



# **Generación de Insumos y Herramientas para la Toma de Decisiones en la Estrategia Integral para la Recuperación del Río Santiago**

## **1**

### **Antecedentes y Recopilación de Información**





## CONTENIDO E ÍNDICES

1.1	DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	1-2
1.2	BASE DE DATOS DE CALIDAD DE AGUA.....	1-6
1.2.1	Calidad del agua.....	1-10
1.2.2	Bases de datos de descargas.....	1-15
1.2.3	Calidad del Agua del Río Verde.....	1-16
1.3	RELEVANCIA DE ESTUDIOS PREVIOS .....	1-17
1.3.1	Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco. AyMA. 2002 – 2003 (AyMA_2003).....	1-17
1.3.2	Estudio de identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco. AICISA 2003-2004 (AICISA 2004).....	1-18
1.3.3	Estudio de elaboración del Plan Maestro para el establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de Influencia de la Presa de Arcediano. (AyMA_2005) .....	1-19
1.3.4	Estudio identificación y caracterización de fuentes de contaminación de las cuencas directas del río Santiago entre los municipios de Ocotlán y Tonalá, y directa del río Zula. (AyMA 2006).....	1-20
1.3.5	Estudio de evaluación del impacto económico derivado de la reclasificación del río Verde y Santiago (AyMA_2007).....	1-21
1.3.6	Estudio de informe de resultados del monitoreo del "Río Santiago" y el arroyo "El Ahogado". (IMTA 2008) .....	1-22
1.3.7	Estudio de actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa), (IMTA 2010) .....	1-22
1.3.8	Estudio de evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (AICISA_2012).....	1-24
1.3.9	Estudio de evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (Segunda Etapa). (AICISA_2013).....	1-25
1.4	INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	1-26
1.4.1	Población.....	1-26
1.4.2	Uso de suelo.....	1-28
1.5	ASPECTOS RELEVANTES DENTRO DEL POLÍGONO. ....	1-29
1.6	REFERENCIAS .....	1-30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Corrientes Tributarias del río Santiago Dentro del Tramo de Estudio .....	1-3
Tabla 1-2	Municipios que Comprende el AIP.....	1-5
Tabla 1-3	Relación de estudios consultados.....	1-6
Tabla 1-4	Estudios integrados en la base de datos de calidad del agua.....	1-11
Tabla 1-5	Estudios Incluidos en las Bases de Datos de Descargas.....	1-15
Tabla 1-6	Estudios Río Verde .....	1-16
Tabla 1-7	Sitios de muestreo en el estudio de AyMA_2003.....	1-17





Tabla 1-8 Relación de Sitios de Muestreo – IMTA_2010.....	1-23
Tabla 1-9 Población por Municipio.....	1-26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Cuenca del Río Santiago y sus Subcuencas.....	1-2
Figura 1-2 Delimitación del Área de Intervención Prioritaria.....	1-3
Figura 1-3 Afluentes Principales del Río Santiago.....	1-4
Figura 1-4 Municipios que Comprende el AIP.....	1-5
Figura 1-5 Línea de tiempo de estudios realizados.....	1-9
Figura 1-6 Sitios de Muestreo – AICISA 2004.....	1-19
Figura 1-7 Localización de los Sitios de Muestreo – AyMA_2006.....	1-20
Figura 1-8 Localización de los Sitios de Muestreo – AyMA_2007.....	1-21
Figura 1-9 Sitios de Muestreo – IMTA_2008.....	1-22
Figura 1-10 Sitios de Muestreo – AICISA_2012.....	1-24
Figura 1-11 Sitios de Muestreo.....	1-25
Figura 1-12 Distribución de la Población.....	1-28
Figura 1-13 Programa de Ordenamiento Territorial.....	1-28





La cuenca alta del río Santiago tiene una gran relevancia en la vida económica de la región que cubre desde su nacimiento en el Lago de Chapala, así como los municipios que recorre hasta llegar al Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) y está considerado como fuente futura para el abastecimiento de agua de la AMG.

Actualmente el uso del agua procedente del río Santiago sustenta diversas actividades económicas en la región y es un medio para la conducción de agua procedente de Chapala al AMG, lo que hace de este cuerpo de agua un recurso de especial interés para los jaliscienses y su cuidado tiene especial importancia para el Gobierno del Estado de Jalisco.

El desarrollo económico de la cuenca alta del río Santiago ha generado la atracción de diversos giros económicos, lo que ha motivado un crecimiento poblacional en la región superior al crecimiento poblacional del resto del estado. Desafortunadamente el impacto de las actividades económicas y el crecimiento poblacional han impactado de manera negativa en la calidad del agua del río Santiago y el río Zula que es una afluente importante del río Santiago.

En respuesta a la problemática de contaminación que actualmente presenta el río Santiago, el Gobierno del Estado de Jalisco ha emprendido acciones de control de la contaminación que corresponde a las atribuciones estatales y municipales, como lo es el presente estudio en el que se plantean los siguientes objetivos principales:

- Generar herramientas de análisis de la situación actual que permitan elaborar un análisis de las condiciones en las que se encuentran los ríos Santiago y Zula y permita establecer las políticas de control de la contaminación desde una óptica integral de gestión que involucre a los tres niveles de gobierno, las entidades económicas y la sociedad organizada.
- Diseñar e integrar una base de datos que organice de manera sistemática la información generada en diversos estudios previamente desarrollados, vinculados a la contaminación puntual y difusa en el área de estudio.
- Realizar un análisis técnico de la información integrada y proponer una metodología de clasificación y priorización de las fuentes de contaminación puntual más significativas por la naturaleza de su origen.
- Elaborar un plan de monitoreo de la calidad del agua en el Río Zula y el Río Santiago, definiendo estaciones de monitoreo que tengan una significación técnica relevante que permita desarrollar una línea base de calidad de agua de los ríos Santiago y Zula que posibilite la evaluación de las acciones de control de la contaminación que se deriven de este estudio y de las acciones paralelas que se vienen realizando.
- Elaborar el balance hídrico de la cuenca del río Santiago previo a su confluencia con el río Verde, y del río Zula desde su nacimiento hasta su desembocadura en el lago de Chapala.
- Elaborar un modelo hidrológico de los ríos Zula y Santiago previo a la confluencia del río Verde.

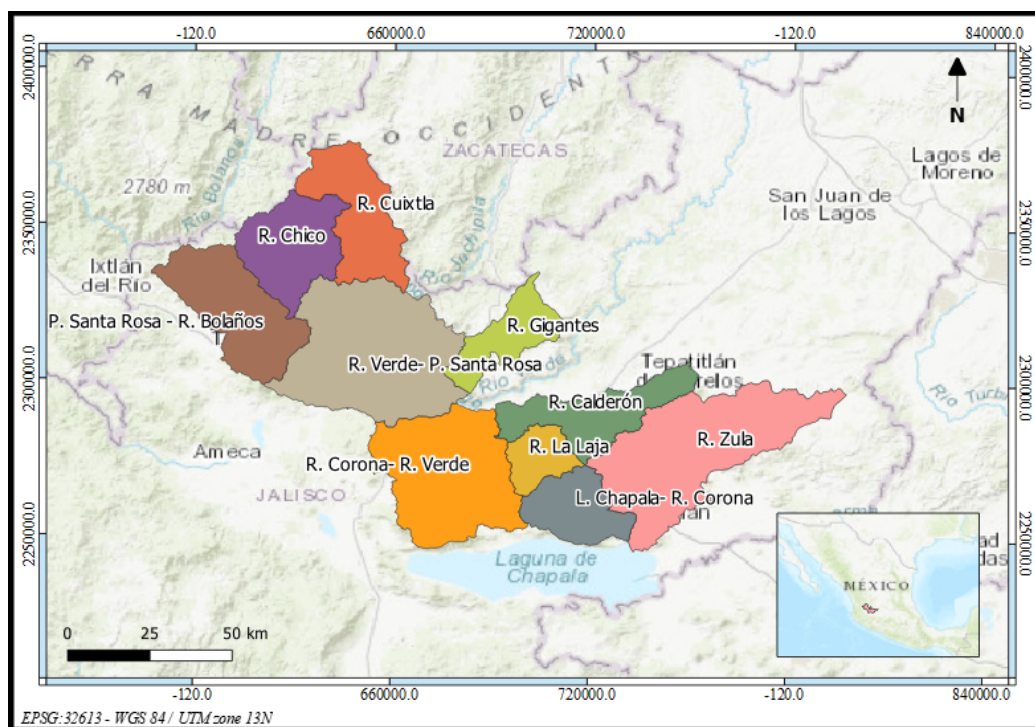


## 1.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El río Santiago forma parte de la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, la cual se divide en 12 cuencas hidrológicas. Una cuenca hidrológica es un área territorial sobre la cual el agua drena de forma natural, generalmente formando ríos que buscan encausarse hacia los océanos, pero no siempre es el caso, una cuenca puede formar parte de un sistema de cuencas formando una región hidrológica. Durante este proyecto se trabajó sobre la cuenca hidrológica Río Santiago Guadalajara.

La cuenca del Río Santiago Guadalajara a su vez se divide en 10 subcuencas: Presa Santa Rosa-Río Bolaños, Río Chico, Río Cuixtla, Río Verde-Presa Santa Rosa, Río Gigantes, Río Corona-Río Verde, Río La Laja, Río Calderón, Lago Chapala-Río Corona y Río Zula como se muestra en la **Figura 1-1**.

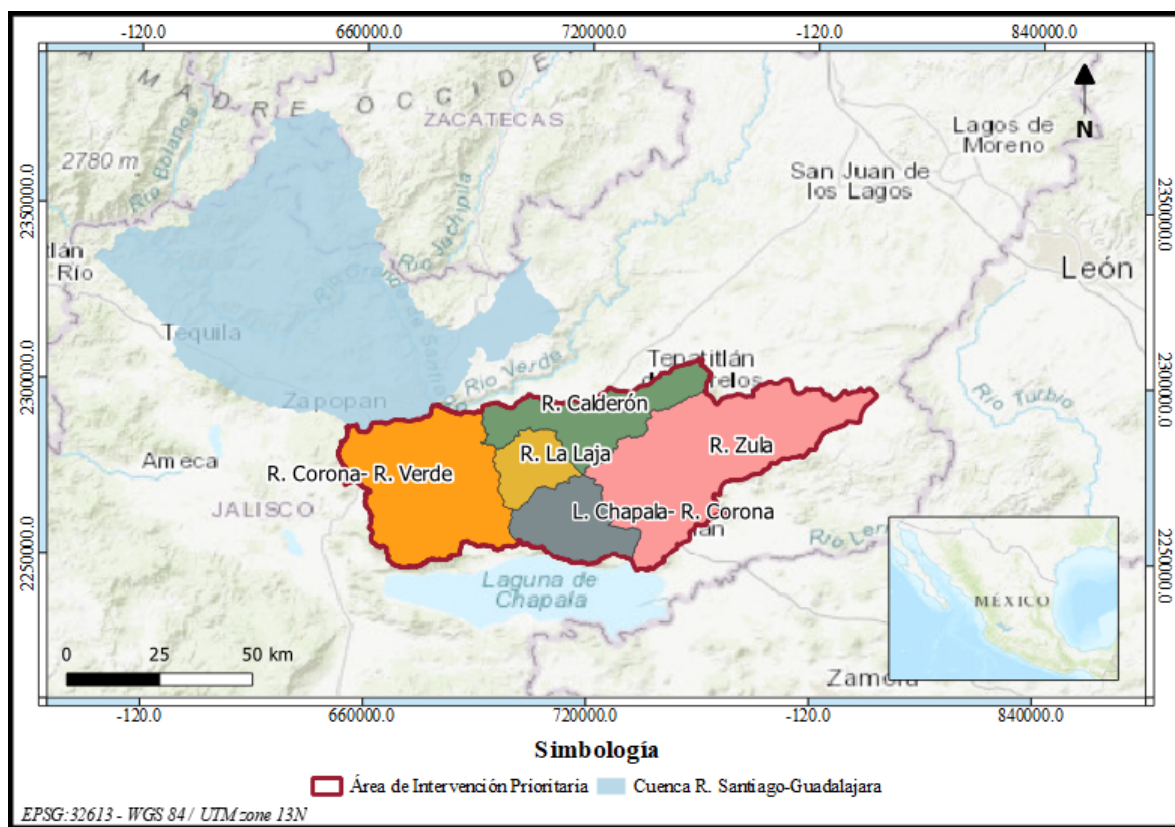
**Figura 1-1 Cuenca del Río Santiago y sus Subcuencas**



Fuente: Elaboración propia con recursos de INEGI. (INEGI, 2010).

Para el desarrollo de la estrategia se determinó, por parte del Gobierno del Estado de Jalisco, un área de estudio la cual se denominó Área de Intervención Prioritaria (AIP) de la *Estrategia integral para la recuperación del Río Santiago*, dentro de la cual se encuentra la subcuenca del río Zula y la cuenca alta del Río Santiago (Río Corona-Río-Verde, Río Calderón, Río La Laja y Lago de Chapala-Río Corona), como se muestra en la **Figura 1-2**.

**Figura 1-2 Delimitación del Área de Intervención Prioritaria**



Fuente: Elaboración propia con recursos de INEGI. (INEGI, 2010)

El tramo del río Santiago que corresponde al estudio tiene una longitud de 107 km, desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta poco antes de su confluencia con el río Verde (aproximadamente 0.74 km), lo que ocurre al noroeste del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). La parte inicial del río Santiago se ubica en una planicie agrícola, con una longitud de 66 km, seguido de un trayecto de 41 km en el que el cauce se interna en una barranca, la que se hace más profunda a partir de Puente Grande.

El río Santiago tiene seis afluentes principales dentro del tramo del AIP, sin considerar el río Zula, el cual es un afluente del río Santiago solamente en temporada de estiaje. Los afluentes se enlistan en la **Tabla 1-1** y se muestra su localización en la **Figura 1-3**.

**Tabla 1-1 Corrientes Tributarias del río Santiago Dentro del Tramo de Estudio**

No.	Corriente	Municipio(s) de Procedencia	Margen del Río Santiago por la que se Recibe su Aportación
1	Arroyo La Cañada	Zapotlán del Rey	Derecha
2	Arroyo Los Sabinos	Ixtlahuacán de los Membrillos	Izquierda



No.	Corriente	Municipio(s) de Procedencia	Margen del Río Santiago por la que se Recibe su Aportación
3	Arroyo El Ahogado	Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco, El Salto	Izquierda
4	Río La Laja	Zapotlanejo	Derecha
5	Río Zapotlanejo	Tepatitlán de Morelos, Acatic, Zapotlanejo	Derecha
6	Río Calderón	Zapotlanejo	Derecha

**Figura 1-3 Afluentes Principales del Río Santiago**



Fuente: Elaboración propia.

El polígono del Área de Intervención Prioritaria tiene un área de 4,931 km<sup>2</sup> y comprende los 18 municipios listados en la **Tabla 1-2** y en la **Figura 1-4**, se muestran los municipios mencionados y la delimitación del AIP.

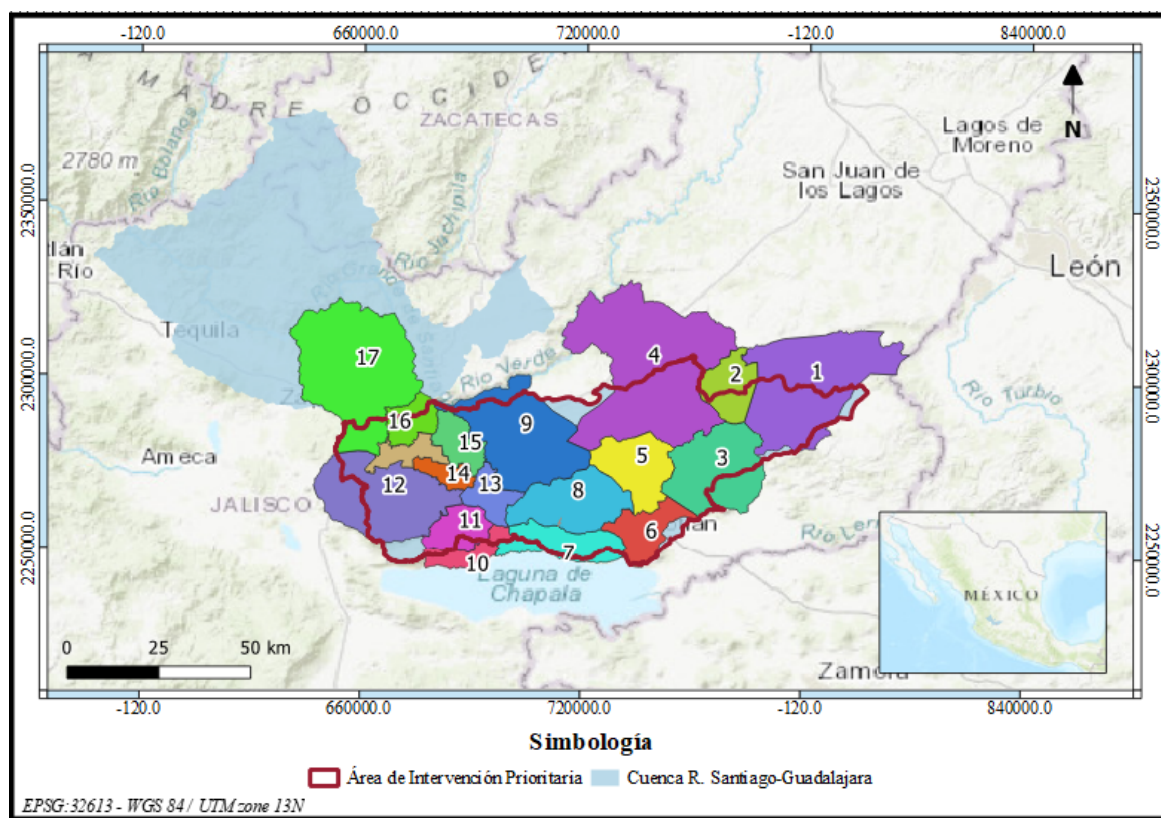




**Tabla 1-2 Municipios que Comprende el AIP**

No.	Municipio	No.	Municipio	No.	Municipio
1	Arandas	7	Poncitlán	13	Juanacatlán
2	San Ignacio Cerro Gordo	8	Zapotlán del Rey	14	El Salto
3	Atotonilco El Alto	9	Zapotlanejo	15	Tonalá
4	Tepatitlán de Morelos	10	Chapala	16	Guadalajara
5	Tototlán	11	Ixtlahuacán de los Membrillos	17	Zapopan
6	Ocotlán	12	Tlajomulco de Zúñiga	18	Tlaquepaque

**Figura 1-4 Municipios que Comprende el AIP**



Fuente: Elaboración propia con recursos de INEGI. (INEGI, 2012)

Como se puede observar en algunos casos no se incluye el área total de algunos municipios dentro del AIP, debido a que el polígono de delimitación responde a consideraciones de hidrología de la propia cuenca y por ello la delimitación política municipal difiere con este polígono.



Se estima una proyección de población al 2020 de 4,053,816 habitantes dentro del polígono denominado Área de Intervención Prioritaria, quienes de manera directa reciben los efectos adversos de la condición de contaminación que actualmente presentan los ríos Zula y Santiago y quienes eventualmente serán beneficiados directamente con las políticas y acciones de control de la contaminación que se deriven del presente estudio.

Con la finalidad identificar los antecedentes de contaminación del agua en el AIP, se realizó el acopio y revisión de la información existente relativa a la calidad del agua, escurrimiento de agua, aprovechamiento y disponibilidad, así como una recopilación de la información geográfica existente y que en el siguiente numeral se describe con mayor detalle.

## 1.2 BASE DE DATOS DE CALIDAD DE AGUA

Para la integración de una base de datos de calidad de agua de los ríos Santiago y Zula se realizó la consulta de 16 estudios que se han realizado a partir del año 2003 y que en su mayoría corresponde a estudios realizados por el Gobierno del Estado de Jalisco.

Al ser diferentes los objetivos de estudio de cada uno de los estudios los puntos de monitoreo de calidad del agua y los parámetros analizados son diferentes lo que ha generado la necesidad de clasificar la información en diferentes bases de datos con diferentes estructuras de información.

Los estudios consultados corresponden a listado que se presenta en la **Tabla 1-3** y en la **Figura 1-5**, se muestra de manera gráfica la línea de tiempo de la ejecución de los estudios realizados en los ríos Santiago y Zula, con información útil de calidad del agua.

**Tabla 1-3 Relación de estudios consultados**

No.	Nombre del estudio	Autor / para quien se realizó	Año del estudio
1	Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2003
2	Identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco	AICISA Para la CEA Jalisco	2004
3	Elaboración del Plan Maestro para el Establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de influencia de la Presa de Arcediano.	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2005
4	Identificación y caracterización de fuentes de contaminación de las cuencas directa del alto del río Santiago entre Ocotlán y Tonalá y directa del río Zula	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2006



No.	Nombre del estudio	Autor / para quien se realizó	Año del estudio
5	Actualización y caracterización de fuentes de contaminación de la Cuenca del río Verde en el Estado de Jalisco	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2006
6	Evaluación del impacto económico derivado de la reclasificación del río Verde y Santiago	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2007
7	Informe de resultados del monitoreo del "Río Santiago" y del Arroyo "El Ahogado"	IMTA Para la CEA Jalisco	2008
8	Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la Presa Arcediano en el Estado de Jalisco, Primera Fase	IMTA Para la CEA Jalisco	2010
9	Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano en el Estado de Jalisco, Segunda Fase	IMTA Para la CEA Jalisco	2010
10	Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa)	IMTA Para la CEA Jalisco	2010
11	Monitoreo de floraciones algales en el río Verde y en el Área del proyecto del "Sistema de Bombeo Purgatorio Arcediano"	AyMA Ingeniería y Consultoría	2011
12	Evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR	AICISA Para la CEA Jalisco	2012
13	Evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (Segunda Etapa)	AICISA Para la CEA Jalisco	2013
14	Actualización del diagnóstico de saneamiento en la parte alta de la cuenca del río Santiago (Tramo Arandas-Zona Conurbada de Guadalajara)	AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco	2014
15	Alto a la catástrofe ecológica del río Santiago. Reporte técnico.	Greenpeace por la misma ONG	2016



No.	Nombre del estudio	Autor / para quien se realizó	Año del estudio
16	Alcantarilla del progreso: industria y estado en la contaminación del río Santiago en Jalisco.	Cindy Claudia McCulling DeBlasi Tesis doctoral con apoyo del CONACYT y el Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) de Canadá.	2017

Después de una revisión de la información de calidad del agua que cada uno de los estudios presenta, se identificó que en dos de ellos: el estudio de AyMA Ingeniería y Consultoría “*Actualización del Diagnóstico de Saneamiento en la Parte Alta de la Cuenca del Río Santiago (Tramo Arandas-Zona Conurbada de Guadalajara)*” de 2014 y la tesis de la Doctora Cindy Claudia McCulling “*Alcantarilla del Progreso: Industria y Estado en la Contaminación del Río Santiago en Jalisco*” de 2017, no llevaron a cabo nuevas determinaciones de calidad del agua, debido a que se utilizaron los datos del monitoreo rutinario que realiza la CEA.

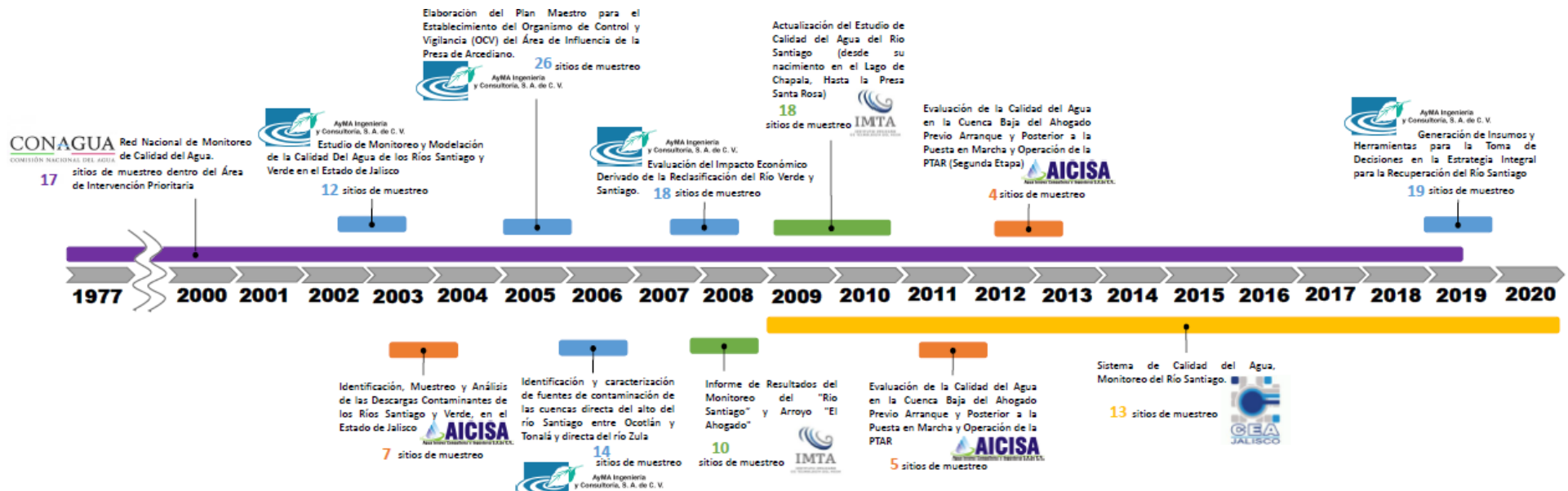
Como resultado de lo anterior la base de datos de calidad de agua está integrada con la información obtenida en 14 estudios y los resultados obtenidos en el monitoreo rutinario que realiza la CEA.

Además de la información antes mencionada se realizó la consulta a la calidad del agua que la Red Nacional de Monitoreo tiene para el caso específico de los ríos Santiago y Zula.

El objetivo de integrar la información de calidad del agua de todos los estudios, los monitoreos rutinarios de la CEA y de la RNM, es permitir el análisis de su evolución a lo largo del tiempo y posibilitar la identificación de las causas que ha generado el deterioro que se observa en la actualidad.



Figura 1-5 Línea de tiempo de estudios realizados



Fuente: Elaboración propia.





Con el fin de facilitar el manejo de la información y su interpretación, se decidió elaborar cuatro bases de datos para cada uno de los siguientes temas:

1. Calidad del agua ríos Santiago y Zula. En esta base de datos se recopiló la información de los estudios, monitoreos rutinarios y campañas de la red nacional de monitoreo a partir de muestras tomadas directamente de los ríos Santiago y Zula o de sus afluentes.
2. Descargas de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR). Aquí se recopiló la información de la caracterización de las descargas identificadas y muestreadas en los estudios de los efluentes de plantas de tratamiento municipales e industriales.
3. Descargas sin tratamiento. Esta base de datos está conformada por las descargas identificadas y caracterizadas en los estudios de efluentes municipales e industriales.
4. Calidad del agua del río Verde. Base de datos integrada con la información recopilada sobre calidad del agua del río Verde.

El objetivo de este estudio con relación a las bases de datos solamente menciona la calidad de agua de los ríos Santiago y Zula, sin embargo, se consideró conveniente integrar el resto de las bases de datos como información complementaria al estudio.

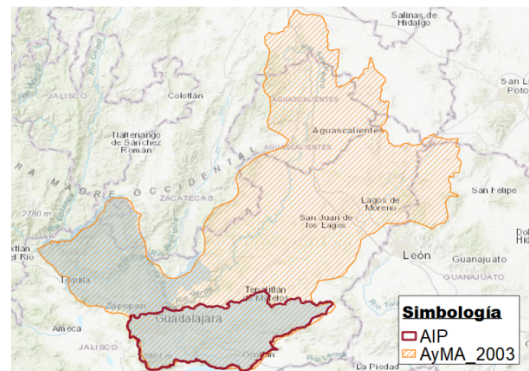
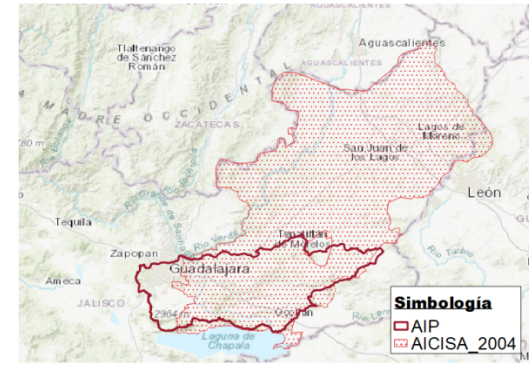
### 1.2.1 Calidad del agua

Los estudios seleccionados para la integración de la base de datos de calidad del agua de los ríos Santiago y Zula fueron los 9 estudios que se listan en la **Tabla 1-4**, integrando únicamente los puntos dentro del Área de Intervención Prioritaria o que estuvieran dentro de la cuenca del río Santiago Guadalajara, dejando para otros estudios la integración de los datos de calidad del agua del río Verde y sus tributarios. La *Base de Datos de Calidad del Agua* se encuentra en el **Anexo B** en formato electrónico toda vez su versión impresa no permite un fácil acceso a la información, se recomienda su consulta a partir de programas de manejo de archivos de bases de datos.

La base de datos integra información del Sistema de Calidad del Agua, monitoreo en el río Santiago de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA Jalisco), los cuales están disponibles desde el año 2009 al 2019 en su página oficial, así como los datos de la Red Nacional de Monitoreo de CONAGUA, disponibles del 2012 al 2019, para los sitios dentro del AIP.



Tabla 1-4 Estudios integrados en la base de datos de calidad del agua

Clave	Nombre del estudio / receptor	Objetivo	Área de estudio
AyMA_2003	Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco CEA Jalisco	Determinar la calidad del agua que será susceptible de aprovechar como fuente de abastecimiento futura de la zona conurbada de Guadalajara	
AICISA_2004	Identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco	Elaboración de un documento que sirva de base para la elaboración de un Programa Integral de Saneamiento de las aguas residuales en la Cuenca de los ríos Verde y Santiago, en el tramo comprendido desde el Lago de Chapala hasta la confluencia del río Verde, en el estado de Jalisco.	



Clave	Nombre del estudio / receptor	Objetivo	Área de estudio
AyMA_2005	Elaboración del Plan Maestro para el establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de Influencia de la Presa de Arcediano.	Recopilar, evaluar y analizar la información disponible; evaluar el marco normativo y las necesidades de adecuación; elaborar los elementos jurídicos que permitan establecer la personalidad legal de la entidad; conformar los elementos administrativos organizacionales que le permitan establecer los lineamientos de operación; establecer y elaborar los elementos necesarios para incorporar la participación pública en la toma de decisiones; conformar un análisis comparativo de entidades internacionales con objetivos similares a los que motivan este estudio.	
AyMA_2006	Actualización y caracterización de fuentes de contaminación de la cuenca del río Verde en el Estado de Jalisco	Identificar y caracterizar las fuentes de contaminación puntual de la cuenca directa de los ríos Santiago, Zula y los Sabinos que inciden de manera negativa en la calidad del agua de los cuerpos receptores.	



Clave	Nombre del estudio / receptor	Objetivo	Área de estudio
AyMA_2007	Evaluación del impacto económico derivado de la reclasificación del río Verde y Santiago	Identificar los impactos económicos derivados de la reclasificación de los ríos Verde y Santiago en las localidades mayores a 1,500 habitantes mediante la aplicación de tres escenarios de calidad de agua objetivo.	
IMTA_2008	Informe de resultados del monitoreo del "Río Santiago" y del arroyo "El Ahogado"	Realizar un estudio de calidad del agua en el arroyo El Ahogado y río Santiago que comprenda análisis fisicoquímicos, metales pesados, compuestos	
IMTA_2010	Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa)	Actualizar la información de calidad del agua que actualmente tienen los ríos Santiago, Verde y Zula, y de sus corrientes tributarias	





Clave	Nombre del estudio / receptor	Objetivo	Área de estudio
AICISA_2012	Evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR	Ubicar sitios de muestreos estratégicos que permita valorar el impacto en la calidad del agua del río Santiago y del arroyo El Ahogado con la puesta en operación de la PTAR El Ahogado y caracterizar cuantitativamente la calidad Físico-Química del agua de estos sitios de muestreo y evaluar los resultados.	
AICISA_2013	Evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (Segunda etapa)	Recopilar, evaluar y analizar información de la calidad del agua de la cuenca baja y de la PTAR el Ahogado, en su primera etapa que corresponde al previo y posterior arranque de la misma.	



## 1.2.2 Bases de datos de descargas

En tres de los estudios analizados, se encuentra información relativa a caracterización de descargas y presentan información de calidad del agua descargada en la cuenca de los ríos Santiago, Verde y Zula y su elaboración correspondió a AICISA empresa consultora y al IMTA contratados por la CEA Jalisco y el tercero fue realizado por la ONG: Green Pace. Estos estudios son:

1. *"Identificación, Muestreo y Análisis de las Descargas Contaminantes de los Ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco"* elaborado por AICISA en 2004,
2. *"Actualización del Estudio de Calidad del Agua del Río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, Hasta la Presa Santa Rosa)"* del IMTA de 2010
3. *"Alto a la Catástrofe Ecológica del Río Santiago. Reporte Técnico."* Artículo de Green Peace publicado en 2016.

En la **Tabla 1-5** se describe con más detalle la información obtenida en cada uno de los estudios y sus alcances generales.

A partir de esta información se elaboraron las dos bases de datos de descargas:

1. *Base de Datos Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Anexo B-2)*. Elaborada a partir de la información de los tres estudios.
2. *Base de Datos de Descargas Sin Tratamiento (Anexo B-3)*. Elaborada a partir de la información de los primeros dos estudios.

**Tabla 1-5 Estudios Incluidos en las Bases de Datos de Descargas**

Clave	Nombre del Estudio	Objetivo
AICISA_2004	Identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco	Elaboración de un documento que sirva de base para la elaboración de un Programa Integral de Saneamiento de las aguas residuales en la cuenca de los ríos Verde y Santiago, en el tramo comprendido desde el Lago de Chapala hasta la confluencia del río Verde, en el estado de Jalisco.
AyMA Ingeniería y Consultoría Para la CEA Jalisco (2006)	Identificación y caracterización de fuentes de contaminación de las cuencas directa del alto del río Santiago entre Ocotlán y Tonalá y directa del río Zula	Identificar las fuentes de contaminación más importantes y determinar las aportaciones de los principales contaminantes de las descargas seleccionadas.
IMTA_2010	Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa)	Actualizar la información de calidad del agua que actualmente tienen los ríos Santiago, Verde y Zula, y de sus corrientes Tributarias
GREENPEACE_2016	Alto a la catástrofe ecológica del río Santiago. Reporte Técnico.	Argumentar que la contaminación en el río Santiago persiste, después de la puesta en operación de la PTAR de El Ahogado.



### 1.2.3 Calidad del Agua del Río Verde

Para la *base de datos de calidad del agua del río Verde (Anexo B-4)* se seleccionaron 8 estudios, los cuales se listan en la **Tabla 1-6**. La información que se logró recopilar para el río Verde comienza en el año 2004 hasta febrero del año actual, se consideraron únicamente los sitios con información directa de muestreos del río Verde o sus tributarios.

Si bien el análisis e integración de la información de calidad de agua del río Verde no está incluida como parte de los alcances de este estudio, tiene la relevancia de ser una fuente futura de agua para el AMG y su información es importante para fines calibración del modelo de calidad de agua que será motivo de trabajo detallado en la segunda etapa de este estudio.

**Tabla 1-6 Estudios Río Verde**

Clave del Estudio	Nombre del estudio	Objetivo
AICISA_2004	Identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco	Elaboración de un documento que sirva de base para la elaboración de un programa integral de saneamiento de las aguas residuales en la cuenca de los ríos Verde y Santiago, en el tramo comprendido desde el lago de Chapala hasta la confluencia del río Verde, en el estado de Jalisco.
AyMA_2003	Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco	Determinar la calidad del agua que será susceptible de aprovechar como fuente de abastecimiento futura de la Zona Conurbada de Guadalajara
AyMA_2005	Elaboración del Plan Maestro para el establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de influencia de la Presa de Arcediano.	Recopilar, evaluar y analizar la información disponible; evaluar el marco normativo y las necesidades de adecuación; elaborar los elementos jurídicos que permitan establecer la personalidad legal de la entidad; conformar los elementos administrativos organizacionales que le permitan establecer los lineamientos de operación; establecer y elaborar los elementos necesarios para incorporar la participación pública en la toma de decisiones; conformar un análisis comparativo de entidades internacionales con objetivos similares a los que motivan este estudio.
AyAM_2006_RV	Actualización y caracterización de fuentes de contaminación de la cuenca del río Verde en el Estado de Jalisco	Identificar y caracterizar las fuentes de contaminación puntual de la cuenca directa del río Verde, que inciden de manera negativa en la calidad del agua de los cuerpos receptores.
AyMA_2007	Evaluación del impacto económico derivado de la reclasificación del río Verde y Santiago	Identificar los impactos económicos derivados de la reclasificación de los ríos Verde y Santiago en las localidades mayores a 1,500 habitantes mediante la aplicación de tres escenarios de calidad de agua objetivo.



Clave del Estudio	Nombre del estudio	Objetivo
AyMA_2011	Monitoreo de floraciones algales en el río Verde y en el Área del proyecto del "Sistema de Bombeo Purgatorio Arcediano"	Caracterización de la calidad del agua del río Verde en el tramo comprendido entre el sitio El Zapotillo y El Purgatorio, la determinación y cuantificación de la población fito planctónica y el desarrollo de bioensayos algales para la determinación de su productividad y la identificación del nutriente limitante.
IMTA_2010	Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa)	Actualizar la información de calidad del agua que actualmente tienen los ríos Santiago, Verde y Zula, y de sus corrientes tributarias
CEA_RV	Sistema de Calidad del Agua, monitoreo en el río Verde	CEA

### 1.3 RELEVANCIA DE ESTUDIOS PREVIOS

En este apartado se sintetizan los aspectos relevantes de los estudios realizados con anterioridad a este y que nos indican la evolución de la problemática ambiental que han venido presentando los ríos Santiago y Zula a lo largo de los últimos años.

En este numeral se presenta un resumen de los estudios consultados, de los cuales se obtuvo información relevante sobre la calidad del agua en los ríos Santiago y Zula.

#### 1.3.1 Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco. AyMA. 2002 – 2003 (AyMA\_2003)

El objetivo de este estudio fue determinar la calidad del agua que será susceptible de aprovechar como fuente de abastecimiento futura de la Zona Conurbada de Guadalajara. En él, se presenta la información de calidad del agua de diez campañas de monitoreo de los ríos Santiago y Verde, sus tributarios y descargas identificadas. De las diez campañas de monitoreo, cinco fueron realizadas en estiaje y cinco en temporada de lluvias. Y se llevaron a cabo de noviembre del 2002 a agosto de 2003 en 22 sitios de monitoreo, los cuales se listan en la **Tabla 1-7**.

**Tabla 1-7 Sitios de muestreo en el estudio de AyMA\_2003**

Río Santiago		Río Verde	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
S1	Río Santiago, en Ocotlán (puente ferrocarril)	V1	Río Verde, en Apánico
S2	Río Santiago, en Presa Corona	V2	Río La Laja





Río Santiago		Río Verde	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
S3	Descarga Ciba	V3	Río Ipalco
S4	Arroyo Rancho Alegre	V4	Río Verde, puente Temacapulín
S5	Arroyo El Ahogado	V5	Río Yahualica/Arroyo Colorado
S6	Río Santiago, en Puente El Salto–Juanacatlán	V6	Río Verde, en estación hidrométrica La Cuña
S7	Río Santiago, en Presa Puente Grande	V7	Río Verde, aguas arriba Río Tepatitlán
S8	Arroyo La Laja	V8	Río Tepatitlán
S9	Río Zapotlanejo	V9	Arroyo San Pablo / Lagunillas
S10	Río Santiago, en Puente Matatlán	V10	Río Verde, en El Purgatorio
S11	Río Santiago, en Presa La Intermedia		
S11'	Río Santiago, en C.H. Las Juntas		
S12	Río Santiago, abajo del Puente Arcediano		

Fuente: (AyMA Ingeniería y Consultoría, 2003)

Entre sus conclusiones menciona con respecto a la calidad del agua, que el río Santiago inicia con muy mala calidad del agua en Ocotlán, donde recibe descargas municipales e industriales. Al llegar a la Presa Corona, la calidad muestra una ligera mejoría, pero se deteriora nuevamente en El Salto, aguas abajo de la confluencia con el arroyo El Ahogado. Al encañonarse el río muestra una mejora significativa en Puente Matatlán; sin embargo, algunos parámetros reflejan deterioro. Esta recuperación se ve anulada aguas abajo al recibir las descargas oriente de la Zona Conurbana de Guadalajara. Se observó que el río Santiago presenta una mejor calidad del agua durante el periodo de lluvias.

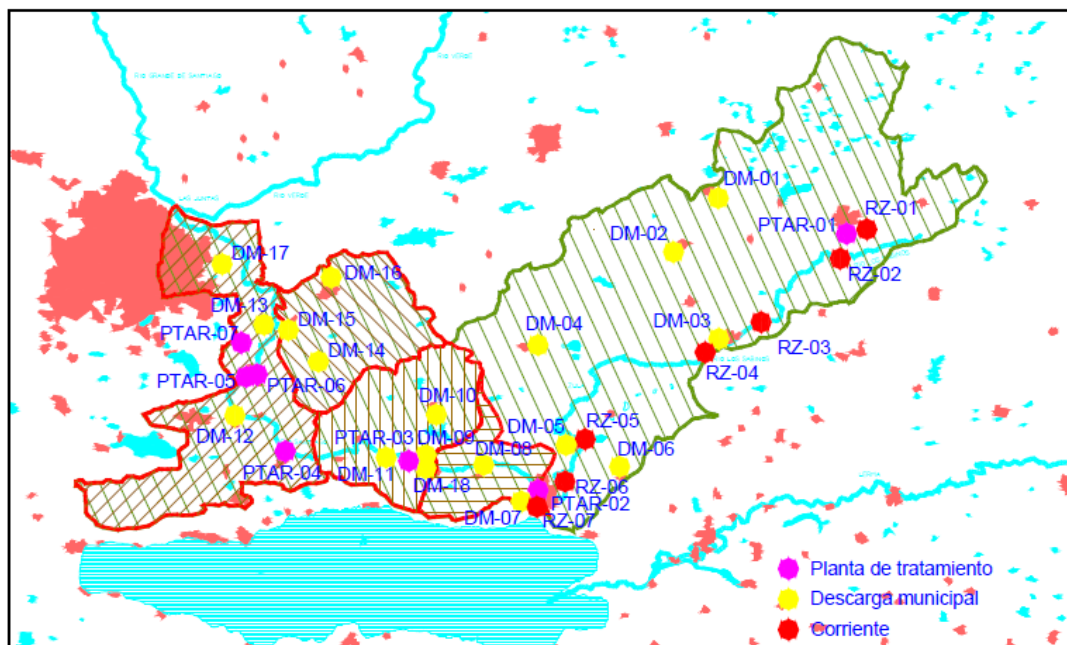
### 1.3.2 Estudio de identificación, muestreo y análisis de las descargas contaminantes de los ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco. AICISA 2003-2004 (AICISA 2004)

El objetivo general del estudio fue la elaboración de un documento que sirva de base para la elaboración de un Programa integral de saneamiento de las aguas residuales en la cuenca de los ríos Verde y Santiago, en el tramo comprendido desde el Lago de Chapala hasta la confluencia del río Verde, en el Estado de Jalisco.

Como parte de este estudio se realizaron muestreos de agua en siete estaciones distribuidas sobre el río Zula, de los que realizaron determinaciones de calidad del agua. Los trabajos de campo se realizaron entre el 20 de diciembre de 2003 y el 16 de febrero de 2004. En la **Figura 1-6** se muestran los sitios de muestreo del estudio.



**Figura 1-6 Sitios de Muestreo – AICISA 2004**



Fuente: (AICISA, 2004)

Con respecto a la calidad del agua del río Zula en el estudio se concluye que se presentan elevadas concentraciones de contaminantes en la parte alta de la cuenca, donde se encontró una contribución importante de descargas de la industria tequilera. Se observa una disminución en la concentración de contaminantes en la parte baja de la cuenca, hasta su confluencia con el río Santiago. Al encontrar en todas las estaciones de muestreo la presencia de coliformes fecales, se determina la presencia de descargas con contenido de materia fecal en toda la cuenca.

Además de las conclusiones anteriores, en el informe se extiende la recomendación de ampliar el monitoreo regular de la CONAGUA, a las siete estaciones muestreadas en este estudio, dado que en la parte alta de la cuenca se observó la presencia de contaminación proveniente de la industria tequilera y en la parte baja se presentan los efectos de las descargas de la zona de Ocotlán.

### 1.3.3 Estudio de elaboración del Plan Maestro para el establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de Influencia de la Presa de Arcediano. (AyMA\_2005)

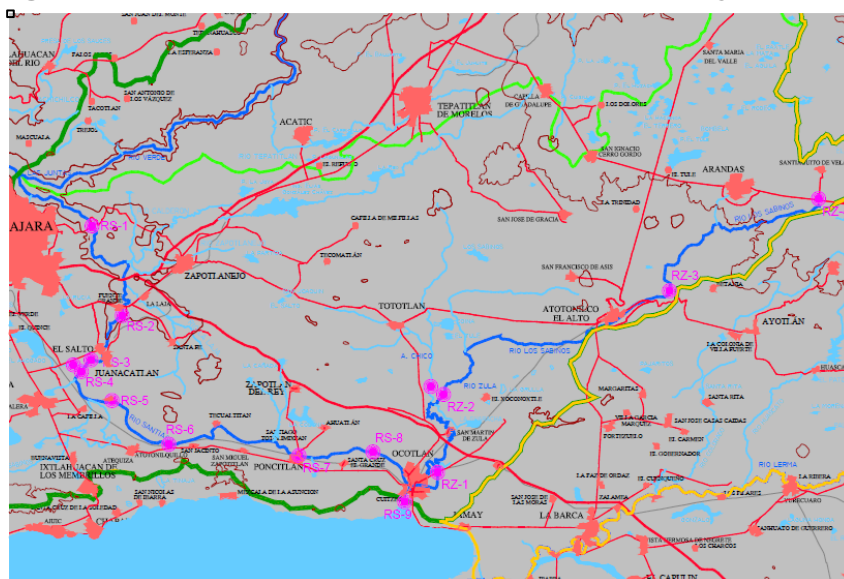
El objetivo general del estudio fue recopilar, evaluar y analizar la información disponible; evaluar el marco normativo y las necesidades de adecuación; elaborar los elementos jurídicos que permitan establecer la personalidad legal de la entidad; conformar los elementos administrativos organizacionales que le permitan establecer los lineamientos de operación; establecer y elaborar los elementos necesarios para incorporar la participación pública en la toma de decisiones; conformar un análisis comparativo de entidades internacionales con objetivos similares a los que motivan este estudio.

### 1.3.4 Estudio identificación y caracterización de fuentes de contaminación de las cuencas directas del río Santiago entre los municipios de Ocotlán y Tonalá, y directa del río Zula. (AyMA 2006)

El objetivo del estudio fue identificar y caracterizar las fuentes de contaminación puntual de la cuenca directa de los ríos Santiago, Zula y los Sabinos que inciden de manera negativa en la calidad del agua de los cuerpos receptores. En este estudio se caracterizaron 71 descargas de agua residual: 14 de origen industrial y 57 de agua cruda o tratada. Además de la caracterización del río Zula y Santiago, y dos corrientes tributarias relevantes: el arroyo El Ahogado y el arroyo Chico.

Los trabajos de campo de muestreo y aforo se llevaron a cabo en el periodo comprendido entre el 5 de octubre y el primero de noviembre de 2006. En la **Figura 1-7** se muestra la localización de los sitios de muestreo del estudio, obtenida del informe.

**Figura 1-7 Localización de los Sitios de Muestreo – AyMA\_2006**



Fuente: (AyMA Ingeniería y Consultoría, 2006)

En el estudio se presentan las siguientes conclusiones entre otras, respecto a la evolución de la calidad del agua de los ríos Santiago y Zula a lo largo de los tramos estudiados:

- En la parte alta el río Zula muestra una calidad de agua aceptable, si bien se puede distinguir una ligera contaminación debido a su contenido de nutrientes. A partir de ahí el deterioro de la calidad del agua se da de manera gradual y constante. El deterioro de la calidad del agua es provocado principalmente por los vertidos de la industria tequilera y por las aguas residuales de la cabecera municipal de Arandas, tanto las aguas crudas como las aguas tratadas. El deterioro de la calidad se acentúa al pasar por la cabecera del municipio de Atotonilco, debido a las descargas de aguas residuales crudas provenientes de la cabecera y a los vertidos de las diversas tequileras y granjas porcícolas aledañas a Atotonilco. En este sitio, aguas abajo de Atotonilco, se presenta la situación de mayor deterioro del río. El curso inferior del río Zula, presenta una moderada recuperación en la

calidad del agua, pero esta es insuficiente ya que, al llegar el río a Ocotlán, su contenido de DBO y fósforo denota contaminación.

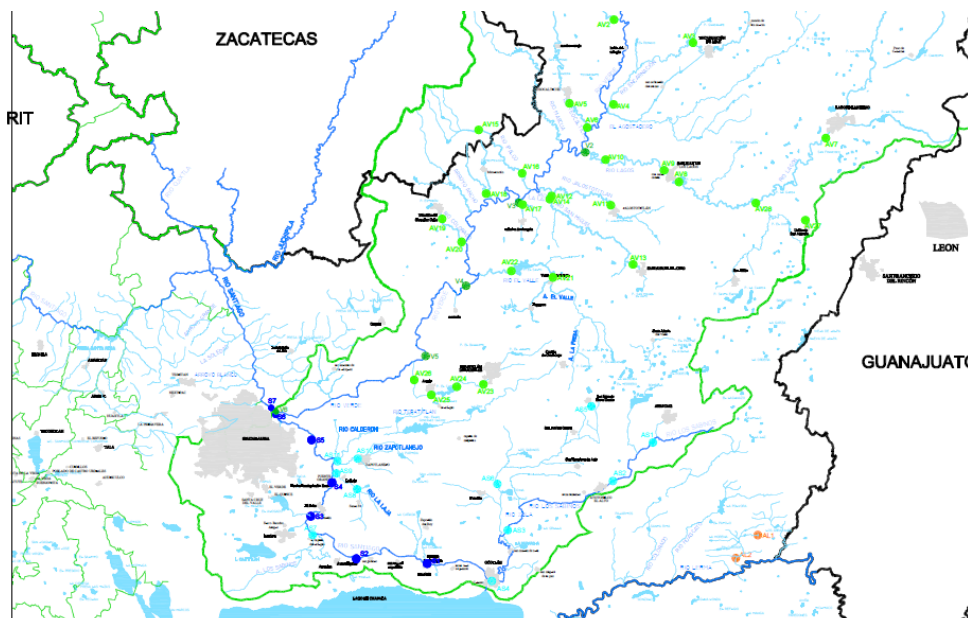
- En el río Santiago se identificaron dos tramos de degradación y dos tramos de recuperación. El primer tramo de degradación tiene una longitud de 21 km y va desde la estación de Cuitzeo hasta la de Poncitlán, en este tramo la calidad del agua muestra una fuerte degradación alcanzando su máximo en Poncitlán. En la estación de Presa Corona, situada a 20 km de Poncitlán, se muestra una significativa recuperación en la calidad del agua, siendo el sitio con la mejor calidad del agua en el tramo del río estudiado. El segundo tramo de deterioro se presenta a partir de Presa Corona hasta el arroyo El Ahogado, donde el río nuevamente muestra una degradación gradual hasta alcanzar su máximo en las estaciones aguas arriba y aguas abajo del arroyo El Ahogado. A partir de estas estaciones se presenta el segundo tramo de recuperación. En el tramo de 19 km, de la estación de Tototlán a la estación de Matatlán, el río Santiago muestra una mejoría gradual, aunque no uniforme.

### 1.3.5 Estudio de evaluación del impacto económico derivado de la reclasificación del río Verde y Santiago (AyMA\_2007)

El objetivo general del estudio fue identificar los impactos económicos derivados de la reclasificación de los ríos verde y Santiago en las localidades mayores a 1,500 habitantes mediante la aplicación de tres escenarios de calidad de agua objetivo.

Como parte de los trabajos de este estudio se establecieron 54 estaciones de monitoreo, trece de ellas sobre las corrientes de los ríos Santiago y Verde y los 41 restantes se situaron sobre los afluentes principales. Los trabajos se llevaron a cabo en cuatro campañas de aforo y muestreo, dos en periodo de lluvias y dos en periodo de estiaje. En la **Figura 1-8** se muestra la localización de los sitios de muestreo considerados durante las cuatro campañas.

**Figura 1-8 Localización de los Sitios de Muestreo – AyMA\_2007**

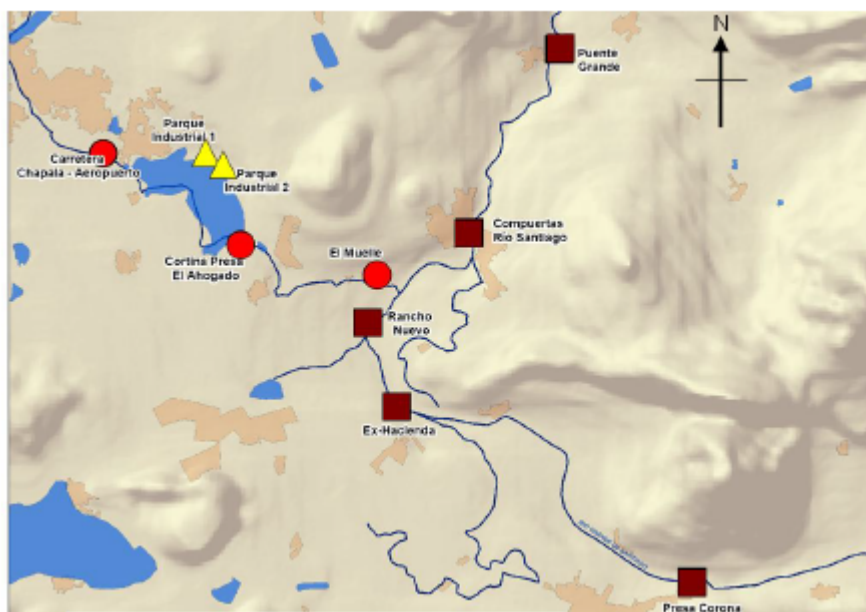


Fuente: (AyMA Ingeniería y Consultoría, 2007)

### 1.3.6 Estudio de informe de resultados del monitoreo del "Río Santiago" y el arroyo "El Ahogado". (IMTA 2008)

El objetivo fue realizar un estudio de calidad del agua en el arroyo El Ahogado y el río Santiago que comprenda análisis fisicoquímicos, metales pesados, compuestos. En este estudio se establecieron ocho sitios de muestreo: tres sobre el río Santiago aguas arriba del arroyo El Ahogado, dos aguas abajo del arroyo El Ahogado y tres sobre el arroyo El Ahogado.

**Figura 1-9 Sitios de Muestreo – IMTA\_2008**



Fuente: (IMTA, 2008)

En el estudio se concluye que la mayor carga de contaminante la aporta el arroyo El Ahogado, e impacta de manera negativa en la calidad del agua del río Santiago, incrementando la concentración de los contaminantes tras la confluencia con el arroyo. Sobre el arroyo El Ahogado se presentan valores de concentraciones fuera de norma (NOM-001-SEMARNAT-1996) para nitrógeno, DBO y sólidos suspendidos totales.

### 1.3.7 Estudio de actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa), (IMTA 2010)

El objetivo general del estudio fue actualizar la información de calidad del agua que actualmente tienen los ríos Santiago, Verde y Zula, y de sus corrientes tributarias. Como parte de los trabajos de este estudio se realizaron tres campañas de aforo y muestreo, dos en periodo de estiaje y una en temporada de lluvias. Los muestreos se efectuaron sobre los ríos Santiago, Verde, Lagos y Zula y descargas municipales, industriales y pecuarias. En la **Tabla 1-8** se muestra la relación de las estaciones muestreadas.





**Tabla 1-8 Relación de Sitios de Muestreo – IMTA\_2010**

Río Santiago		Río Verde	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
S1	Río Santiago en Presa Poncitlán	V1	Río Verde en Chilarillo
S2	Río Santiago en Presa Corona	V2	Río Verde aguas abajo del río Teocaltiche
S3	Río Santiago aguas abajo del arroyo El Ahogado	V3	Río Verde aguas abajo del río Lagos
S4	Río Santiago en Puente Grande	V4	Río Verde aguas abajo del río La Laja
S5	Río Santiago en Acueducto Calderón	V5	Río Verde aguas abajo del río Colorado/Yahualica
S6	Río Santiago en Arcediano	V6	Río Verde en La Cuña
S7	Río Santiago aguas arriba de Presa Santa Rosa	V7	Río Verde aguas arriba del río Tepatitlán
S8	Río Santiago aguas abajo de Presa Santa Rosa	V8	Río Verde en El Purgatorio
Afluentes al río Santiago		Afluentes al río Verde	
AS1	Río Zula aguas abajo PTAR Arandas	AV1	Río Teocaltiche previo a confluencia con el río Verde
AS2	Río Zula en Rinconada de Cristo Rey	AV2	Río Lagos previo a confluencia con el río Verde
AS3	Río Zula aguas abajo PTAR Atotonilco	AV3	Río La Laja previo a confluencia con el río Verde
AS5	Río Chico/Tototlán previo a confluencia con el río Zula	AV4	Río Ipalco previo a confluencia con el río Verde
AS6	Río Zula en Puente Ocotlán	AV6	Río Tepatitlán previo a confluencia con el río Verde
AS7	Arroyo El Ahogado previo a confluencia con el río Santiago	AV7	Río Lagos en el Paso de Cuarenta
AS8	Río Zapotlanejo previo confluencia con el río Santiago	AV8	Río Lagos aguas abajo PTAR Lagos de Moreno
AS9	Arroyo La Laja previo confluencia con el río Santiago	AV9	Río Lagos aguas arriba Presa Alcalá
AS10	Arroyo Santiaguito previo confluencia con el río Santiago	AV1	Río Teocaltiche previo a confluencia con el río Verde
AL1	Arroyo San Julián previo confluencia con el río Lagos	AV2	Río Lagos previo a confluencia con el río Verde

Tras el análisis de la información de la calidad del agua se concluye en este estudio que el arroyo El Ahogado capta gran número de descargas de origen municipal e industrial que alteran de forma importante la calidad del agua del mismo, el cual a su vez impacta significativamente al río Santiago tras su confluencia. A partir de esta confluencia el río Santiago recibe las descargas de los municipios de Juanacatlán, El Salto y Puente Grande, y la extracción para riego a través del canal La Aurora, sin embargo, en el tramo de El Ahogado-Puente Grande se logra presentar una recuperación de la calidad del agua del río.

En el tramo entre Puente Grande y Matatlán el río recibe los escurrimientos de los ríos La Laja y Zapotlanejo, los cuales arrastran las descargas de las localidades con el mismo nombre. A partir de este sitio inicia el sistema de generación hidroeléctrica operado por la CFE. En la presa llamada “La Intermedia”, ocurre la primera descarga de la Zona Metropolitana de Guadalajara y antes de su confluencia con el río Verde, el río Santiago recibe dos descargas adicionales de la ZMG, este conjunto de descargas de la ZMG tiene el mayor impacto en la calidad del agua del río Santiago.

### 1.3.8 Estudio de evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (AICISA\_2012)

El objetivo del estudio fue ubicar sitios de muestreos estratégicos que permita valorar el impacto en la calidad del agua del río Santiago y del arroyo El Ahogado con la puesta en operación de la PTAR El Ahogado y caracterizar cuantitativamente la calidad físico-química del agua de estos sitios de muestreo y evaluar los resultados.

Durante este estudio se realizaron 14 campañas de muestreo: siete previas al arranque de la PTAR El Ahogado y siete posteriores al arranque de la PTAR. Durante cada una de estas campañas se muestrearon 5 sitios de monitoreo, los cuales se muestran en la **Figura 1-10**.

**Figura 1-10 Sitios de Muestreo – AICISA\_2012**



Fuente: (AICISA, 2012)

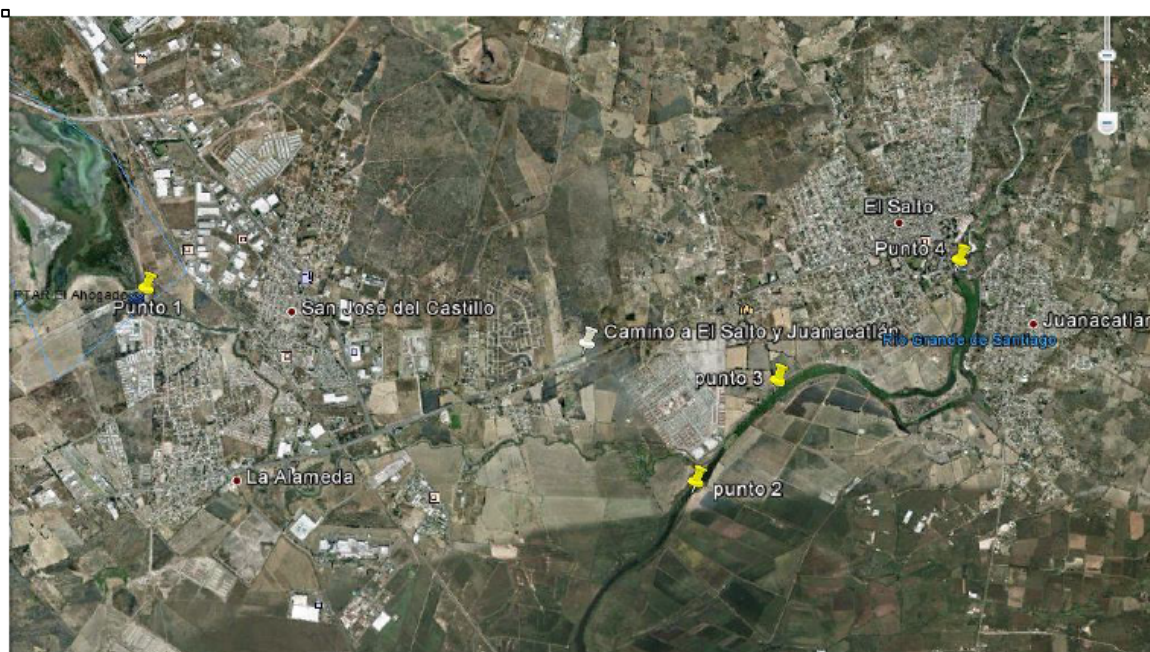
Después de las primeras siete campañas de muestreo, previas a la puesta en marcha de la PTAR El Ahogado, en el estudio se concluye que en prácticamente todos los muestreos se presentan valores fuera de los establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 para los parámetros de DBO, SST, nitrógeno total, fósforo total y coliformes fecales, en algunos presentando concentraciones típicas de descargas de aguas residuales domésticas. Además, se distingue que la concentración de los contaminantes aumenta significativamente tras la incorporación del arroyo El Ahogado al río Santiago.

Después de las siete campañas de muestreo posteriores a la puesta en marcha de la PTAR se concluye que a pesar que en prácticamente todos los muestreos los valores de concentración de DBO, SST, nitrógeno total, fósforo total y coliformes fecales continúan sobre los valores normados. Pero se puede apreciar una clara disminución en la concentración de estos tras la puesta en marcha de la PTAR. Contrario a las rondas previas al arranque, en las rondas posteriores los puntos de muestreo posteriores a la confluencia del arroyo El Ahogado presentan valores menores o bien ligeramente arriba que el sitio P-03, previo a la confluencia con el arroyo.

### 1.3.9 Estudio de evaluación de la calidad del agua en la cuenca baja del Ahogado previo arranque y posterior a la puesta en marcha y operación de la PTAR (Segunda Etapa). (AICISA\_2013)

El objetivo general del estudio fue recopilar, evaluar y analizar información de la calidad del agua de la cuenca baja y de la PTAR El Ahogado, en su primera etapa que corresponde al previo y posterior arranque de la misma. En este estudio se realizaron siete campañas de muestreo en cuatro sitios de monitoreo, los cuales se muestran en la **Figura 1-11**.

**Figura 1-11 Sitios de Muestreo**



Fuente: (AICISA, 2013)





Tras las siete campañas de muestreo se concluyó que prácticamente en todos los muestreos, los parámetros que sobrepasaron los límites máximos mostraron una favorable evolución durante esta segunda etapa, en comparación con la primera etapa (realizada en el 2012). Ocasionalmente los parámetros de fósforo total, SST, nitrógeno total y huevos de helminto se presentaron sobre los valores normados. Pero solo en algunas de las campañas de muestreo y no en todos los sitios de muestreo.

## 1.4 INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Adicionalmente a la información recopilada en los estudios previos, se recolectó información sobre el área de estudio considerada relevante, por ejemplo: la población, las plantas de tratamiento y las descargas dentro del AIP. En esta sección se describe la información que se recolectó y de dónde se obtuvo.

### 1.4.1 Población

La población dentro del polígono del Área de Intervención Prioritaria se estima en 4,010,591 para el 2019 y en 4,053,816 para el 2020, basados en la proyección de población de CONAPO y a una proporción de áreas en los casos donde la división política de los municipios no están totalmente incluidas en el polígono del AIP.

Para determinar la población que se encuentra dentro del Área de Intervención Prioritaria primero se obtuvo la información de población municipal del censo del 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la población, del mismo año, por Área Geoestadística Básica (AGEB).

Por medio de sistemas de información geográfica se determinaron los AGEBS, que se encontraban dentro del área de estudio, pertenecientes a cada municipio y se les asignó un porcentaje de la población total del municipio. En el caso de los AGEBS que se encontraban en dos municipios, se consideraron como parte del municipio que contenía la mayor área del AGEB.

Para la estimación de la población para el año 2019 y 2020 se consultaron las estimaciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO). La población estimada por la CONAPO para cada municipio se multiplicó por la población de las AGEBS, determinando así una estimación de la población del municipio, para los años 2019 y 2020, que se encuentra dentro de Área de Intervención Prioritaria (**Tabla 1-9**).

**Tabla 1-9 Población por Municipio**

No.	Municipio	Censo 2010		Proyección CONAPO 2019		Proyección CONAPO 2020	
		Total*	AIP**	Total*	AIP**	Total*	AIP**
1	Arandas	78,974	52,085	80,318	57,456	80,444	57,543
2	San Ignacio Cerro Gordo	17,626	9,752	20,013	11,073	20,202	11,178



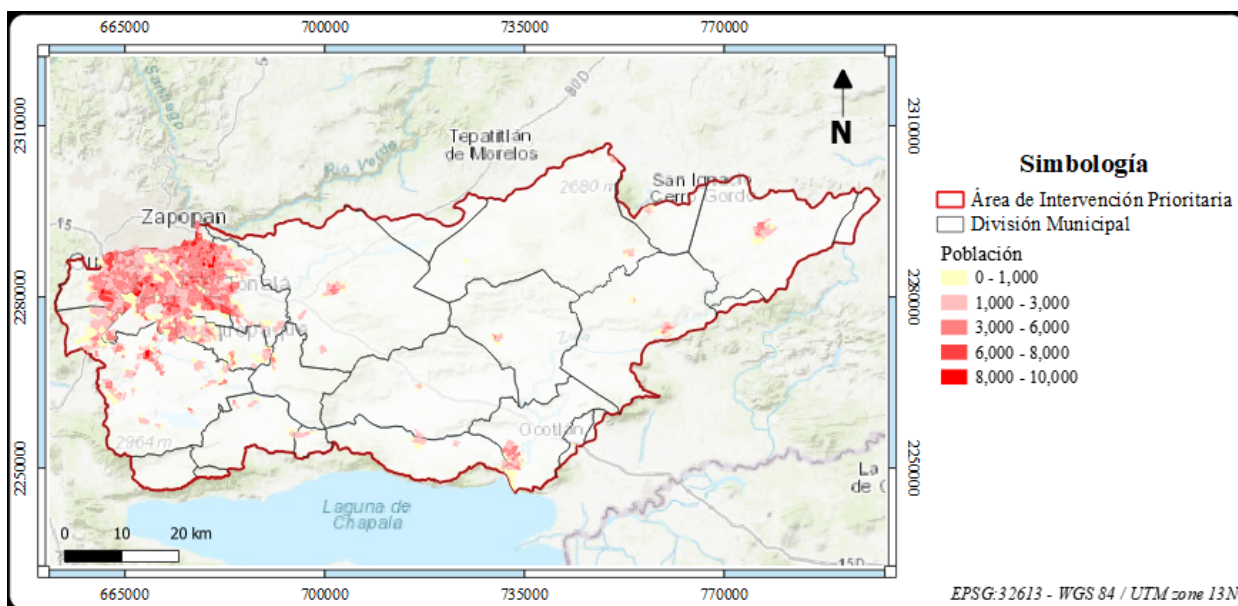
No.	Municipio	Censo 2010		Proyección CONAPO 2019		Proyección CONAPO 2020	
		Total*	AIP**	Total*	AIP**	Total*	AIP**
3	Atotonilco El Alto	57,717	31,552	64,115	35,052	64,746	35,394
4	Tepatitlán de Morelos	157,123	15,055	149,983	16,588	151,133	16,715
5	Tototlán	21,871	12,402	24,430	13,853	24,685	13,996
6	Ocotlán	105,784	83,522	105,174	94,489	106,059	95,285
7	Poncitlán	48,408	21,894	54,667	24,724	55,191	24,962
8	Zapotlán del Rey	17,585	5,828	19,170	6,353	19,347	6,413
9	Zapotlanejo	63,636	37,721	71,737	42,523	72,439	42,941
10	Chapala	48,839	7,249	54,264	8,054	54,828	8,137
11	Ixtlahuacán de los Membrillos	41,060	17,551	58,498	25,005	59,970	25,636
12	Tlajomulco de Zúñiga	603,689	350,264	626,468	526,678	644,175	541,565
13	Juanacatlán	13,218	8,966	18,882	12,807	19,203	13,026
14	El Salto	187,817	149,235	196,448	212,092	200,159	216,102
15	Tonalá	587,982	454,518	570,774	541,949	577,668	548,503
16	Guadalajara	1,460,189	1,170,125	1,500,273	1,174,109	1,503,505	1,176,633
17	Zapopan	1,351,854	452,982	1,419,678	517,049	1,433,360	522,034
18	Tlaquepaque	642,114	598,836	701,444	690,737	708,568	697,753
<b>Total</b>		<b>5,505,486</b>	<b>3,479,537</b>	<b>5,736,336</b>	<b>4,010,591</b>	<b>5,795,682</b>	<b>4,053,816</b>

\*Población total del municipio

\*\* Población de cada municipio localizada dentro del AIP.

En la **Figura 1-12** se puede observar una concentración de la población hacia la zona noroeste del AIP donde se concentran el 86.5% de la población total en el AIP y donde se encuentra localizada el Área Metropolitana de Guadalajara.

Figura 1-12 Distribución de la Población

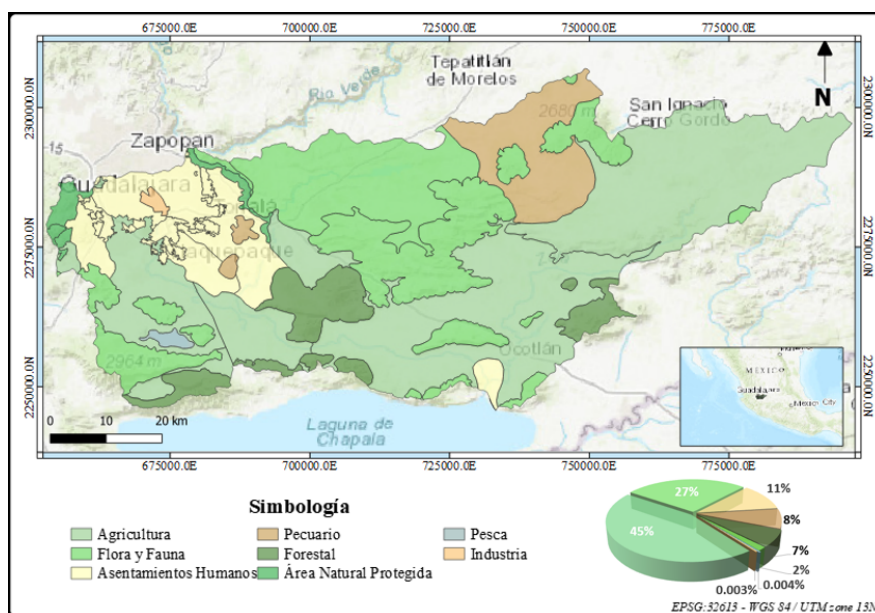


Fuente: Elaboración propia

## 1.4.2 Uso de suelo

De acuerdo con el programa de ordenamiento territorial del estado de Jalisco el uso de suelo predominante dentro del AIP es agrícola cubriendo el 45% del área total, seguido de la flora y fauna (27%) y los asentamientos urbanos en tercer lugar con el 11%. En la **Figura 1-13** se puede observar una concentración de los asentamientos urbanos en la parte noroeste de la zona de estudio, lo cual coincide con la concentración de población en el AMG observada en el numeral anterior.

Figura 1-13 Programa de Ordenamiento Territorial



Fuente: Elaboración propia con recursos de SEMADET (SEMADET, 2018)



## 1.5 ASPECTOS RELEVANTES DENTRO DEL POLÍGONO

La mayor cantidad de población está asentada en el AMG, la cual es un área eminentemente urbana que es mucho menor que el resto del área del AIP.

La concentración de la población en el AMG genera problemas de control de la contaminación del agua derivado de un retraso en la construcción de infraestructura de saneamiento con respecto al crecimiento población de la zona.

El uso de suelo en el AIP es predominantemente agrícola lo que se confirma con las áreas dedicadas a estos fines y es consistente con la distribución del tipo de permisos de descarga dentro del AIP.

En cuanto a las descargas directas a cuerpos de agua, la mayoría se encuentra hacia el oeste del AIP que responde a la ubicación de la mayoría de los asentamientos poblacionales.

La ubicación de la mayoría de las 28 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que se encuentran dentro del polígono, están próximas a las zonas más habitadas en el oeste del polígono sin que sean suficientes para alcanzar los resultados deseados.

Adicionalmente existe infraestructura de saneamiento fuera de operación o en algunos casos, operando fuera de norma (11 fuera de operación y 7 operando fuera de norma), lo que explica la insuficiencia para mitigar el impacto de las aportaciones de contaminantes que se tienen dentro del AIP.

Del volumen total de descargas de aguas residuales registrados en el REPDA, la mayoría corresponde a uso en servicios (41%) y uso público urbano (37%), seguido del uso industrial (18%).



## 1.6 REFERENCIAS

AICISA, 2004. *Identificación, Muestreo y Análisis de las Descargas Contaminantes de los Ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco*, s.l.: s.n.

AICISA, 2004. *Identificación, Muestreo y Análisis de las Descargas Contaminantes de los Ríos Santiago y Verde, en el Estado de Jalisco*, Guadalajara: s.n.

AICISA, 2012. *1.1.8 Estudio de Evaluación de la Calidad del Agua en la Cuenca Baja del Ahogado Previo Arranque y Posterior a la Puesta en Marcha y Operación de la PTAR.*, Guadalajara: s.n.

AICISA, 2012. *Evaluación de la Calidad del Agua en la Cuenca Baja del Ahogado Previo Arranque y Posterior a la Puesta en Marcha y Operación de la PTAR*, s.l.: s.n.

AICISA, 2013. *1.1.9 Estudio de Evaluación de la Calidad del Agua en la Cuenca Baja del Ahogado Previo Arranque y Posterior a la Puesta en Marcha y Operación de la PTAR (Segunda Etapa).*, Guadalajara: s.n.

AICISA, 2013. *Evaluación de la Calidad del Agua en la Cuenca Baja del Ahogado Previo Arranque y Posterior a la Puesta en Marcha y Operación de la PTAR (Segunda Etapa)*, s.l.: s.n.

AyMA Ingeniería y Consultoría, 2003. *1.1.1 Estudio de Monitoreo y Modelación de la Calidad del Agua de los ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco*, Guadalajara: s.n.

AyMA Ingeniería y Consultoría, 2006. *Identificación y Caracterización de Fuentes de Contaminación de las Cuencas Directa del Río Santiago entre los Municipios de Ocotlán y Tonalá, y Directa del Río Zula*, Guadalajara: s.n.

AyMA Ingeniería y Consultoría, 2007. *Evaluación del Impacto Económico Derivado de la Reclasificación del Río Verde y Santiago.*, Guadalajara: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría, 2014. *Actualización del Diagnóstico de Saneamiento en la Parte Alta de la Cuenca del Río Santiago (Tramo Arandas-Zona Conurbada de Guadalajara)*, s.l.: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría S.A. de C.V., 2003. *Estudio de Monitoreo y Modelación de la Calidad del Agua de los Ríos Santiago y Verde en el Estado de Jalisco*, s.l.: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría S.A. de C.V., 2005. *Elaboración del Plan Maestro para el Establecimiento del Organismo de Control y Vigilancia (OCV) del Área de Influencia de la Presa de Arcediano*, s.l.: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría S.A. de C.V., 2006. *Actualización y Caracterización de Fuentes de Contaminación de la Cuenca del Río Verde en el Estado de Jalisco*, s.l.: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría S.A. de C.V., 2006. *Identificación y caracterización de fuentes de contaminación de las cuencas directa del alto del río Santiago entre Ocotlán y Tonalá y directa del río Zula*, s.l.: s.n.

AyMA, Ingeniería y Consultoría S.A. de C.V., 2007. *Evaluación del Impacto Económico Derivado de la Reclasificación del Río Verde y Santiago*, s.l.: s.n.

AyMA, I. y. C. S. d. C., 2011. *Monitoreo de Floraciones Algaes en el Río Verde y en el Área del Proyecto del "Sistema de Bombeo Purgatorio Arcediano"*, s.l.: s.n.

CEA Jalisco, 2019. *Historial de Calidad del Agua PTAR*. [En línea].



CEA Jalisco, 2019. *Inventario PTAR*. [En línea].

CONAGUA, 2015. *Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales*. [En línea].

CONAGUA, 2019. *Consulta la base de datos del REPDA*. [En línea]  
Available at: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>

Greenpeace, 2016. *Alto a la Catástrofe Ecológica del Río Santiago. Reporte Técnico*. , s.l.: s.n.

IMTA, 2008. *Informe de Resultados del Monitoreo del "Río Santiago" y Arroyo "El Ahogado"*, s.l.: s.n.

IMTA, 2008. *Informe de Resultados del Monitoreo del "Río Santiago" y Arroyo "El Ahogado"*, Guadalajara: s.n.

IMTA, 2010. *Actualización del Estudio de Calidad del Agua del Río Santiago (desde su nacimiento en el Lago de Chapala, hasta la Presa Santa Rosa)*, s.l.: s.n.

IMTA, 2010. *Análisis de Sedimentos, Futuros Sedimentos y Suelos en la Zona de Influencia del Proyecto de la Presa Arcediano en el Estado de Jalisco, Primera Fase*, s.l.: s.n.

IMTA, 2010. *Análisis de Sedimentos, Futuros Sedimentos y Suelos en la Zona de Influencia del Proyecto de la Presa y Sistema de Bombeo Purgatorio-Arcediano en el Estado de Jalisco, Segunda Fase*, s.l.: s.n.

INEGI, 2010. *Red Hidrográfica Edición 2.0. Cuenca R.Santiago-Guadalajara*. (Archivo en formato shapefile). s.l.:s.n.

INEGI, 2012. *Áreas Geoestadísticas Municipales..* (Formato Shapefile): s.n.

McCulling DeBlasi, C. C., 2017. *Alcantarilla del Progreso: Industria y Estado en la Contaminación del Río Santiago en Jalisco*, s.l.: s.n.

SEMADET, 2018. *Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco (en formato shapefile)*. [En línea]  
Available at: <https://datos.jalisco.gob.mx/dataset/ordenamiento-ecologico-territorial/resource/a798ac8d-3cab-42b6-a65b-cd209c5af4a3>