caracterizadas, destacan:

- Las lagunas de sólidos están sobrecargadas y vierten sólidos hacia el cuerpo receptor o hacia las siguientes etapas,
- Las lagunas o trampas de sólidos se purgan ocasionalmente hacia los cuerpos receptores
- Al existir eventos de alta precipitación pluvial se presentan derrames o arrastres de las lagunas de sólidos o de las lagunas de digestión anaerobia
- Usualmente las lagunas no tienen recubrimiento impermeable o “liner” en el fondo y en los taludes, lo que ocasiona que el mecanismo relevante de disposición final sea la infiltración al subsuelo, con los problemas de contaminación que esto conlleva,
- La aplicación a los terrenos de los efluentes de las lagunas se hace sin apego a los requerimientos agrológicos, ocasionado la saturación del suelo, la colmatación de sólidos en la superficie y/o la acumulación de nutrientes,
- En muchas ocasiones la aplicación al terreno es sólo un paso previo al escurrimiento directo a los cuerpos receptores. .

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Una condición muy desfavorable que tienen las aguas residuales generadas en las granjas porcícolas es su alto contenido de materia orgánica y nutrientes, independientemente del tipo de manejo y tratamiento que hayan recibido. Las concentraciones de contaminantes usualmente están en los rangos que a continuación se indican:

- DBO, 500 a 5,500 mg/L
- NTK, 400 a 1,000 mg/L
- Fósforo total, 100 a 300 mg/L

Los límites inferiores arriba referidos corresponden a los efluentes de los sistemas de tratamiento, por lo que su carga contaminante ocasiona un fuerte impacto en el cuerpo receptor. Ante esta situación, la práctica más usual en países desarrollados para minimizar el efecto negativo es aprovechar el efluente tratado en riego agrícola y de pastizales, cuidando y verificando que las tasas de aplicación del efluente sean acordes a los requerimientos agrológicos, gobernados por la demanda de Nitrógeno del cultivo.

Otra alternativa es acoplar las lagunas de anaerobias con sistemas tipo “Wetland” para reducir la concentración de Nitrógeno total a menos de 50 mg/L, además de reducir a menos de 100 mg/l la DBO y los SST. La carga típica de Nitrógeno aplicada a los sistemas tipo “Wetland” es de 40 kg/ha-día, considerando una concentración promedio de 700 mg/l de Nitrógeno en el efluente de la laguna anaerobia, con un caudal promedio de 1 L/s (86.4 m³/día) resultando una masa de 60 kgN/día, por lo que se requerirían 3.0 hectáreas de Wetland.

Una alternativa compacta, aunque de alto consumo energético es incorporar lagunas aereadas en la modalidad de nitrificación y denitrificación, seguidas de sistemas eficientes de separación de sólidos y biomasa. En estos sistemas es factible reducir el Nitrógeno total a 300 mg/L, la DBO a 50 mg/L, los SST a 70 mg/L y el Fósforo a menos de 30 mg/L.

Para las granjas porcícolas el Programa de Acciones considera que las granjas con descarga directa o indirecta a los ríos Zula o Santiago deberán de contar, al menos con tratamiento Nivel 1, que consta de:

- a) laguna de separación de sólidos,
- b) laguna anaerobia primaria,
- c) laguna anaerobia secundaria o facultativa,
- d) aplicación del efluente en riego agrícola o sistema tipo “Wetland”.

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Los tanques o lagunas de separación de sólidos deberán tener bordos con corona al menos 0.5 metros por arriba del nivel de terreno natural, a efecto de evitar el ingreso de agua de escorrentía pluvial y el arrastre y derrame de los sólidos retenidos.

Las lagunas anaerobias primaria y/o secundaria deberán estar debidamente impermeabilizadas ya sea con arcilla, bentonita o con “liner” plástico para evitar la infiltración y percolación de contaminantes al subsuelo y su migración hacia los acuíferos y cuerpos de agua superficiales. De igual forma, se asume que para la aplicación en riego del efluente de las lagunas, las granjas tienen área suficiente para aplicar el agua acorde a la tasa de asimilación de nitrógeno de los cultivos sembrados.

Otros criterios que se deben satisfacer para la aplicación adecuada del efluente de las lagunas en riego agrícola son:

- Profundidad del nivel freático, 0.6- 0.9 metros mínimo
1.5 metros, preferentemente
- Pendiente, 0-2 %
15%, máximo
- Permeabilidad, 5 a 50 mm/hr
- Carga hidráulica anual, < 1.0 metros / año

Para las granjas porcícolas cuyos efluentes se vierten en un cuerpo receptor que aguas abajo se retiene en algún bordo o presa, o bien que al agua del cuerpo receptor se aprovecha en riego agrícola, se implementara el tratamiento Nivel 2, consistente en:

- a) lagunas de separación de sólidos,
- b) laguna anaerobia primaria,
- c) laguna anaerobia secundaria o facultativa,
- d) descarga al cuerpo receptor.

El fondo y taludes de las lagunas deberán construirse o recubrirse de forma adecuada para evitar la infiltración de contaminantes al subsuelo.

La calendarización que se propone para implementar o mejorar el manejo y tratamiento de las descargas de agua residual, está en función del tamaño de la granja porcícola, definido éste por el tipo y número de cabezas. A continuación se indican los tamaños en que se clasificaron las granjas, así como el periodo de cumplimiento.

Cuadro 5-4 Tamaño de granjas porcícolas y plazo de cumplimiento

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Tipo	Grande	Mediano	Pequeño
Cerdos de más de 25 kg de peso	> 2,500	750 – 2,500	< 750
Cerdos de menos de 25 kg de peso	> 10,000	3,000-10,000	< 3,000
Cumplimiento	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Tratamiento	Nivel1 o 2*	Nivel1 o 2*	Nivel1 o 2*

* en función del cuerpo receptor

En las granjas de tamaño “mediano”, el cumplimiento se adelanta a “Corto plazo” cuando las descargas se efectúan directamente, o a una distancia menor a 1.0 kilómetro del río Santiago, río Zula o Arroyo Chico. El mismo criterio se aplica para las granjas pequeñas, las que adelantan su cumplimiento a “Mediano plazo” cuando la descarga se efectúa directamente, o a una distancia menor a un kilómetro del río Santiago, río Zula o Arroyo Chico.

5.4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE SANEAMIENTO Y MANEJO

El cronograma de acciones abarca un periodo con duración total de ocho años, las acciones de carácter urgente o de corto plazo se indican para los años 2007 y 2008; las acciones de mediano plazo se indican para los años 2009 a 2011, mientras que las de largo plazo son a partir del año 2012.

Las acciones de corto plazo de carácter no estructural son la Reclasificación de los cuerpos receptores acorde al futuro uso del río Santiago como fuente de abastecimiento para uso público urbano; fijar Condiciones Particulares de Descarga a las instalaciones industriales, pecuarios o municipales en las que, no obstante el cumplimiento de la NOM-001 sea necesario remover otros contaminantes en el agua tratada; una situación a la inversa puede ocurrir con las instalaciones pecuarias, ya que no es económicamente viable reducir el Nitrógeno a los valores que establece la NOM-001; el monitoreo de las descargas es otra actividad que debe iniciar a la brevedad, para notificar a la autoridad federal del estatus de cumplimiento o incumplimiento de las fuentes puntuales de contaminación.

La SEMADES debe solicitar a los productores pecuarios la actualización de la Cédula Agropecuaria, verificando con inspecciones lo asentado en dicho documento; de esta forma se podrá definir el tamaño de las instalaciones pecuarias y, con base en ello, las acciones de tratamiento y manejo de sus aguas residuales, así como la fecha de cumplimiento.

Las acciones cuya implementación se propone a corto plazo, se definieron con base en: a) la masa y tipo de contaminantes que vierten al cuerpo receptor, b) si la descarga se efectúa directamente al río Zula o Santiago, c) la cercanía al sitio de aprovechamiento principal del río Santiago, que es la futura presa Arcediano y, d) operar de manera adecuada infraestructura ya existente.

Cuadro 5-5 Calendarización de las acciones de saneamiento y manejo propuestas

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ACCIONES NORMATIVAS Y DE CONTROL										
A. Reclasificar los ríos Zula, Santiago y afluentes		Designar tramos del río Santiago como cuerpo tipo "C", Designar tramos de los ríos Zula, Santiago y afluentes de éstos, como cuerpo tipo "B"	X							
B. Fijar Condiciones Particulares de Descarga				X						X
C. Actualización de la Cédula Agropecuaria			X	X						
D. Monitoreo de descargas puntuales			X	X	X	X	X	X	X	X
ACCIONES DE INFRAESTRUCTURA										
1. Arroyo del Ahogado	230,000 *									
Concluir construcción de colectores municipales			X							
Construcción de colectores industriales				X						
Construcción PTARM			X	X						
Operación PTARM					X	X	X	X	X	X
Uso en lago recreativo y exportación para riego						X	X	X	X	X
Monitoreo de aporte del arroyo al río Santiago						X	X	X	X	X

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2. Descarga granja porcícola GENPro	47,000 *	Implementar tratamiento, Nivel 1	X							
3. Descarga granja porcícola Gran Chaparral	22,000 *	Complementar tratamiento, riego agrícola o wetland	X							
4. Descarga granja porcícola Caballo Bayo	47,000 *	Complementar tratamiento, riego agrícola o wetland	X							
5. Descarga Municipal Atotonilco (1, 2 y Taretan)	26,044	Iniciar operación de la PTARM	X							
6. PTARM Ocotlán	≈ 40,000									
Conexión cárcamo viejo con PTAR			X							
Construir tanque regulación y sedimentador				X						
Proyecto colectores marginales			X							
Construcción colectores marginales				X						
7. Lixiviado Caabsa – Eagle No. 1 y No. 2	13,000 *	Ampliar la capacidad de fosas de captación y equipos bombeo. Incorporar sistema para evaporar parte de la corriente de lixiviados	X							
8. PTARM Fracc. Rancho Alegre	3,097	Operar sistema de tratamiento existente. (Enviar a mediano plazo a PTAR El Ahogado)	X		(X)					

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
9. PTARM Arandas	≈ 7,000	Operación del cárcamo de bombeo Cazadores	X							
10. Cárcamo de bombeo a PTARM Poncitlán	≈ 2,000	Operación continua del cárcamo de bombeo	X							
11. CEFERESO		Mejorar el sistema de tratamiento (Enviar a mediano plazo a cárcamo Puente Grande)			X	(X)				
Descarga porcícola entre Santorini y GENPro		Incorporar sistema de tratamiento			X					
Descarga Santorini		Implementar pretratamiento			X					
12. Descargas industriales con descarga directa al río Santiago										
CIBA		Mejorar operación del sistema de tratamiento	X							
Nestle		Mejorar operación del sistema de tratamiento	X							
Celanese		Mejorar operación del sistema de tratamiento		X						
Industrias Ocotlán		Monitoreo continuo	X							
Cytec		Monitoreo continuo	X							
13. Descargas municipales de Tonalá a margen izquierda del río Santiago, entre		Construcción colector marginal, centralizar tratamiento y enviar a PTAR Agua Prieta		X						

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Coyula y El Vado										
14. Descargas industriales aguas abajo presa El Ahogado										
Sach's Boge, Envases Universales, DSM, Inferium, Quimikao, Química Allen y AGyDSA		Construcción sistema de pretratamiento y homogeneización		X						
		Entrega en PTAR El Ahogado			X					
15. Descargas Industria Tequilera										
Con descarga directa al río Zula o arroyo La Laja (Tequilera CDC y Destiladora Juan Diego)				X						
Con aplicación al terreno o descarga indirecta (Destiladora Alteña, Tequilera La Alteña, Tequilera El Edén))					X					
Con descarga al alcantarillado municipal (7 Leguas)					X					
16. Descargas granjas porcícolas										
Grandes		Implementar o mejorar tratamiento		X						
Medianas		Implementar o mejorar tratamiento			X	X	X			
Pequeñas		Implementar o mejorar tratamiento						X	X	X
17. Descargas municipales a río Santiago en Poncitlán y Zapotlán El Rey										

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
San Miguel Zapotitlán, San José de Ornelas, La Constanza y Atzacatlán	2,917	Implementar tratamiento en común			X					
Santa Cruz El Grande, San Luis Agua Caliente y Estancia San Nicolás	3,541	Implementar tratamiento en común				X				
Santiago Totolimixpa (a PTAR Poncitlán)	2,371	Centralizar tratamiento					X			
Zapotlán del Rey	3,053	Implementar tratamiento					X			
Tecuaitán	1,113	Implementar tratamiento						X		
Casa Blanca (a PTAR San Jacinto)	663	Centralizar tratamiento								X
Exhacienda Zapotlanejo	735	Implementar tratamiento							X	
Puente Viejo (Zapotlanejo)		Centralizar tratamiento								X
18. Descargas municipales Arroyo La Laja										
La Laja	2,963	Implementar tratamiento				X				
Santa Fe, El Salitre y La Paz	4,519	Implementar tratamiento en común						X		
19. Descarga municipal La Calera y Los Olivos al río Santiago										
Envío del agua residual a PTAR El Ahogado	3,162	Centralizar tratamiento				X				
20. Descargas municipales al arroyo Los Sabinos										

Capítulo 5 Programa de acciones para revertir el deterioro de los ríos Zula y Santiago

Descarga / Acción	Habitantes (2005) o Población equivalente*	Descripción	Corto Plazo		Mediano Plazo			Largo Plazo		
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Buenvista, Cedros y Santa Rosa	4,669	Implementar tratamiento en común				X				
21. Descargas municipales al río Zula										
San Francisco de Asís	5,167	Implementar tratamiento						X		
Nuevo Refugio	965	Implementar tratamiento							X	
Carrozas	827	Implementar tratamiento								X