

Caracterizar las principales fuentes de contaminación

CONTENIDO

3.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL.....	3-1
3.2	CARACTERIZACIÓN DEL RÍO ZULA Y SANTIAGO.....	3-9

CUADROS

Cuadro 3-1	Propuesta de descargas de agua residual a caracterizar	3-2
Cuadro 3-2	Descargas de agua residual caracterizadas.....	3-6
Cuadro 3-3	Caudales aforados en los ríos Zula, Santiago y afluentes	3-20

FIGURAS

Figura 3-1	Localización de las estaciones de monitoreo.....	3-10
Figura 3-2	Aforo del río Zula en Santiaguito de Velázquez	3-11
Figura 3-3	Río Zula en Rinconada de Cristo Rey	3-11
Figura 3-4	Río Zula en Palo Dulce	3-12
Figura 3-5	Arroyo Chico en Ríos de Ruiz	3-12
Figura 3-6	Río Zula en Paso de la Comunidad	3-13
Figura 3-7	Río Santiago en Cuitzeo	3-13
Figura 3-8	Río Santiago en San Luis del Agua Caliente.....	3-14
Figura 3-9	Río Santiago aguas debajo de las compuertas de Poncitlán	3-14
Figura 3-10	Río Santiago aguas debajo de presa Corona.....	3-15
Figura 3-11	Río Santiago frente a Ex hacienda de Zapotlanejo.....	3-15
Figura 3-12	Río Santiago aguas arriba del arroyo del Ahogado	3-16
Figura 3-13	Arroyo del Ahogado en El Muelle	3-16
Figura 3-14	Río Santiago aguas abajo del arroyo del Ahogado.....	3-17
Figura 3-15	Río Santiago en Tolotlán.....	3-17
Figura 3-16	Río Santiago en puente Matatlán.....	3-18

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL

Al concluir la revisión de los diversos padrones de instalaciones y de fuentes generadoras de vertidos de aguas residuales, complementado con lo observado en los recorridos de campo, se procedió a elaborar una propuesta de descargas a caracterizar.

Los criterios utilizados para seleccionar y proponer las descargas a caracterizar, se indican a continuación:

- La cercanía del sitio de vertido de agua residual al río Santiago o Zula,
- El origen de la descarga, dando prioridad a instalaciones industriales y pecuarias,
- El tipo de descarga, con prioridad a las descargas de agua residual cruda,
- El caudal de agua residual vertido.

En los Términos de Referencia del Contrato se establece como alcance la caracterización de contaminantes básicos en 100 descargas de agua residual, debiendo además efectuar el análisis de metales pesados y de toxicidad en 50 de las descargas seleccionadas.

Con base en lo anterior se preparó una relación que abarcaba un universo inicial de 80 descargas de aguas residuales de origen industrial, municipal o agropecuario, además de 15 estaciones de monitoreo ubicadas sobre los ríos Zula y Santiago. El objetivo era efectuar un muestreo por descarga y dos rondas de muestreo en las estaciones de los ríos Zula y Santiago.

La distribución de las descargas de agua residual seleccionadas, con base en su origen es la siguiente:

- Origen industrial, 36 descargas
- Origen municipal, sin tratamiento, 23 descargas
- Origen municipal, efluente PTAR, 10 descargas
- Origen pecuario, 11 descargas

En el siguiente cuadro se presenta la relación de las descargas seleccionadas para caracterización, se indica su localización, su origen, si tiene tratamiento o no, además se indica en el Cuadro si se efectuarán análisis de metales pesados y cianuro (MP) y/o pruebas de toxicidad (T).

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

Cuadro 3-1 Propuesta de descargas de agua residual a caracterizar

No.	Descripción / Localización	Municipio	Origen	Tratamiento Si/No	Muestreo
1	Descarga industria aceitera AGyDSA	Tlajomulco	Industrial	N	MP,T
2	Descarga Industria Apelsa	Tonalá	Industrial		MP,T
3	Descarga industria de bebidas Gatorade	Tlajomulco	Industrial		T
4	Descarga industria de bebidas Santorini, agua tratada	Ixtlahuacán de los M.	Industrial	N	MP
5	Descarga industria electromecánica Pneustone / Euzkadi	Tlajomulco	Industrial	N	MP,T
6	Descarga industria electromecánica Sach's Boge	Tlajomulco	Industrial	N	MP,T
7	Descarga industria lechera Los 19 Hermanos	Tototlán	Industrial	N	MP,T
8	Descarga industria maquiladora Sanmina SCI	Tlajomulco	Industrial		MP,T
9	Descarga industria no identificada, al parecer tratada, M. D. arroyo Ahogado	El Salto	Industrial	S	MP
10	Descarga industria no identificada, M. D. Arroyo Ahogado	El Salto	Industrial	N	MP,T
11	Descarga industria química Cydsa	Tlajomulco	Industrial	N	MP,T
12	Descarga industria química CYTEC, Atequiza	Ixtlahuacán de los M.	Industrial	N	MP,T
13	Descarga industria química Mexichem	El Salto	Industrial	S	MP,T
14	Descarga industria química Química Alen	El Salto	Industrial		MP,T
15	Descarga industria química Quimikao	El Salto	Industrial		MP,T
16	Descarga industria textil Industrias Ocotlán	Poncitlán	Industrial		MP,T
17	Descarga Parque Industrial Aeropuerto	Tlajomulco	Industrial		
18	Descarga Parque Industrial San Jorge	Ixtlahuacán de los M.	Industrial	N	MP,T
19	Fabrica de tequila "7 Leguas"	Atotonilco El Alto	Industrial	S	MP,T
20	Fabrica de tequila "Artesanal de Los Altos de Jalisco", Rancho Agua Fria en San Francisco de Asís	Atotonilco El Alto	Industrial	S	MP,T
21	Fabrica de tequila "C.D.C.", Km. 27 carretera Tototlán - Atotonilco, Predio Los Corrientes	Atotonilco El Alto	Industrial	S	MP,T
22	Fabrica de tequila "Cuervo Camichines"	Zapotlanejo	Industrial	N	MP,T
23	Fábrica de tequila "Destiladora Juan Diego"	Zapotlanejo	Industrial	N	MP,T
24	Fábrica de tequila "El Edén", Rancho El Ocote de enmedio	Arandas	Industrial	N	MP,T
25	Fabrica de tequila "La Madrileña"	Tototlán	Industrial	S	MP,T

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

No.	Descripción / Localización	Municipio	Origen	Tratamiento Si/No	Muestreo
26	Fabrica de tequila "Tequilera Embajador Jalisciense", carretera Atotonilco – Arandas km. 7 en Rancho Santa Rosa	Atotonilco El Alto	Industrial	N	MP,T
27	Fábrica de tequila "Vieja", poblado La Laja	Zapotlanejo	Industrial	N	MP,T
28	Fabrica de tequila "Casa Tequilera de Arandas", Km. 6.5 de la carretera Arandas – León	Arandas	Industrial	N	MP,T
29	Fabrica de tequila "Destiladora Alteña", carretera Arandas – León km. 6	Arandas	Industrial	N	MP,T
30	Fabrica de tequila "Feliciano Vivanco y Asociados", Km. 2 de la carretera Arandas – Tepatitlán	Arandas	Industrial	S	MP,T
31	Fábrica de tequila "La Alteña", en Nacimiento de Arriba	Arandas	Industrial	N	MP,T
32	Descarga lixiviados Caabsa-Eagle	Tonalá	Industrial		MP,T
33	Planta Potabilizadora No. 3 San Gaspar	Tonalá	Industrial	N	MP
34	PTAR de industria alimenticia NESTLE	Ocotlán	Industrial	S	MP,T
35	PTAR de industria química Celanese Mexicana	Poncitlán	Industrial	S	MP,T
36	PTAR de industria química CIBA	Chapala	Industrial	N	MP,T
37	Canal en M. I. de río Santiago (entre Puente Grande y Tololotlán)	Tonalá	Municipal	N	MP
38	Cárcamo de bombeo PTAR Poncitlán, rebose agua residual	Poncitlán	Municipal	N	MP
39	Descarga agua residual de Atotonilco, a un costado estación de ferrocarril	Atotonilco El Alto	Municipal	N	MP,T
40	Descarga CEFERESO	Tonalá	Municipal	N	
41	Descarga de la colonia El Vado	Tonalá	Municipal	N	
42	Descarga del cárcamo de bombeo municipal de Ocotlán	Ocotlán	Municipal	N	MP,T
43	Descarga cárcamo de bombeo, costado campo deportivo	Ocotlán	Municipal	N	
44	Descarga del Fraccionamiento Las Cañadas	Tonalá	Municipal	-	
45	Descarga del poblado Carozas	Tototlán	Municipal	N	
46	Descarga del poblado Casa Blanca	Poncitlán	Municipal	N	
47	Descarga del poblado Coyula	Tonalá	Municipal	N	MP
48	Descarga del poblado El Nuevo Refugio, El Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	Tototlán	Municipal	N	
49	Descarga del poblado Ex - hacienda de Zapotlanejo	Juanacatlán	Municipal	N	
50	Descarga del poblado Puente Viejo, M.D.	Juanacatlán	Municipal	N	

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

No.	Descripción / Localización	Municipio	Origen	Tratamiento Si/No	Muestreo
	río Santiago				
51	Descarga del poblado San Francisco de Asís	Atotonilco El Alto	Municipal	N	
52	Descarga del poblado San Martín de Zula, dos cárcamos de bombeo, ninguno en servicio	Ocotlán	Municipal	N	
53	Descarga del poblado San Miguel Zapotitlán	Poncitlán	Municipal	N	
54	Descarga del poblado Tecuallitán, costado antenna telefónica	Zapotlán del Rey	Municipal	N	
55	Descarga del poblado Tototlán, en construcción PTAR	Tototlán	Municipal	N	
56	Descarga directa de aguas residuales crudas	Ocotlán	Municipal	N	
57	Descarga PTARM Fraccionamiento Rancho Alegre	Tlajomulco	Municipal	N	
58	Emisor de agua residual en la Colonia 6 de Noviembre, a un costado de la explanada de la feria de Ocotlán	Ocotlán	Municipal	N	
59	Emisor de agua residual, entre el campo deportivo y el cárcamo de bombeo, en la Colonia El Porvenir	Ocotlán	Municipal	N	MP,T
60	PTARM de Arandas	Arandas	Municipal	S	MP,T
61	PTARM de Atotonilquillo – Atequiza	Ixtlahuacán de los M.	Municipal	S	MP
62	PTARM de Cuitzéo	Poncitlán	Municipal	N	MP
63	PTARM de El Salto	El Salto	Municipal	S	MP,T
64	PTARM de Juanacatlán	Juanacatlán	Municipal	S	MP
65	PTARM de Ocotlán	Ocotlán	Municipal	S	MP
66	PTARM de Poncitlán	Poncitlán	Municipal	S	MP
67	PTARM de San Jacinto	Poncitlán	Municipal	N	MP,T
68	PTARM de Zapotlanejo	Zapotlanejo	Municipal	S	MP,T
69	Zona habitacional margen derecha río Santiago (granjas entre Puente Grande y Puente Viejo)	Juanacatlán	Municipal	N	
70	Canal a cielo abierto interior granjas avícolas	Zapotlanejo	Pecuario	N	T
71	Canal a cielo abierto, entre GENPro y Santorini	Ixtlahuacán de los M.	Pecuario	N	T
72	Descarga granja porcícola Venagen	Tonalá	Pecuario	S	T
73	Descarga granja porcícola, en Santiago Totolimixpan	Zapotlán del Rey	Pecuario	N	T
74	Descarga granja porcícola, brecha M.I. del río Santiago	Tonalá	Pecuario	N	T

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

No.	Descripción / Localización	Municipio	Origen	Tratamiento Si/No	Muestreo
75	Dren de descarga de la granja porcícola Azteca	Tlajomulco	Pecuario	N	T
76	Dren de descarga de la granja porcícola, GEN Pro	Ixtlahuacán de los M.	Pecuario	N	MP,T
77	Porqueriza "Taretán", en Atotonilco	Atotonilco El Alto	Pecuario	N	T
78	Porqueriza Sr. Luis González, en Atotonilco	Atotonilco El Alto	Pecuario	S	T
79	Porqueriza en cruceo Atotonilco	Atotonilco El Alto	Pecuario	S	T
80	Descarga entre Caabsa-Eagle y Venagen	Tonalá	Pecuario		T

Los parámetros de calidad de agua a determinarse en cada una de las descargas se indican a continuación:

- Parámetros básicos: Temperatura, Conductividad, Potencial hidrógeno, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Grasas y aceites, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Nitrógeno total (NTK) y Fósforo total.
- Metales pesados y cianuros: Cianuros, Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, plomo y Zinc. Todos los metales se determinaron en su forma total.
- Toxicidad: evaluación de toxicidad aguda mediante la prueba con *Vibrio Fischeri* (Microtox).

Los trabajos de campo de muestreo y aforo en las descargas de agua residual se efectuaron en el período comprendido entre el 5 de octubre y el 1 de noviembre de 2006. En algunos caso no fue posible efectuar la caracterización de la descarga ya que no existía flujo de vertido durante la visita de inspección, esta situación ocurrió frecuentemente en instalaciones de tipo industrial y pecuario.

Por la razón antes expuesta es que el programa original de muestreo fue modificado, efectuando finalmente la caracterización de un total de 57 descargas de agua residual cruda o tratada. A continuación se indica el total de descargas caracterizadas de acuerdo a su origen:

- Origen industrial, 20 (36) descargas
- Origen municipal, sin tratamiento, 19 (22) descargas
- Origen municipal, efluente PTAR, 11 (11) descargas
- Origen pecuario, 7 (11) descargas

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

A las 57 descargas previamente indicada se les efectuaron los análisis de contaminantes básicos; además se efectuaron análisis de metales pesados y cianuro en 34 de las descargas y pruebas de toxicidad en 28 de las descargas.

Las actividades de campo de aforo, colecta, preservación y transporte de muestras se efectuaron por personal de Laboratorio Ecotec, mismo que cuenta con registro ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento, A. C. y la Comisión Nacional del Agua. Las muestras de agua residual cruda o tratada y las colectadas en los ríos y afluentes fueron analizadas en las instalaciones de Laboratorio Ecotec en la ciudad de Guadalajara; las muestras para las pruebas de toxicidad fueron enviadas al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en Jiutepec, Morelos.

En el siguiente cuadro se indican las fechas en que se efectuaron los trabajos de aforo y colecta de muestras de agua residual, se indican los grupos de parámetros que se analizaron en cada descarga, asimismo, se indican las instalaciones que no fueron caracterizadas, debido a que al momento de la inspección no existía flujo.

Cuadro 3-2 Descargas de agua residual caracterizadas

FECHA	TIPO	Tipo	de	muestreo
Jueves 5 Octubre de 2006				
PTARM Ocotlán	Municipal tratada	Básicos	MP	
PTARM Cuitzéo	Municipal tratada	Básicos	MP	
PTARM Poncitlán	Municipal tratada	Básicos	MP	
PTARM San Jacinto	Municipal tratada	Básicos	MP	
PTARM Atequiza-Atotonilquillo	Municipal tratada	Básicos	MP	
Viernes 6 Octubre de 2006				
Planta Potabilizadora San Gaspar No. 3	Industrial	Básicos	MP	
Apelsa		No se muestreo		
Descarga Municipal Coyúla	Municipal cruda	Básicos	MP	
Descarga Municipal El Vado	Municipal cruda	Básicos		
Descarga Municipal Fracc. Las Cañadas	Municipal cruda	Básicos		
Zona hab. M. D. Río Santiago (Granjas entre Puente Grande-Puente Viejo)		No se muestreo		
Descarga Poblado Puente Viejo	Municipal cruda	Básicos		
Canal M. I. Río Sant. (entre Puente Grande-Tololotlán)		No se muestreo		
Lixiviado Caabsa-Eagle	Industrial	Básicos	MP	T
Lunes 9 Octubre de 2006				
PTARM Arandas	Municipal tratada	Básicos	MP	T
Tequilera "Casa Tequilera de Arandas"		No se muestreo		

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

FECHA	TIPO	Tipo de muestreo		
Tequilera "Destiladora Alteña"		No se muestreo		
Descarga municipal de Atotonilco en canal # 1	Municipal cruda	Básicos	MP	T
Descarga municipal de Atotonilco en canal # 2	Municipal cruda	Básicos	MP	T
PTARM Zapotlanejo	Municipal tratada	Básicos	MP	
PTARM vieja de Tototlán		No se muestreo		
Martes 10 Octubre de 2006				
PTARM Juanacatlán	Municipal tratada	Básicos	MP	T
PTARM El Salto	Municipal tratada	Básicos	MP	
Descarga Sach's Boge	Industrial	Básicos	MP	T
Descarga Quimikao	Industrial	Básicos	MP	T
Descarga #5, agua industrial tratada en El Salto	Industrial	Básicos	MP	
Descarga AGYDSA	Industrial	Básicos	MP	T
Margen derecho Arroyo Ahogado en El Salto		No se muestreo		
Miércoles 11 Octubre de 2006				
Descarga Mexichem		No se muestreo		
Cydsa (No está en operación)		No se muestreo		
PTARM Fracc. Rancho Alegre	Municipal tratada	Básicos	MP	T
Descarga Santoríni	Industrial	Básicos		T
Descarga Porcícola GENPro	Pecuaría	Básicos		T
Parque Industrial San Jorge		No se muestreo		
Jueves 12 Octubre de 2006				
Descarga municipal Ex - Hacienda Zapotlanejo	Municipal cruda	Básicos		
PTARI de CIBA	Industrial	Básicos	MP	T
CYTEC		No se muestreo		
Descarga municipal Casa Blanca	Municipal cruda	Básicos		
Descarga municipal Tecualtitán		No se muestreo		
Descarga municipal San Miguel Zapotitlán	Municipal cruda	Básicos		
Descarga municipal San Miguel Zapotitlán	Municipal cruda	Básicos		
Lunes 16 Octubre de 2006				
Descarga pecuaría, entre Caabsa y Venagen	Pecuaría	Básicos		T
Descarga Venagen	Pecuaría	Básicos		T

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

FECHA	TIPO	Tipo de muestreo		
Descarga pecuaria (ID AC-20)	Pecuaria	Básicos		T
Cárcamo viejo bombeo Ocotlán	Municipal cruda	Básicos	MP	
Industrias Ocotlán	Industrial	Básicos	MP	
Cárcamo bombeo Poncitlán	Municipal cruda	Básicos	MP	
Martes 17 Octubre de 2006				
Emisor de la PTAR de Nestlé	Industrial	Básicos	MP	T
Emisor Colonia 6 de Noviembre en Ocotlán	Municipal cruda	Básicos		
Emisor cárcamo de bombeo, costado campo deportivo	Municipal cruda	Básicos		
Descarga directa Río Zula (ID DR-207)	Municipal cruda	Básicos		
Descarga porcícola, entre Santoríni y GENPro	Pecuaria	Básicos		T
Parque Industrial San Jorge	Industrial	Básicos	MP	T
Miércoles 18 Octubre de 2006				
Tequilera "Destiladora Alteña"	Industrial	Básicos	MP	T
Tequilera "La Alteña"	Industrial	Básicos	MP	T
Tequilera "El Edén"	Industrial	Básicos	MP	T
Descarga municipal San Francisco de Asís	Municipal cruda	Básicos		
Lunes 23 Octubre de 2006				
Tequilera Jose Cuervo	Industrial	Básicos	MP	T
Tequilera "Destiladora Juan Diego"	Industrial	Básicos	MP	T
CEFERESO	Municipal tratada	Básicos		
Fábrica vieja de tequila (La Laja)	Industrial	No se muestreo		
GATORADE	Industrial	No se muestreo		
Martes 24 Octubre de 2006				
Descarga M. D. Arroyo Chico, poblado Carrozas	Pecuaria	Básicos		
Descarga municipal Carrozas	Municipal cruda	Básicos		
Descarga municipal El Nuevo Refugio, Refugio Viejo y San Antonio de Gómez	Municipal cruda	Básicos		
Tequilera "7 Leguas"	Industrial	Básicos	MP	T
Tequilera La Madrileña		No se muestreo		
Jueves 26 Octubre de 2006				
Química Alen	Industrial	No se muestreo		
CYTEC	Industrial	No se muestreo		
Viernes 27 Octubre de 2006				

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

FECHA	TIPO	Tipo de muestreo		
Granja Porcícola, cruce de Atotonilco	Pecuaría	No se muestreo		
Granjas de Luis González en Atotonilco	Pecuaría	No se muestreo		
Lunes 30 Octubre de 2006				
Descarga Celanese	Industrial	Básicos	MP	T
Canal lateral Plásticos Rex Cydsa	Industrial	Básicos	MP	T
Descarga municipal Atotonilco a un costado Granjas Taretan	Municipal cruda	Básicos		
Descarga Granjas Taretan, Atotonilco	Pecuaría	Básicos		T
Tequilera CDC (El Patrón)	Industrial	Básicos	MP	T
Martes 31 Octubre de 2006 y Miércoles 1 Noviembre de 2006				
Química Alen	Industrial	No se muestreo		

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL RÍO ZULA Y SANTIAGO

Dentro de esta actividad se efectuó la caracterización del río Zula y Santiago en diversos sitios distribuidos a lo largo de su recorrido, así como en dos corrientes tributarias relevantes, el arroyo del Ahogado y el arroyo Chico, afluentes del Santiago y Zula, respectivamente.

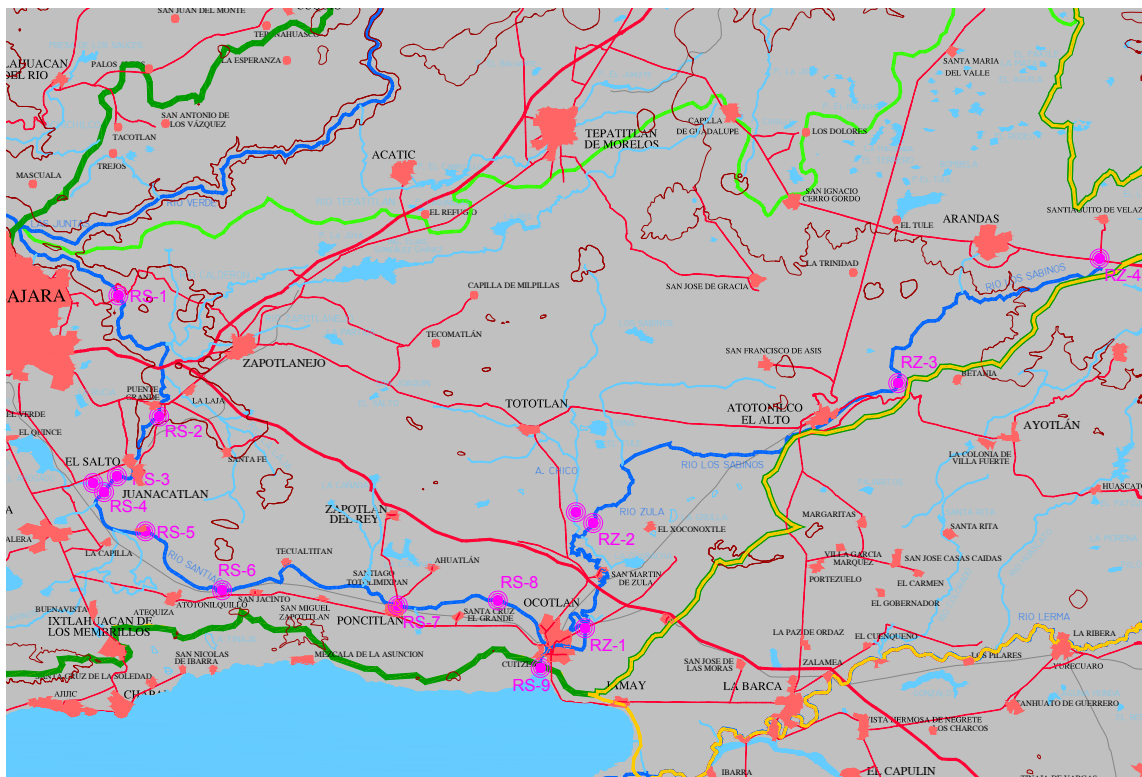
En total fueron quince los sitios de monitoreo en esta actividad, mismos que a continuación se indican:

1. Río Santiago, Aguas arriba de Cuitzeo
2. Río Santiago en San Luis del Agua Caliente
3. Río Santiago Aguas abajo compuertas en Poncitlán
4. Río Santiago Aguas abajo Presa Corona
5. Río Santiago Frente a Ex hacienda Zapotlanejo
6. Río Santiago Aguas arriba arroyo El Ahogado
7. Arroyo El Ahogado En El Muelle
8. Río Santiago Aguas abajo arroyo El Ahogado
9. Río Santiago En Tololotlán

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

- | | |
|-------------------|--|
| 10. Río Santiago | En puente Matatlán |
| 11. Río Zula, | aguas arriba de Arandas, en Santiaguito de Velázquez |
| 12. Río Zula, | aguas arriba Atotonilco, en Rinconada de Cristo Rey |
| 13. Río Zula, | aguas abajo de Atotonilco, en El Dique / Palo Dulce |
| 14. Arroyo Chico, | aguas abajo Tototlán, en Ríos de Ruiz |
| 15. Río Zula, | aguas arriba Ocotlán, en Paso de La Comunidad |

Figura 3-1 Localización de las estaciones de monitoreo



Los parámetros de calidad de agua determinados en cada estación de monitoreo fueron:

Parámetros básicos: temperatura, Conductividad, Potencial hidrógeno, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Grasas y aceites, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Nitrógeno Total (NTK) y Fósforo total.

Metales pesados y cianuros: Cianuros, Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, plomo y Zinc. Todos los metales se determinaron en su forma total.

Se efectuaron dos rondas de muestreo y aforo, la primera campaña se llevó a cabo en la semana del 13 al 16 de noviembre; la segunda campaña se efectuó en la semana del 27 al 29 de noviembre de 2006.

Figura 3-2 Aforo del río Zula en Santiaguito de Velázquez



Figura 3-3 Río Zula en Rinconada de Cristo Rey



Figura 3-4 Río Zula en Palo Dulce



Figura 3-5 Arroyo Chico en Ríos de Ruiz



Figura 3-6 Río Zula en Paso de la Comunidad



Figura 3-7 Río Santiago en Cuitzeo



Figura 3-8 Río Santiago en San Luis del Agua Caliente



Figura 3-9 Río Santiago aguas debajo de las compuertas de Poncitlán



Figura 3-10 Río Santiago aguas debajo de presa Corona



Figura 3-11 Río Santiago frente a Ex hacienda de Zapotlanejo



Figura 3-12 Río Santiago aguas arriba del arroyo del Ahogado



Figura 3-13 Arroyo del Ahogado en El Muelle



Figura 3-14 Río Santiago aguas abajo del arroyo del Ahogado



Figura 3-15 Río Santiago en Tlotlán



Figura 3-16 Río Santiago en puente Matatlán



Como parte de los trabajos de campo se efectuó la medición de caudal en los ríos Zula y Santiago. Esta actividad se efectuó de manera simultánea a la toma de muestras simples. El método de aforo utilizado fue la medición de la velocidad con molinete, con base en la ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V$$

Donde:

A = Área de la sección mojada de la corriente, m^2

V = Velocidad promedio de la sección, m/s

La medición de caudales con el uso de molinete requiere determinar un número suficiente de velocidades puntuales para calcular la velocidad promedio en la corriente. El molinete consta de un anemómetro del tipo de copas que giran sobre un eje vertical. Las revoluciones por minuto contabilizadas por el aforador se confrontan con la tabla de calibración del equipo, para así establecer la velocidad de la corriente en el punto registrado.

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

El procedimiento de aforo consiste en dividir la corriente en un número de subsecciones transversales perpendiculares a la corriente, que sean representativas de las variaciones de la profundidad y/o de la velocidad de la corriente. El ancho de estas secciones es variable, usualmente entre 0.6 y 3.0 metros, dependiendo del ancho total de la corriente.

La determinación de la velocidad media en la columna de agua se realiza como sigue:

- Se mide la profundidad total del agua mediante un sondeo con cable o estatal.
- Se levanta el molinete a un 60% de la profundidad y se mide la velocidad accionando el cronometro en un impulso del molinete y parándolo en otro impulso, aproximadamente 45 segundos después.
- El número de impulsos contados y el tiempo de recorrido o de medición permite el cálculo de la velocidad a partir de la curva de calibración del molinete.
- El caudal total se obtiene al multiplicar el área transversal de la corriente por la velocidad promedio. El número de puntos en que se debe medir la velocidad se limita a aquellos que se puedan realizar en un tiempo razonable, especialmente si el nivel está cambiando rápidamente, puesto que la medición se debe completar con un cambio mínimo en el nivel.

La medición de la velocidad con molinete se efectuó de dos formas: aforo suspendido y aforo por vadeo. En el primer caso, el molinete se introducía al río desde una estructura, usualmente un puente; cuando el ancho de la sección mojada es angosto, el tirante hidráulico y la velocidad de la corriente son bajas, el aforo se efectuaba por vadeo, ingresando el aforador al cauce del río para seccionar la corriente y efectuar la medición de velocidad.

En el se presentan los datos de los caudales aforados en las estaciones de monitoreo. En algunas de las estaciones no se reportan los cuatro aforos, esto se debe a que el aforo no se efectuó por alguna de las razones que a continuación se indican:

Capítulo 3 Caracterizar las principales fuentes de contaminación

Cuadro 3-3 Caudales aforados en los ríos Zula, Santiago y afluentes

Corriente	Sitio	Caudal (L/s) 1ª campaña / 2ª campaña
Río Zula	Santiaguito de Velázquez	77 / 48
Río Zula	Rinconada de Cristo Rey	2,633 / 1,717
Río Zula	El Dique/Palo Dulce	8,482 / 2,352
Arroyo Chico	Ríos de Ruiz (aguas debajo de Tototlán)	2,732 / 928
Río Zula	Paso de la Comunidad	9,585 / 2,889
Río Santiago	Cuitzéo	-
Río Santiago	San Luis del Agua Caliente	-
Río Santiago	Poncitlán (aguas debajo de compuertas)	-
Río Santiago	Presa Corona (aguas debajo de compuertas)	281 / 243
Río Santiago	Ex-hacienda de Zapotlanejo	-
Río Santiago	Aguas arriba de El Ahogado	-
Arroyo El Ahogado	en El Muelle	5,689 / 2,737
Río Santiago	Aguas abajo del Arroyo El Ahogado	-
Río Santiago	Tololotlán	251 / 1,041
Río Santiago	Puente de Matatlán	894 / 530

En las estaciones en las que se indica “No Aforado”, se debe a que no fue posible cuantificar el caudal debido a que la velocidad de la corriente era tan baja que no hacia girar las copas del molinete.

Esta situación ocurrió aguas arriba de estructuras de regulación y/o almacenamiento, aunado a que en dichos sitios la sección del río es muy amplia y el caudal conducido por el río muy reducido, lo que resulta en muy bajas velocidades del agua.