

## CONTENIDO CAPITULO 4

<b>4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE IFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>4-4</b>
4.1 <i>Inventario ambiental</i> .....	4-4
4.2 <i>Delimitación del área de influencia</i> .....	4-7
4.3 <i>Delimitación del Sistema Ambiental</i> .....	4-11
4.3.1 Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental.....	4-11
4.3.2 Argumentos Básicos para Delimitación del AE.....	4-12
4.4 <i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental</i> .....	4-17
4.4.1 Medio abiótico .....	4-17
4.4.2 Medio biótico .....	4-64
4.4.3 Medio socioeconómico .....	4-105
4.4.4 Paisaje .....	4-108
4.5 <i>Diagnóstico ambiental</i> .....	4-121

### INDICE DE TABLAS

Tabla 4- 1. Tipo de clima en el SA .....	4-17
Tabla 4- 2. Temperatura máxima, media y mínima anual promedio (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C.....	4-17
Tabla 4- 3. Temperatura media mensual (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C.....	4-17
Tabla 4- 4. Frecuencia y dirección de vientos, estación Las Pintas .....	4-20
Tabla 4- 5. Frecuencia y dirección de viento, estación Santa Fé .....	4-22
Tabla 4- 6. Días mensuales promedio en que se presentan los fenómenos hidrometeorológicos, según la estación meteorológica Tlaquepaque en el periodo de 1981 al 2010. ....	4-25
Tabla 4- 7. Estratigrafía representativa de la zona SPT-1 .....	4-50
Tabla 4- 8. Estratigrafía representativa de la zona SPT-2 .....	4-50
Tabla 4- 9. Estratigrafía representativa de la zona SPT-3 .....	4-51
Tabla 4- 10. Estratigrafía representativa de la zona SPT-4 .....	4-51
Tabla 4- 11. Estratigrafía representativa de la zona SPT-5 .....	4-51
Tabla 4- 12. Estratigrafía representativa de la zona SPT-6 .....	4-52
Tabla 4- 13. Estratigrafía representativa de la zona SPT-14 .....	4-52
Tabla 4- 14. Disponibilidad del acuífero TOLUQUILLA. Fuente Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). ..	4-57
Tabla 4- 15. Escala cromática IMECA.....	4-61
Tabla 4- 16. Diversidad florística del sistema ambiental. ....	4-73
Tabla 4- 17. Usos florísticos.....	4-75
Tabla 4- 18. Riqueza florística del sistema ambiental. Distribución: Mx= endémica a México.....	4-82
Tabla 4- 19. Especies arbóreas registradas. Distribución: Mx= endémica a México. ....	4-83
Tabla 4- 20. Valores de importancia de las especies arbóreas del área. ....	4-84
Tabla 4- 21. Índices de valor de importancia del estrato arbóreo. ....	4-85
Tabla 4- 22. Especies arbustivas registradas. Distribución: Mx= endémica a México.....	4-85
Tabla 4- 23. Valores de importancia de las especies arbustivas. ....	4-86

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Tabla 4- 24. Índices de valor de importancia del estrato arbustivo. ....	4-86
Tabla 4- 25. Herbáceas del sistema ambiental. Distribución: Mx= endémica a México. ....	4-87
Tabla 4- 26. Valores de importancia de las especies herbáceas. ....	4-87
Tabla 4- 27. Riqueza florística del predio. Distribución: Mx= endémica a México. ....	4-88
Tabla 4- 28. Valores de importancia de las especies registradas. ....	4-89
Tabla 4- 29. Valores de los índices de diversidad. ....	4-90
Tabla 4- 30 Avifauna en el sistema ambiental. ....	4-99
Tabla 4- 31. Resultados de la abundancia, dominancia y densidad de las especies que conforman la comunidad de aves en el sistema ambiental. ....	4-99
Tabla 4- 32. Resultados de los parámetros e índices calculados para el sistema ambiental. ....	4-100
Tabla 4- 33. Avifauna del sitio del proyecto. ....	4-101
Tabla 4- 34. Resultados de los parámetros e índices calculados para la avifauna del predio. ....	4-102
Tabla 4- 35. Valores de los índices de diversidad. ....	4-103
Tabla 4- 36. Mamíferos registrados en el sistema ambiental. ....	4-103
Tabla 4- 37. Valores de los índices de diversidad. ....	4-104
Tabla 4- 38. Herpetofauna en el predio. ....	4-104
Tabla 4- 39. Valores de los índices de diversidad. ....	4-105
Tabla 4- 40. Visibilidad del paisaje. ....	4-113
Tabla 4- 41. Valoración del paisaje. ....	4-114
Tabla 4- 42. Valoración de la calidad paisajística ....	4-114
Tabla 4- 43. Parámetros de Valoración de Unidad Visual (UV). ....	4-115
Tabla 4- 44. Parámetros de Valoración de Organización Visual (OV). ....	4-115
Tabla 4- 45. Parámetros de Valoración de Calidad Visual (CV). ....	4-116
Tabla 4- 46. Parámetros de Valoración de Calidad Escénica (CE). ....	4-116
Tabla 4- 47. Valor paisajístico. ....	4-118
Tabla 4- 48. Valoración de la calidad paisajística. ....	4-118
Tabla 4- 49. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje. ....	4-119
Tabla 4- 50. Evaluación para la fragilidad del paisaje. ....	4-120

### INDICE DE FIGURAS

Figura 4- 1. Criterios de delimitación de área de influencia. ....	4-9
Figura 4- 2. Representación gráfica de la subcuenca RH12Eb de R. Corona- R. Verde y las microcuencas que la componen. ....	4-14
Figura 4- 3. Delimitación del SA para el proyecto. ....	4-15
Figura 4- 4. Temperatura media mensual (°C). Fuente: CNA. ....	4-18
Figura 4- 5. Precipitación total mensual (mm) de la estación meteorológica Tlaquepaque. Fuente: CNA. ..	4-18
Figura 4- 6. Precipitación normal mensual (mm). Fuente: CNA. ....	4-18
Figura 4- 7. Actividad volcánica del Eje Neovolcánico. ....	4-44
Figura 4- 8. Regionalización de la sismicidad de la República Mexicana. ....	4-47
Figura 4- 9. Ubicación de sondeos realizados en el sitio del proyecto. ....	4-53
Figura 4- 10. Regiones y subregiones hidrográficas del Estado de Jalisco. (CEA Jalisco, 2004). ....	4-54
Figura 4- 11. Número de días fuera de Norma de O3 Y PM10. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ. ....	4-60
Figura 4- 12. Días arriba de 100 puntos IMECA. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ. ....	4-61
Figura 4- 13. Delimitación del SA y ubicación de las estaciones de monitoreo de la RAMAG. ....	4-62

Figura 4- 14. Altura media de las especies arbóreas registradas en el sistema ambiental. ....	4-84
Figura 4- 15. Índices de valor de importancia de las herbáceas.....	4-88
Figura 4- 16. Índices de valor de importancia de las especies registradas.....	4-90
Figura 4- 17. Comportamiento del crecimiento de la población municipal durante las últimas cuatro décadas. .....	4-106
Figura 4- 18. Unidades paisajísticas del predio del proyecto. ....	4-112

INDICE DE MAPAS

Mapa 4- 1. Delimitación del área de influencia del proyecto.....	4-10
Mapa 4- 2. Delimitación del Sistema Ambiental. ....	4-16
Mapa 4- 3. Unidades climáticas en el Sistema Ambiental.....	4-19
Mapa 4- 4. Rosa de vientos .....	4-24
Mapa 4- 5. Fenómenos hidrometeorológicos .....	4-29
Mapa 4- 6. Nivel de riesgo ante inundaciones .....	4-30
Mapa 4- 7. Geología en el Sistema Ambiental del proyecto .....	4-33
Mapa 4- 8. Vulcanismo en el Sistema ambiental del proyetcio.....	4-34
Mapa 4- 9. Modelo de pendientes .....	4-36
Mapa 4- 10. Disecciones Verticales .....	4-37
Mapa 4- 11. Topografía .....	4-38
Mapa 4- 12. Modelo Digital de Elevación de la Zona de Estudio .....	4-39
Mapa 4- 13. Fenómenos geológicos, riesgo por hundimiento. ....	4-42
Mapa 4- 14. Fenómenos geológicos, riesgo por inestabilidad de laderas.....	4-43
Mapa 4- 15. Edafología en la Zona de Estudio. ....	4-49
Mapa 4- 16. Hidrografía en el Sistema Ambiental.....	4-56
Mapa 4- 17. Hidrología Subterránea de la Zona de Estudio.....	4-59
Mapa 4- 18. Tipos de uso de suelo y vegetación del sistema ambiental, de acuerdo al INEGI (USV serie VI, INEGI).....	4-67
Mapa 4- 19. Sistema ambiental y su fracción correspondiente al APFF La Primavera.....	4-74
Mapa 4- 20. Sitios de muestreo de la vegetación para el sistema ambiental. ....	4-78
Mapa 4- 21. Sitios de muestreo de la vegetación para el sitio del proyecto.....	4-79
Mapa 4- 22. Puntos utilizados para el muestreo de la fauna en el sistema ambiental.....	4-94
Mapa 4- 23. Puntos utilizados para el muestreo de la fauna en el predio.....	4-95
Mapa 4- 24. Curvas de nivel en el área. ....	4-110
Mapa 4- 25. Colindancias del proyecto. ....	4-111

## 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### 4.1 Inventario ambiental

En los siguientes apartados se realizará una descripción detallada de la totalidad del Sistema Ambiental, sin embargo, para este inventario se realizará un resumen de las características básicas del Sistema.

El Sistema Ambiental (SA) se encuentra delimitado con la cuenca de "El Ahogado", esta cuenca tiene una extensión aproximada de 540 km<sup>2</sup>, se encuentra localizada al sur de la Zona Conurbada de Guadalajara, nace en los cerros orientales del Bosque de la Primavera y sus aguas recorren una superficie de 520 kilómetros cuadrados que atraviesan el valle de Toluquilla, que de manera natural recibe los escurrimientos pluviales desde el cerro de El Colli y la parte sur-oriente del Bosque de la Primavera, llegando al punto más bajo en la Presa del Ahogado, donde se encuentra el predio del presente proyecto.

De acuerdo con los datos meteorológicos de la red de estaciones climatológicas de CONAGUA, el sistema ambiental cuenta con una temperatura media anual de 20.9 °C, una precipitación de 970 mm anuales, el viento sopla de oeste a este con una velocidad promedio de entre 1.38 y 2.21 m/s.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara se presentan precipitaciones intensas durante junio y septiembre, asociadas a tormentas locales tipificadas como avenidas extraordinarias, que acompañadas de invasión de cauces, secciones hidráulicas insuficientes, trazo de vialidades sin orden y estudio y la intensa urbanización, representan una alta probabilidad de inundación, de acuerdo con el análisis realizado sobre las modelaciones del inventario metropolitano de Riesgo, el cerca del 70% del Sistema Ambiental es susceptible a este tipo de fenómenos. Sin embargo, de acuerdo al mapa de nivel de riesgo ante inundaciones, que combina la vulnerabilidad física del terreno con el peligro por lluvias, se resolvió que el predio del proyecto, aunque presenta susceptibilidad a inundaciones, presenta también un riesgo que va de bajo a muy bajo de riesgo por inundación.

Por otra parte, la estratigrafía del Sistema Ambiental está constituida por rocas que pertenecen a tres provincias geológicas: El Basamento cordillerano del Bloque Jalisco (BJ); el vulcanismo de la Sierra Madre Occidental (SMO) y al vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano (ENVT). El origen de estas tres provincias se encuentra asociado a fenómenos de tipo volcánico constituido principalmente en el Mioceno tardío al Pleistoceno, aflorando derrames basálticos y andesitas al norte y sur del SA, y domos riolíticos, pertenecientes a la Sierra de la Primavera. El piedemonte y planicies y de la cuenca de El Ahogado están cubiertos por depósitos volcanoclásticos, mientras que los canales de varios arroyos están cubiertos por depósitos aluviales cuaternarios

La cuenca El Ahogado, está compuesta por un sistema de subcuencas con características morfológicas muy distintas entre sí. Las subcuencas provenientes de la vertiente de Sierra La Primavera y la zona suroeste son de las más extensas y presentan el relieve más alto de la cuenca. Son subcuencas muy elongadas por donde fluyen importantes corrientes durante la temporada de lluvias. Todas estas corrientes confluyen hacia la parte central de la cuenca.

El suelo natural de la región, ha sido fuertemente modificado por acción de la urbanización. Por lo que existen grandes extensiones del terreno en donde el suelo se encuentra totalmente impermeabilizado, impidiendo la infiltración de agua de lluvia al subsuelo. De acuerdo con la carta edafológica F13-12 INEGI 2007. Los suelos dominantes dentro de la superficie no impermeabilizada del Sistema Ambiental son Regosol, Feozem, Planosol y Vertisol.

La estratigrafía específica para el predio donde se pretende construir el proyecto concuerda con lo expuesto en la carta edafológica INEGI, ya que en esta se menciona que la zona del predio presenta un suelo PLvrlep+VRmzlen+LP , Y la muestras y análisis establecidos dentro de el Estudio de Mecánica de Suelo, encontraron suelos principalmente limosos y arcillosos en la superficie del suelo del predio; características presentes en los suelos Planosoles y Vertisoles.

La cuenca a la que pertenece el SA, está comunicada con el río Grande de Santiago mediante la rectificación del arroyo El Ahogado. El origen de esta corriente tiene lugar en el sitio conocido como Cerro del Cuatro, ubicado a unos 7 km al sur del centro de la ciudad de Guadalajara, desciende de una altura de 1,600 msnm, sus aguas cruzan por el periférico, aguas abajo recibe los excedentes de la presa Las Pintas y de los vasos que se ubican en el valle de Toluquilla, continúa su curso hacia el sureste, cruza por la parte norte del Aeropuerto Internacional de Guadalajara, para posteriormente cruzar la carretera Federal No. 44 (tramo Guadalajara-Chapala); aguas abajo descarga a la presa de almacenamiento El Ahogado y a la de ella el arroyo escurre por campos dedicados a la agricultura y finalmente descarga sus aguas durante la época de lluvias al Río Grande de Santiago en un punto que se localiza a unos 4 km río arriba del poblado El Salto. La longitud del arroyo El Ahogado desde su origen hasta la descarga es de 22 km.

La totalidad del SA, se encuentra sobre el acuífero de Toluquilla, , mismo que cuenta con un déficit de -72.31 millones de metros cúbicos anuales. En condiciones sobre explotado.

La Zona Metropolitana de Guadalajara ha presentado un acelerado ritmo de crecimiento de la población y se ha constituido en una región de intensa actividad industrial comercial, de turismo y cultura, que trae como consecuencia, la sobre explotación de los recursos como es el caso del acuífero y además de un aumento de las concentraciones de contaminantes.

El promedio global de contaminantes criterio dentro del SA, principalmente centro y este, rebasó los 100 puntos IMECA, 141 días al año; es decir el 39%, siendo el año de 1996 el más contaminado y los años de 2004 y 2009 los que mostraron menos días arriba de los 100 puntos, 91 y 88 respectivamente. Para 2019, el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de

267, lo que equivale al 73% de los días del año. En 222 días se rebasó el límite normado de un solo contaminante (principalmente O<sub>3</sub> con el 32% de estos días), en 40 días el límite de dos contaminantes (fundamentalmente PM10 y ozono), y en 5 días el de tres contaminantes (Ozono, PM10 y PM2.5 ). Ello significa que sólo en poco menos del 30% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia.

Respecto a los principales tipos de vegetación presentes en el SA, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y vegetación la cuenca presenta trece tipos de uso de suelo predominante es el de ZONA URBANA (ZU), seguido de AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA), AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL (RA), ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH) y CUERPO DE AGUA (H2O). Presenta ocho tipos de vegetación: BOSQUE DE ENCINO (BQ), BOSQUE DE ENCINO PINO (BQP), BOSQUE DE PINO ENCINO (BPQ), PASTIZAL CULTIVADO (PC), PASTIZAL INDUCIDO (PI), VEGETACIÓN HALOFILA HIDROFILA (VHH), VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VSa/BQ) y VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VSa/SBC).

De acuerdo con el trabajo realizado para el SA, se registraron 26 especies pertenecientes a 16 familias y 24 géneros. La familia mejor representada fue Asteraceae con seis especies, seguida de Fabaceae y Solanaceae con tres especies cada una. Tres de las especies son endémicas de México, mientras que, por su origen, 20 son nativas de México y seis son exóticas. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El predio del proyecto se encuentra dentro del polígono correspondiente a la planta de tratamiento Del Ahogado, por lo que, el predio se encuentra altamente modificado en su vegetación original, debido al desmonte que sufrió en su momento. En consecuencia, el predio del proyecto, no cuenta con ningún elemento arbóreo. Únicamente en su interior, se observa cubierta vegetal, la cual está compuesta casi en su totalidad, por especies sucesionales características de perturbación.

De acuerdo con los estudios realizados, ninguna especie vegetal es tan abundante dentro del SA, que domine dentro de la comunidad, por su parte el predio del proyecto si presenta una mayor dominancia por parte de algunas especies herbáceas. Esto se hace evidente al considerar el estado del predio, el cual, como ya se mencionó, se encuentra altamente perturbado al haber sido desmontado en algún momento de su existencia.

Respecto a la fauna, dentro del sistema ambiental se encuentra una parte de la zona metropolitana de Guadalajara, abarcando parcialmente los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto y Tonalá. Sin embargo, gran parte de esta zona no se encuentra totalmente urbanizado, por el contrario, gran parte de ella es aún destinada para uso agrícola. Por ello, se registraron aves que difícilmente se ven en la ciudad. Sobre mastofauna, solo se registraron especies comunes en zonas de transición agrícolas-urbana, como es el caso de tlacuaches, conejo serrano y arrdilla gris, que son comenes en zonas perturbadas. Las tres especies tienen una amplia distribución en el país, y ninguna de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059SEMARNAT-2010.

En el predio del proyecto solo se registraron especies de aves, sin registro de masto o herpetofauna.

El paisaje es otro factor importante en la descripción de las condiciones de un escenario. Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos importantes para la evaluación del paisaje: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Respecto al predio del proyecto, la visibilidad en el territorio, es media, pero de poca calidad, debido a la infraestructura presente y a la urbanización circundante. El sur es hacia donde se presenta una mejor visibilidad. No existe pendiente en el sitio que permita una mejor visibilidad hacia un punto en particular; La calidad paisajística es bastante baja y por último, la fragilidad del paisaje se evalúa como media, ya que, gran parte del predio de la PTAR, se encuentra desprovisto de edificaciones. Por lo que, la construcción de las mismas afecta el paisaje en una escala media.

Para concluir el inventario ambiental, es necesario incluir al factor antropogénico debido al impacto que ha sufrido el sistema por su presencia. Actualmente el SA contiene una población de alrededor de 500 mil personas repartidas en cinco municipios de la ZMG. El crecimiento poblacional ha sido tan alto que esta cantidad representa el triple de residentes en comparación con el año de 1990. La industrialización de la cuenca ha propiciado un intenso poblamiento desordenado en el sureste de la cuenca, acompañado de una política pública de promoción de vivienda e infraestructura urbana. La manufactura se ha expandido a lo largo del Periférico Sur y las carreteras a Chapala y la antigua carretera a El Salto, con la instalación de industrias maquiladoras, químicas, textiles y de componentes eléctricos.

#### 4.2 Delimitación del área de influencia

El área de influencia (AI) se limita a la superficie donde tendrá lugar los impactos ambientales y las medidas de mitigación. Este límite lo marcan en su mayoría las zonas donde se construirá o aplicará el proyecto.

Para definir el área de influencia se toman en cuenta las siguientes características

- Vías de acceso al predio
- Impactos puntuales en el sitio del proyecto
- Continuidades en el uso general del suelo y vegetación
- Hidrología
- Poblaciones cercanas impactada directamente por la construcción y operación del proyecto

El acceso principal al predio del proyecto es por la Carretera a Chapala, que conecta al periférico de la ZMG con zonas de gran importancia como lo son el aeropuerto Internacional Miguel Hidalgo, la zona industrial de el Salto, y poblados de importancia regional como lo son Ixtlahuacán de los Membrillos y Chapala.

Para acceder al predio de la planta, viniendo de Periférico Manuel Gómez Morin, se toma Carretera a Chapala, hacia el sur durante 12 km aproximadamente retornando en el anillo al Salto, regresando 1.7 km, tomando a la derecha en Camino Viejo a los laureles durante 1.6 km.

Las vías de acceso son importantes debido a que serán impactadas por el acarreo de material durante la obra, intensificando el tránsito en la zona.

Los impactos puntuales evidentes por la construcción y operación del proyecto, son ruido, emisiones, residuos, descargas, se proyecta medidas de mitigación y control, sin embargo, la población cercana al predio será impactada en alguna medida por cada uno de estos actores. Es por esta razón que para la delimitación del área de influencia deberá ser tomada en cuenta la población cercana al proyecto.

El uso de suelo y principalmente la vegetación y cuerpos de agua directamente impactados son otro factor criterio importante en la consideración de la limitación del área de influencia, en este caso la Presa El Ahogado, es la receptora de los excedentes no tratados de la PTAR, las ampliaciones que consideran el presente proyecto, establecerá un nuevo patrón de carga contaminante a la Presa, este cambio en el influente afecta de manera directa también a la vegetación halófila hidrófila presente en la cercanía del predio del proyecto.

La siguiente figura presenta de manera grafica las capas empleadas para la delimitación del área de influencia, en ella se puede apreciar:

- El Uso de suelo y vegetación serie 6, 1:50,000 de INEGI,
- Cartas topográficas F13d66 y F13d76 1:50,000 serie 2019 INEGI
- Red hidrográfica RH13Eb 1:50,000 INEGI correspondiente al R. Corona-R. Verde
- Vialidades, basemap ESRI
- Predio del proyecto

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

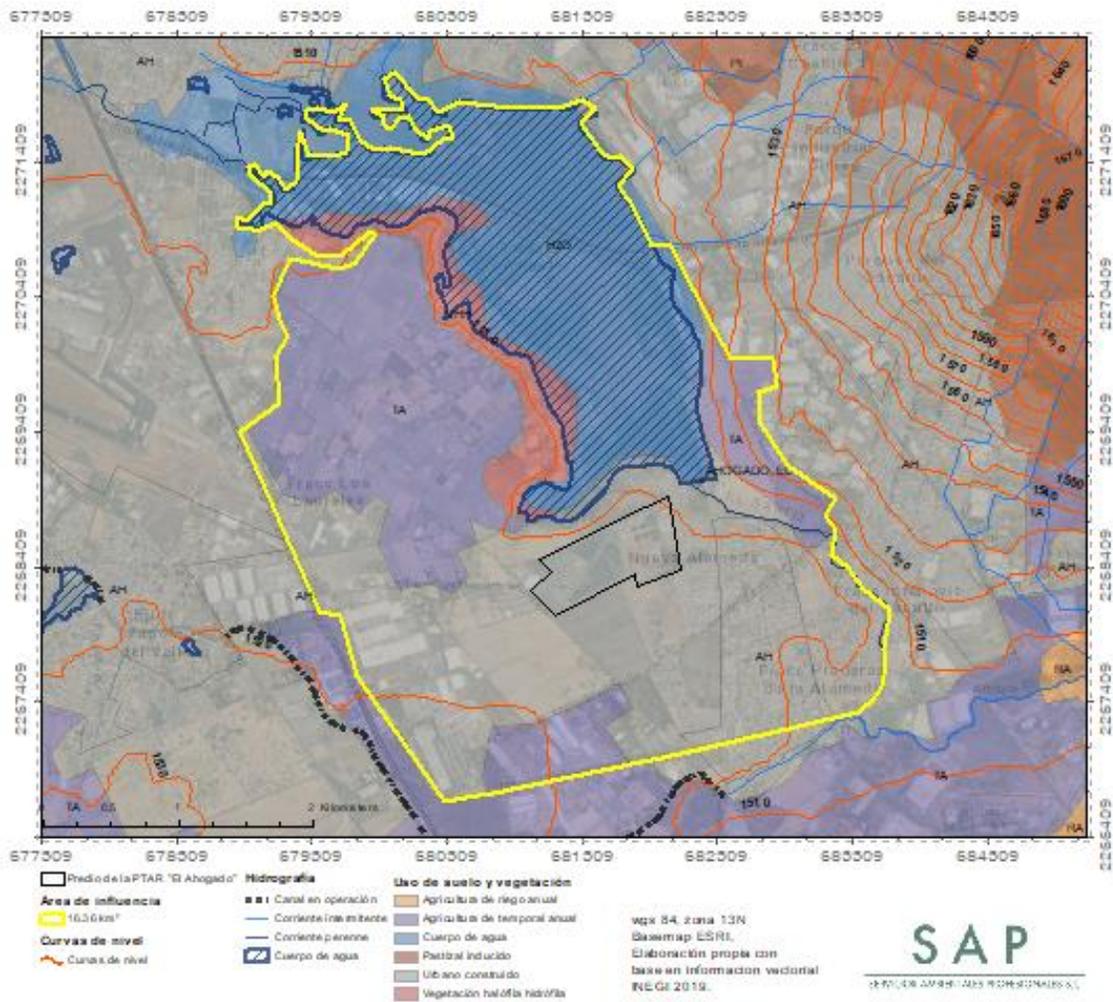


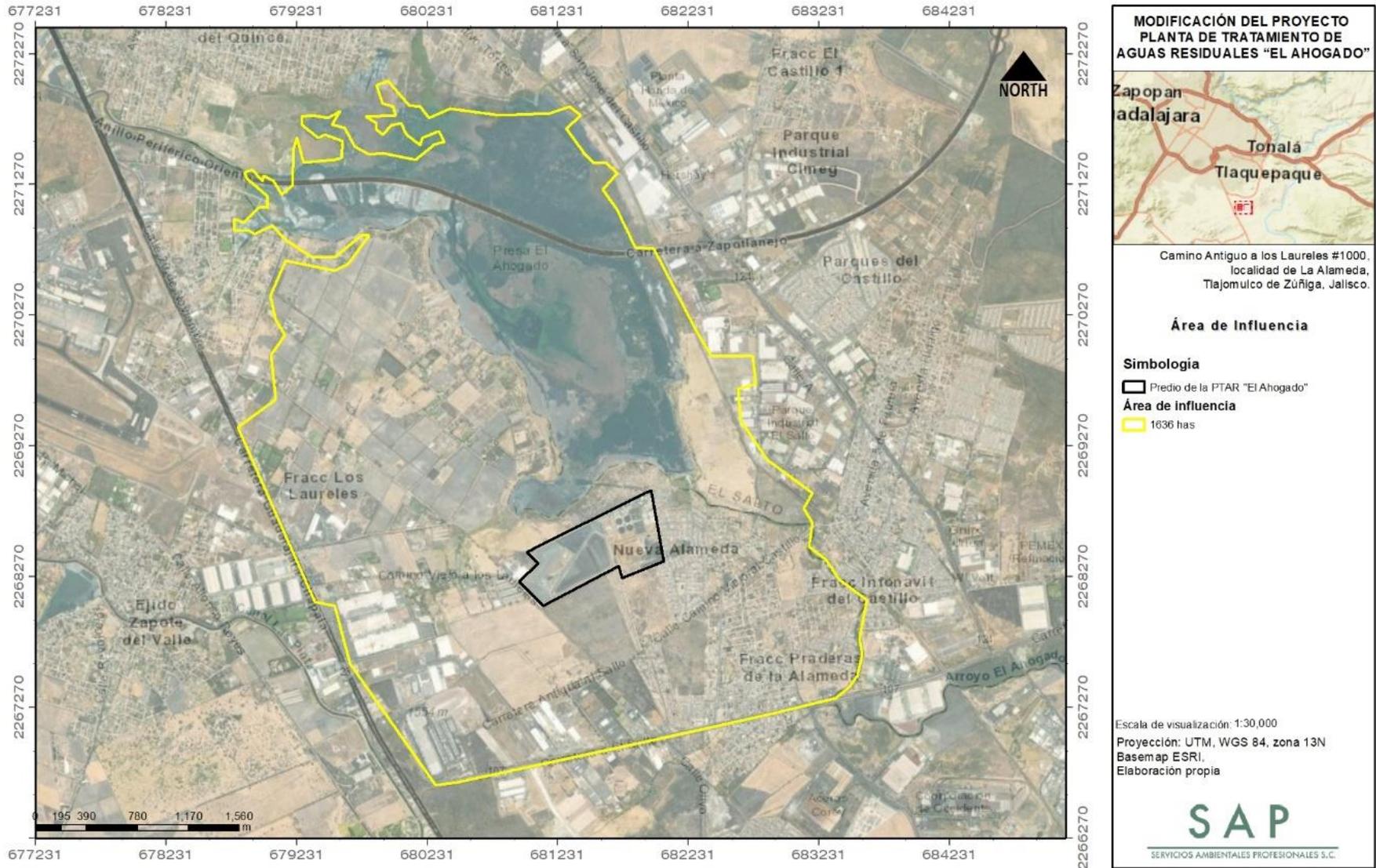
Figura 4- 1. Criterios de delimitación de área de influencia.

El área de influencia se muestra en el plano siguiente y cuenta con una superficie de 16.36 km<sup>2</sup> , delimita al norte con los límites del cuerpo de agua de la presa “El Ahogado” y terrenos de Temporal anual, al oeste con la vialidad regional Carretera a Chapala, al sur con la Carretera El Salto y al este con nuevamente con los límites del cuerpo de agua de la presa “El Ahogado” y terrenos de agricultura de temporal anual.

El predio del proyecto representa el 0.74% del total del, Al ver plano en la página siguiente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



### 4.3 Delimitación del Sistema Ambiental

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) es una de las herramientas más importantes para la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que de ahí se desprendan, es por eso que algunos de los estados de la República Mexicana se han dado a la tarea de delimitar y construir un Ordenamiento Ecológico del Territorio donde se engloben los criterios, políticas, vocaciones y características bióticas y abióticas de las diferentes partes que componen a su territorio.

El Sistema Ambiental puede definirse y delimitarse cómo lo marcan las guías de evaluación de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con ayuda de las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente.

Las dimensiones y características particulares del proyecto a su vez podrán incluir más de una Unidad de Gestión Ambiental, las cuales serán tomadas para el análisis del Sistema Ambiental y el alcance de los impactos ambientales.

Si se cuenta con la delimitación del Ordenamiento Ecológico del Estado donde se llevará a cabo el proyecto las dimensiones del Área de Estudio quedan acotadas en su mayoría por las Unidades de Gestión Ambiental a la que corresponda, no obstante, siempre es importante delimitar dentro de la UGA (Unidad de Gestión Ambiental) los factores bióticos, abióticos y sociales para poner el proyecto en la ubicación espacial necesaria.

#### 4.3.1 Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental

Existen diferentes argumentos para delimitar un Sistema Ambiental, entre los que destacan las características fisiográficas, cuencas hidrológicas, cuencas atmosféricas, entre otras. Cada uno de estos argumentos empiezan a tener validez en la medida de que los elementos bióticos y abióticos formen parte de un área bien definida y que a su vez el proyecto se encuentre dentro de la misma.

Es por eso que la conjunción de las características físicas y biológicas del lugar van delimitando paso a paso el Sistema Ambiental que tendrá la evaluación de los impactos ambientales. Esto a su vez se convierte en un desafío al tener que analizar cuáles de las características de la zona son las que ayudarán a marcar los límites de SA y cuáles no, es por eso que para la delimitación del SA de este proyecto se crearan mapas de los criterios básicos que delimitan el SA así como los factores particulares de indicadores ambientales que lo argumenten.

Esta metodología permite ver cada uno de los argumentos que delimitarán al SA de manera gráfica junto con la explicación de cada uno de ellos, arrojando al final una serie de capas que se pueden sobre encimar y generar un área definida con todos los argumentos desarrollados.

El utilizar los planos donde se muestren los criterios de delimitación de SA permite ir visualizando el área sobre el cual tendrá el proyecto injerencia y a su vez validan la evaluación de los impactos ambientales.

#### 4.3.2 Argumentos Básicos para Delimitación del AE

Los argumentos básicos según las guías de SEMARNAT y otras fuentes consultadas para la presentación de la manifestación de impacto ambiental tanto en su modalidad particular como regional son las siguientes;

- A) Ordenamiento ecológico del territorio.
- B) Cuencas hidrológicas.
- C) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos.

En este momento es importante señalar que para justificar la delimitación del SA, no se tomara solo el predio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "El Ahogado", si no que se tomaran en cuenta los colectores de aguas residuales que abastecen el funcionamiento de la planta.

##### A. Ordenamiento ecológico del territorio

Se cuenta con el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, con fecha última de modificación en el Periódico Oficial "El Estado de Jalisco", del 27 de Julio de 2006. En la Figura siguiente se muestra la Unidad de Gestión Ambiental sobre la que recae el proyecto, como puede observarse esta unidad es de uso predominantemente asentamiento humano Ah4 131R, esta se encuentra limitando hacia el este con la unidad Pecuaría P4 132R y hacia el sur y oeste con unidades agrícolas Ag4 143 R y Ag4 127 A.

Este criterio resulta poco confiable para la delimitación del Sistema Ambiental debido a la antigüedad del Ordenamiento Estatal (contando hasta hoy<sup>1</sup> con 16 años de antigüedad) En este sentido, las UGAS resultan poco fieles a la realidad del crecimiento urbano de la zona metropolitana de Guadalajara. Ya que el cambio de uso de suelo en los últimos 10 años ha sido impactante en la totalidad de la ZMG. Considerando esto se decidió NO tomar como límite la UGA a la que pertenece el proyecto.

##### B. Subcuenca hidrológica

En todo el mundo las cuencas hidrográficas (subcuencas y microcuencas) se encuentran conformadas de una vasta gama de paisajes naturales (acuáticos y terrestres), así como de paisajes culturales edificados por diversos pueblos que habitan hacia su interior (Alatorre, 2007). Así mismo, uno de los criterios con mayor validez para delimitar un Área de Estudio es sin duda la cuenca hidrológica a la que pertenece el proyecto, tal es el caso de presas u obras hidráulicas de desviación y conducción de flujos. La cuenca hidrológica a su vez se encuentra definida por las características topográficas, lo cual adquiere mayor importancia a la hora de delimitar un área ya que las

<sup>1</sup> A la fecha Julio 2022

características bióticas y abióticas se comportan similares a lo largo de toda la cuenca por la presencia de agua.

Este proyecto tiene mucho que ver con la cuenca hidrográfica a la que pertenece en el sentido del mejoramiento de la calidad de agua por el tratamiento que esta tendrá. De mayor a menor escala, el proyecto en su totalidad, se encuentra dentro de la región hidrológica: RH12 Lerma-Santiago esta región es la más importante a nivel estatal ya que alberga al 70% de su población al ocupar prácticamente la mitad del territorio con una extensión de 135,493.17 km<sup>2</sup>.

Dentro de esta región, el proyecto se localiza en la Cuenca RH12E R. Santiago-Guadalajara con una extensión de 10,090.52 km<sup>2</sup>. Esta cuenca está integrada por 10 subcuencas cuyas corrientes principales son: Río Grande de Santiago, Río Verde, Río Corona (La Cañada), Río Zula, Río Calderón, Río La Laja (Arroyo Grande), Río Cuixtla y Río Chico; e importantes cuerpos de agua naturales (Lago de Chapala, Lago de Cajititlán) y presas (Santa Rosa, Calderón, El Ahogado, La Colonia, El Tule, Dos Cauces, La Yesca, etc.). En esta cuenca se encuentran delimitados 38 municipios, 8 en su totalidad y habitan mas de 4,880,264 personas. Se localizan importantes núcleos urbanos entre los que destacan la ZMG, Ocotlan, Arandas, Zapotlanejo , entre otros. Por la magnitud de la misma y la extensa diversidad que contiene tanto ambiental como social, no es posible tomar a la cuenca en su totalidad como modelo para delimitación del SA. Además, que tanto la infraestructura como los impactos del proyecto no son perceptibles en la totalidad de la cuenca.

De acuerdo con la Red hidrográfica de INEGI serie 2 1:50,000, La subcuenca dentro de la cuenca R. Santiago- Guadalajara, a la que pertenece el proyecto, es la RH12Eb de R. Corona- R. Verde, esta tiene una extensión de 1,494.33 km<sup>2</sup>. La superficie, impactos y alcance del proyecto no son significativos para toda la cuenca, tanto en impactos ambientales y principalmente en el aspecto social. La misma amplitud, diversidad de paisaje, uso de suelo, y sistemas de topofomas, permite subdividir la subcuenca en microcuencas y de esta manera, se tiene que el proyecto pertenece a la microcuenca de Las Pintitas, con una extensión territorial de 105.39 km<sup>2</sup>. La siguiente figura muestra gráficamente la ubicación tanto del predio del proyecto como de la red general de descargas que alimentan la PTAR muestran su extensión respecto a las microcuencas dentro de la subcuenca R. Corona- R. Verde.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO. REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

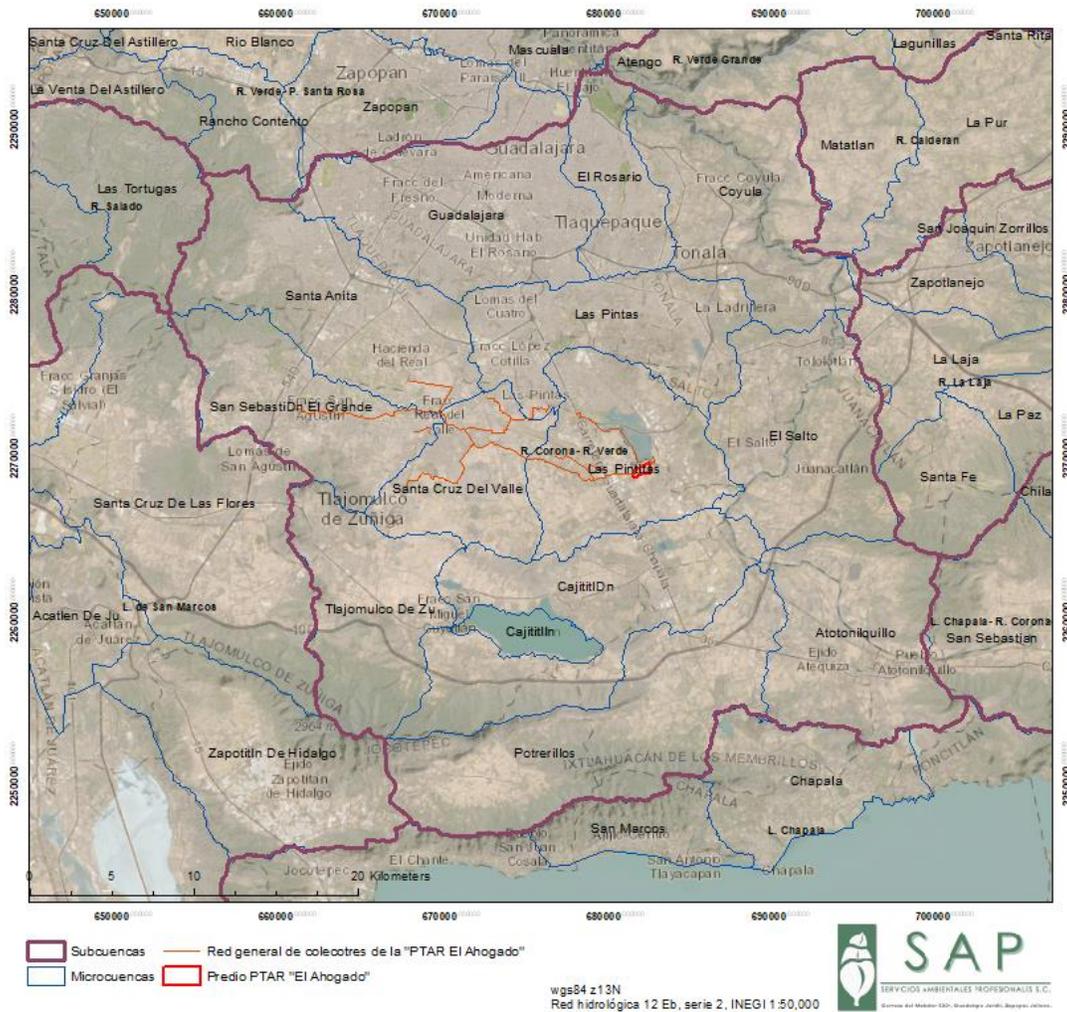


Figura 4- 2. Representación gráfica de la subcuenca RH12Eb de R. Corona- R. Verde y las microcuencas que la componen.

En la figura anterior es posible notar como la infraestructura que compone la red general de colectores de la PTAR "El Ahogado" sobre pasa los límites de la microcuenca Las Pintitas, por lo que se propone que, para la delimitación del SA, se tomen en cuenta todas las microcuencas de las que forma parte el sistema de colectores de descargas de aguas residuales para la planta.

Esta delimitación permitirá establecer un SA con sentido, viable para su estudio y en donde todos los impactos ambientales y sociales se verán expuestos sobre él. La heterogeneidad del SA hará posible el estudio específico del medio biótico y abiótico y será posible establecer un Diagnóstico Ambiental coherente y significativo para el proyecto.

Las microcuencas tomadas en cuenta para la delimitación del SA son: Las Pintitas, Las pintas, Santa Anita, San Sebastián El Grande, Santa Cruz del Valle. De manera simultanea el conjunto de estas microcuencas coinciden con la delimitación de la Cuenca El Ahogado.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

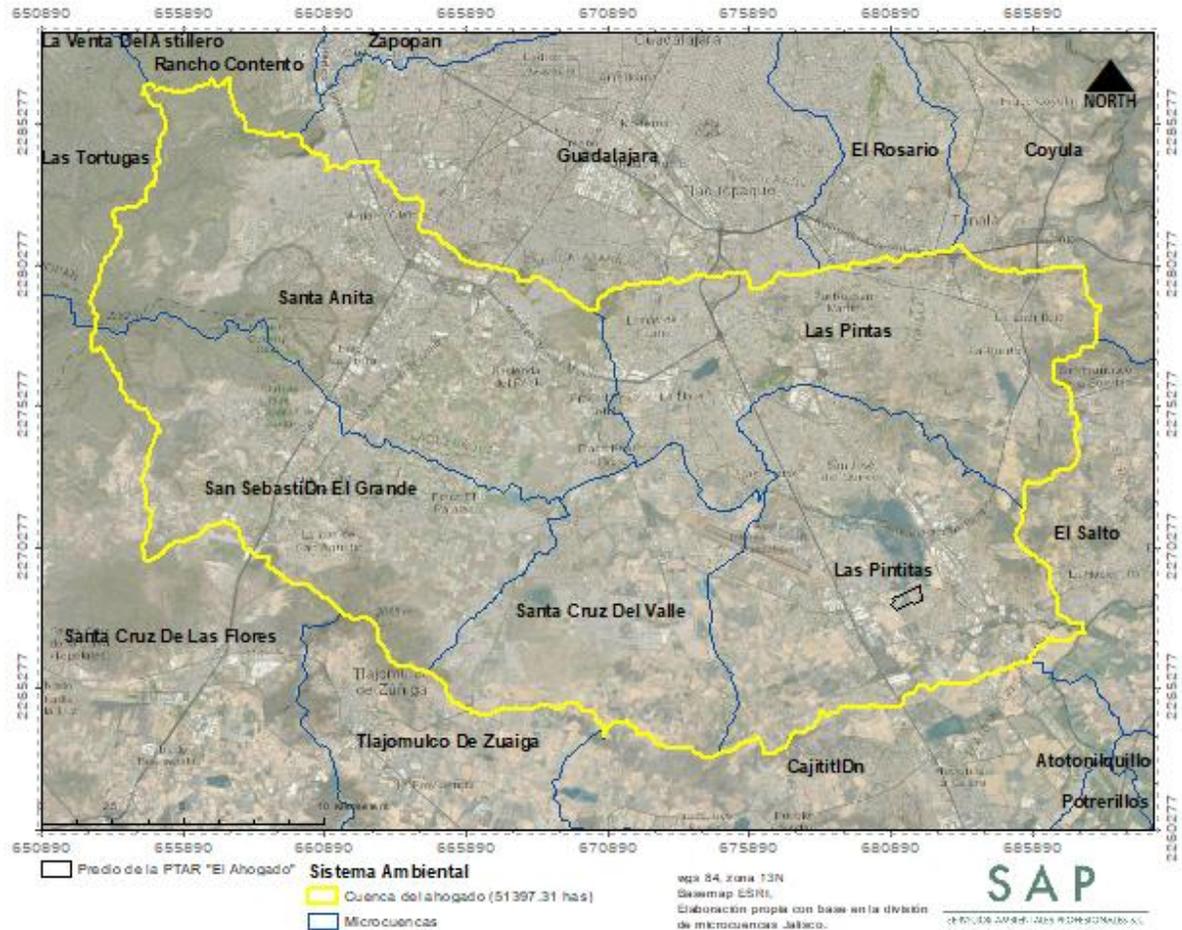


Figura 4- 3. Delimitación del SA para el proyecto.

Una vez evaluados los criterios básicos del proyecto es posible generar el SA del cual partirá la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación propuestas. Esta SA es el conjunto de los elementos bióticos, abióticos y sociales en los cuales tendrá injerencia el proyecto.

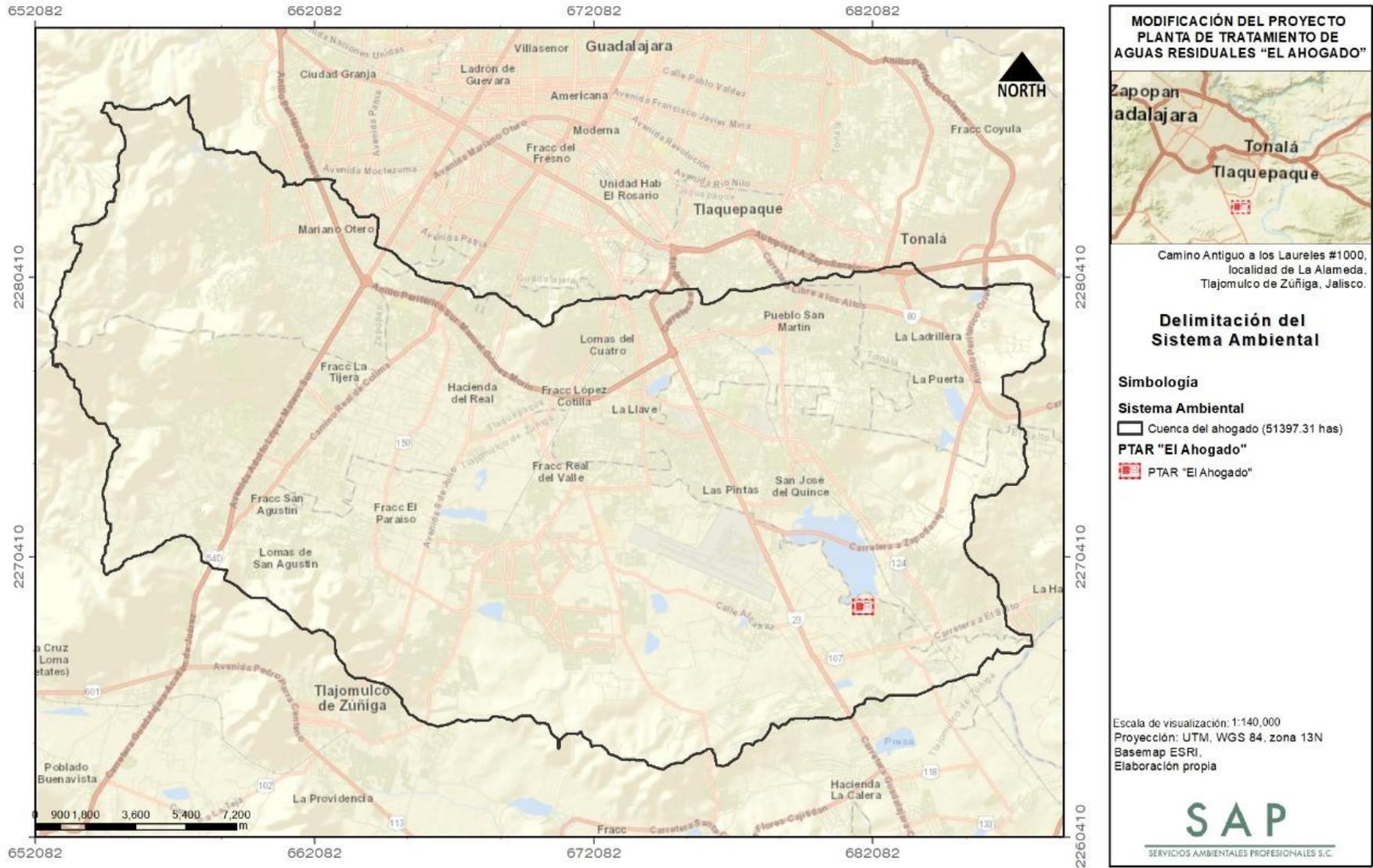
La figura siguiente muestra la delimitación del Sistema Ambiental considerando la Cuenca El Ahogado como se delimitación en todos los sentidos; a lo largo de este capítulo se presenta la cartografía temática ya con la delimitación del SA.

Por referencia de estudio, es importante señalar que sobre la cuenca "El Ahogado" tienen presencia los municipios de Zapopan, Tlaxiaco, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga, El predio del proyecto se localiza en su totalidad en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

La superficie total que forma el Área de Estudio es de 514 km<sup>2</sup> y se muestra en la página siguiente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



#### 4.4 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental

##### 4.4.1 Medio abiótico

##### a) Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la carta de unidades climáticas 1:1,000,000 INEGI 2008, El clima dentro del Sistema Ambiental es templado sub-humedo.

Tabla 4- 1. Tipo de clima en el SA

Clave	Tipo de clima	Porcentaje en el SA
(A)C(w0)(w),	Templado subhúmedo	23.02%
(A)C(w1)(w),	Templado subhúmedo	71.65%
C(w2)(w),	Templado subhúmedo	5.32%

El clima templado subhúmedo o semiseco alcanza temperaturas que van de los 10 a los 20 °C y su presencia depende de la latitud de la región, las heladas son una constante anual y suelen ser más comunes en el norte del país y en las zonas montañosas. El clima templado húmedo registra temperaturas entre 18° y 22°C.

La estación meteorológica "Tlaquepaque" 14132, con coordenadas geográficas Latitud: 20°38'18" N y Longitud 103°18'38" W, es la más cercana en operación y con datos históricos al Sistema Ambiental (aproximadamente a 2.80 km. al norte).

##### Temperatura mínima, máxima y promedio

Según la estación Tlaquepaque, la temperatura media anual es de 21.0°C en el periodo comprendido por los años 1981 a 2010.

Tabla 4- 2. Temperatura máxima, media y mínima anual promedio (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C

Estación	Periodo (años)	Temperatura máxima anual	Temperatura media anual	Temperatura mínima anual
Tlaquepaque	1981 a 2010	28.7	21.0	13.4

Tabla 4- 3. Temperatura media mensual (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

Estación / Concepto	Periodo	Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tlaquepaque	1981 a 2010	17.0	18.5	20.5	23.1	24.8	24.2	22.5	22.3	21.9	21.2	19.2	17.2

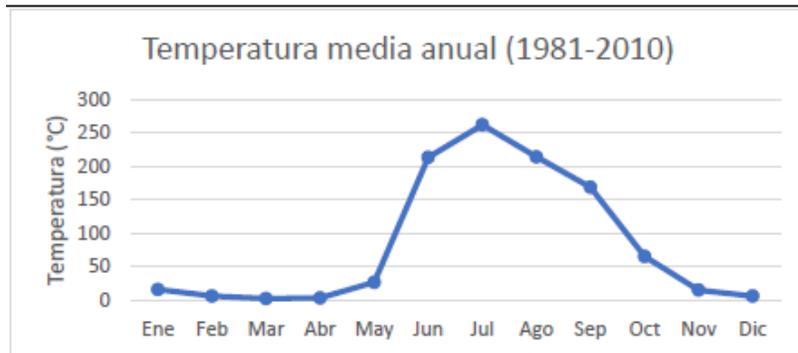


Figura 4- 4. Temperatura media mensual (°C). Fuente: CNA.

Precipitación pluvial mínima, máxima y promedio

De acuerdo con la estación meteorológica Tlaquepaque, la precipitación media anual es de 970 mm en el periodo comprendido por los años 1981 a 2010.

Figura 4- 5. Precipitación total mensual (mm) de la estación meteorológica Tlaquepaque. Fuente: CNA.

Precipitación	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normal	15.8	6.0	2.2	3.1	26.5	213.7	262.4	214.4	168.8	65.3	14.8	5.8
Máxima mensual	155.1	42.4	27.5	66.4	115.2	502.9	479.0	416.0	425.8	205.8	82.0	34.5
Máxima diaria	24.0	21.0	21.0	28.5	56.2	85.0	99.6	75.5	106.5	102.9	47.6	18.3

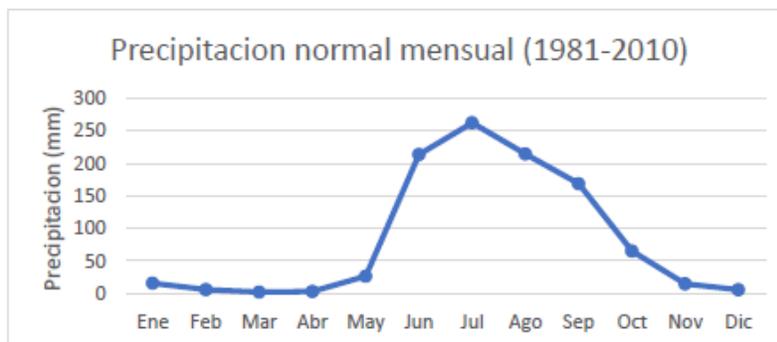
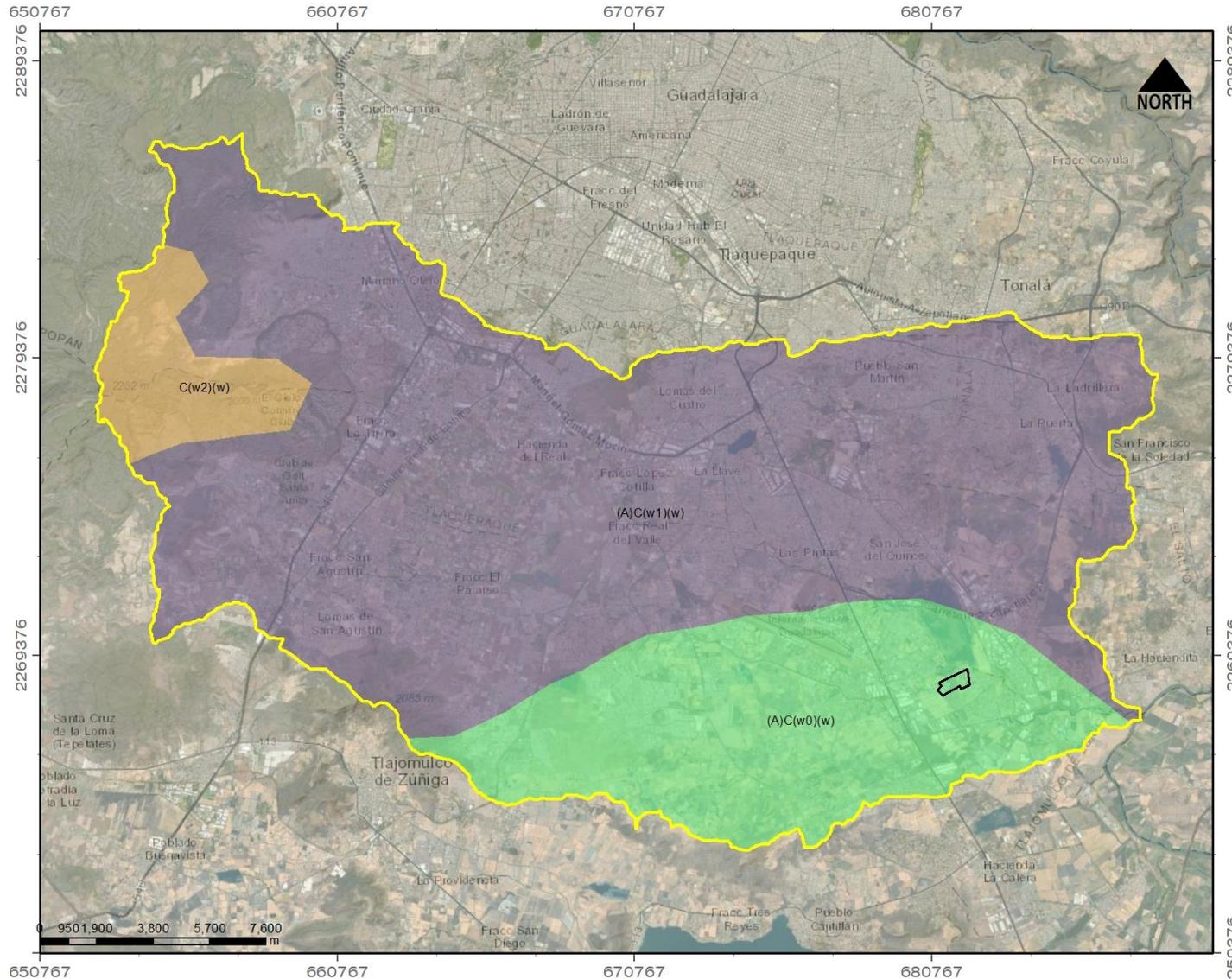


Figura 4- 6. Precipitación normal mensual (mm). Fuente: CNA.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

**Unidad climática**

**Simbología**

- ▭ Predio de la PTAR "El Ahogado"
- ▭ Sistema Ambiental
- ▭ Cuenca del ahogado (51397.31 has)
- ▭ Unidad climática
  - (A)C(w0)(w), Templado subhúmedo
  - (A)C(w1)(w), Templado subhúmedo
  - C(w2)(w), Templado subhúmedo

Escala de visualización: 1:150,000  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI.  
 Unidad climática 1:1,000,000 INEGI 2008

**SAP**  
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

Dirección y velocidad del viento promedio

La Red de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana de Guadalajara (RAMAG) cuenta con 9 estaciones de monitoreo distribuidas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), dentro del SA del proyecto se localizan 2 estaciones; Las Pintas ubicada aproximadamente a 10.2 km al noroeste del sitio del proyecto y Santa Fé localizada aproximadamente a 12.7 km al oeste del predio del proyecto.

Estas estaciones serán utilizada para reportar los datos sobre dirección y velocidad del viento en el SA.

Con la ayuda del software WRPLOT View – Lakes Environmental se graficó y analizó la información reportada para las estaciones Las Pintas y Santa Fé, extrapolarlo la información al sitio del proyecto.

A continuación, se presenta la frecuencia de distribución sobre dirección y velocidad del viento, reportados para la estación Las Pintas y Santa Fé en el año 2019. Estos registros corresponden a la información completa más reciente reportada por el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.

- Estación Las Pintas

Tabla 4- 4. Frecuencia y dirección de vientos, estación Las Pintas

Station ID: 01  
Start Date: 01/01/2019 - 00:00  
End Date: 31/12/2019 - 23:00

Run ID:

Frequency Distribution  
(Count)

Wind Direction (Blowing From) / Wind Speed (m/s)

	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
N	4	0	0	0	0	0	4
NNE	55	6	0	0	0	0	61
ENE	315	187	38	2	0	0	542
E	317	193	32	0	0	0	542
ESE	391	204	41	3	0	0	639
SSE	473	141	35	3	0	0	652
S	647	154	29	8	0	0	838
SSW	735	225	37	6	0	0	1003
WSW	580	667	450	131	1	0	1829
W	290	284	269	70	2	0	915
WNW	80	71	88	17	0	0	256
NNW	16	15	18	8	0	0	57
Total	3903	2147	1037	248	3	0	8760

Frequency of Calm Winds: 341  
Average Wind Speed: 2.21 m/s

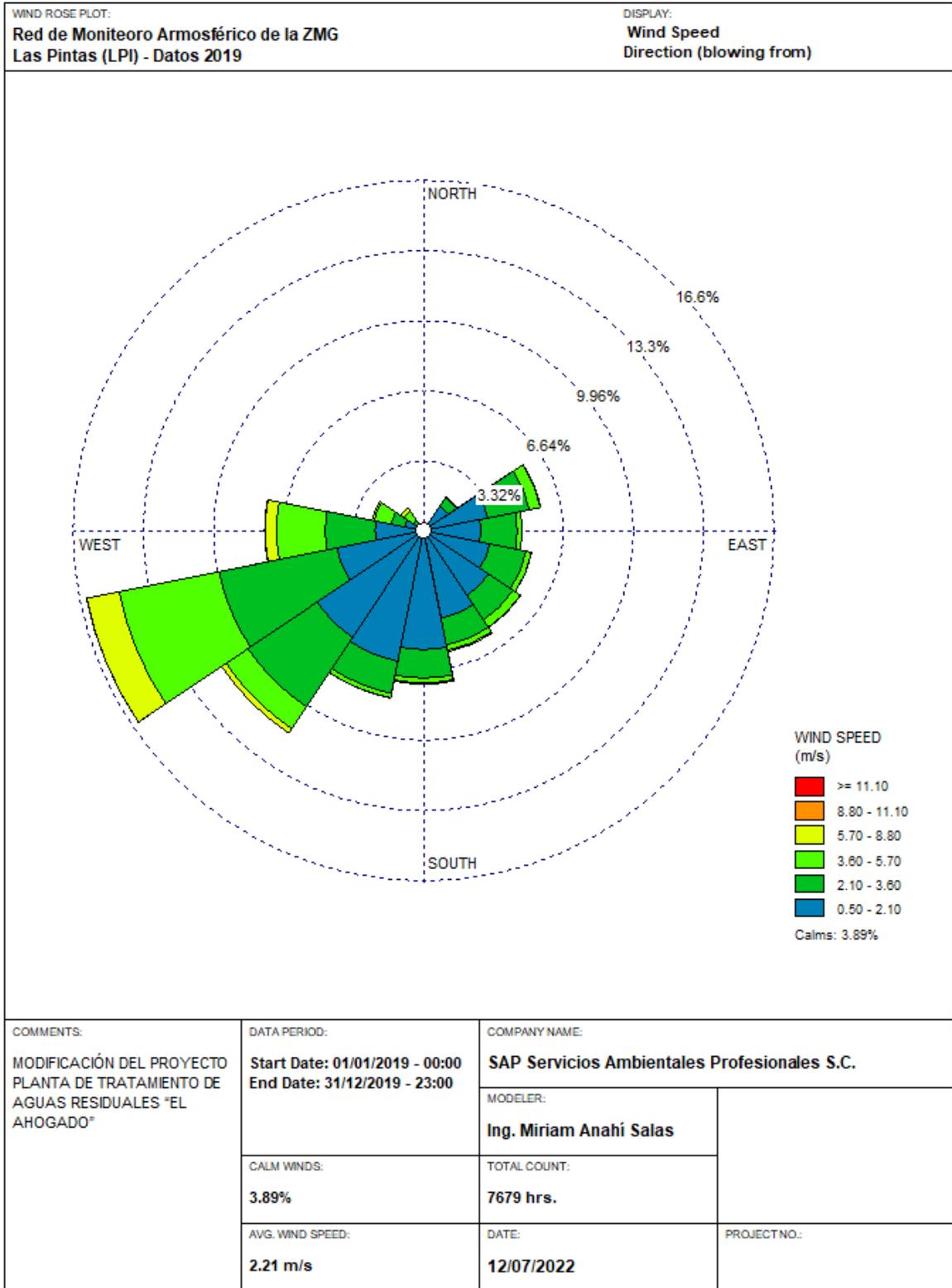
La primera columna representa la dirección del viento y la fila alta la velocidad del viento medida en metros sobre segundos. Se puede notar como la mayor ocurrencia de vientos se presenta en dirección WSW (Oeste suroeste) y con velocidades de entre 02.10-3.60 m/s.

El promedio de la velocidad del viento es de 2.21 m/s provenientes del Oeste suroeste.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

A continuación, se podrá observar el gráfico de la rosa de los vientos a detalle donde se presenta la dirección de los vientos y del viento dominante, la velocidad y el porcentaje de ocurrencia.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

- Estación Santa Fe

Tabla 4- 5. Frecuencia y dirección de viento, estación Santa Fé

Dates: 01/01/2019 - 00:00 ... 31/12/2019 - 23:00

	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
1	N	0	0	0	0	0	0	0
2	NNE	0	0	0	0	0	0	0
3	NE	0	0	0	0	0	0	0
4	ENE	43	3	0	0	0	0	46
5	E	279	54	1	0	0	0	334
6	ESE	566	70	6	0	0	0	642
7	SE	544	33	2	0	0	0	579
8	SSE	351	24	4	0	0	0	379
9	S	316	13	0	0	0	0	329
10	SSW	325	24	6	0	0	0	355
11	SW	413	44	0	0	0	0	457
12	WSW	434	143	45	0	0	0	622
13	W	497	489	247	3	0	0	1236
14	WNW	211	300	143	5	0	0	659
15	NW	7	8	1	0	0	0	16
16	NNW	0	0	0	0	0	0	0
	Sub-Total	3986	1205	455	8	0	0	5654
	Calms							1470
	Missing/incomplete							1636
	Total							8760

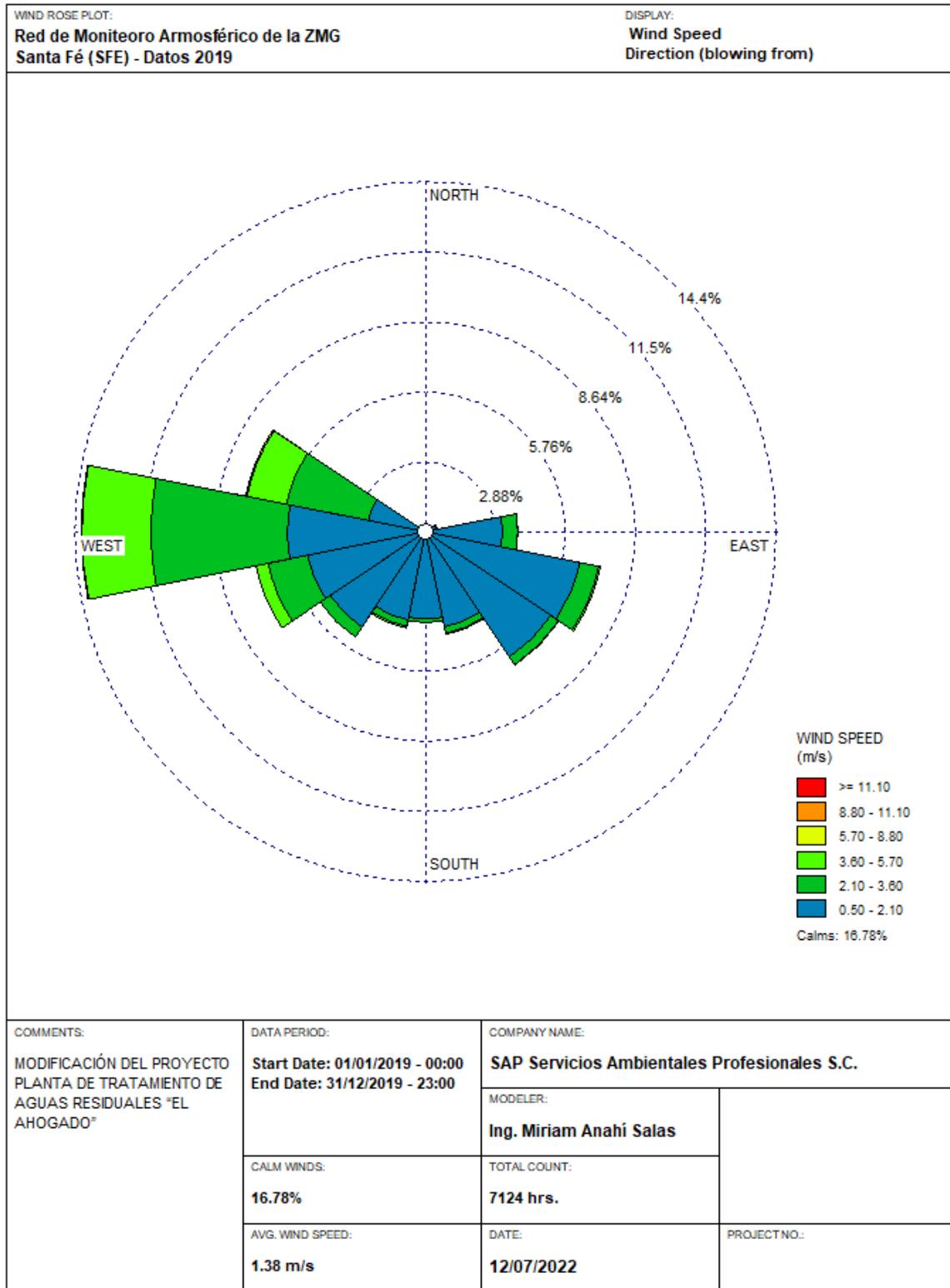
La primera columna representa la dirección del viento y la fila alta la velocidad del viento medida en metros sobre segundos. Se puede notar como la mayor ocurrencia de vientos se presenta en dirección W (Oeste) y con velocidades de entre 00.50-2.10 m/s.

El promedio de la velocidad del viento es de 1.38 m/s provenientes del Oeste.

En la siguiente página se podrá observar el gráfico de la rosa de los vientos a detalle donde se presenta la dirección de los vientos y del viento dominante, la velocidad y el porcentaje de ocurrencia.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

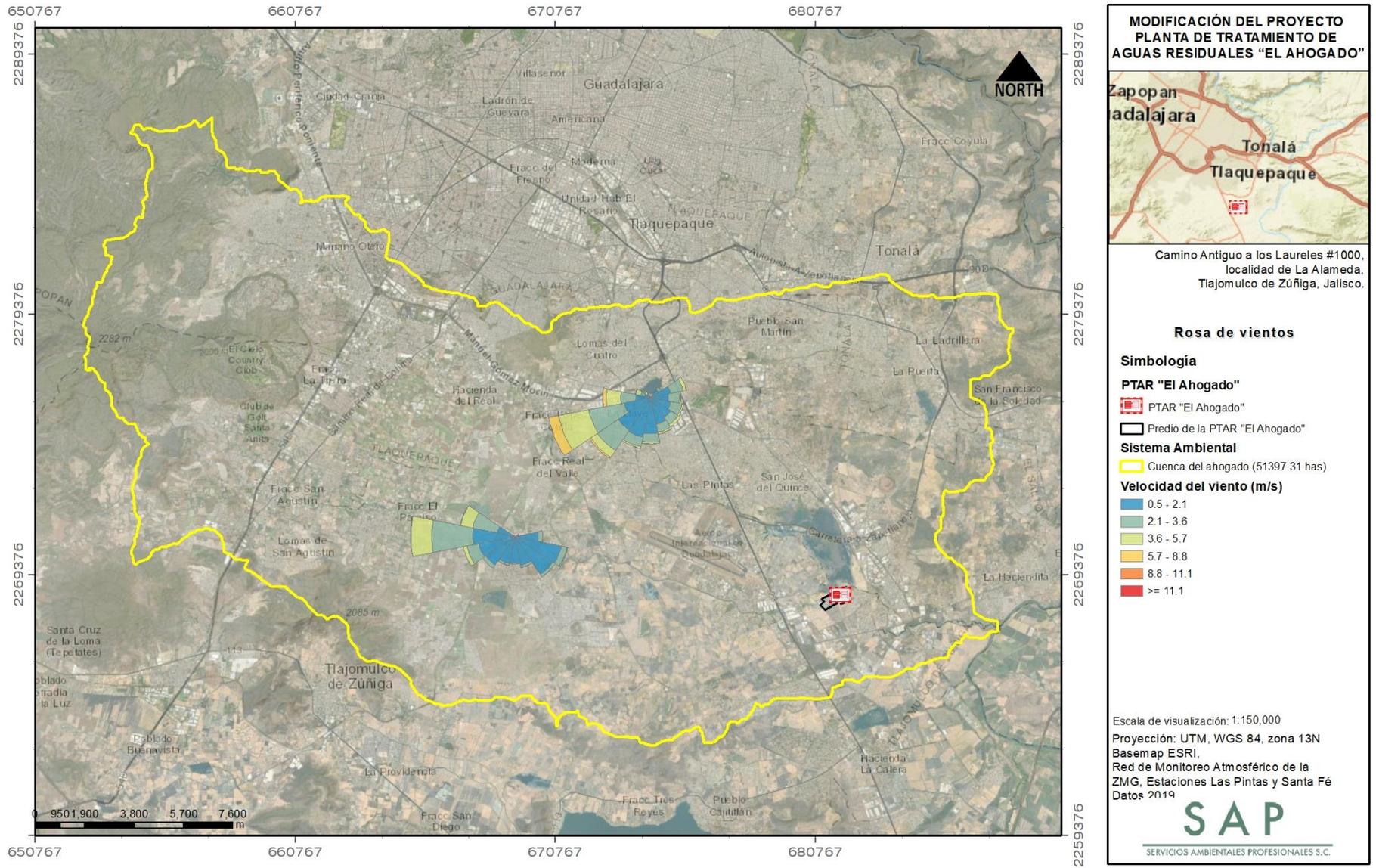
CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO



WRPLOT View - Lakes Environmental Software

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



Granizo, niebla y tormentas eléctricas

En la tabla siguientes se presentan el número de días mensuales promedio en los que se presentaron fenómenos hidrometeorológicos (niebla, granizo y tormentas eléctricas) registrados en la estación meteorológica Tlaquepaque (más cercana al sitio del proyecto) durante el periodo comprendido del año 1981 al año 2010.

Tabla 4- 6. Días mensuales promedio en que se presentan los fenómenos hidrometeorológicos, según la estación meteorológica Tlaquepaque en el periodo de 1981 al 2010.

Fenómeno	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Granizo	2.1	1.6	1.1	0.8	2.0	2.9	2.6	3.3	2.8	3.3	3.1	3.2
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0
Tormentas Eléctricas	0.6	0.4	0.0	0.1	0.3	1.1	2.0	0.9	0.4	0.3	0.3	0.3

Fuente: Servicio meteorológico nacional. Normales climatológicas.

Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; De acuerdo al Centro Nacional de prevención de desastres (CENAPRED)<sup>2</sup>, en la mayor parte del estado de Jalisco se presentan solo de 1 a 60 días con heladas al año y para precisar en el municipio de Tlaquepaque el promedio anual de días con heladas es de 9, en Tlajomulco de Zúñiga es de 12

La formación de heladas se favorece bajo cielos despejados, con poco o nada de viento, atmósfera relativamente seca. El fenómeno de heladas alcanza su mayor frecuencia en la época invernal, pero en ocasiones puede presentarse fuera de ésta.

De acuerdo al Sistema de Información Territorial del Estado de Jalisco, el SA del proyecto se encuentra ubicado en una zona que no presenta heladas.

Inundación

Las precipitaciones intensas que se dan en la Zona Metropolitana de Guadalajara se presentan durante el periodo de junio a septiembre siempre, están asociadas a tormentas locales tipificadas como avenidas extraordinarias. Estas se producen por la conjunción del fenómeno meteorológico y la urbanización de la ciudad de Guadalajara.

Sin embargo, esta situación no es nueva, en las primeras etapas de la ciudad se presentaron inundaciones en las partes bajas cercanas al río San Juan de Dios, debido a que en la época de lluvias

<sup>2</sup> CENAPRDE, Fascículo "Heladas"

el agua desbordaba su lecho, por este motivo varias zonas cercanas a este río se urbanizaron sólo cuando sus aguas se canalizaron.

Se han identificado los siguientes patrones que se repiten en la mayoría de las zonas donde se presentan inundaciones:

Por invasión a cauces y zonas federales

Las zonas con mayor peligro por este fenómeno corresponden a los cauces con mayor jerarquía, actualmente convertidos en áreas impermeables.

Por obturación y secciones hidráulicas insuficientes

Este problema es común, algunas de las avenidas se trazaron con el objeto de comunicar colonias que se asentaban en ambos lados de los cauces, por lo que es necesario realizar obras de nivel del cauce.

Por trazo de avenidas metropolitanas, carreteras y cauces que se convierten en vialidades

Este tipo de situaciones es muy común en la ZMG, algunos ejemplos cercanos al proyecto son las avenidas Acueducto, Montevideo, entre otras.

Por urbanización incipiente de las márgenes de los arroyos

Este tipo de problemas se encuentra reflejado en zonas como La Primavera, por La Venta del Astillero.

En conclusión, el aumento considerable de las superficies impermeabilizadas y la modificación de los elementos primarios del relieve ocasionó que las inundaciones que se presentan en la ZMG sean cada vez más graves y, recientemente se han presentado algunos hundimientos y procesos de traslación de tierra que generan pérdidas económicas y ponen en peligro la seguridad de sus habitantes.

Las precipitaciones intensas que se dan en la zona, se presentan en el periodo de junio a septiembre siempre asociados a tormentas locales tipificadas como avenidas extraordinarias. Estas se producen principalmente en las cercanías de los cuerpos de agua como ríos o arroyos.

Básicamente se consideran como zonas propensas a inundación las siguientes:

- Partes bajas de las cuencas.
- Asentamientos construidos dentro de cauces de arroyos.
- Zonas de depresión natural y pendientes suaves.
- Áreas de acuíferos someros.
- Infraestructura de drenaje pluvial ineficiente o dañada.
- Obras civiles que funcionan como diques a las corrientes naturales.
- Áreas donde se ha modificado la topografía natural del terreno (generalmente ladrilleras y bancos de material).

Por su ubicación, a orillas de un cuerpo de agua ("Presa El Ahogado") las características topográficas y morfométricas del sitio, el sitio del proyecto es susceptible a inundaciones, se encuentra en una zona baja y de pendiente llana.

Para contener el flujo pluvial generado por el temporal, el proyecto cuenta con canales pluviales a cielo abierto, que conducen al agua pluvial hasta el vasos regulador "El Ahogado", el diseño y plano del proyecto se puede consultar en el apartado de anexos del presente estudio.

Con información del Atlas Estatal de Riesgo y del IMEPLAN se realizó el mapa de Fenómenos hidrometeorológicos, con esto se comprueba que la susceptible a inundación. El Sistema Ambiental presenta inundaciones históricas principalmente en la zona norte, principalmente en Zapopan y Tlaquepaque.

Debido a la susceptibilidad general de inundación se realiza a continuación un análisis a detalle del nivel de riesgo por inundación del predio del proyecto:

En Octubre 2021, el Instituto de planeación y gestión del desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, presenta el Atlas Metropolitano de Riesgo. Una de sus justificaciones es la siguiente:

" Como en la mayor parte de las grandes ciudades de México, el modelo de desarrollo del AMG no ha considerado explícitamente el incremento del riesgo (al aumentar peligro y vulnerabilidad) resultado del proceso de urbanización. Por ejemplo, la reducción de la vegetación en zonas urbanas es de particular importancia para regular el clima local y el nivel de escurrimiento pluvial, por lo cual fenómenos como la isla de calor urbana y las inundaciones se relacionan directamente con la deforestación e impermeabilización urbana."

Debido a la falta de actualización de modelos de riesgo, ante el crecimiento urbano en la ZMG, algunos modelos de inundación que aunque se encuentran vigentes, ya no son del todo validos en ciertas zonas, ya sea por la escala a la que se trabajó la información o por los cambios de uso de suelo que ha presentado la zona en los últimos años. Ante esto, se crea el citado Atlas Metropolitano de Riesgo, y uno de sus apartados específicos es: El mapa de Nivel de riesgo ante inundaciones.

Dicho análisis, muestra la probabilidad de que se susciten inundaciones derivadas de las lluvias. Esto resulta del efecto combinado de dos aspectos:

1) La vulnerabilidad física del terreno: derivada de las pendientes y los tipos de suelos (clasificados por su capacidad de infiltración/ escurrimiento), que generan una mayor susceptibilidad a que se produzcan inundaciones derivadas de las lluvias moderadas e intensas; y

2) Peligro por lluvias: la distribución en el AMG de la probabilidad de precipitación cuya intensidad se encuentre en el PCP 90 o 95.

El mapa reúne información de diversas fuentes que representan las condiciones del terreno, lo que permite modelar por donde escurre el agua, cómo se acumula en ciertos lugares, y la capacidad del suelo de infiltrar el agua cuando llueve. El mapa representa las zonas donde hay más probabilidad de que ocurra, sin embargo, no muestra el área total del evento.

Esas zonas pueden resultar de los cauces naturales (ríos o arroyos) o de un cauce artificial dentro de la ciudad (calles y avenidas), debido a su pendiente, el trazo y la infraestructura.

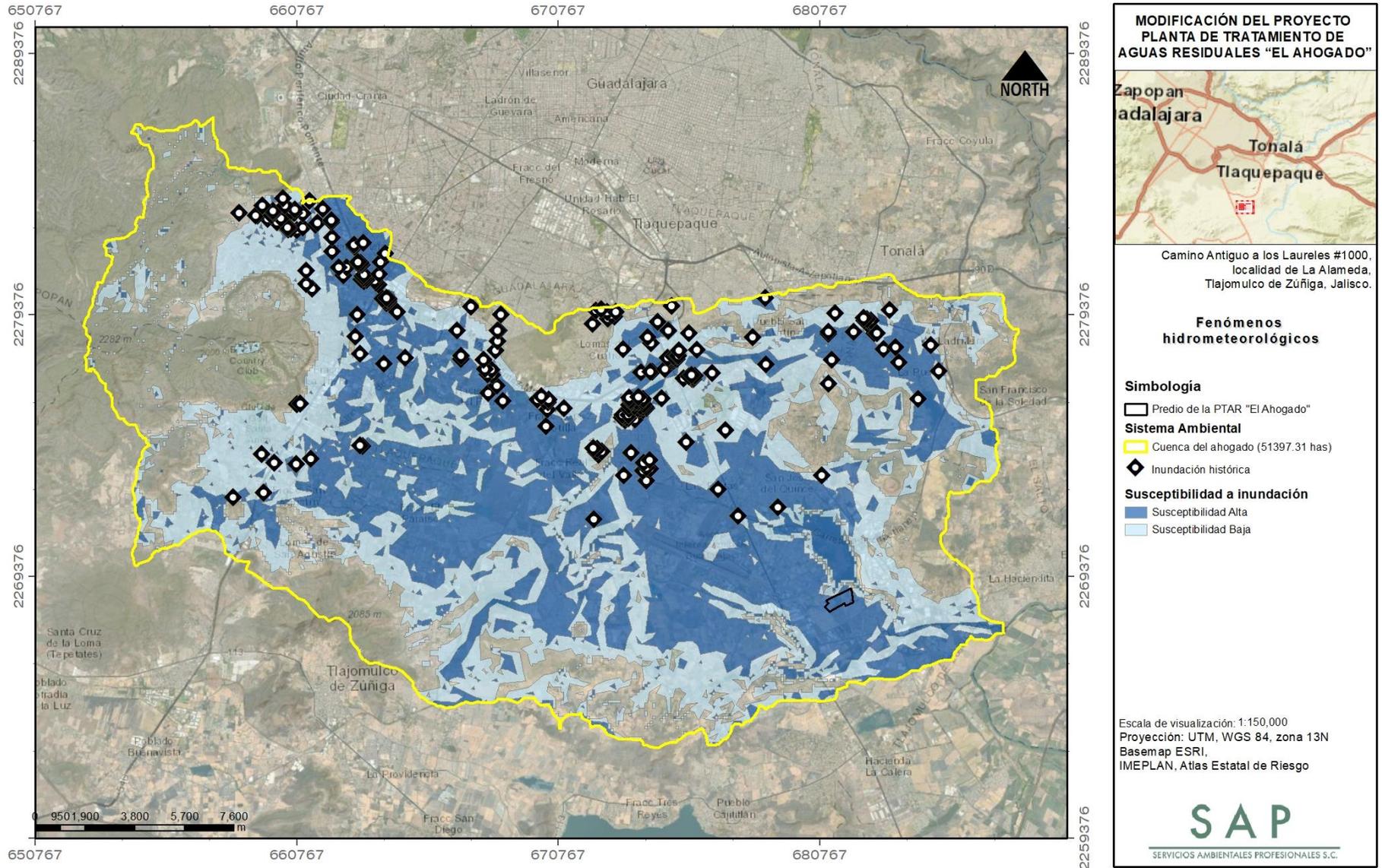
El mapa ayuda a identificar qué tan posible es que se susciten eventos en ciertas áreas, marcadas en color oscuro, que reúnen las características y circunstancias que se asocian a la ocurrencia de inundaciones pluviales. La información vectorial se encuentra disponible en línea y con ella se realizó el siguiente mapa de Nivel de riesgo ante inundaciones del predio del proyecto.

El mapa 4-6, que presenta las modelaciones realizadas en el Atlas Metropolitano de Riesgo, presenta como la zona del predio del proyecto, aunque si presenta algún grado de susceptibilidad a inundación, el nivel de riesgo es bajo o muy bajo, ya que el agua se descarga al arroyo principal que aporta el flujo hacia la Presa del Ahogado.

Se presentan a continuación los mapas de fenómenos hidrometeorológicos en la cuenca que delimita el Sistema Ambiental del proyecto, seguido del mapa de Nivel de riesgo por inundación sobre el predio del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

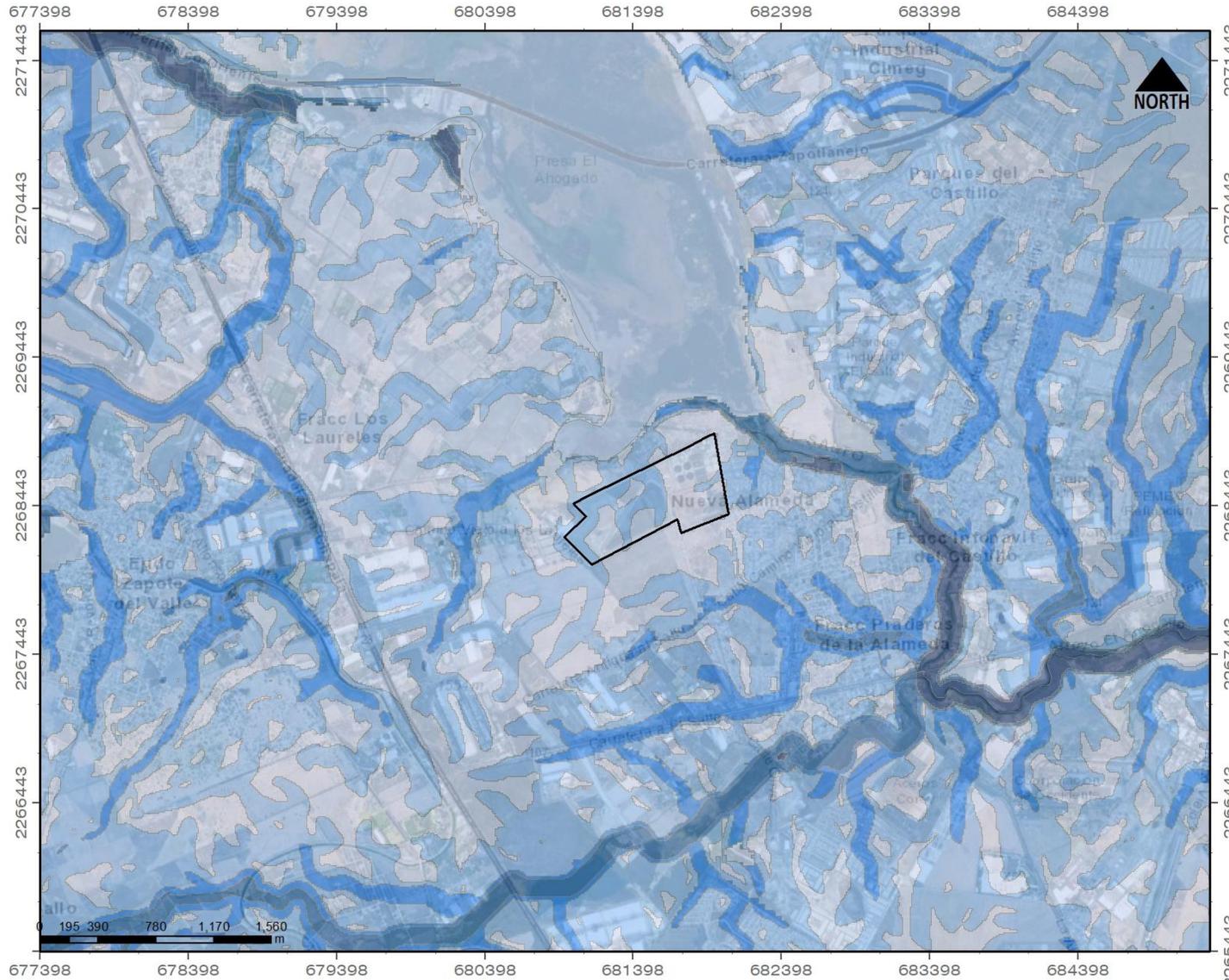


SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

www.sapconsultores.com.mx

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

**Nivel de riesgo ante inundaciones**

**Simbología**

- ▭ Predio de la PTAR "El Ahogado"

**Nivel de Riesgo de Inundaciones**

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Escala de visualización: 1:30,000  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI,  
 Atlas Metropolitano de riesgo

**SAP**  
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

## b) Marco geológico regional<sup>3</sup>

La estratigrafía regional de la cuenca de El Ahogado está constituida por rocas que pertenecen a tres provincias geológicas: El Basamento cordillerano del Bloque Jalisco (BJ); el vulcanismo de la Sierra Madre Occidental (SMO) y al vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano (ENVT).

### - Bloque de Jalisco:

Está formado por una secuencia de rocas volcánicas de lavas riolíticas y andesíticas, depósitos volcanoclásticos y rocas sedimentarias marinas, que se desarrolló entre el Cretácico tardío y el Paleoceno tardío (Gastil et al., 1978). La secuencia estuvo expuesta a metamorfismo de grado medio, plegamiento y fallamiento, y fue intruida por rocas plutónicas de granito, granodiorita y tonalita que se emplazaron durante el Cretácico tardío y el Eoceno medio: estas rocas constituyen al Batolito de Puerto Vallarta (Ferrari et al., 2000).

El análisis de un perfil estratigráfico extraído en el centro de la Sierra La Primavera confirma la presencia de la secuencia de rocas del Bloque Jalisco a más de 100 m de profundidad, respecto al nivel medio del mar (Ferrari et al., 2000).

### - La Sierra Madre Occidental:

Se formó adyacente al Bloque Jalisco y a lo largo del Graben de Tepic, donde afloran ignimbritas formadas por la explosiva actividad volcánica, representativa de la región sur de la Sierra Madre Oriental. Las unidades de ignimbritas que afloran en la barranca del Río Santiago en torno a la Presa Santa Rosa, al sur y oriente del Lago de Chapala, están compuestas por capas de flujos de cenizas que se depositaron durante el Mioceno temprano (Ferrari et al., 2000; Ferrari et al., 2002; Rossotti et al., 2002), sus edades son semejantes a las ignimbritas que se han documentado en trabajos previos en la región norte de Jalisco y en los estados de Zacatecas y Durango (Nieto-Obregón et al., 1985; Moore et al., 1994; Webber et al., 1994).

El análisis de la columna estratigráfica tomada de la Caldera de Sierra La Primavera señala que en la secuencia estratigráfica de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y sus alrededores, hay una inconformidad que separa a rocas emitida por la actividad de SMO y el Eje Neovolcánico. El lapso de tiempo de esta inconformidad corresponde al orden de ~10 Ma (Ferrari et al., 2000; Rossotti et al., 2002), esto sugiere la ocurrencia de un evento tectónico que provocó la ausencia de las ignimbritas de la SMO para dar inicio a la actividad del Eje Neovolcánico (Rossotti et al., 2002).

### - Eje Neovolcánico Transmexicano

La región occidental del Eje Neovolcánico Transmexicano tuvo su origen con el inicio del vulcanismo durante el Mioceno medio-tardío (Ferrari et al., 2000; Rossotti et al., 2002), y está relacionado con la subducción de la Placa Rivera y la Dorsal del Pacífico Oriental (Demant, 1979). El ENVT se caracteriza por la alternancia en la composición magmática (Rossotti et al., 2002). La última etapa

---

<sup>3</sup> J. Jesús Díaz-Torres et. al. "Cambios morfológicos del terreno en la cuenca de El Ahogado, causados por la expansión del área de Guadalajara" 2013.

de la actividad volcánica explosiva registrada corresponde a la que generó el Complejo Volcánico de Sierra La Primavera, está constituida por lavas riolíticas, derrames piroclásticos, tobas y depósitos lacustres y aluviales que se formaron durante el Pleistoceno superior (Mahood, 1977; 1980), esta explosividad cesó hace ~97-95 Ka (Demant y Vincent, 1978; Mahood, 1980; Urrutia-Fucuguachi et al., 2000). Con la emisión de la toba Tala (~120-95 Ka), la cámara magmática de La Primavera se colapsó y formó una caldera volcánica donde se depositaron sedimentos lacustres.

El vulcanismo al interior de la caldera se reactivó y comenzó a emitir lavas para formar el complejo de domos riolíticos dentro de la caldera de La Primavera (Demant y Vincent, 1978; Mahood, 1980). Este proceso se mantuvo por ~70 Ka y concluyó con la formación del Domo El Coli hace ~30 Ka (Mahood, 1980).

La emisión de la toba Tala generó grandes cantidades de material pumítico y ceniza de caída aérea que se depositaron en torno a Sierra La Primavera, formando gruesos paquetes sedimentarios (Demant y Vincent, 1978), parte de estos sedimentos yacen sobre gran parte de la planicie de la cuenca de El Ahogado.

Estas características volcánicas en el Sistema Ambiental se pueden observar gráficamente en el Mapa 4-7. Vulcanismo, en donde se observa que fenómenos volcánicos se encuentran asociados a la totalidad de la cuenca.

- Unidades litológicas en la superficie de la cuenca del Sistema Ambiental

La litología en el Sistema Ambiental está constituida por rocas del Mioceno tardío al Pleistoceno ((Demant y Vincent, 1978; Mahood, 1977 y 1980; Ferrari et al., 2000; Urrutia-Fucuguachi et al., 2000; Rossotti et al., 2002; Rosas-Elguera et al., 1997), estas se distribuyen de la siguiente forma (ver mapa 4-8):

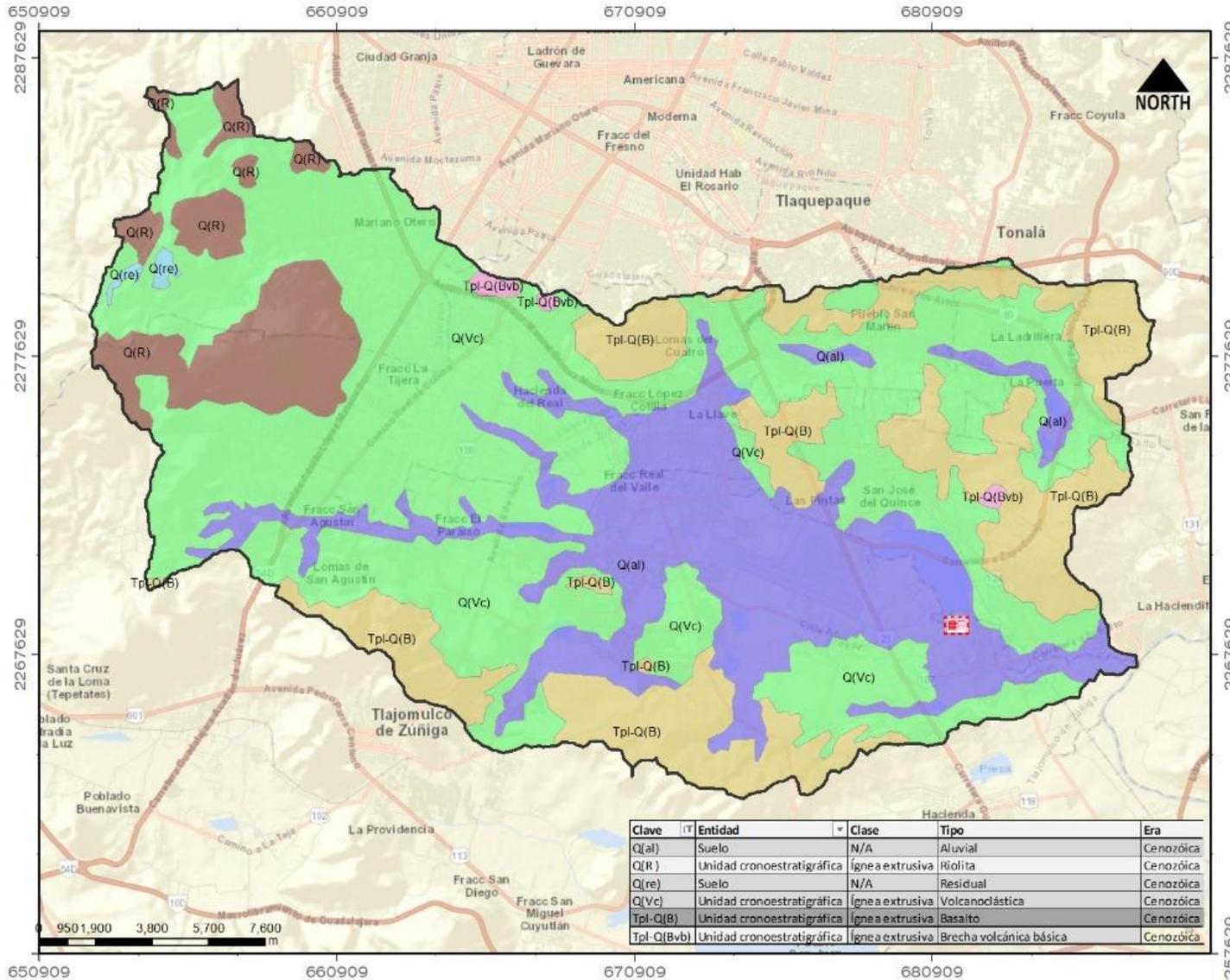
En el sector norte de la cuenca afloran derrames basálticos y conos cineríticos de composición basáltica y andesítica que definen a la Cadena Volcánica del Sur de Guadalajara, estos derrames se produjeron durante el Plioceno-Pleistoceno, previo a la formación del Complejo Volcánico de La Primavera.

El límite sur de la cuenca está sobre una pequeña sierra formada predominantemente por rocas compuestas por lavas andesíticas a basálticas, desarrolladas durante el Pleistoceno.

El sector oeste de la cuenca está formado por un conjunto de domos riolíticos que pertenecen a la Sierra La Primavera y se desarrollaron durante el Pleistoceno tardío. El piedemonte y planicies y de la cuenca de El Ahogado están cubiertos por depósitos volcanoclásticos, mientras que los canales de varios arroyos están cubiertos por depósitos aluviales cuaternarios.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



Clave	IT	Entidad	Clase	Tipo	Era
Q(al)		Suelo	N/A	Aluvial	Cenozoica
Q(R)		Unidad cronoestratigráfica	ígneas extrusiva	Riolita	Cenozoica
Q(re)		Suelo	N/A	Residual	Cenozoica
Q(Vc)		Unidad cronoestratigráfica	ígneas extrusiva	Volcanoclástica	Cenozoica
Tpl-Q(B)		Unidad cronoestratigráfica	ígneas extrusiva	Basalto	Cenozoica
Tpl-Q(Bvb)		Unidad cronoestratigráfica	ígneas extrusiva	Brecha volcánica básica	Cenozoica

**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Zapopan  
adalajara  
Tonalá  
Tlaquepaque

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

**Geología**

**Simbología**

**Sistema Ambiental**

□ Cuenca del ahogado (51397.31 has)

**PTAR "El Ahogado"**

▣ PTAR "El Ahogado"

**Clave geológica**

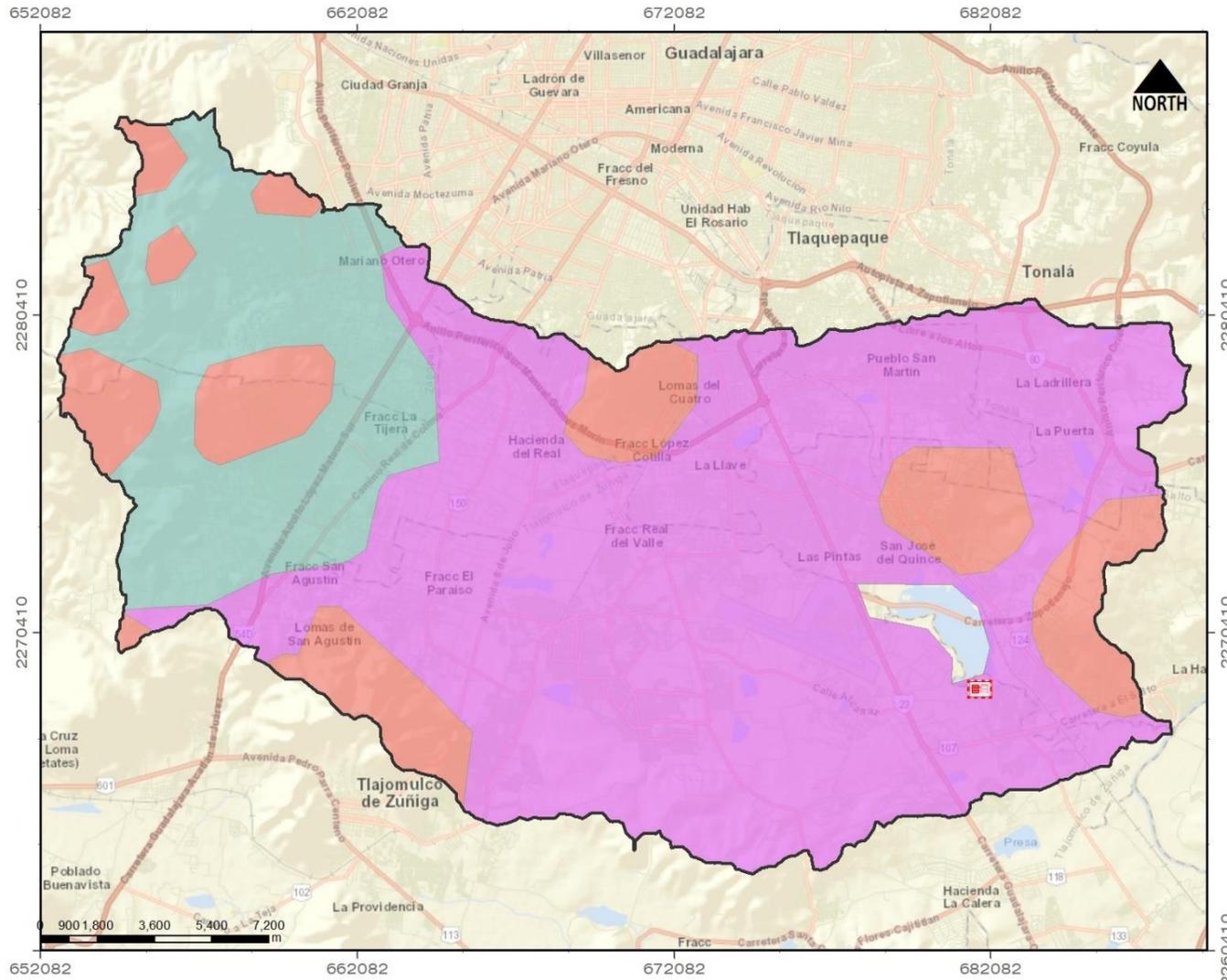
- Q(R)
- Q(Vc)
- Q(al)
- Q(re)
- Tpl-Q(B)
- Tpl-Q(Bvb)

Escala de visualización: 1:149,610  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI.  
 Carta geológica F13-12 1:250,000  
 INEGI 1988

**SAP**  
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

**Vulcanismo**

**Simbología**

**Sistema Ambiental**

- Cuenca del ahogado (51397.31 has)
- PTAR "El Ahogado"**
- PTAR "El Ahogado"

**Tipo de vulcanismo**

- Aparato volcanico sin/act hist reportada
- Region volcanica
- Volcan grande

Escala de visualización: 1:140,000  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI,  
 Vulcanismo 1:250,000  
 SGM 2010

**SAP**  
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

### c) Geomorfología

La cuenca de El Ahogado tiene una superficie de ~540 km<sup>2</sup> , está compuesta por un sistema de subcuencas con características morfológicas muy distintas entre sí. Las subcuencas provenientes de la vertiente de Sierra La Primavera y la zona suroeste son de las más extensas y presentan el relieve más alto de la cuenca. Son subcuencas muy elongadas por donde fluyen importantes corrientes durante la temporada de lluvias. Todas estas corrientes confluyen hacia la parte central de la cuenca. Esto se puede apreciar de manera gráfica en el Mapa de Modelo Digital de elevación (Ver Mapa 4-12)

#### - Pendiente del terreno

Dentro de la cuenca que delimita al Sistema Ambiental, se exhibe una morfología suavizada que predomina sobre la amplia planicie central. Las estructuras volcánicas de la Sierra La Primavera y la Cadena Volcánica del Sur de Guadalajara que rodean la planicie, tienen laderas donde la inclinación de la pendiente varía de 15° a 30° (ver mapa 4-9).

#### - Disecciones verticales

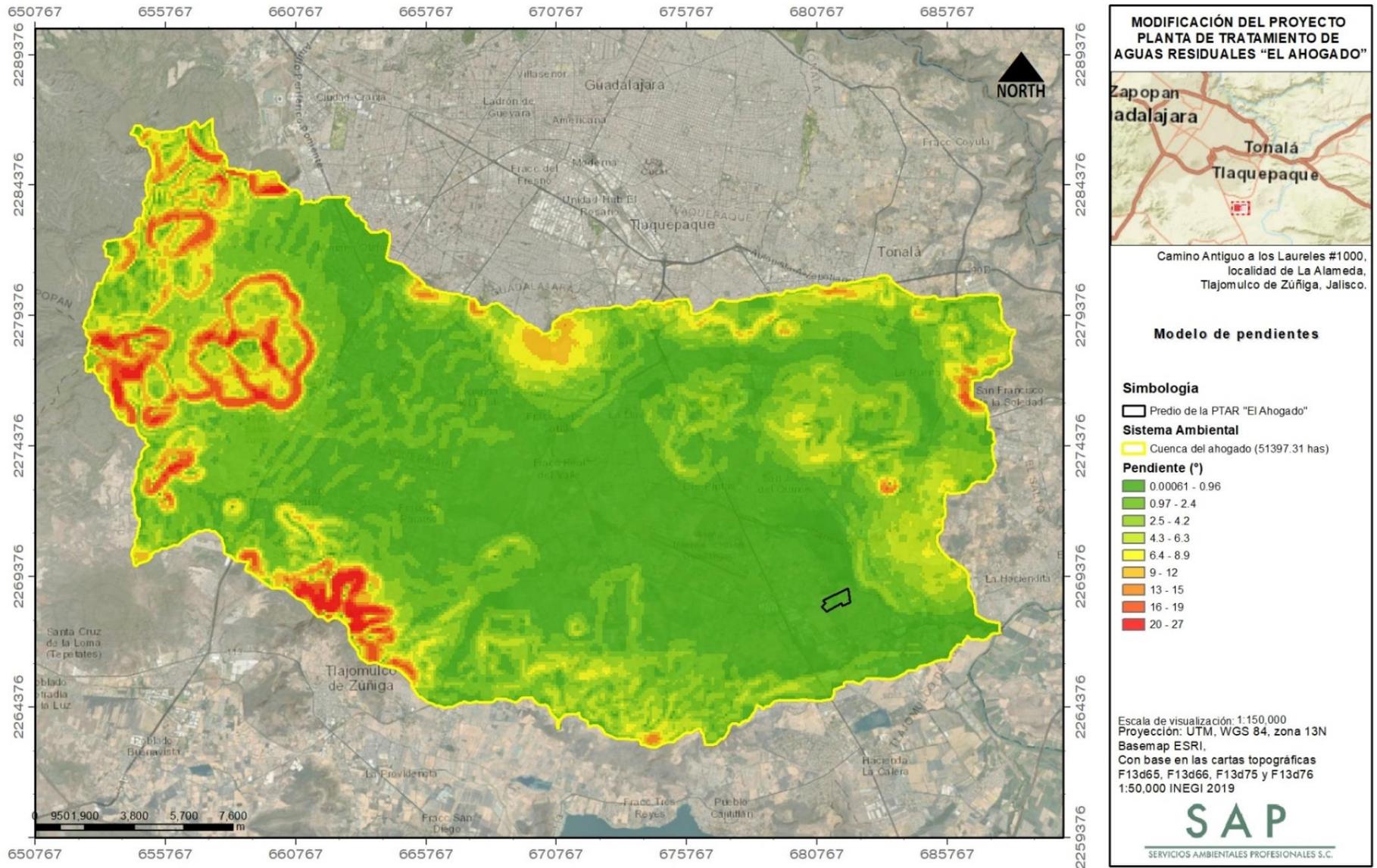
Gran parte de la cuenca de El Ahogado presenta un relieve somero que se extiende en la parte baja y media de la cuenca, sobre el amplio Valle de Toluquilla y entorno a los cuerpos de agua de la Presa La Rusia, El Ocotillo, Las Pintas y El Ahogado, entre otros.

La cuenca se encuentra en un avanzado estado de disección, de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). La disección vertical es un parámetro morfométrico que representa la amplitud del relieve (altura relativa) por unidad de área y se expresa en m/km<sup>2</sup>. Sirve principalmente para definir algunos tipos de relieve (montañas, lomeríos, planicies acolinadas, planicies onduladas y planicies subhorizontales), y nos ofrece información sobre la energía del relieve.

El Sistema Ambiental presenta distintos tipos de relieve (ver mapa 4-9), que van de Llanura ondulada medianamente diseccionada (5-10) donde se encuentra la totalidad del predio del proyecto, hasta montañas débilmente diseccionadas (100-250).

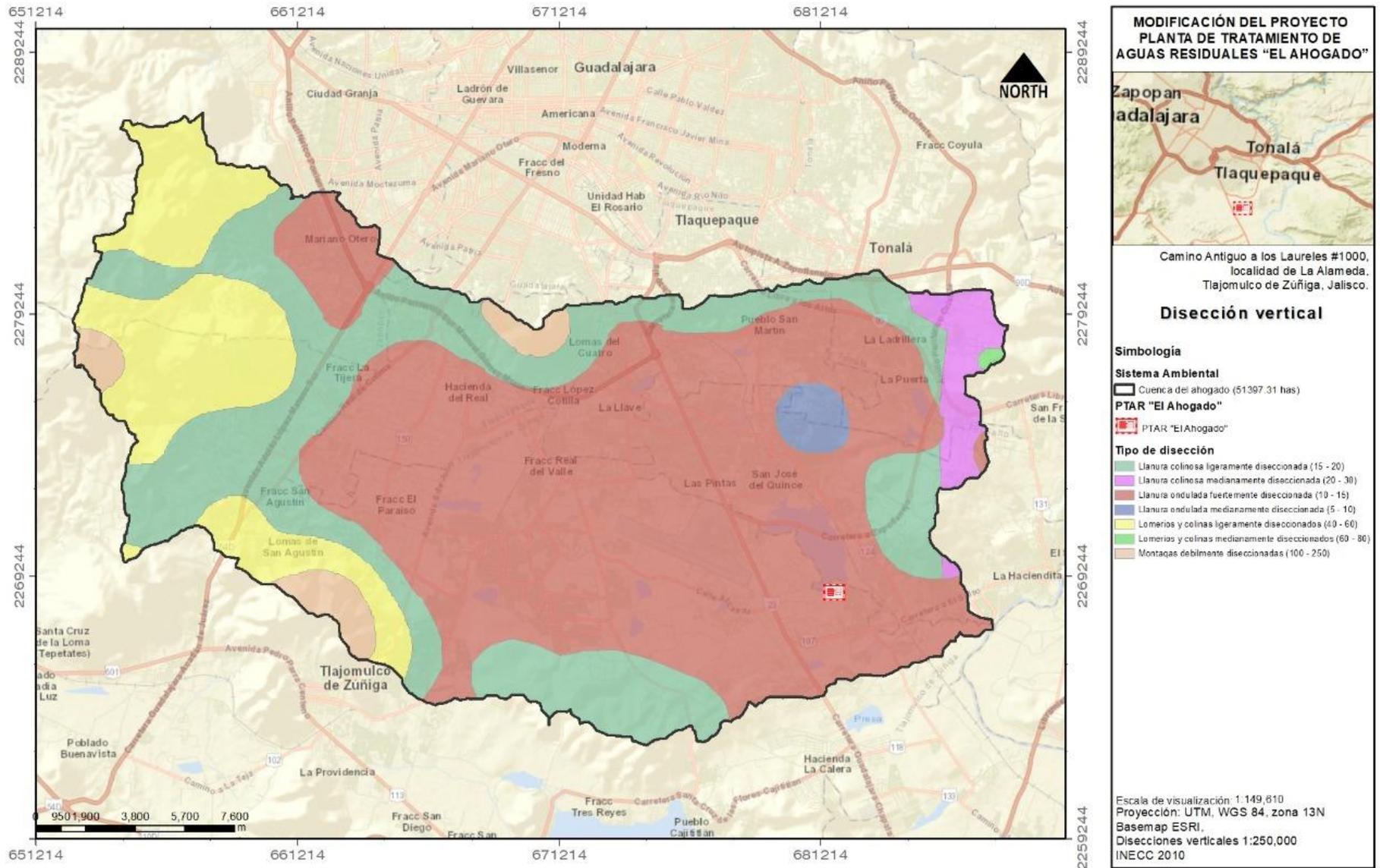
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



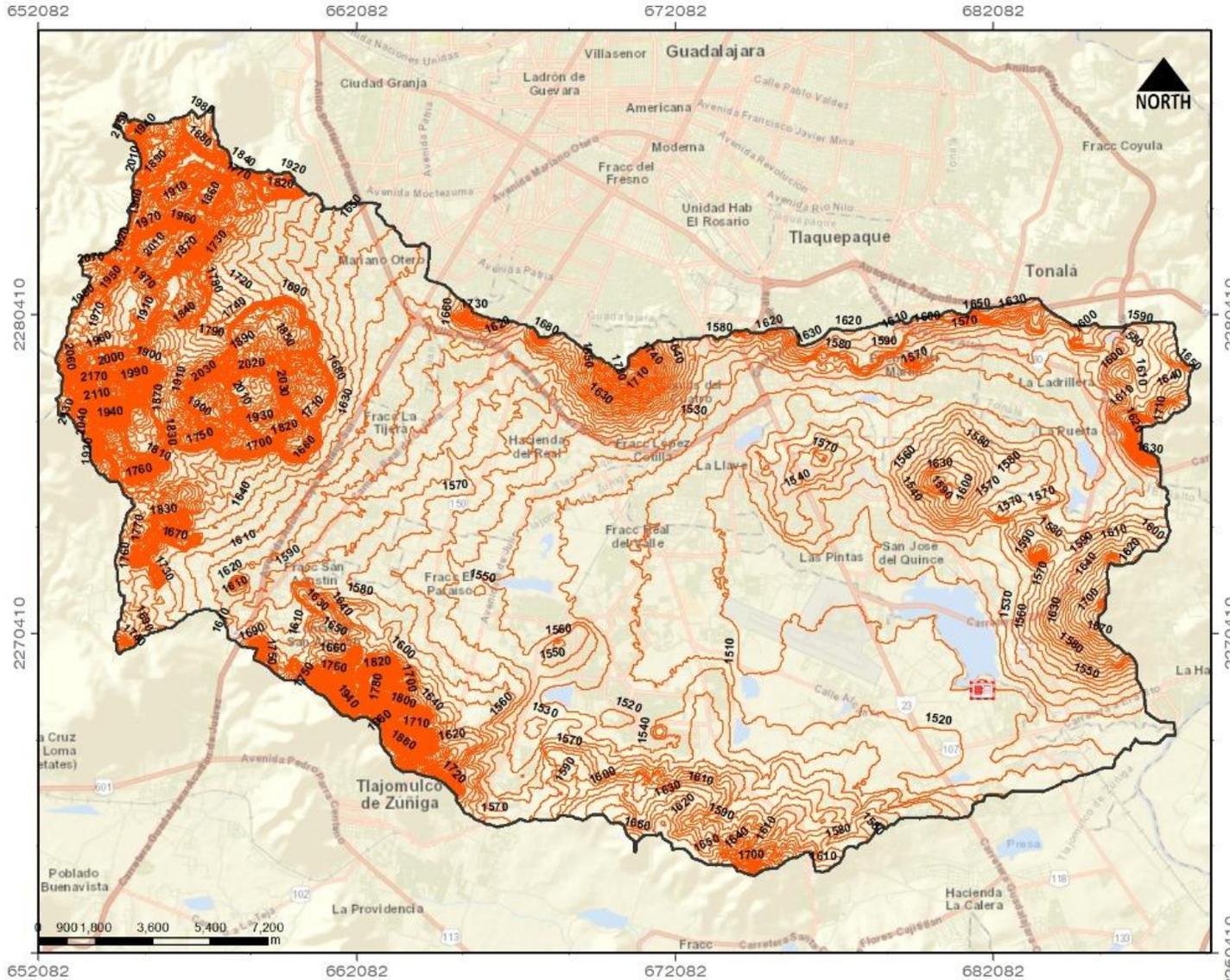
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Zapopan  
Guadalajara  
Tonalá  
Tlaquepaque

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlaxiaco de Zúñiga, Jalisco.

**Topografía**

**Simbología**

**Sistema Ambiental**

- Cuenca del ahogado (51397.31 has)
- PTAR "El Ahogado"

**Curvas de nivel**

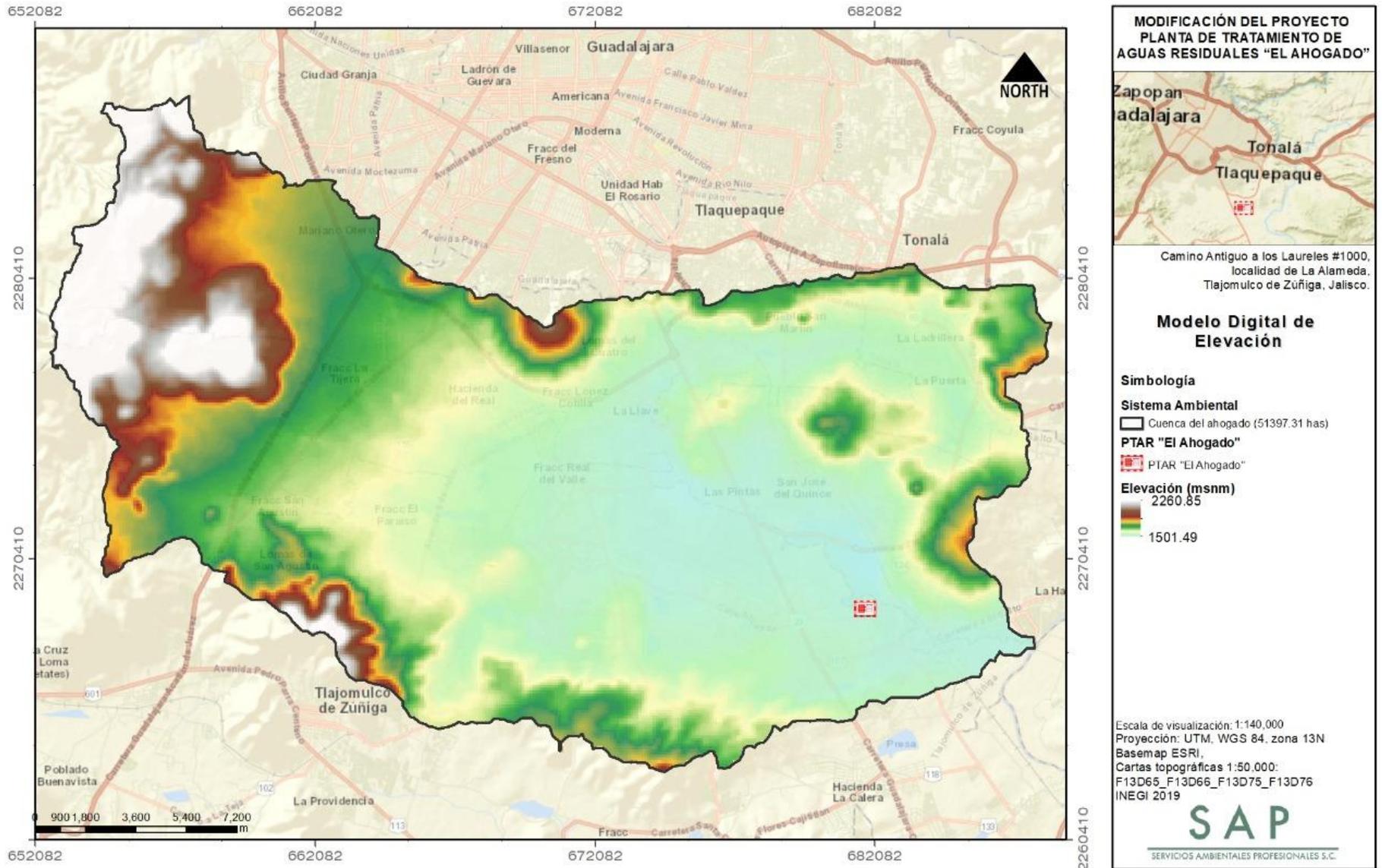
- Curvas de nivel

Escala de visualización: 1:140,000  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI,  
 Cartas topográficas 1:50,000:  
 F13D65\_F13D66\_F13D75\_F13D76  
 INEGI 2019

**SAP**  
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



- Fenómenos geológicos

Con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (software ArcGis versión 10), la información proporcionada por el Sistema de Información Territorial Estatal en Línea (SITEL) del Estado de Jalisco, información del IMEPLAN y la cartografía temática del INEGI; se realizó un análisis para determinar las zonas de riesgo geológicos cercanas al sitio del proyecto.

1. Deslizamientos

El fenómeno de deslizamiento se encuentra vinculado a la forma de relieve alterada y/o modificada por el hombre. De acuerdo al análisis realizado, se pudo constatar que en 500 m. a la redonda del predio no se aprecian fallas geológicas; dentro del Sistema Ambiental, se tiene información de fracturas en el poniente sobre la zona del bosque de La Primavera.

En los alrededores del predio del proyecto no se detectaron elevaciones importantes que representen riesgos de corrimientos. No se detectaron zonas con riesgo de deslizamiento cercanos al sitio del proyecto; por lo que no se asumen riesgos de este tipo de fenómenos.

De acuerdo con los resultados del SIG y datos obtenidos del Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco y del INEGI, la zona donde se construirá el proyecto no es susceptible a deslizamientos.

2. Agrietamientos y Hundimientos

El hundimiento regional se manifiesta por el descenso de la superficie de una extensión determinada del terreno natural. Este problema se encuentra asociado con la extracción de agua subterránea. Por su parte, el agrietamiento de la superficie del terreno es la manifestación de una serie de desplazamientos verticales y horizontales del subsuelo en un área amplia, que resultan del problema de hundimiento regional, por la extracción excesiva mediante bombeo profundo del agua subterránea, normalmente con fines de abastecimiento para uso agrícola, urbano o industrial.

El predio donde se pretende construir el proyecto se encuentra en una zona de hundimientos regionales, la cual abarca gran parte de la ZMG. Con base en la información del Inventario de Peligros Metropolitanas, conformada por datos históricos de peligro y amenaza, del IMEPLAN. El fenómeno asociado a estos hundimientos son los suelos expansivos, estos se encuentran presentes en la zona de estudio.

Se tiene el registro de hundimientos históricos principalmente en el centro y poniente de la Cuenca "El Ahogado".

Un escarpe se caracteriza por ser una vertiente de roca que corta el terreno abruptamente. La pendiente es mayor a 45°, aunque sea solamente una parte de la vertiente. Estos se forman principalmente por el tipo de roca que conforma el suelo y por la erosión natural del viento y agua.

En el plano "Riesgos por hundimiento" presentada más adelante se observan las características del Sistema Ambiental y sus alrededores.

### 3. Movimientos de masas

Los movimientos de masas (llamados aludes de roca y lodo) son los eventos más peligrosos, tanto por la recurrencia y magnitud, como por su velocidad. Se generan en laderas montañosas y se depositan en las partes medias y bajas (canal y piedemonte). En este rubro se encuentran una gran variedad de procesos geológico-geomorfológicos, teniendo el agua y la gravedad como los agentes más importantes. Se han identificado los siguientes procesos:

- Desprendimiento y caída.
- Flujos.
- Erosión en cárcava (lateral, fondo y sedimentación).

El terreno se encuentra en una zona totalmente urbanizada que presenta una topografía casi plana, sin la presencia de lomeríos o elevaciones importantes en las cercanías, por lo que se ve reducido el riesgo por fenómenos de movimientos de masas (flujos o aludes). De igual manera, la ausencia de fallas o fracturas en las cercanías, hace menos susceptibles este tipo de fenómenos.

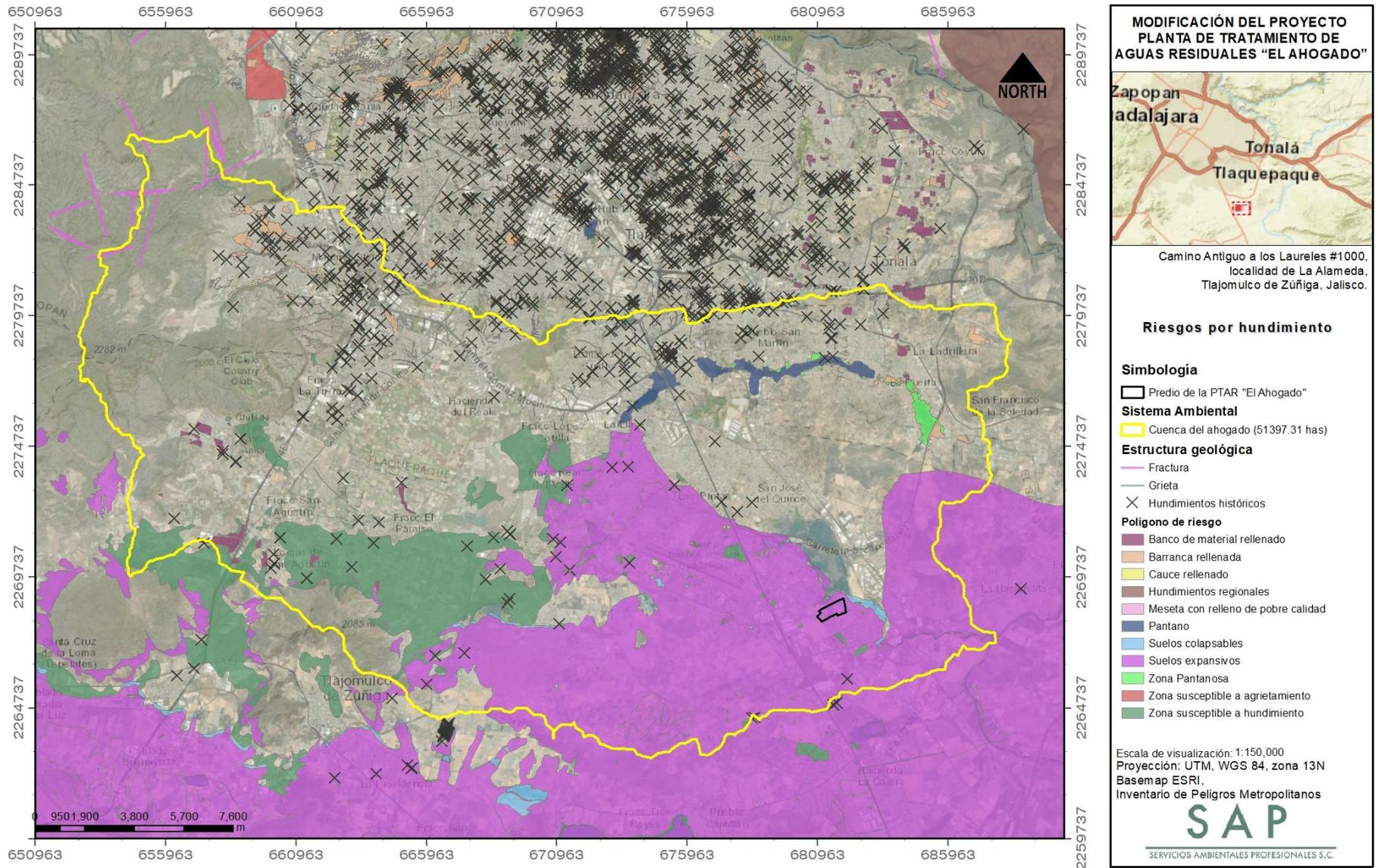
De acuerdo al análisis de riesgo y vulnerabilidad realizado con ayuda del Inventario Metropolitano de Riesgo del IMEPLAN, se tiene el registro de un derrumbe por inestabilidad de laderas al oriente en las afueras del proyecto del predio del proyecto.

Sobre la totalidad del Sistema Ambiental la inestabilidad de laderas se encuentra asociada únicamente a la pendiente del poniente de la Cueva, que corresponde a las elevaciones del bosque de La Primavera y el cerro de Totoltepec.

En la página siguiente se presentan planos con los riesgos tanto por hundimiento como por inestabilidad de laderas dentro del Sistema Ambiental del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

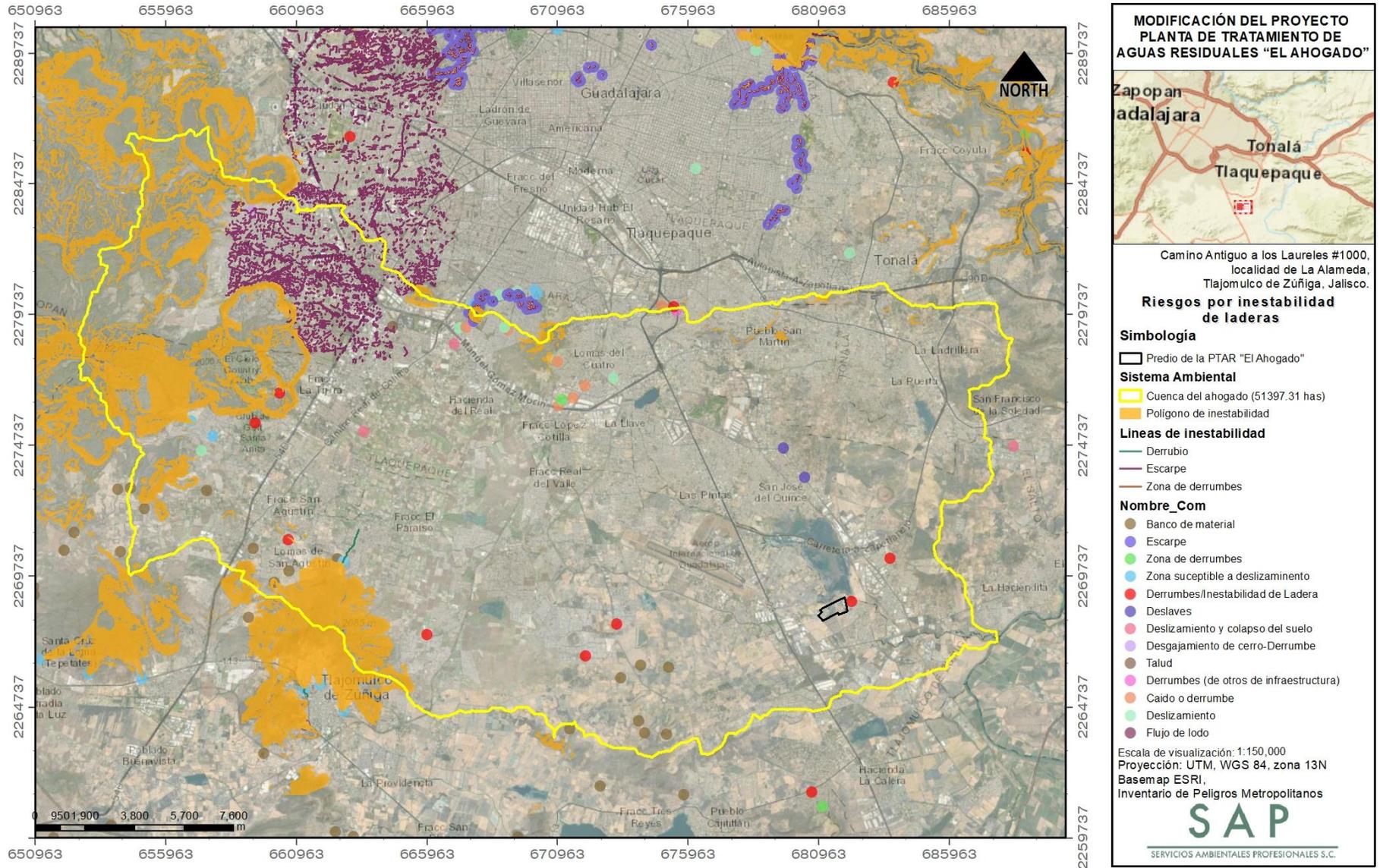


SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

www.sapconsultores.com.mx

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



#### 4. Vulcanismo

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de una región volcánica sin actividad histórica reportada.

Sin embargo. La Sierra La Primavera es un ejemplo de los acontecimientos volcánicos causados por la compresión del centro de México y el movimiento del occidente de México hacia el norte, a lo largo de un sistema de fallas que se extienden desde el Golfo de California. Aunque la actividad volcánica se ha trasladado de Guadalajara a otras partes de la región del Eje Neovolcánico, el centro de México sigue activo sísmicamente y volcánicamente.

La Primavera, es parte del Eje Neovolcánico de México, al igual que el volcán de Tequila y el volcán de Colima, así como los volcanes activos Iztaccíhuatl y Popocatepetl ubicados cerca de la ciudad de México.



Figura 4- 7. Actividad volcánica del Eje Neovolcánico.

El área de la Sierra La Primavera, estructuralmente constituye una Caldera Volcánica de Colapso en la cual se han desarrollado numerosas estructuras dómicas de composición riolítica; se encuentra tectónicamente, en la intersección de dos principales lineamientos estructurales, el de la Sierra Madre Occidental, con fracturas antiguas de rumbo NW-SE y NE-SW, y del Eje Neovolcánico, con fracturamiento en dirección NW-SE, N-S y E-W, que originó una zona de debilidad en el subsuelo con entrapamiento del magma, provocando las estructuras dómicas que generaron fracturas semicirculares y cuya reactivación, en el caso del área de la Caldera de La Primavera, tiene íntima relación con las manifestaciones termales en forma de fumarolas, como se observa en Cerritos Colorados y El Najahuate.

Se ha especulado acerca del riesgo que representa el área de la Caldera de La Primavera, en cuanto al impacto vulcanológico que pudiera presentarse hoy en día. Al respecto se han elaborado varios trabajos en los que se indica que posiblemente exista riesgo volcánico, pero estos carecen de pruebas y argumentos de campo que confirmen tales aseveraciones. Uno de los trabajos más aceptados y con credibilidad es el que elaboraron los doctores en geología Alain Demant y Pierre M. Vincent (1978), referente a la Sierra de La Primavera; la reconstrucción de la historia volcánica de la caldera que ellos presentan elimina casi por completo la probabilidad de una erupción volcánica importante, habiendo ocurrido la última hace 30,000 años. Aun cuando se llevase a cabo otra erupción volcánica, correspondería a la formación de otro domo riolítico que ocasionaría únicamente caídas aéreas de pómez alrededor de la estructura volcánica.

La etapa más peligrosa del desarrollo de una caldera es la emisión de grandes volúmenes de ceniza, lo que ocurrió en La Primavera hace más de 120,000 años y no se conocen ejemplos en donde esta fase se produjese en dos ocasiones; dicho lo anterior puede considerarse la zona de la Caldera de La Primavera como de bajo riesgo volcánico presente. Cabe mencionar que las calderas, como tipos de volcanes, son mucho más peligrosas que estratovolcanes, como lo son los volcanes de Colima y el Ceboruco. Las calderas explotan de manera violenta con muy poco aviso. Los avisos muchas veces son sutiles, pero sin el equipo para medir y vigilar las actividades geológicas en el interior de la caldera, el municipio de Zapopan está expuesta a un peligro innecesario. Como conclusión y para determinar las zonas de riesgo en México por vulcanismo, algunos vulcanólogos se fundamentan en tres aspectos: Probabilidad, vulnerabilidad y valor de la zona.

1. La probabilidad de erupción.
2. La vulnerabilidad, es la sensibilidad que tiene el área amenazada por una actividad eruptiva.
3. El valor de la zona, es decir, las pérdidas humanas y económicas que podría haber.

La probabilidad de fenómenos volcánicos que se presentan en México genera una gran cantidad de zonas de riesgo, que se definen por la presencia o ausencia de asentamientos humanos.

El suelo natural de la región ha sido fuertemente modificado por acción de la urbanización. De acuerdo con la carta edafológica F13-12 INEGI 2007. Los suelos dominantes dentro de la superficie del Sistema Ambiental son Regosol, Feozem, Planosol y Vertisol. En orden de extensión sobre la superficie del área de estudio, se presentan los siguientes:

*Por ejemplo, para un volcán muy activo en el desierto, su probabilidad de erupción es alta, su vulnerabilidad es baja y el valor de la zona es nulo. Otro caso es el de un volcán de baja actividad en una zona muy poblada; aquí la probabilidad es baja, la vulnerabilidad será muy alta y el valor aún más elevado. Mientras que, para un volcán muy activo en una zona muy poblada, la probabilidad, la vulnerabilidad y el valor, todos ellos, serán elevados.*

De acuerdo a lo anterior, las regiones de mayor riesgo en la República Mexicana, en cuanto a la presencia de actividad volcánica, son las siguientes:

1. La zona del volcán de Colima, la cual presenta mayor probabilidad de erupción.
2. La zona de sierras que rodea al Distrito Federal, por la gran concentración de población y construcciones.
3. La Caldera de la Primavera, donde se asienta el Municipio de Zapopan.
4. La zona del volcán Popocatepetl.

Vivir en la orilla de una caldera semiactiva, sin importar que tan bajo nivel aparentemente sea su actividad, requiere de conocimiento sobre el carácter de este tipo de volcanismo. La menor muestra de actividad renovada o incrementada dentro de la caldera o cerca de ella debería tomarse con la mayor seriedad e importancia. Hay signos de advertencia que podrían permitir que se tomaran las precauciones adecuadas, incluyendo los siguientes:

1. Un incremento en la actividad de los respiraderos;
2. Erupciones de lava o de tefra (sin importar lo pequeño que sean);
3. Temblores, aunque sean menores, dentro o cerca de la caldera.

Si la caldera sufre un evento piroclástico, los resultados podrían ser catastróficos para la Zona Metropolitana de Guadalajara y la Región Valles y por lo tanto para la totalidad del Sistema Ambiental del proyecto.

## 5. Sismicidad

La subducción de las placas Cocos y Rivera bajo la Placa Norteamericana desde el plioceno es responsable de la formación del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), un arco volcánico continental que cruza la parte central de México a lo largo de aproximadamente 1000 km desde el Golfo de California hasta el Golfo de México y que contiene al menos 11 grandes centros volcánicos que han sido activos desde hace unos 20,000 años.

El estado de Jalisco se encuentra afectado por la movilidad de dos placas tectónicas: la de Cocos y Rivera. La generación de los temblores más importantes en el estado se debe, básicamente, al movimiento entre placas, a lo largo de la porción costera de Jalisco hasta Chiapas, las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la norteamericana, ocasionando el fenómeno de subducción.

Por otra parte, la sismicidad está clasificada en regiones según su actividad y fuente sísmica. Trabajos de peligrosidad sísmica realizados por Zúñiga (1997) y la Comisión Federal de Electricidad proporcionan un estudio sistemático de la peligrosidad para todo el territorio nacional. Después de una recopilación exhaustiva de todos los datos sísmicos tanto históricos como instrumentales, de formar un catálogo con sus periodos de completitud, se realizó un mapa de peligrosidad sísmica para México.

Así, el territorio de la República Mexicana se divide en zonas sísmicas, donde la zona A corresponde a la de menor riesgo sísmico y la zona D a la de mayor riesgo. En la zona A no se esperan aceleraciones de suelo que superen el 10% de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C son

zonas con actividad sísmica intermedia donde no se esperan aceleraciones mayores de un 70% de la gravedad. La zona D, es donde se han reportado grandes terremotos históricos, su ocurrencia es frecuente y la aceleración del suelo por esta causa puede superar el 70% de la gravedad.

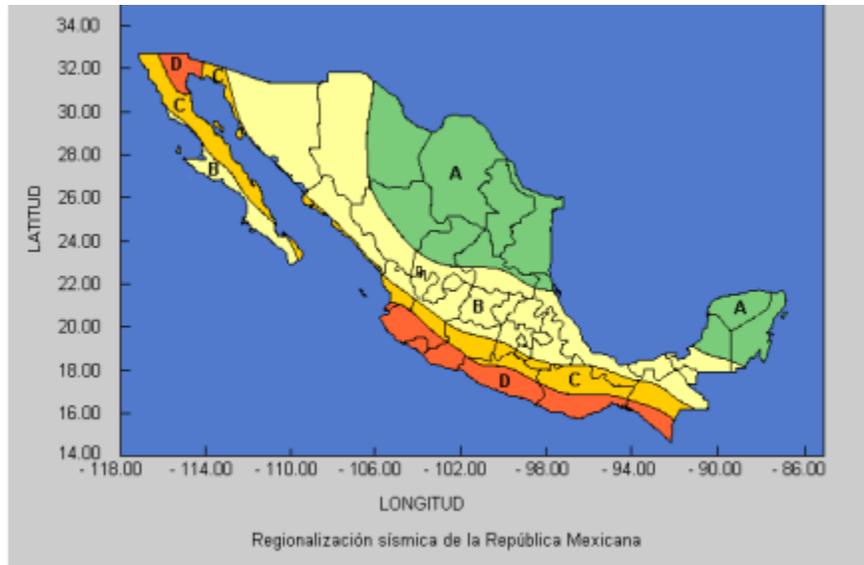


Figura 4- 8. Regionalización de la sismicidad de la República Mexicana.

Por lo anterior, la ciudad de Guadalajara se localiza en la zona de riesgo sísmico denominada " B " muy cerca de la zona "C" de acuerdo con la Regionalización sísmo tectónica de la República Mexicana. Esta zona se caracteriza por presentar sismos frecuentes que ocasionalmente pueden llegar a ser de gran magnitud. De acuerdo con las observaciones de Figueroa (1970), en las inmediaciones de la Ciudad de Guadalajara se han detectado 108 sismos en la primera mitad del presente siglo con epicentro a 220 Km. o menos de Guadalajara y con magnitudes de 4 a 7 grados en la escala de Richter. En la mayoría de los sismos detectados el epicentro se determinó a 33 km de profundidad.

Más recientemente, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C., publicó el Catálogo General de Acelerogramas de Sismos Fuertes comprendidos en el período de 1960 a 1997, en el cual se corrobora que al menos 7 eventos importantes han ocurrido en las inmediaciones de la ciudad de Guadalajara, esto sin considerar el macrosismo histórico de 8.2 grados en la escala de Richter que aconteció en las costas de Jalisco el 3 de Junio de 1932, sin precedente en la historia de México, el cual destruyó gran parte de Ciudad Guzmán y por todos los sismólogos es considerado como el más grande y que mayor energía ha liberado.

#### d) Edafología

Los suelos se pueden definir como la parte externa de la corteza terrestre, que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, y sirve de soporte a la vegetación. La formación del suelo comprende una serie de procesos que transforman el material

original (las rocas). En una primera etapa predomina la meteorización, que consiste en la transformación total o parcial de las rocas y sus minerales por la acción de los agentes atmosféricos. A medida que el proceso avanza comienza la edafogénesis, que abarca los procesos que afectan directamente al suelo.

Feozem: Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes; son muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica

Planosol: Con un horizonte superficial órgano-mineral que descansa abruptamente sobre otro de naturaleza Árgica (Bt) muy denso, típico de llanuras y tierras planas que se anegan estacionalmente por agua, constituido preferentemente por depósitos arcillosos aluviales y coluviales. Este tipo de suelo presenta un horizonte eluvial o material franco arenoso o más grueso, siendo su límite con el horizonte subyacente muy marcado, por un cambio textural abrupto, dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo. Se caracterizan por albergar *propiedades del suelo estagnicas* por encima del límite.

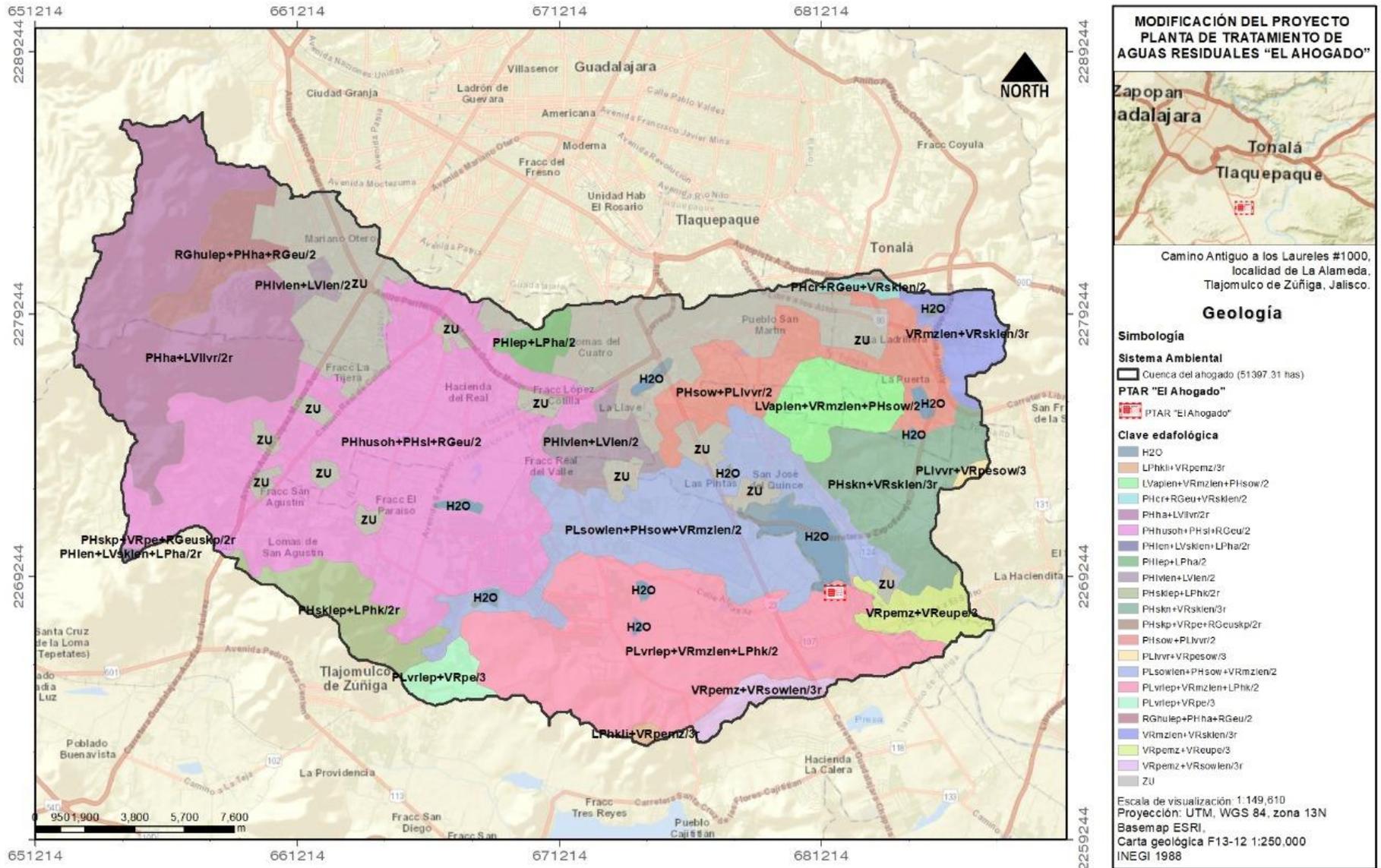
Vertisol: Son suelos que presentan 30% o más de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm, caras de deslizamiento, agregados en forma de cuña y grietas que se abren y se cierran periódicamente. El contenido de arcilla puede ser hasta del 90%, en particular para Vertisoles que se originan de depósitos piroclásticos. Además, éstos tienen cambios pronunciados en el volumen con la variación del contenido de humedad y evidencias de movimiento del suelo en las caras de deslizamiento

Regosol: Los regosoles (del griego reghos, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado de el depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. Suelos altamente erosionables.

Ninguno de estos suelos, por su comportamiento físico y químico estables, representa condicionantes para el desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta un plano escala 1:50,000 con la información anteriormente descrita.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**Estratigrafía específica para el predio del proyecto**

De acuerdo con el Estudio de Mecánica de Suelo específico del predio del proyecto realizado por Gonzalez & Beas con fecha de Enero 2020 (ver copia simple de dicho dictamen en el apartado de anexos) se presenta a continuación la descripción de la estratigrafía en zonas representativas del mismo.

Tabla 4- 7. Estratigrafía representativa de la zona SPT-1

Deposito	Profundidad en metros	Descripción
I	0.00 a 2.00	Limo arenoso con pocas gravas de baja plasticidad de consistencia compacta
II	2.00 a 3.5	Arcilla con algo de arena de alta plasticidad de consistencia compacta. Nivel freático superficial a los 3.50 m.
III	3.5 a 15.00	Se encontró fragmentos de roca y boleos empacados en una matriz de arcilla de media plasticidad.

Tabla 4- 8. Estratigrafía representativa de la zona SPT-2

Deposito	Profundidad en metros	Descripción
I	0.00 a 2.00	Arcilla arena con algo de gravas de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta
II	2.00 a 3.00	Arcilla arena de alta plasticidad de consistencia compacta
III	3.00 a 5.50	Arcilla de alta plasticidad de color oscuro de consistencia semi compacta-compacta.
IV	5.50 a 7.50	Arcilla con algo de arena y grava de alta plasticidad de color oscuro de consistencia compacta. Nivel freático superficial a los 7.00 m.
V	7.50 a 11.50	Arcilla con algo de arena de alta plasticidad de color oscuro de consistencia compacta.
VI	11.50 a 13.00	Arcilla de alta plasticidad de color oscuro de consistencia compacta.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

Tabla 4- 9. Estratigrafía representativa de la zona SPT-3

Deposito	Profundidad en metros	Descripción
I	0.00 a 2.00	Arcilla con arena de alta plasticidad de color café de consistencia semi compacta-compacta.
II	2.00 a 3.5	Arcilla con arenas de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta
III	3.5 a 5.50	Arcilla con algo de arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta
IV	5.50 a 13.00	Arcilla de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta. Nivel freático superficial a los 6.50 m.

Tabla 4- 10. Estratigrafía representativa de la zona SPT-4

Deposito	Profundidad en metros	Descripción
I	0.00 a 4.00	Arcilla con algo de arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta-compacta.
II	4.00 a 6.00	Arcilla con algo de arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta.
III	6.00 a 8.00	Arcilla arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta. Nivel freático superficial a los 7.50 m.

Tabla 4- 11. Estratigrafía representativa de la zona SPT-5

Deposito	Profundidad en metros	Descripción
I	0.00 a 2.00	Arcilla con arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta
II	2.00 a 5.50	Arcilla con arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta-compacta.
III	5.50 a 9.00	Arcilla con algo de arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta-compacta. Nivel freático superficial a los 6.50 m.
IV	9.00 a 12.50	Arcilla con algo de arena con algo de gravas de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR**

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

*Tabla 4- 12. Estratigrafía representativa de la zona SPT-6*

<b>Deposito</b>	<b>Profundidad en metros</b>	<b>Descripción</b>
I	0.00 a 2.50	Limo arenoso arcilloso con pocas gravas de alta plasticidad de color oscuro de consistencia semi compacta- compacta.
II	2.50 a 5.50	Arcilla arena de alta plasticidad de color oscuro de consistencia blanda a media.
III	5.50 a 8.50	Arcilla arena de alta plasticidad de color oscuro de consistencia semi compacta-compacta. Nivel freático superficial a los 7.00 m.
IV	8.50 a 11.50	Arcilla grava arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta

*Tabla 4- 13. Estratigrafía representativa de la zona SPT-14*

<b>Deposito</b>	<b>Profundidad en metros</b>	<b>Descripción</b>
I	0.00 a 1.00	Relleno arcilla con arena y gravas de media plasticidad de consistencia compacta
II	1.00 a 4.50	Arcilla con arena con algo de gravas de color oscuro de alta plasticidad de consistencia compacta.
III	4.50 a 6.00	Arena Arcillosa de alta plasticidad de color oscuro de compacidad semi compacta. Nivel freático superficial a los 4.60 m.
IV	6.00 a 11.00	Arcilla con arena color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta-compacta
V	1.00 a 15.00	Arcilla con arena de color oscuro de alta plasticidad de consistencia semi compacta-compacta.

Localización del nivel freático en el predio del proyecto

- SPT 1 a 3.50 m de profundidad
- SPT 2 a 7.00 m de profundidad
- SPT 3 a 6.50 m de profundidad
- SPT 4 a 7.50 m de profundidad
- SPT 5 a 6.50 m de profundidad
- SPT 6 a 7.00 m de profundidad
- SPT 7 a 6.60 m de profundidad
- SPT 8 a 7.35 m de profundidad
- SPT 9 a 7.00 m de profundidad

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

- SPT 10 a 6.00 m de profundidad
- SPT 11 a 6.80 m de profundidad
- SPT 12 a 6.60 m de profundidad
- SPT 13 a 6.50 m de profundidad
- SPT 14 a 4.60 m de profundidad

Se observa que el nivel del agua superficial en el subsuelo durante la exploración se encontró en una profundidad entre 4.60 m a 7.50 m probablemente debido al nivel del brocal del sondeo o que la recuperación del agua sea un poca tardía en algunos sondeos por el tipo de material, además se deberá de considerar que en el temporal de lluvia el nivel del agua sea menor.

### Ubicación de sondeos

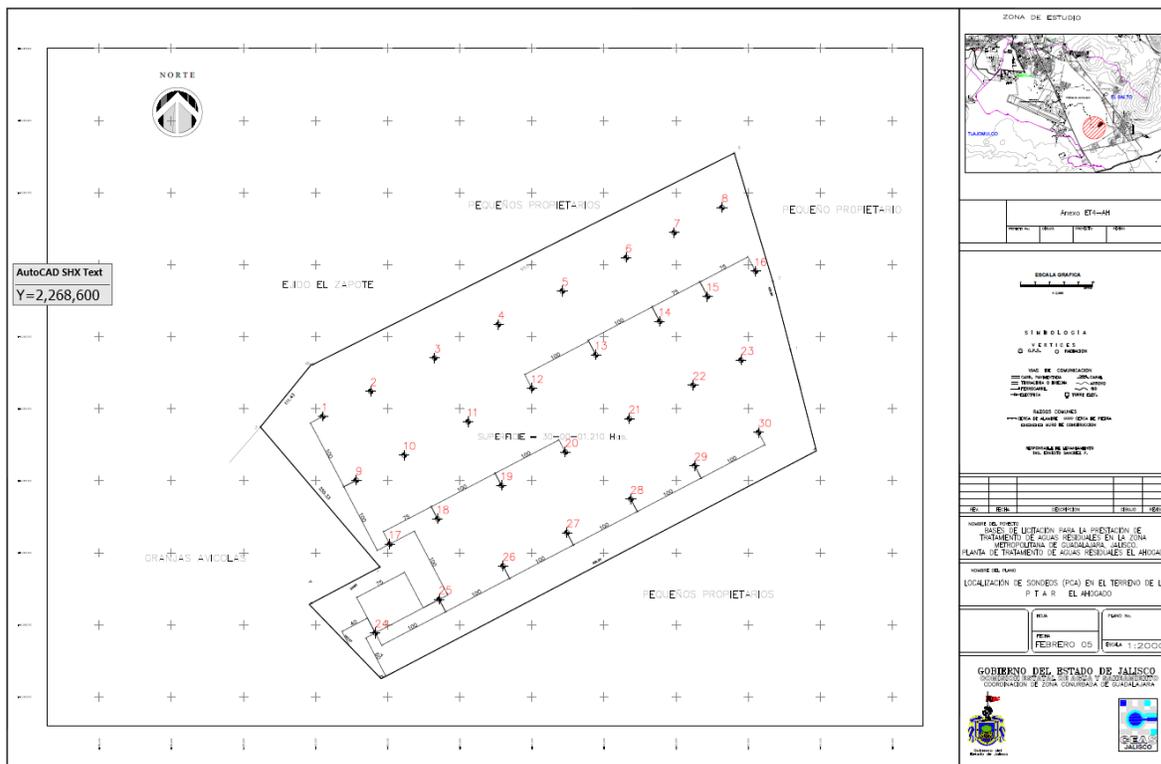


Figura 4- 9. Ubicación de sondeos realizados en el sitio del proyecto.

e) Hidrología

Hidrología superficial

El Sistema Ambiental, delimitado por la cuenca de El Ahogado pertenece al sistema de cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago; en la subregión Alto Santiago. Esta región es la más importante a nivel estatal ya que alberga al 70% de su población al ocupar prácticamente la mitad del territorio. Los principales cuerpos de agua son: río Lerma, río Grande de Santiago, río Verde, río Juchipila, río Bolaños, río Huaynamota y el Lago de Chapala. Dentro de la subregión Alto Santiago, se encuentra las presas: Calderón, la segunda fuente superficial de abastecimiento la ZMG aportando 17.26%; Santa Rosa y el lago de Cajititlán. El agua se destina a los usos potable, agrícola y en menor escala al doméstico y pecuario.

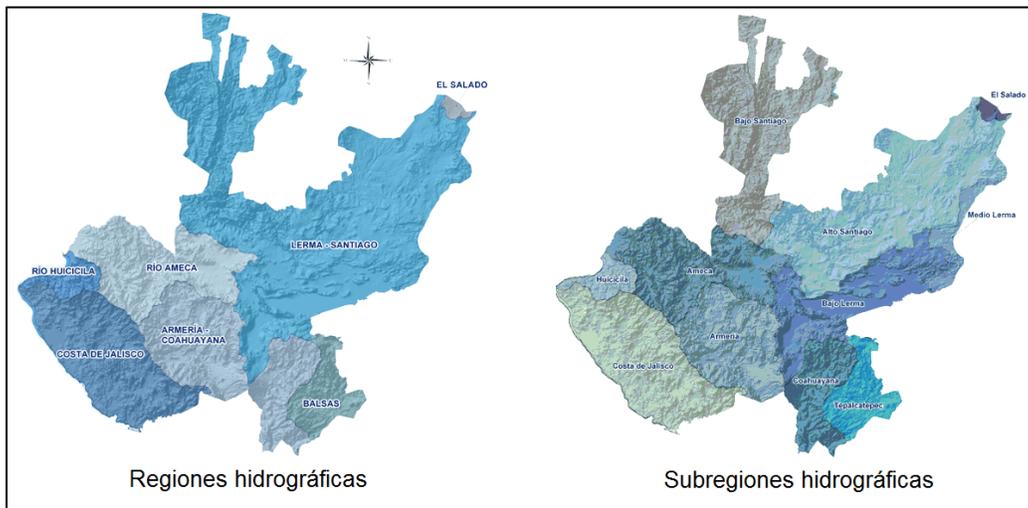


Figura 4- 10. Regiones y subregiones hidrográficas del Estado de Jalisco. (CEA Jalisco, 2004)

En Jalisco existen 20 cuencas hidrológicas, estas divididas a su vez en microcuencas, de manera más específica el proyecto se localiza dentro de la microcuenca Guadalajara, con clave 12-047-11-002; cuenta con una superficie de 14606.14 h y va desde la cota 1720 msnm al 1540 msnm.

Esta cuenca drena una superficie aproximada de 9,641.00 km<sup>2</sup>. La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del Río Grande Santiago; además ocupa toda la parte central del estado.

La hidrología del predio del proyecto y de la zona cercana a este, se analizó con base en la información geográfica de la red hidrográfica escala 1:50,000 edición 2. En la misma el predio del proyecto recae sobre la Subcuenca R. Corona-R.Verde, Cuenca R. Santiago-Guadalajara, Región hidrográfica Lerma-Santiago. Abreviada RH12Eb.

La Cuenca está comunicada con el río Grande de Santiago mediante la rectificación del arroyo El Ahogado. El origen de esta corriente tiene lugar en el sitio conocido como Cerro del Cuatro, ubicado

a unos 7 km al sur del centro de la ciudad de Guadalajara, desciende de una altura de 1,600 msnm, sus aguas cruzan por el periférico, aguas abajo recibe los excedentes de la presa Las Pintas y de los vasos que se ubican en el valle de Toluquilla, continúa su curso hacia el sureste, cruza por la parte norte del Aeropuerto Internacional de Guadalajara, para posteriormente cruzar la carretera Federal No. 44 (tramo Guadalajara-Chapala); aguas abajo descarga a la presa de almacenamiento El Ahogado y a la de ella el arroyo escurre por campos dedicados a la agricultura y finalmente descarga sus aguas durante la época de lluvias al Río Grande de Santiago en un punto que se localiza a unos 4 km río arriba del poblado El Salto. La longitud del arroyo El Ahogado desde su origen hasta la descarga es de 22 km.

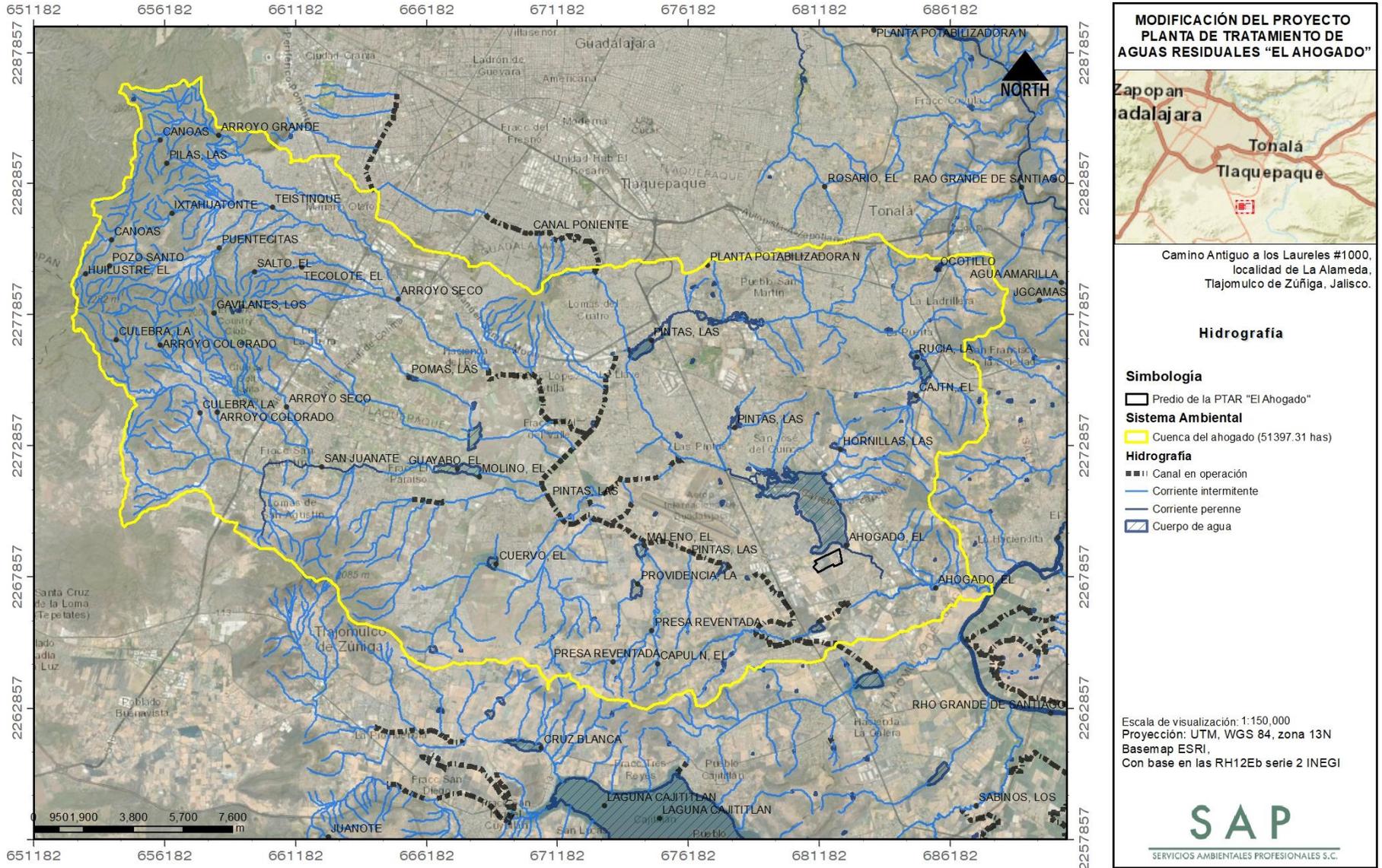
Durante la época de lluvias se forman una infinidad de escurrimientos de sección reducida y corta longitud que son captados por pequeños bordos y por los tajos Las Pomas, El Guayabo, El Molino, El Mulato, El Cuervo, El Cuatro, San José y Magdalena. Los sistemas de drenaje de la mayoría de las subcuencas convergen en la parte central de la cuenca de El Ahogado justo donde se encuentra la presa con el mismo nombre.

El embalse superficial más importante de esta cuenca es la presa El Ahogado, la cual tiene capacidad para almacenar 6.0 hm<sup>3</sup> en un área de 750 hectáreas; su longitud es de 5 km y ancho de 1.5 km, con una altura máxima de 6 m. El agua, a pesar de estar contaminada por las descargas residuales del sector sur de la ciudad de Guadalajara y diversas industrias asentadas en el perímetro del vaso, es destinada localmente para riego de pastizales en el centro de la cuenca.

En el extremo oriente de la cuenca, entre Rancho Nuevo y El Salto, aparece la corriente más importante: el Río Grande de Santiago; de los 21.5 km de desarrollo, 9.5 km son en planicie y 12 km a lo largo de un profundo cañón.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



Hidrología subterránea

El acuífero Toluquilla, definido con la clave 1402 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción centro del estado de Jalisco, entre las coordenadas 20° 28' y 20° 42' de latitud norte y entre los meridianos 103° 07' y 103° 34' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 632 km<sup>2</sup>.

En cuanto a aguas subterráneas, la zona de estudio se encuentra ubicada en el acuífero de Toluquilla 1402, de acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en el DOF el 20 de abril de 2015, y que corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio del 2014. El acuífero cuenta con un déficit de -72.31 millones de metros cúbicos anuales. Se encuentra sobre explotado.

CDLVIII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE JALISCO							
1402	TOLUQUILLA	49.1	2.4	119.018105	59.8	0.000000	-72.318105

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Tabla 4- 14. Disponibilidad del acuífero TOLUQUILLA. Fuente Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De acuerdo con el "Proyecto de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. Sub-Proyecto de Aguas Subterráneas" realizado por CONAGUA, el sistema acuífero se localiza en la región centro del Estado y corresponde a un relleno granular formado por arena pumítica, así como rocas volcánicas fracturadas, existiendo en la parte superior un acuífero libre y semiconfinado en ciertas zonas; le subyace un acuífero en fracturas. La recarga es por infiltración de agua de lluvia proveniente del valle, así como de la sierra de La Primavera. La descarga natural se da en algunos manantiales del valle como "El Toluquilla" y el pequeño sistema de manantiales en "La Concha" y "San Sebastián", y finalmente por la margen izquierda de su colector natural, el Río Santiago.

El espesor del acuífero somero es variable, del orden de 6 a 180 m; mientras que el espesor del acuífero profundo conocido a la fecha es de 30 a 400 m.

Los niveles estáticos se encuentran a una profundidad entre 4 y 52 m y han descendido en los últimos 15 años de 4 a 45 m, correspondiendo una evolución anual promedio en el rango de -0.27 a -3 m. Se localizan varios conos de abatimiento, principalmente donde se localizan altas concentraciones de pozos para uso agrícola y público urbano.

Con respecto a la calidad del agua, el acuífero granular somero tiene agua bicarbonatada sódica-cálcica de buena calidad físico-química con una temperatura que varía entre 17.5° y 28.4°C, lo que permite clasificarla como agua tibia o moderadamente tibia; en este caso se clasifica como agua dulce, ya que los valores de sólidos totales no rebasan los 1,000 mg/l. Cabe señalar que el acuífero

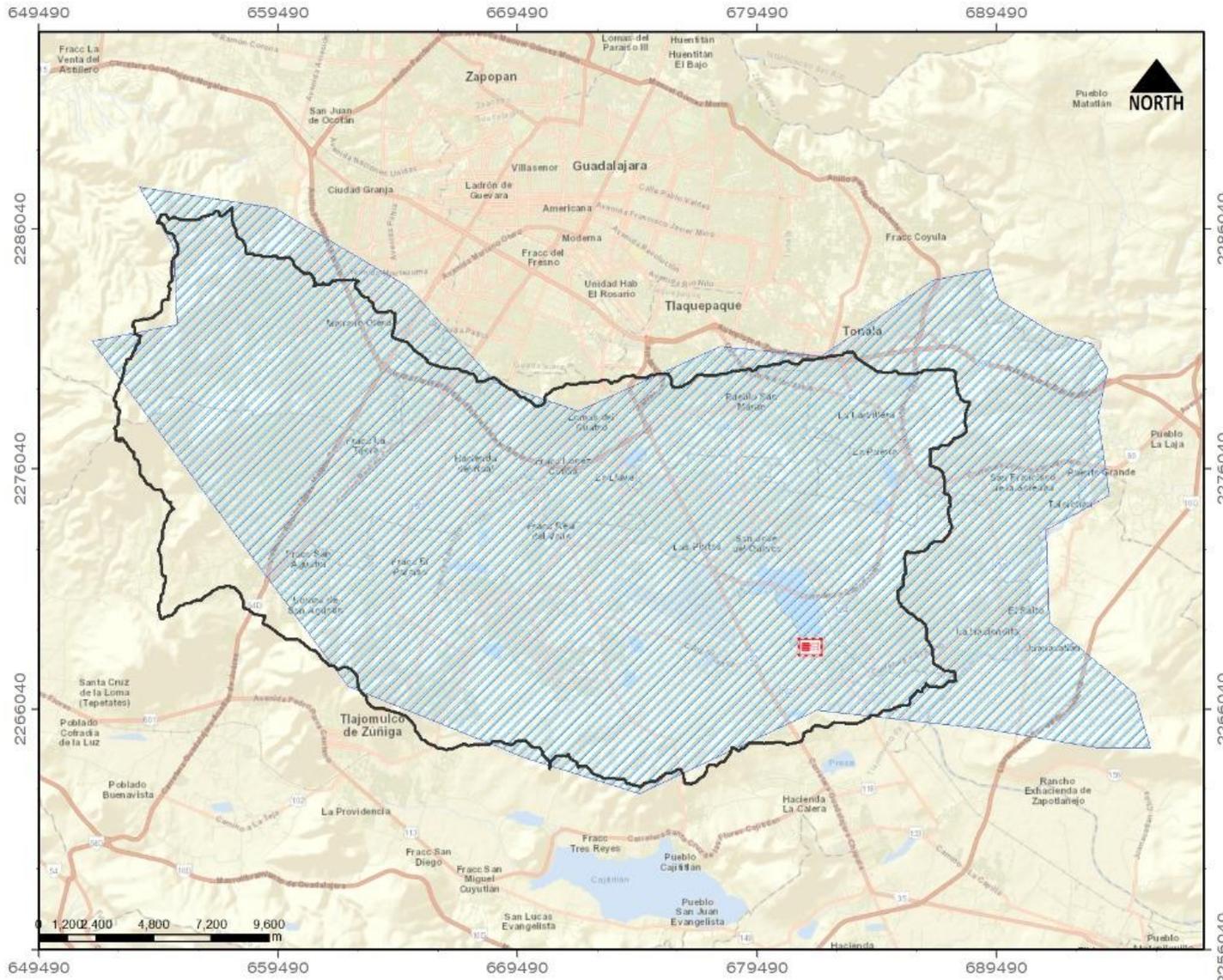
somero de Toluquilla presenta bajas concentraciones de Na, Cl, SO<sub>4</sub> y B. Los valores de nitratos que se observan principalmente en la zona comprendida entre el poblado de Toluquilla y Santa Anita son de altas concentraciones, por lo que se infiere que esta contaminación proviene de actividades agrícolas. En la zona cercana al domo de La Primavera y al Sur de Guadalajara se observan altas concentraciones de fluoruro, siendo la más alta de 7.89 mg/l.

El agua del acuífero profundo tiene altas concentraciones de bicarbonato (HCO<sub>3</sub>), sodio (Na), y manganeso (Mn). Existe una zona anómala en donde se tienen altas concentraciones de sólidos totales disueltos hasta de 2,000 mg/l, que se ubica en la parte central del valle, entre las poblaciones de Toluquilla, San Sebastián y Santa Anita. La temperatura del agua varía de 28° a 38°C, por lo que se puede clasificar como de moderadamente tibia a caliente, en esta zona se tiene la presencia de elementos asociados a fuentes geotermales (B, F, SiO<sub>2</sub>, Cl y SO<sub>4</sub>), esto sugiere que son el resultado de la mezcla a profundidad de aguas meteóricas de reciente infiltración con aguas provenientes del acuífero profundo de la caldera de La Primavera. Los fluidos geotermales son ricos en cloro y sus gases pueden aumentar las concentraciones de bicarbonatos, y algunas veces de sulfatos; la mezcla resultante también se ve afectada por la disolución de minerales feldespatoideos y ferromagnesianos en las rocas ígneas de la zona, lo cual se corrobora por los altos índices de correlación entre K, Cl, B, Ar, SiO<sub>2</sub>, y entre K y Na.

En la página siguiente se presenta un plano con la ubicación del predio y el acuífero de Toluquilla.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"**

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

**Hidrología subterránea**

**Simbología**

**Sistema Ambiental**

- Cuenca del ahogado (51397.31 has)
- PTAR "El Ahogado"
- Acuífero de Toluquilla

Escala de visualización: 1:185,000  
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N  
 Basemap ESRI.  
 Acuíferos CONAGUA 2020

f) Aire

La Zona Metropolitana de Guadalajara ha presentado un acelerado ritmo de crecimiento de la población y se ha constituido en una región de intensa actividad industrial comercial, de turismo y cultura, que trae como consecuencia un aumento de las concentraciones de contaminantes<sup>4</sup>.

De acuerdo con el Programa para Mejorar la Calidad del Aire Jalisco 2011-2020 en la ZMG en general, durante los años de 1996 al 2010, las Partículas Menores de 10 Micras (PM10) fueron el contaminante con mayor número de veces fuera de norma, teniendo un promedio de 130 días año por arriba de la norma, es decir el (36%) de los días del año, siendo los años de 1996 y 1998 los más contaminados, con 217 y 219 días fuera de la norma, respectivamente; y los años 2007 y 2009 los menos contaminados, con 47 y 25

El Ozono (O3) es el segundo contaminante que más frecuentemente rebasa las normas de calidad del aire ambiente<sup>4</sup>, presentando un promedio de 92 días fuera de norma de 1996 al 2010, es decir el 25% de los días del año, siendo los años de 1996 y 1997 los más contaminados con 222 y 173, respectivamente; y los años de 2001 y 2004 los menos contaminados, con 36 y 47 días, respectivamente.

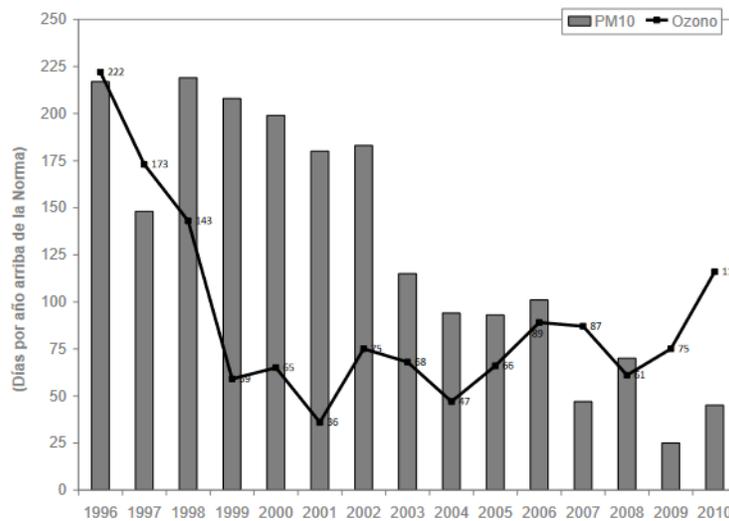


Figura 4- 11. Número de días fuera de Norma de O<sub>3</sub> Y PM<sub>10</sub>. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ.

El índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), concentra contaminantes criterio transformándolos en escalas de 0-500 puntos, onde el valor de 100 puntos representa el valor de la norma de exposición aguda establecida para cada parámetro. De esta manera, cuando el IMECA de cualquier contaminante rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud, siendo que en la medida en que aumenta el valor, los síntomas se agudizan

<sup>4</sup> SEMADES “Reporte de Calidad del Aire y Ácido Sulhídrico en el Polígono deFragilidad Ambiental en torno a la Cuenca de El Ahogado y El Salto de Juanacatlán (POFA)” 2012.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

IMECA	Calidad del aire	Efectos en la salud	Precauciones
0 - 50	Buena.	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.	No se requieren.
51 - 100	Regular.	Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre. Posibles molestias en niños adultos mayores y personas con enfermedades.	No se requieren.
101 - 150	Mala.	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos".
151 - 200	Muy Mala.	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos".
Más de 200	Extremadamente mala.	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos". "No use el automóvil".

Tabla 4- 15. Escala cromática IMECA.

De 1996 al 2010 el promedio global de contaminantes criterio, rebasó los 100 puntos IMECA, 141 días al año; es decir el 39%, siendo el año de 1996 el más contaminado y los años de 2004 y 2009 los que mostraron menos días arriba de los 100 puntos, 91 y 88 respectivamente.

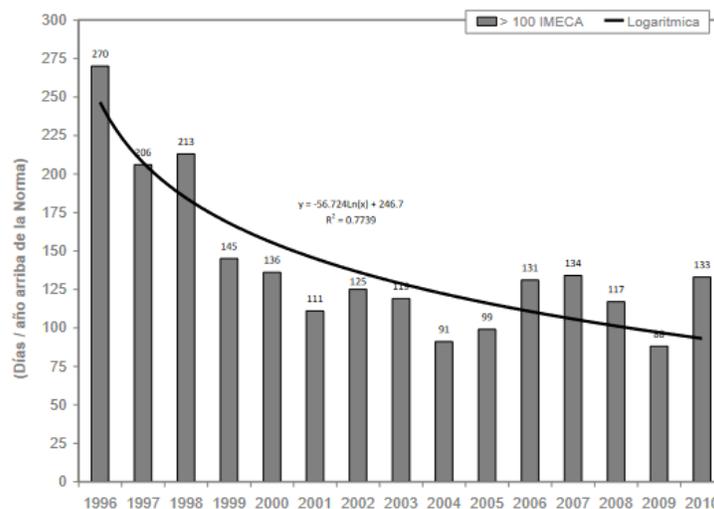


Figura 4- 12. Días arriba de 100 puntos IMECA. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ.

Como se puede apreciar en la en la figura anterior, aunque los niveles IMECA han ido reduciendo, debido a programas para el mejoramiento de la calidad del aire, aun son apremiantes debido a que su proyección logarítmica se mantiene en un promedio de 27% días arriba de los 100 puntos IMECA.

La ZMG, cuenta con datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco, que cuenta con 10 estaciones fijas de monitoreo ubicadas en los diferentes municipios, éstas tienen el objetivo de informar a la ciudadanía el Índice Metropolitano de la Calidad el Aire, Activar esquemas de comunicación con el fin de notificar la aplicación del Programa de Contingencias Atmosféricas, cuando el caso lo amerite, colaborar con el sector salud para llevar a cabo programas de prevención y protección de afectaciones en vías respiratorias, así como, analizar los datos obtenidos de las estaciones con el fin de determinar las tendencias de calidad del aire en el AMG.

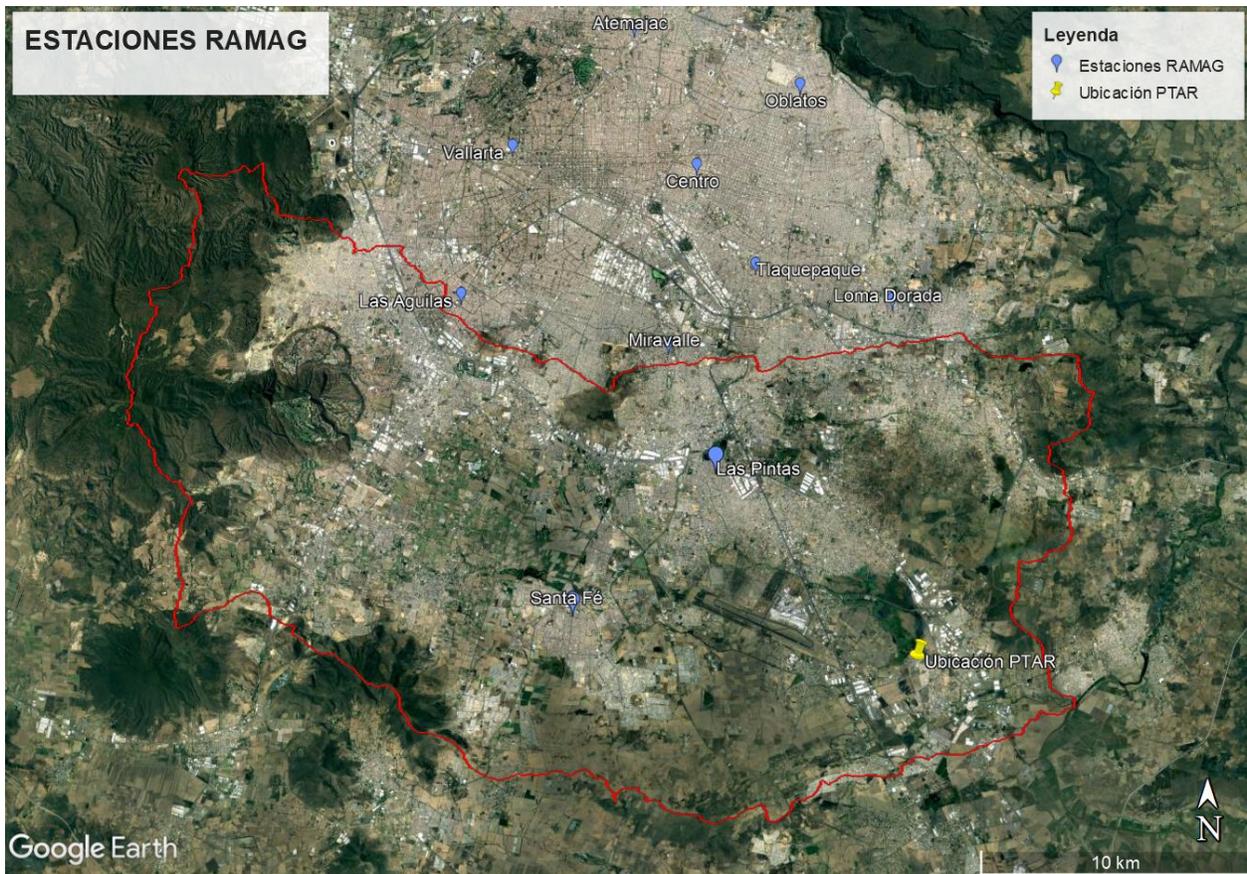


Figura 4- 13. Delimitación del SA y ubicación de las estaciones de monitoreo de la RAMAG.

En la figura anterior se observa como dentro del SA se encuentran dos estaciones de monitoreo Atmosférico la estación Las Pintas y La estación Santa Fé.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, elabora el Informe Nacional de Calidad del Aire con base en los Sistemas de Monitoreo ambientales locales, el último publicado para consulta fue el del año

2019, se parte de este Informe para describir a continuación el estado del aire en función a la estación Las Pintas y Santa Fé, sobre el Sistema Ambiental.

#### Partículas suspendidas (PM<sub>10</sub>)

De acuerdo con el Informe Nacional de la Calidad del Aire 2019, En todas las estaciones de monitoreo de la ZMG, se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente a partículas suspendidas totales PM<sub>10</sub>, registrándose la concentración más alta, tanto de 24 horas como anual. En la estación Las Pintas particularmente, se registraron valores de 261 µg/m<sup>3</sup> y 58 µg/m<sup>3</sup>, la primera, equivalente a 3.5 y la segunda a 1.5 veces el valor límite respectivo. Por su parte en la estación Santa Fé fue la estación en donde se registro mayor frecuencia de incumplimiento al límite normado a lo largo del año.

Las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de diciembre y febrero, en tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra una tendencia a la baja, tanto de la concentración promedio, como de los percentiles 25 y 90 en el periodo 2016 a 2019. En este mismo periodo de tiempo se ha registrado un decremento importante en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas pasando de 56% en 2016 a 41% en 2019.

#### Partículas suspendidas (PM<sub>2.5</sub>)

Indicadores permitieron identificar la ocurrencia de concentraciones que superaron el límite normado de 24 horas, siendo particularmente evidente esta situación en la estación Santa Fe (SFE), donde esta situación se registró en 11 ocasiones.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub> se registraron entre diciembre y enero. En tanto que la tendencia a lo largo de los años muestra que el promedio, el percentil 90 y el máximo tuvieron una tendencia creciente de 2014 a 2017, en tanto que en 2018 registraron un decremento. En 2019 no se tuvo suficiente información para generar los indicadores respectivos. En cuanto al indicador del porcentaje de días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas se observa una mejora en 2018 con respecto a 2017, ya que los días en esta condición se redujeron de 19% a 6%. En 2019 este indicador fue de solo 4%, pero muy probablemente como consecuencia de la escasa información recolectada para este contaminante.

#### Ozono (O<sub>3</sub>)

En todas las estaciones de monitoreo se rebasaron los dos límites normados. Las concentraciones más altas, como promedio horario y como promedio móvil de 8 horas, se registraron en la estación de monitoreo Miravalle (MIR) con valores de 0.225 ppm y 0.146 ppm, las cuales son equivalentes a 2.4 y 2.1 veces el límite correspondiente. La estación en la que con mayor frecuencia se rebasa al menos uno de los límites normados de este contaminante (1 y 8 horas) es Tlaquepaque con un total de 115 días en 2019.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante suelen presentarse entre junio y septiembre. Como tendencia histórica, se observa un comportamiento variable, en el que el promedio y los percentiles 25 y 90 bajaron del año 1996 al 2001, luego subieron en el periodo 2002 a 2010 y nuevamente bajan del 2011 al 2015, en tanto que en los tres años más recientes se observa cierta

estabilización. Por otra parte, tanto el porcentaje de días por año, como el número de horas al año en el que se supera el límite normado de 1 hora muestran un decremento en los tres años más recientes.

#### Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire, ni a nivel regional ni a nivel de estación de monitoreo. En general, el monóxido de carbono no ha registrado concentraciones superiores al límite normado vigente desde el año 2009, en tanto que para dióxido de nitrógeno no se tiene registro de concentraciones superiores a su límite normado desde el año 2012 y para dióxido de azufre desde 2003.

En 2019, el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 267, lo que equivale al 73% de los días del año. En 222 días se rebasó el límite normado de un solo contaminante (principalmente O<sub>3</sub> con el 32% de estos días), en 40 días el límite de dos contaminantes (fundamentalmente PM<sub>10</sub> y ozono), y en 5 días el de tres contaminantes (Ozono, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Ello significa que sólo en poco menos del 30% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia. En general, el número de días con concentraciones que superan al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante en 2019 fue 6% superior al registrado en 2018.

#### 4.4.2 Medio biótico

##### 4.4.2.1 Vegetación

La vegetación es un componente fundamental del ecosistema, ya que produce biomasa, captura dióxido de carbono de la atmosfera, participa en procesos geo-bioquímicos de la formación de suelos, es fundamental en la recarga de los mantos acuíferos y puede alterar a otros parámetros del ambiente físico natural, la vegetación es un importante indicador de las condiciones ambientales del ecosistema y el ambiente. Podemos entender que las variables en las condiciones climáticas, edafológicas, orográficas e hidrológicas en las diferentes zonas del territorio, se deben en parte a los diversos tipos de vegetación presentes en el mismo.

Las mayores fuentes de alteración de los ecosistemas de la región en que se encuentra inscrita el área de estudio son los disturbios antropogénicos que han sucedido a corto y largo plazo, como las actividades agropecuarias que es la actividad que provee los mayores ingresos a la zona y en menor medida la urbanización, así como los disturbios naturales que en este caso serían deslaves, inundaciones, incendios forestales, etc. Aunque estos disturbios ya forman parte de la dinámica natural del ecosistema de la región, esto trae consigo pérdidas en las masas de bosques y/o eliminación completa de la vegetación natural de ciertas zonas.

#### 4.4.2.1.1 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del sistema ambiental

De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el sistema ambiental presenta trece tipos. El tipo de uso de suelo predominante es el de **ZONA URBANA (ZU)**, seguido de **AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA)**, **AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL (RA)**, **ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH)** y **CUERPO DE AGUA (H2O)**. Presenta ocho tipos de vegetación: **BOSQUE DE ENCINO (BQ)**, **BOSQUE DE ENCINO PINO (BQP)**, **BOSQUE DE PINO ENCINO (BPQ)**, **PASTIZAL CULTIVADO (PC)**, **PASTIZAL INDUCIDO (PI)**, **VEGETACIÓN HALOFILA HIDROFILA (VHH)**, **VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VSa/BQ)** y **VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VSa/SBC)**.

A continuación, se describirán estos tipos de vegetación dentro del sistema ambiental, de acuerdo a INEGI en su Guía para la interpretación de cartografía, Uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI (INEGI, 2016). Para resultados específicos de composición vegetal tanto del sistema ambiental como del predio del proyecto, ver **4.4.2.1.7 Resultados: composición de las comunidades vegetales**.

##### **Bosque de encino (BQ)**

Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26°C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

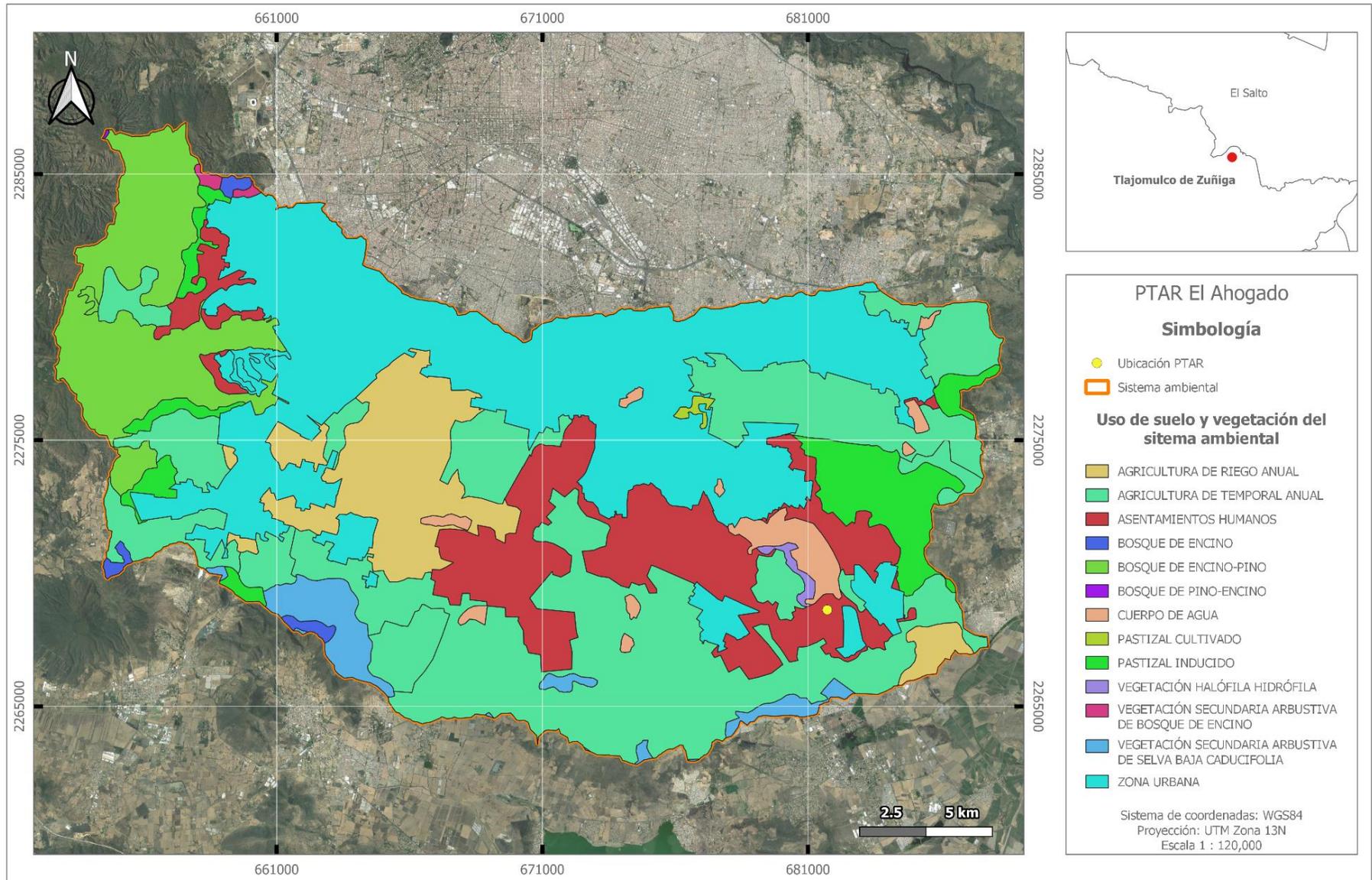
##### **Bosque de encino pino (BQP)**

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos,

semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles. Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus* spp.), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus* spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón (*P. devoniana*).

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



### **Bosque de pino encino (BPQ)**

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Se concentran entre los 1 200 y los 3 200 m, y se presentan en todas las exposiciones. Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucooides*, y *Q. scotyphylla*, entre otras muchas especies de encinos.

### **Pastizal cultivado (PC)**

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

### **Pastizal inducido (PI)**

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y

de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2,800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3,000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum*. Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aún de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë*, *Erioneuron*, *Aristida*, *Lycurus* y *Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de seis meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, este permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus*, *Digitaria* y *Paspalum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido, son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus* spp. (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

### **Vegetación halófila hidrófila (VHH)**

La constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes en litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad. Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar

constituida por elementos arbustivos como los del género *Atriplex*. Especies comunes de este tipo de vegetación son: *Batis maritima* (vidrillo), *Frankenia spp.* (Hierba reuma), *Atriplex spp.* (chamizo), y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina foliosa*.

### **Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSa/BQ)**

#### **I. Fase de vegetación secundaria (VS)**

En las comunidades vegetales, de forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre algunos de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en la cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado. Son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja. Ahora, las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma, provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación aún en campo, se consideran tres fases, con base en las formas de vida presentes y su altura:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

### **Bosque de encino (BQ)**

Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26°C y

una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

### **Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC)**

#### **I. Fase de vegetación secundaria (VS)**

Como ya se mencionó en la descripción anterior, en las comunidades vegetales, de forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre algunos de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

#### **II. Selva baja caducifolia (SBC)**

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba*

(chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Havardia acatensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcense*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo), *Heliocarpus terebinthinaceus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma acapulcense* (tepeguaje), *Haematoxylum campechianum*, *Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophiifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida machrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina arborescens* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus aurea* (higo), *Gymnopodium floribundum* (aguana), *Leucanea collinsii* (guaje), *Leucanea esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphyllum*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera laxiflora*, *Lysiloma candidum*, *Cercidium peninsulare*, *Leucaena lanceolata*, *Senna atomaria*, *Prosopis palmeri*, *Esenbeckia flava*, *Sebastiania bilocularis*, *Bursera microphylla*, *Plumeria rubra*, *Bursera odorata*, *Bursera excelsa* var. *Favonialis* (copal), *Bursera fagaroides* var. *elongata* y *Bursera fagaroides* var. *purpusii*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Spondias purpurea*, *Trichilia americana*, *Bursera longipes*, *B. morelensis*, *B. fagaroides*, *B. lancifolia*, *B. copallifera*, *B. vejarvazquesii*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Merremia aegyptia*, *I. wolcottiana*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Bonellia macrocarpa*, *Malpighia mexicana* *Pseudobombax ellipticum*, *Crateva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Parkinsonia florida*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana* (papaturro), *C. floribundia* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauwolfia tetraphylla* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de cactáceas como *Pereskia lychnidiflora*, *Pachycereus sp.* (cardón); *Stenocereus sp.*, *Cephalocereus spp.*, *Pilosocereus gaumeri*, *Stenocereus griseus*, *Acanthocereus tetragonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*.

#### 4.4.2.1.2 Flora potencial del área de estudio obtenida con bases bibliográficas

Con la finalidad de tener un panorama amplio de la magnitud florística de la zona donde se desarrollará el proyecto, nos dimos a la tarea de recopilar y revisar estudios previos cercanos al sistema ambiental, así como la consulta de bases de datos. Este listado consideró la riqueza florística del cerro El Tepopote, el cual tiene una alta afinidad con los tipos de vegetación más representativos

del sistema ambiental, así como, la riqueza florística documentada de la zona metropolitana de Guadalajara. Esta última, con un alto porcentaje de especies exóticas por su naturaleza ornamental.

Esta consulta dio como resultado la identificación de cuatro clases con 97 familias, 277 géneros y 467 especies (Tabla IV). El 35% de las especies y el 32% de los géneros se concentran en tres familias.

De acuerdo a los hábitos de crecimiento, el estrato arbóreo está representado por 129 especies, el estrato arbustivo se compone por 61 especies, mientras que el herbáceo representa el 50% de la diversidad con 258 especies. Ver el apartado de anexos el listado de flora potencial.

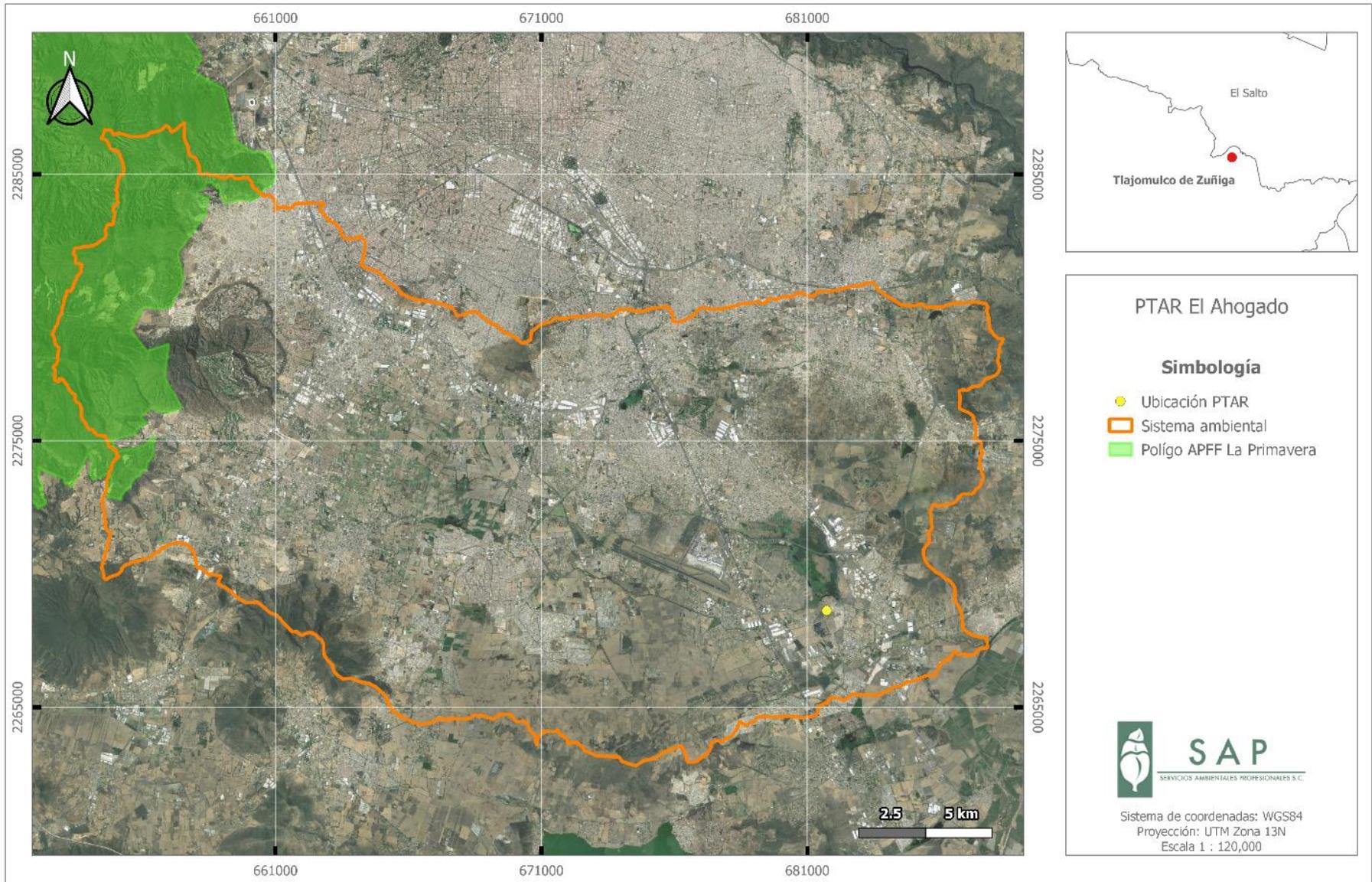
Tabla 4- 16. Diversidad florística del sistema ambiental.

Clase	Familias	Géneros	Especies
LYCOPODIOPHYTA	1	1	1
POLYPODIOPHYTA	9	18	30
PINOPHYTA	3	5	12
MAGNOLIOPHYTA	84	253	424
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>277</b>	<b>467</b>

Como se aprecia en la siguiente imagen, el sistema ambiental incluye una fracción del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFF La Primavera). Por lo que, esta riqueza se podría incrementar si se considera la flora reconocida del APFF. De ser así, se tendría una riqueza potencial de 106 familias, 393 géneros y 849 especies.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

4.4.2.1.3 Usos de la flora

Se reportan un total de 21 especies con algún uso, de las cuales cinco son medicinales, diez comestibles y seis con uso local. A continuación, se enlistan las especies de flora que son usadas como medicinales, alimenticias y de uso local, ver tabla siguiente.

Tabla 4- 17. Usos florísticos.

Uso	Nombre vulgar	Familia	Especie	Afección/parte utilizada
Medicinal	Hierba del arlomo	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	Piquete del arlomo / Cutáneo, Follaje
	Tronadora	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Caída de pelo / Hojas e inflorescencias
	Copal	Burseraceae	<i>Bursera penicillata</i>	Dolores musculares / Resina
	Salvia	Lamiaceae	<i>Hyptis albida</i>	Afecciones respiratorias / Hojas e inflorescencias
	Cuero de indio	Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Varias enfermedades / Tallos
Comestible	Quelite	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Renuevos
	Ciruelo	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Frutos
	Anona	Annonaceae	<i>Annona longiflora</i>	Frutos maduros
	Nopal	Cactaceae	<i>Opuntia spp.</i>	Tallos y frutos
	Camote de cerro	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea spp.</i>	Raíces
	Guaje	Fabaceae	<i>Leucena esculenta</i>	Frutos
	Guaje	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Frutos
	Guamúchil	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Frutos
	Mezquite	Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Frutos
	Capiro	Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri subsp. tempisque</i>	Frutos
Uso local	Papelillo	Burseraceae	<i>Bursera spp.</i>	Ramas / Cercos vivos

	Copal	Burseraceae	<i>Bursera penicillata</i>	Ramas / Cercos vivos
	Tepehuaje	Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tallos Madera
	Guácima	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Hojas y frutos para alimento de ganado
	Cuero de indio	Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Corteza, extracción de fibra
	Carrizo	Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Tallos

#### 4.4.2.1.4 Método de muestreo para la vegetación

Con la finalidad de realizar un inventario florístico tanto del sistema ambiental como del predio del proyecto, describir sus índices ecológicos y que este pudiera mostrar datos reales acerca de su composición florística, se llevó a cabo una visita de campo durante el mes de junio del año 2022. La metodología que se utilizó fue la siguiente:

1. La identificación del tipo de vegetación se realizó previamente con el uso de fotografías aéreas y con la información de uso de suelo y vegetación denominada serie VI del INEGI. Con dicha información se realizó una clasificación preliminar de la unidad de vegetación, previa a la visita de campo.
2. Se llevó a cabo la visita con la finalidad de corroborar el tipo de vegetación identificado, así como llevar a cabo muestreos representativos del tipo de vegetación forestal presente.
3. Se establecieron 5 puntos de muestreo dentro del estrato arbóreo, los cuales fueron circulares de 500 m<sup>2</sup> con un radio de 12.5 m. Se consideraron dentro de este estrato los individuos leñosos con un DAP  $\geq 10$  cm. Los puntos se distribuyeron de tal manera que se integraran las variantes de la vegetación.
4. Para el análisis estructural de la vegetación, se realizó el cálculo con base en los valores ecológicos resultantes de la dominancia, densidad y frecuencia. Los valores relativos de la mayoría de estos parámetros se combinaron en el índice de valor de importancia de Müller-Dombois y Ellenberg (1974).

A continuación, se describe el método de muestreo utilizado de acuerdo al estrato de la vegetación:

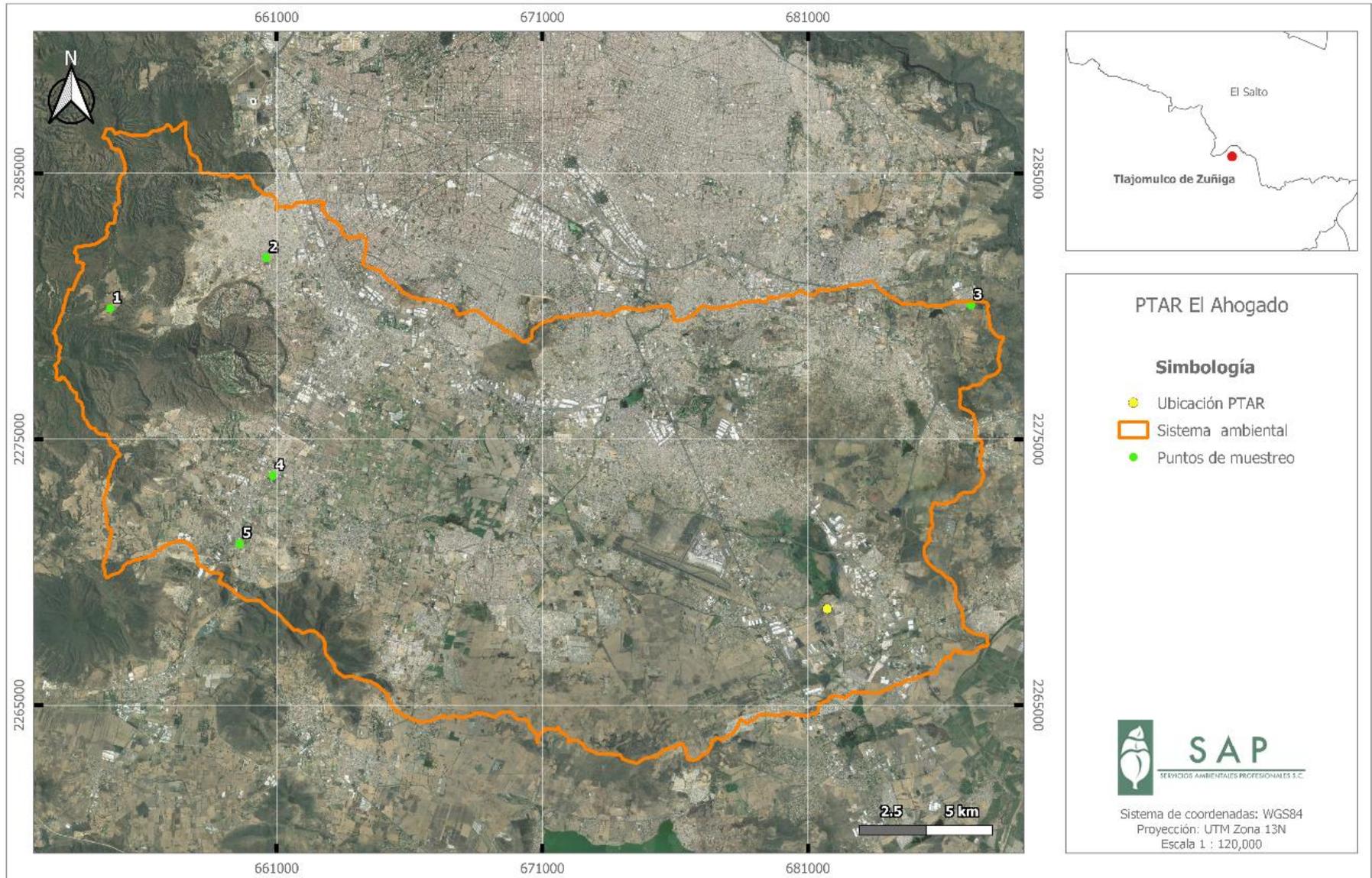
**Estrato arbóreo.** Se realizaron cinco círculos de 500 m<sup>2</sup> sobre la superficie del predio, por lo cual se muestrearon un total 2,500 m<sup>2</sup> de estrato arbóreo. Se registraron e identificaron taxonómicamente todos los árboles que se localizaron dentro del círculo midiendo para cada uno de ellos su altura total, diámetro a la altura del pecho (DAP) y en aquellos casos en que el individuo presentaba más de un tronco principal, estos también fueron medidos.

**Estrato arbustivo.** Se realizaron cuatro círculos de 28.27 m<sup>2</sup> anidados sobre los círculos del muestreo arbóreo, por lo que fue muestreada una superficie total arbustiva de 565.4 m<sup>2</sup>. Dentro de esta superficie se registraron e identificaron taxonómicamente todos los arbustos, midiendo para cada uno de ellos su altura total y ancho de compa en dos vértices. Además de especies reconocidas como arbustos se midieron individuos jóvenes de especies arbóreas.

**Estrato herbáceo.** Se realizaron cuatro cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> anidados sobre los círculos del muestreo arbustivo por lo que en total se muestreo una superficie herbácea de 20 m<sup>2</sup>. Dentro de esta superficie se registraron e identificaron taxonómicamente todas las herbáceas, anotando el número de individuos por especie, porcentaje de cobertura por especie y altura promedio.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



**PTAR El Ahogado**

**Simbología**

- Predio PTAR
- Polígono del proyecto
- Puntos de muestreo


**SAP**  
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

Sistema de coordenadas: WGS84  
Proyección: UTM Zona 13N  
Escala 1 : 4,000

#### 4.4.2.1.5 *Determinación de especies*

La determinación de las especies se realizó mediante claves dicotómicas, fotografías y experiencia en campo. Se identificaron las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran encontrarse dentro de la zona, con el objetivo de proponer medidas de protección y mitigación precisas para la conservación de dichas especies (SEMARNAT, 2010).

#### 4.4.2.1.6 *Cálculo de parámetros bióticos de la flora*

Se realizaron los cálculos necesarios para determinar la densidad, frecuencia, dominancia y la cobertura o área basal (medida en m<sup>2</sup>). A partir de estos resultados se calculó el índice de valor de importancia (IVI) para cada una de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. De igual manera, se calcularon índices de diversidad. Para obtener estos parámetros ecológicos se emplearon las siguientes formulas por estrato de vegetación:

- Fórmula para obtener la densidad absoluta y relativa:

$$\text{Den. Abs.} = \frac{\text{Número de individuos de la sp. } i}{\text{Área de muestreo}}$$

$$\text{Den. Rel.} = \frac{\text{Densidad abs. de la sp. } i \times 100}{\text{Densidad abs. de todas las spp.}}$$

- Fórmula para la Dominancia absoluta y relativa:

$$\text{Dom. Abs.} = \frac{\text{Área basal en m}^2 \text{ de la sp. } i}{\text{Área de muestreo}}$$

$$\text{Dom. Rel.} = \frac{\text{Dominancia abs. de la sp. } i \times 100}{\text{Dominancia abs. de todas las spp}}$$

- Fórmula para obtener el área basal (AB) de cada árbol:

$$AB = n \left( \frac{DAP}{2} \right)^2; n = 3.1416$$

El área basal relativa es el área basal de cada especie dividida por el área basal total en la superficie x 100.

Para arbustos se multiplican las coberturas para obtener los metros cuadrados cubiertos y para herbáceas se dividen entre 100 los porcentajes de cobertura de cada especie.

- Fórmula para calcular la frecuencia absoluta y relativa:

$$\text{Frec. Abs.} = \frac{\text{Número de parcelas en las que aparece la especie } i}{\text{Número de parcelas observadas}}$$

$$\text{Frec. Rel.} = \frac{\text{Frecuencia abs. de la sp. } i}{\text{Frecuencia abs. de todas las spp.}} \times 100$$

- Fórmula para obtener el valor de importancia:

$$\text{IVI (\%)} = \text{Densidad rel.} + \text{Dominancia rel.} + \text{Frecuencia rel.} / 3$$

### **Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')**

El dato de la riqueza de especies en una comunidad por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad, pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dónde:

S – número de especies (riqueza de especies)

p<sub>i</sub> – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la x<sub>i</sub> especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

### **Índice de dominancia (índice de Simpson) (λ)**

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ .

### Índice de equidad de Pielou (J)

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

$H$  = diversidad

$H_{max}$  = diversidad máxima ( $\ln(S)$ )

$S$  = número de especies

#### 4.4.2.1.7 Resultados: composición de las comunidades vegetales

##### I. Del sistema ambiental

De acuerdo con el trabajo realizado se registraron 26 especies pertenecientes a 16 familias y 24 géneros. La familia mejor representada fue Asteraceae con seis especies, seguida de Fabaceae y Solanaceae con tres especies cada una. Tres de las especies son endémicas de México, mientras que, por su origen, 20 son nativas de México y seis son exóticas. **No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

A continuación, se muestra el listado de las familias, géneros y especies registradas en el sistema ambiental.

Tabla 4- 18. Riqueza florística del sistema ambiental. Distribución: Mx= endémica a México.

Familia	Genero	Especie	Nat/Exó	Dist.
Arecaceae	<i>Syagrus</i>	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Exó	
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>Bidens pilosa</i>	Nat	
Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>Erigeron sp.</i>	Nat	
Asteraceae	<i>Heterotecca</i>	<i>Heterotecca inuloides</i>	Nat	Mx
Asteraceae	<i>Tithonia</i>	<i>Tithonia tubaeformis</i>	Nat	
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina fastigiata</i>	Nat	Mx

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina greenmanii</i>	Nat	
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>Clethra rosei</i>	Nat	Mx
Combretaceae	<i>Bucida</i>	<i>Bucida buseras</i>	Exó	
Euphorbiaceae	<i>Ricinus</i>	<i>Ricinus communis</i>	Exó	
Fabaceae	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena esculenta</i>	Nat	
Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>	Nat	
Fabaceae	<i>Sesbania</i>	<i>Sesbania sp.</i>	Nat	
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus rugosa</i>	Nat	
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Exó	
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Nat	
Orobanchaceae	<i>Castilleja</i>	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Nat	
Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>Argemone mexicana</i>	Nat	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>Phytolacca octandra</i>	Nat	
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	Nat	
Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>Chloris gayana</i>	Exó	
Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>Melinis repens</i>	Exó	
Rutaceae	<i>Casimiroa</i>	<i>Casimiroa edulis</i>	Nat	
Solanaceae	<i>Datura</i>	<i>Datura discolor</i>	Nat	
Solanaceae	<i>Datura</i>	<i>Datura stramonium</i>	Nat	
Solanaceae	<i>Nicandra</i>	<i>Nicandra physalodes</i>	Nat	

**Estrato arbóreo**

Se registraron 13 individuos de nueve especies arbóreas, pertenecientes a ocho familias. Dos especies son endémicas de México y ninguna se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4- 19. Especies arbóreas registradas. Distribución: Mx= endémica a México.

Especie	Nombre común	Familia	Nat/Exó	Dist.
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmera pindó	Arecaceae	Exó	
<i>Clethra rosei</i>	Malvaste	Clethraceae	Nat	Mx
<i>Bucida buseras</i>	Olivo negro	Combretaceae	Exó	
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	Fabaceae	Nat	Mx
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	Fabaceae	Nat	
<i>Quercus rugosa</i>	Encino quiebra hacha	Fagaceae	Nat	
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto azul	Myrtaceae	Exó	
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino ocote	Pinaceae	Nat	
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	Rutaceae	Nat	

Estructura vertical de la comunidad arbórea

Con los datos obtenidos en campo, se calculó la altura promedio de cada una de las especies arbóreas registradas en el sitio del proyecto. Como se observa en la figura siguiente, las alturas máximas de las especies de esta comunidad no sobrepasaron los 8 m, así mismo, las especies presentan una altura promedio de 5.4 m.

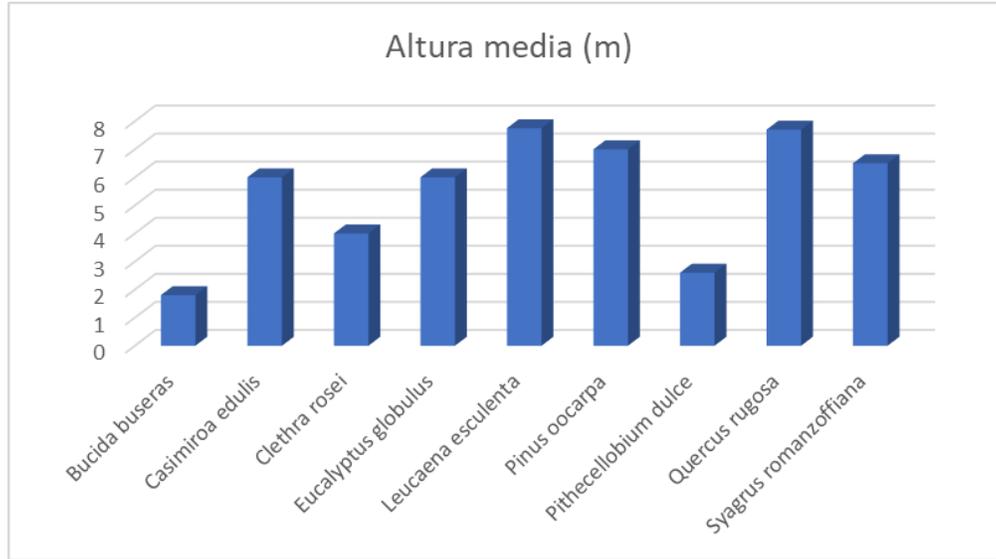


Figura 4- 14. Altura media de las especies arbóreas registradas en el sistema ambiental.

Cálculo de parámetros bióticos del estrato arbóreo

La densidad relativa de especies es el número de individuos de cierta especie como una proporción del número total de individuos de todas las especies. De acuerdo con esto, *Leucaena esculenta*, *Pithecellobium dulce* y *Syagrus romanzoffiana* fueron las especies con mayor abundancia.

Tabla 4- 20. Valores de importancia de las especies arbóreas del área.

Especie	Densidad rel	Dominancia rel	Frecuencia rel	IVI
<i>Bucida buseras</i>	7.69	0.00	7.69	5.13
<i>Casimiroa edulis</i>	7.69	0.01	7.69	5.13
<i>Clethra rosei</i>	7.69	0.00	7.69	5.13
<i>Eucalyptus globulus</i>	7.69	0.00	7.69	5.13
<b><i>Leucaena esculenta</i></b>	<b>23.08</b>	<b>49.69</b>	<b>23.08</b>	<b>31.95</b>
<i>Pinus oocarpa</i>	7.69	0.00	7.69	5.13
<b><i>Pithecellobium dulce</i></b>	<b>15.38</b>	<b>21.58</b>	<b>15.38</b>	<b>17.45</b>
<i>Quercus rugosa</i>	7.69	0.02	7.69	5.13
<b><i>Syagrus romanzoffiana</i></b>	<b>15.38</b>	<b>28.70</b>	<b>15.38</b>	<b>19.82</b>

La dominancia se calcula a partir del área basal para cada especie de la comunidad vegetal en estudio, con este índice se logra identificar que especies ocupan más espacio dentro de la comunidad. Las especies con mayor dominancia fueron *Leucaena esculenta* y *Syagrus romanzoffiana*

En cuanto a la frecuencia relativa, esta nos dice que especies aparecen en más muestras. De esta manera, la especie más frecuente fue *Leucaena esculenta*.

Una vez evaluados estos tres parámetros, el índice de valor de importancia (IVI) nos dice que las especies más importantes en esta comunidad fueron *Leucaena esculenta* y *Syagrus romanzoffiana*.

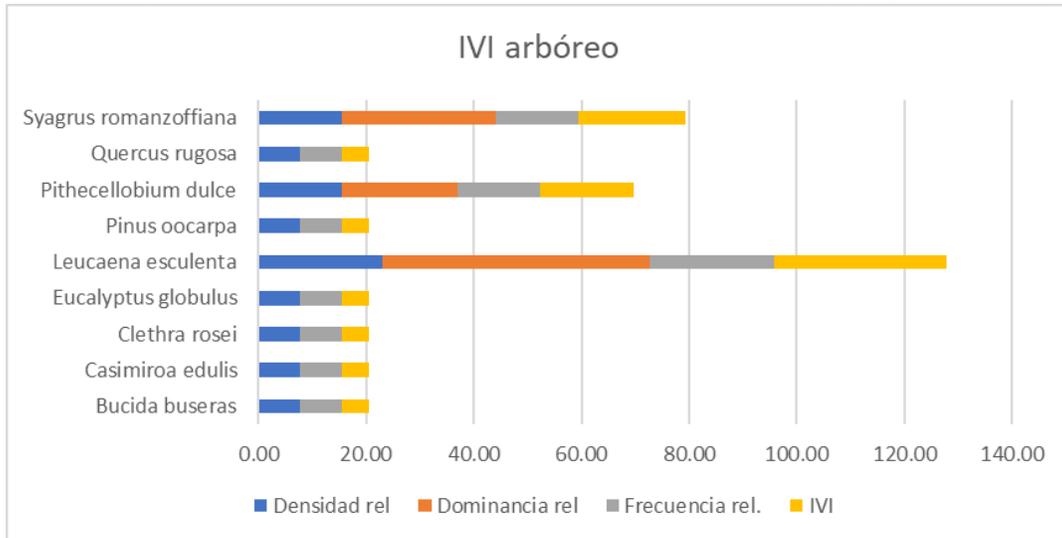


Tabla 4- 21. Índices de valor de importancia del estrato arbóreo.

**Estrato arbustivo**

En el estrato arbustivo encontramos seis especies de tres familias. De estas seis, una es tipificada como arbórea (representada por individuos jóvenes o renuevos). Cuatro especies pertenecen a la familia Asteraceae, le siguen con una especie las familias Fabaceae y Euphorbiaceae. Dos especies son endémicas de México. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4- 22. Especies arbustivas registradas. Distribución: Mx= endémica a México.

Especie	Nombre común	Familia	Nat/Exó	Dist.
<i>Heterotecca inuloides</i>	Árnica	Asteraceae	Nat	Mx
<i>Tithonia tubaeformis</i>	Gigantón	Asteraceae	Nat	
<i>Verbesina fastigiata</i>	Árnica de la costa	Asteraceae	Nat	Mx
<i>Verbesina greenmanii</i>	Verbesina	Asteraceae	Nat	
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Euphorbiaceae	Exó	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	Fabaceae	Nat	
-----------------------------	-----------	----------	-----	--

Cálculo de parámetros bióticos del estrato arbustivo

Para el caso de la abundancia, no hubo una especie que destacará sobre las demás, ya que, fueron tres las especies más abundantes, *Tithonia tubaeformis*, *Verbesina greenmanii* y *Ricinus communis*. La más dominantes fueron *Tithonia tubaeformis* y *Ricinus communis*, mientras que, las más frecuentes fueron *Tithonia tubaeformis*, *Verbesina greenmanii* y *Ricinus communis*

Tabla 4- 23. Valores de importancia de las especies arbustivas.

Especie	Densidad rel	Dominancia rel	Frecuencia rel	IVI
<i>Heterotecca inuloides</i>	11.11	13.86	11.11	12.03
<b><i>Tithonia tubaeformis</i></b>	<b>22.22</b>	<b>38.82</b>	<b>22.22</b>	<b>27.75</b>
<i>Verbesina fastigiata</i>	11.11	9.24	11.11	10.49
<i>Verbesina greenmanii</i>	22.22	3.33	22.22	15.92
<b><i>Ricinus communis</i></b>	<b>22.22</b>	<b>25.51</b>	<b>22.22</b>	<b>23.32</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	11.11	9.24	11.11	10.49

Una vez con estos parámetros, se evaluó el índice de valor de importancia (IVI), de acuerdo con el cual, la especie más importante dentro del estrato arbustivo fue *Tithonia tubaeformis*.

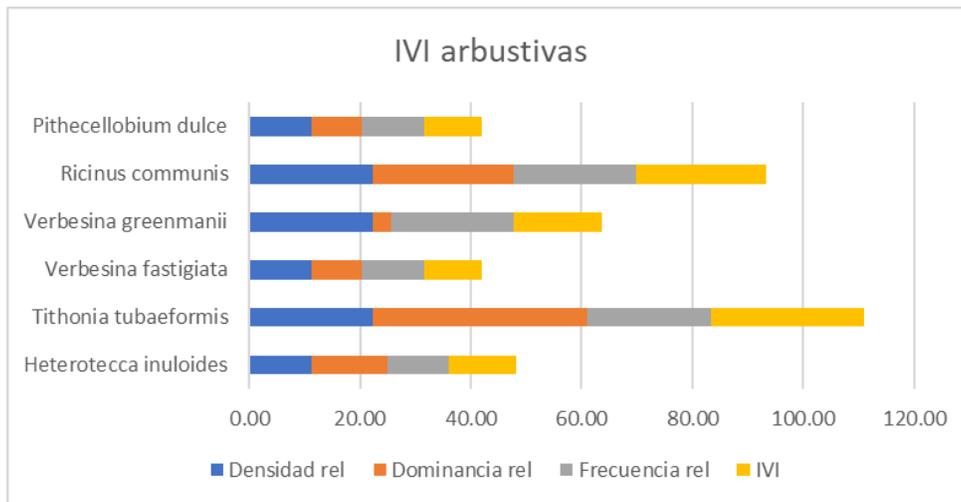


Tabla 4- 24. Índices de valor de importancia del estrato arbustivo.

**Estrato herbáceo**

En cuanto a la vegetación herbácea se registraron doce especies distribuidas en ocho familias. Ninguna de estas especies es endémica de México, así como tampoco se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4- 25. Herbáceas del sistema ambiental. Distribución: Mx= endémica a México.

Especie	Nombre común	Familia	Nat/Exó
<i>Argemone mexicana</i>	Amapolilla	Papaveraceae	Nat
<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	Asteraceae	Nat
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Garañona	Orobanchaceae	Nat
<i>Chloris gayana</i>	Zacate de Rodas	Poaceae	Exó
<i>Datura discolor</i>	Chayotillo	Solanaceae	Nat
<i>Datura stramonium</i>	Toloache	Solanaceae	Nat
<i>Erigeron sp.</i>	Chalchuanes	Asteraceae	Nat
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Calavera	Onagraceae	Nat
<i>Melinis repens</i>	Pasto africano rosado	Poaceae	Exó
<i>Nicandra physalodes</i>	Belladona	Solanaceae	Exó
<i>Phytolacca octandra</i>	Mazorquilla	Phytolaccaceae	Nat
<i>Sesbania herbacea</i>	Cáñamo de río	Fabaceae	Nat

**Cálculo de parámetros bióticos del estrato herbáceo**

Las especies más abundantes fueron *Bidens pilosa*, *Sesbania herbacea* y *Chloris gayana*. En cuanto a su densidad, *Chloris gayana* y *Sesbania herbacea* resaltaron entre las demás especies. Por último, la especie más frecuente en las muestras fue *Bidens pilosa*.

Tabla 4- 26. Valores de importancia de las especies herbáceas.

Especie	Dominancia rel	Densidad rel	Frecuencia rel	IVI
<b><i>Bidens pilosa</i></b>	<b>13.79</b>	<b>12.35</b>	<b>15.38</b>	<b>13.84</b>
<i>Erigeron sp.</i>	4.60	2.47	7.69	4.92
<b><i>Sesbania herbacea</i></b>	<b>13.79</b>	<b>17.28</b>	<b>7.69</b>	<b>12.92</b>
<i>Ludwigia octovalvis</i>	6.90	3.70	7.69	6.10
<i>Castilleja tenuiflora</i>	9.20	7.41	7.69	8.10
<i>Argemone mexicana</i>	3.45	1.23	7.69	4.13
<i>Phytolacca octandra</i>	4.60	3.70	7.69	5.33
<b><i>Chloris gayana</i></b>	<b>13.79</b>	<b>37.04</b>	<b>7.69</b>	<b>19.51</b>
<i>Melinis repens</i>	4.60	9.88	7.69	7.39
<i>Datura discolor</i>	6.90	1.23	7.69	5.27
<i>Datura stramonium</i>	9.20	2.47	7.69	6.45
<i>Nicandra physalodes</i>	9.20	1.23	7.69	6.04

Una vez con estos resultados, se evaluó el índice de valor de importancia (IVI), de acuerdo al cual, la especie más importante dentro del estrato herbáceo es *Chloris gayana*.

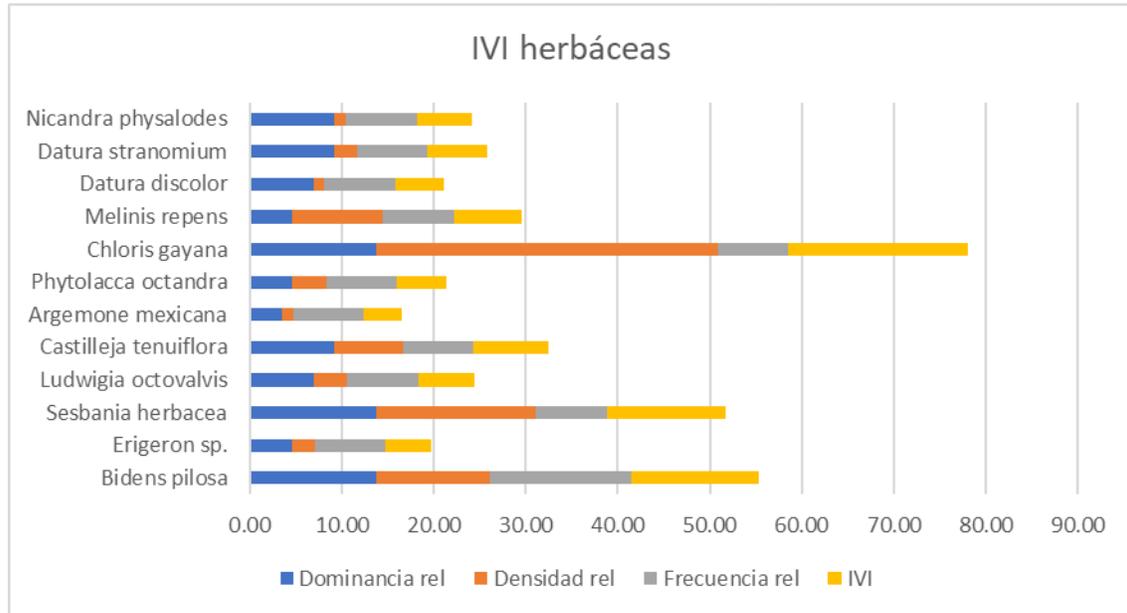


Figura 4- 15. Índices de valor de importancia de las herbáceas.

## II. Del sitio del proyecto

Es importante mencionar que el predio del proyecto se encuentra dentro del polígono correspondiente a la planta de tratamiento Del Ahogado, por lo que, el predio se encuentra altamente modificado en su vegetación original, debido al desmonte que sufrió en su momento.

**En consecuencia, el predio del proyecto, no cuenta con ningún elemento arbóreo.** Únicamente en su interior, se observa cubierta vegetal, la cual está compuesta casi en su totalidad, por especies sucesionales características de perturbación. Por lo que, los resultados del muestreo son los siguientes.

De acuerdo al trabajo realizado se registraron siete especies pertenecientes a cuatro familias y seis géneros. La familia mejor representada fue Poaceae con cuatro especies. Dos especies son endémicas de México, mientras que, por estatus de conservación, **no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

A continuación, se muestra el listado de las familias, géneros y especies registradas en el predio.

Tabla 4- 27. Riqueza florística del predio. Distribución: Mx= endémica a México.

Familia	Genero	Especie	Distribución
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>Cirsium raphilepis</i>	Mx
Poaceae	<i>Bothriochloa</i>	<i>Bothriochloa laguroides</i>	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>Chloris gayana</i>	
Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>Melinis repens</i>	
Poaceae	—	<i>Poaceae sp.</i>	
Solanaceae	<i>Nicotiana</i>	<i>Nicotiana glauca</i>	
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia</i>	<i>Kallstroemia rosei</i>	Mx

**Estrato herbáceo**

Debido a la ausencia de estrato arbóreo, y a que solo se registro un elemento arbustivo, el análisis de la riqueza se realizó únicamente con las especies herbáceas y en ellas se incluyó la única especie arbustiva.

Cálculo de parámetros bióticos del estrato herbáceo

De acuerdo con los resultados, las especies con mayor representatividad fueron pastos de la familia Poaceae. Las especies con mayor abundancia fueron pastos. En cuanto a su densidad por área, *Chloris gayana* y otros pastos de la familia resaltaron entre las demás especies. Por último, las especies más frecuentes en las muestras fueron nuevamente pastos.

Tabla 4- 28. Valores de importancia de las especies registradas.

Especie	Dominancia rel	Densidad rel	Frecuencia rel	IVI
<i>Cirsium raphilepis</i>	3.92	0.75	6.67	3.78
<i>Bothriochloa laguroides</i>	11.76	9.33	13.33	11.48
<b><i>Chloris gayana</i></b>	15.69	17.91	20.00	<b>17.87</b>
<i>Melinis repens</i>	13.73	14.93	13.33	13.99
<b><i>Poaceae sp.</i></b>	35.29	55.22	26.67	<b>39.06</b>
<i>Nicotiana glauca</i>	13.73	0.75	13.33	9.27
<i>Kallstroemia rosei</i>	5.88	1.12	6.67	4.56

Una vez con estos resultados, se evaluó el índice de valor de importancia (IVI), de acuerdo al cual, las especies más importantes registradas fueron los pastos con especies como *Chloris gayana* y *Melinis repens*.

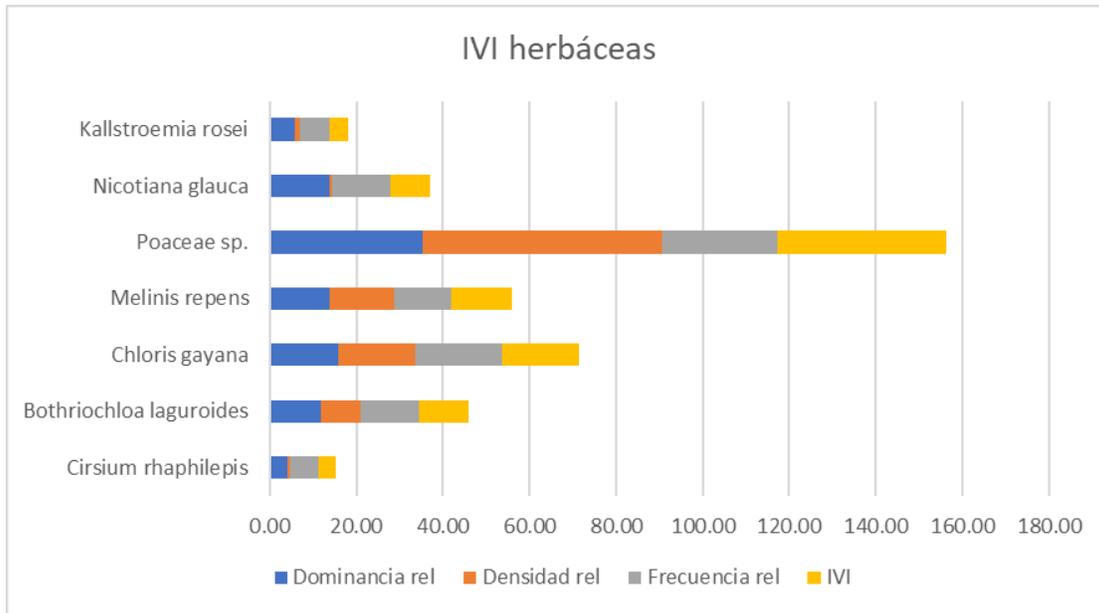


Figura 4- 16. Índices de valor de importancia de las especies registradas.

4.4.2.1.8 Comparativa de índices de diversidad entre el sistema ambiental y el predio del proyecto

La siguiente tabla concentra los resultados de los índices de diversidad entre ambos sitios de interés. De manera adicional a los índices de diversidad descritos en el método de muestreo, se calculó la diversidad β, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\beta = 2C / S1+S2$$

Donde:

S1 = número de especies en comunidad 1

S2 = número de especies en comunidad 2

C = número de especies compartidas entre 1 y 2

La diversidad β se puede definir como la magnitud del cambio, o el grado de diferenciación en la composición entre un conjunto de muestras, expresa un tipo de distancia ecológica, el grado en el cual las muestras difieren una de otra en la composición de especies debido a su separación en un gradiente ambiental, o por otros factores.

Tabla 4- 29. Valores de los índices de diversidad.

Parámetro	Sistema ambiental	Predio
Especies	26	7
Individuos	103	268

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Dominancia de Simpson (D)	0.12	0.37
Diversidad de Shannon (H')	<b>2.71</b>	1.28
Equidad de Pielou (J)	0.83	0.66
Diversidad $\beta$	0.88	

De acuerdo con estos índices, en el sistema ambiental se registraron 19 especies más que el predio. El sistema ambiental presenta una baja dominancia, es decir, que ninguna de las especies es tan abundante que domine dentro de la comunidad. Mientras que, el predio, si presenta una mayor dominancia por parte de algunas especies. Esto es consistente con la equidad, ya que el sistema ambiental presenta una equidad alta ( $J=0.83$ ), indicando que las especies tienden a ser igualmente abundantes. Por otra parte, el índice de diversidad nos dice que **el sistema ambiental presenta una diversidad mayor ( $H'=2.71$ ) que el predio del proyecto ( $H''=1.28$ )**. Esto se hace evidente al considerar el estado del predio, el cual, como ya se mencionó, se encuentra altamente perturbado al haber sido desmontado en algún momento de su existencia.

Por último, la diversidad beta nos dice que existe un recambio de especies entre los dos sitios de 0.88, es decir, que ambos sitios comparten un aproximado del 10% de sus especies, mientras que difieren en un 90%.

#### 4.4.2.2 Fauna

En el presente apartado se realiza una descripción y caracterización de la fauna silvestre presente en el sistema ambiental como en el predio del proyecto. Esta caracterización se realizó mediante un listado de especies potenciales que se elaboró consultando información de estudios existentes dentro o cercanos al sistema ambiental y un listado de especies observadas en campo. A partir de los datos obtenidos se desarrolla un análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades faunísticas, tratando de identificar su estado de conservación y las fuentes de deterioro.

Es importante mencionar que el trabajo de campo realizado no es suficiente elaborar un diagnóstico completo del estado de la fauna en la zona, pero se obtiene información suficiente para realizar una caracterización a grandes rasgos de la misma.

#### 4.4.2.3 Consulta bibliográfica

Se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones sobre los grupos de vertebrados terrestres del sistema ambiental, con el fin de obtener un listado preliminar de las especies que podrían encontrarse en muestreos de campo, así como para obtener un panorama general de la diversidad faunística.

#### **Avifauna**

México ocupa el decimoprimer lugar en riqueza avifaunística a nivel mundial, con 1107 especies, cerca de 11% del total, así como el cuarto lugar en proporción de endemismos entre los países mega diversos (Navarro et al., 2014). En México, estado de Jalisco es uno de los más ricos en avifauna, ya que cuenta con un registro de 554 especies (Palomera-García et al., 2007), lo que representa poco más del 5% de la diversidad mundial y alrededor de la mitad de la diversidad del país.

Se obtuvo información sobre 161 especies potenciales de aves para el sistema ambiental, las cuales pertenecen a 15 órdenes y 43 familias. Del total de especies, siete son endémicas a México, cuatro se consideran cuasiendémicas y 12 semiendémicas. De igual manera, doce especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, una de ellas en la categoría "A" como amenazada y once bajo protección especial "Pr". El listado de especies potenciales se presenta en el apartado de anexos.

#### **Mastofauna**

Entre las principales contribuciones que hacen los mamíferos a los ecosistemas, se destaca el papel de los murciélagos como polinizador, dispersor de semillas y regulador de las poblaciones de insectos, así como el de los roedores y conejos como especies base en las cadenas tróficas.

En México se han registrado hasta la fecha 525 especies de mamíferos, de las que el 30% son endémicas, cifra que coloca al país como el tercero más diverso en este grupo. Jalisco cuenta con 177 especies y es el segundo estado más diverso después de Oaxaca (Sánchez-Cordero et al., 2014).

En la zona de estudio, se cuenta con reportes de 55 especies potenciales, pertenecientes a ocho órdenes y 19 familias. La familia con mayor representación es Phyllostomidae, seguida de Cricetidae, mientras que el orden más representativo es Chiroptera. De estas especies potenciales, únicamente dos aparecen enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010. Esta fauna potencial se muestra en el apartado de anexos.

### **Herpetofauna**

México ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles con 804 especies y el cuarto lugar en anfibios con 361 especies (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). En el estado de Jalisco se han registrado 200 especies de anfibios y reptiles (Cruz-Sáenz et al., 2009) que lo ubican en el séptimo lugar a nivel nacional.

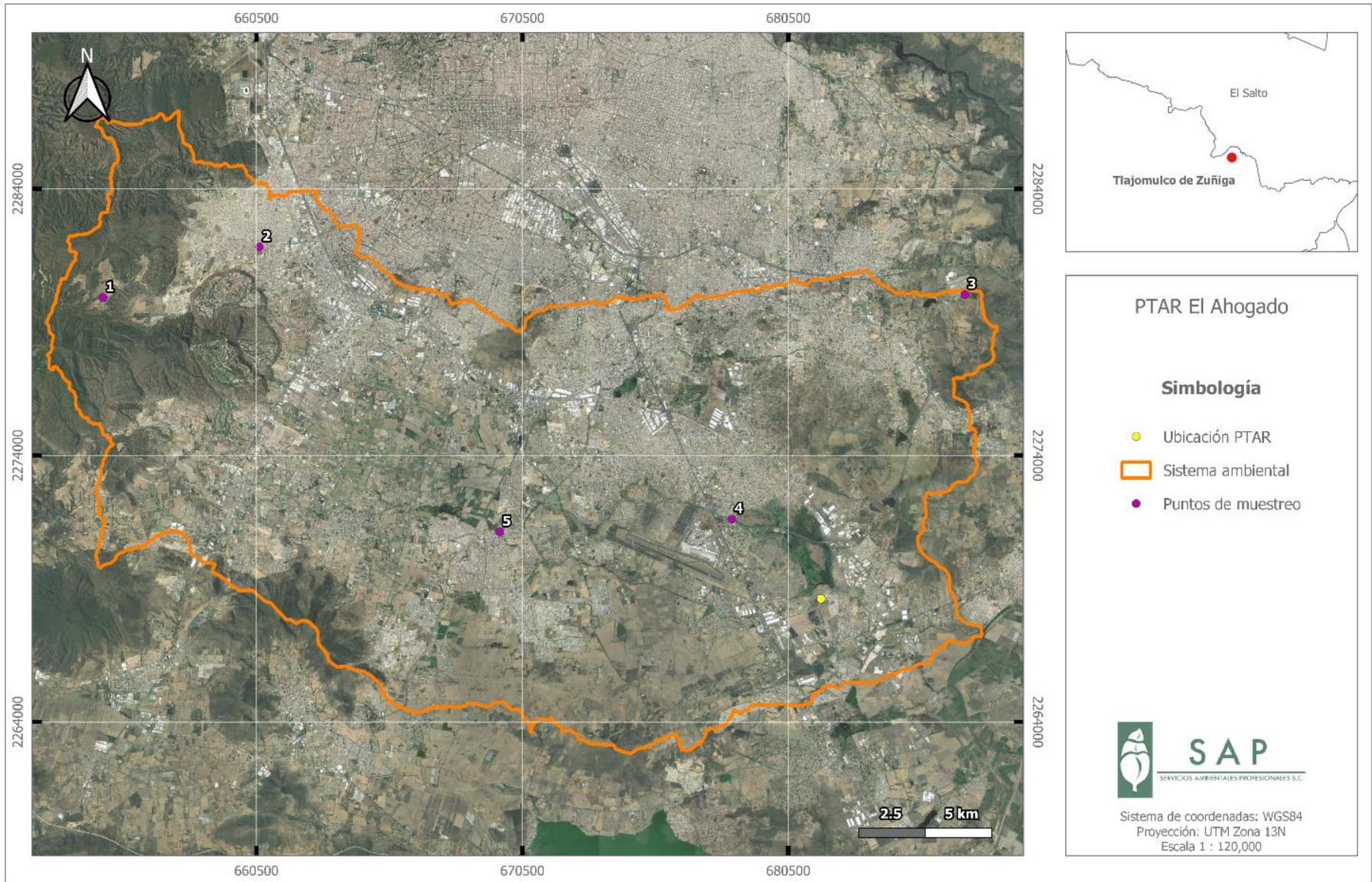
La herpetofauna reportada para la zona incluye 54 especies de dos clases (Amphibia y Reptilia), repartidas en cuatro órdenes y 21 familias. Del total de especies, doce son endémicas a México, seis se enlistan como amenazadas y diez bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El listado potencial de especies se presenta en el apartado de anexos.

#### *4.4.2.4 Método de muestreo para la fauna*

Se realizaron muestreos y observaciones de fauna al interior del predio y en el sistema ambiental. El trabajo de campo se realizó durante el mes de junio de 2022.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



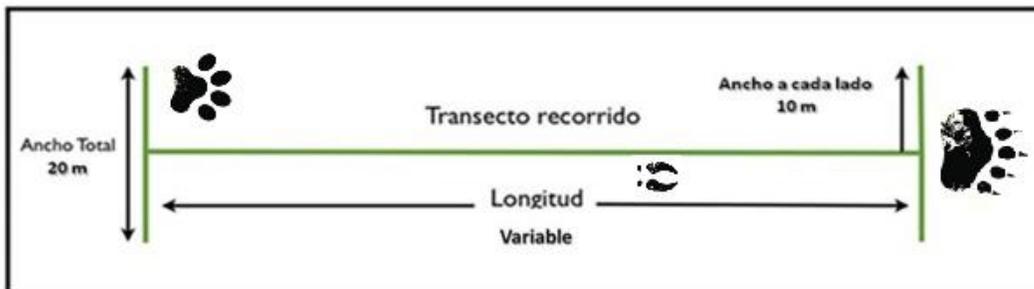
### I. Muestreo de avifauna

Para realizar el inventario de aves se utilizó la metodología de puntos conteo, la cual consiste en identificar y contar aves desde un punto fijo, denominado "punto conteo", este deberá cubrir un radio de 20 m y dentro del mismo el monitor deberá contar todas las aves observadas y escuchadas a lo largo de un periodo de 10 minutos. Durante el periodo de muestreo habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, el monitor deberá llevar a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Se establecieron cinco puntos de conteo dentro del predio y cinco en el área de estudio.

Las especies registradas se identificaron mediante guías especializadas, Howell y Webb (1995) y Sibley (2000). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU) actualizada hasta su suplemento 58. Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Berlanga et al. (2015). La categoría de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por Berlanga et al. (2015).

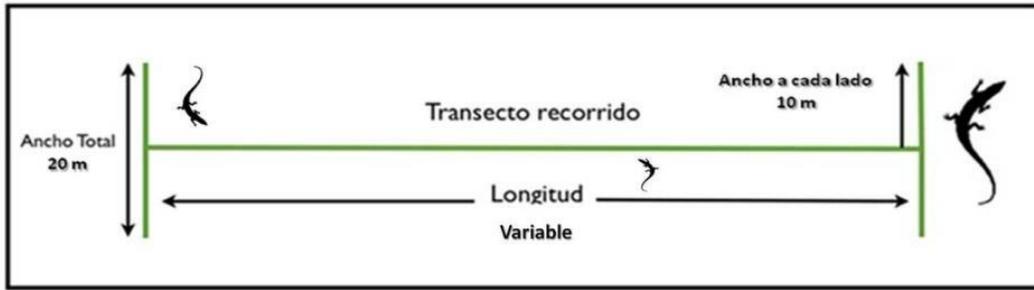
### II. Muestreo de mastofauna

Se realizaron transectos en franjas, de distancias variables, tratando de abarcar la mayor área posible. Cada franja tuvo una anchura de 10 metros a cada lado, en línea recta o de forma irregular de acuerdo a la apertura de los caminos o veredas. Los muestreos se realizaron durante el día, entre las 9:00 y 15:00 horas. En cada transecto se caminó lentamente siguiendo las franjas, buscando intensivamente rastros de mamíferos (huellas, excretas, rascaderos, acostaderos, etc.).



### III. Muestreo de herpetofauna

Se utilizaron los mismos transectos recorridos para el monitoreo de mastofauna, para la búsqueda intensiva y observación de herpetofauna, tratando de abarcar la mayor área posible. Los recorridos se realizaron durante el día entre las 9:00 y las 15:00 hrs. En cada transecto se caminó lentamente revisando cada micro hábitat potencial; suelo, bajo y sobre rocas, removiendo hojarasca, bajo y sobre troncos caídos, árboles, cuerpos de agua, raíces y cercos.



#### 4.4.2.5 Cálculo de parámetros bióticos de los grupos faunísticos

Se calcularon algunos índices y parámetros de diversidad mediante los datos obtenidos en los muestreos de los tres grupos. Los resultados ofrecen un panorama general del estado de la diversidad faunística del sistema ambiental, así como en el predio. A continuación, se describen los parámetros y el método para calcularlos.

#### **Abundancia relativa**

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie:

$$Ab\ rel = (ni/N) * 100$$

Dónde:

$ni$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos de todas las especies

#### **Dominancia relativa**

Se obtiene de la división de la dominancia absoluta de la  $i$ -ésima especie entre la dominancia total. Para este caso se calculó a partir del índice de dominancia de Simpson.

#### **Índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ )**

El dato de la riqueza de especies en una comunidad por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad, pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver ( $H'$ ). De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dónde:

$S$  – número de especies (riqueza de especies)

$p_i$  – abundancia relativa de la especie  $i$  (se obtiene de dividir el número de individuos de la  $X_i$  especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

### **Índice de dominancia (índice de Simpson) ( $\lambda$ )**

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ .

### **Índice de equidad de Pielou (J)**

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

$H$  = diversidad

$H_{max}$  = diversidad máxima ( $\ln(S)$ )

$S$  = número de especies

#### *4.4.2.6 Resultados*

### **I. Avifauna**

#### **I.I Avifauna sistema ambiental**

Se registraron **40 individuos** de **21 especies** pertenecientes a seis órdenes y 15 familias. Estas especies representan el 3.7% del total en Jalisco y el 13% de la avifauna potencial del sistema ambiental. Ninguna de ellas es endémica a México, mientras que una se considera exótica.

Así mismo, las 21 especies son residentes y no se registraron especies migratorias, esto probablemente a que no es temporada de migración. Finalmente, **ninguna de las especies se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Tabla 4- 30 Avifauna en el sistema ambiental.

Nombre científico	Orden	Familia	Nombre común	Estac.	Dist.
<i>Cathartes aura</i>	Accipitriformes	Cathartidae	Zopilote aura	R	E
<i>Amazilia violiceps</i>	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí corona violeta	R	Se
<i>Columbina inca</i>	Columbiformes	Columbidae	Tortolita cola larga	R	T
<i>Zenaida asiatica</i>	Columbiformes	Columbidae	Paloma alas blancas	R	T
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuculiformes	Cuculidae	Garrapatero pijuy	R	T
<i>Passerina caerulea</i>	Passeriformes	Cardinalidae	Picogordo azul	R	E
<i>Melospiza fusca</i>	Passeriformes	Emberizidae	Rascador viejita	R	A
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Passeriformes	Fringillidae	Pinzón mexicano	R	A
<i>Hirundo rustica</i>	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina tijereta	R	E
<i>Icterus pustulatus</i>	Passeriformes	Icteridae	Calandria dorso rayado	R	T
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Passeriformes	Icteridae	Zanate mayor	R	T
<i>Sturnella magna</i>	Passeriformes	Icteridae	Pradero tortillaconchile	R	E
<i>Lanius ludovicianus</i>	Passeriformes	Laniidae	Verdugo americano	R	A
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Passeriformes	Mimidae	Cuicacoche pico curvo	R	A
<i>Passer domesticus</i>	Passeriformes	Passeridae	Gorrión doméstico	R	Ex
<i>Sporophila torqueola</i>	Passeriformes	Thraupidae	Semillero de collar	R	T
<i>Volatinia jacarina</i>	Passeriformes	Thraupidae	Semillero brincador	R	T
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Passeriformes	Tyrannidae	Luis bienteveo	R	T
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Passeriformes	Tyrannidae	Mosquero cardenalito	R	T
<i>Tyrannus vociferans</i>	Passeriformes	Tyrannidae	Tirano chibiú	R	Se
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Piciformes	Picidae	Carpintero bellotero	R	A

Estacionalidad: R= residente, Mi= migratoria de invierno, Mv= migratoria de verano. Distribución: A= neártico, T= tropical, Mx= endémico, Ce= cuasiendémico, Se= semiendémico, E= amplia distribución, Ex= exótica. NO-059: A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial, P= peligro de extinción.

Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la avifauna

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del análisis cuantitativo de la avifauna en el sistema ambiental.

Tabla 4- 31. Resultados de la abundancia, dominancia y densidad de las especies que conforman la comunidad de aves en el sistema ambiental.

Nombre científico	Abundancia	Abund. rel	Dom. rel
<i>Cathartes aura</i>	1	0.025	0.008
<i>Amazilia violiceps</i>	1	0.025	0.008
<i>Columbina inca</i>	3	0.075	0.069
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.05	0.031
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	1	0.025	0.008
<i>Passerina caerulea</i>	1	0.025	0.008

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

<i>Melospiza fusca</i>	2	0.05	0.031
<i>Haemorrhous mexicanus</i>	3	0.075	0.069
<i>Hirundo rustica</i>	8	0.2	<b>0.492</b>
<i>Icterus pustulatus</i>	1	0.025	0.008
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	0.075	0.069
<i>Sturnella magna</i>	1	0.025	0.008
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.025	0.008
<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	0.025	0.008
<i>Passer domesticus</i>	3	0.075	0.069
<i>Sporophila torqueola</i>	1	0.025	0.008
<i>Volatinia jacarina</i>	1	0.025	0.008
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0.025	0.008
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	0.075	0.069
<i>Tyrannus vociferans</i>	1	0.025	0.008
<i>Melanerpes formicivorus</i>	1	0.025	0.008
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla 4- 32. Resultados de los parámetros e índices calculados para el sistema ambiental.

Parámetro	Valor
Especies	21
Individuos	40
Dominancia de Simpson (D)	0.058
Diversidad de Shannon (H')	3.042
Equidad de Pielou (J)	0.999

La riqueza en el sistema ambiental fue de 21 especies, de las cuales se registraron 40 individuos. La especie con mayor valor de abundancia y dominancia fue *Hirundo rustica*.

Dentro del sistema ambiental se encuentra una parte de la zona metropolitana de Guadalajara, abarcando parcialmente los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto y Tonalá. Sin embargo, gran parte de esta zona no se encuentra totalmente urbanizado, por el contrario, gran parte de ella es aún destinada para uso agrícola. Por ello, se registraron aves que difícilmente se ven en la ciudad. Sin embargo, hay especies ampliamente distribuidas y adaptadas a ambientes antrópicos. Tal es el caso de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) que fue la más abundante. Si bien es cierto que esta especie se puede observar dentro de la ciudad, es más común encontrarla en las periferias o lugares abiertos.

Se entiende que los ambientes menos degradados mantienen especies y gremios muy sensibles a la perturbación antrópica, mientras que los más alterados tienen mayores abundancias de especies y gremios considerados poco sensibles a la perturbación humana o generalistas. Como ejemplo,

tenemos a las especies *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus* y *Columbina inca*, las cuales están bien adaptadas a ambientes antrópicos, siendo las más abundantes después de *Hirundo rustica*.

En cuanto a los índices estimados, el valor de dominancia de Simpson ( $D=0.058$ ) el cual es muy bajo, indicando que no hay una dominancia muy marcada, por el contrario, las especies tienden a ser igualmente abundantes. Esto se complementa y es consistente con la equidad de Pielou ( $J=0.999$ ), la cual resulta ser muy alta, confirmando la idea de que las especies tienden a ser igualmente abundantes, es decir, a la equidad. Por último, el índice de diversidad Shannon ( $H'=3.042$ ) por sí solo no nos dice nada, ya que no presenta un rango. Sin embargo, un valor mayor o igual a tres se considera como alta diversidad.

#### I.II Avifauna predio del proyecto

Se registraron **25 individuos** de **siete especies** pertenecientes a 4 órdenes y seis familias. Estas especies representan el 1.2% del total en Jalisco y el 4.3% de la avifauna potencial del área de estudio. Ninguna especie es endémica a México.

Así mismo, las siete especies son residentes y no se registraron especies migratorias, esto probablemente a que no es temporada de migración. Finalmente, **ninguna de las especies se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla 4- 33. Avifauna del sitio del proyecto.

Nombre científico	Orden	Familia	Nombre común	Estac.	Dist.
<i>Charadrius vociferus</i>	Charadriiformes	Charadriidae	Chordo tildío	R	A
<i>Zenaida asiatica</i>	Columbiformes	Columbidae	Paloma alas blancas	R	T
<i>Columba livia</i>	Columbiformes	Columbidae	Paloma doméstica	R	E
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuculiformes	Cuculidae	Garrapatero pijuy	R	T
<i>Hirundo rustica</i>	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina tijereta	R	E
<i>Passer domesticus</i>	Passeriformes	Passeridae	Gorrión doméstico	R	Ex
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Passeriformes	Icteridae	Zanate mayor	R	T

Estacionalidad: R= residente, Mi= migratoria de invierno, Mv= migratoria de verano. Distribución: A= neártico, T= tropical, Mx= endémico, Ce= cuasiendémico, Se= semiendémico, E= amplia distribución, Ex= exótica. NOM-059: A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial, P= peligro de extinción.

#### Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la avifauna

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del análisis cuantitativo de la avifauna en el predio.

Tabla 4- 34. Resultados de la abundancia, dominancia y densidad de las especies que conforman la comunidad de aves en el predio.

Nombre científico	Abundancia	Abund. rel	Dom. rel
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	3	0.12	0.080

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

<i>Hirundo rustica</i>	7	0.28	<b>0.434</b>
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	0.04	0.009
<i>Columba livia</i>	4	0.16	0.142
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.08	0.035
<i>Charadrius vociferus</i>	3	0.12	0.080
<i>Passer domesticus</i>	5	0.2	<b>0.221</b>
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla 4- 35. Resultados de los parámetros e índices calculados para la avifauna del predio.

Parámetro	Valor
Especies	7
Individuos	25
Dominancia de Simpson (D)	0.1467
Diversidad de Shannon (H')	1.931
Equidad de Pielou (J)	0.9924

La riqueza del predio está representada por siete especies, de las cuales se registraron 25 individuos. La especie con mayor valor de abundancia y dominancia fue *Hirundo rustica*, seguida de *Passer domesticus*. El estado de conservación de ambas especies indica que son abundantes y de amplia distribución, ya que su hábitat está ligado a asentamientos humanos y puede vivir en terrenos perturbados. La dominancia de estas especies puede deberse a su etología, ya que son especies gregarias.

En cuanto a los índices estimados, el valor de dominancia de Simpson (D=0.14) es bajo, lo cual nos indica que no hay una dominancia marcada, por el contrario, las especies tienden a ser igualmente abundantes. Por su parte, la equidad de Pielou (J=0.99), presenta un valor muy alto, indicando que las especies son igualmente abundantes. Por último, el índice de diversidad Shannon (H'=1.931) por sí solo no nos dice nada, ya que no presenta un rango. Sin embargo, un valor menor a tres se considera como baja diversidad.

Es posible que la diversidad de aves observada sea consecuencia de una homogeneidad de condiciones en el predio, ya que al ser un sitio con actividad industrial no presenta gran cantidad de arbolado ni de variedad en sus especies.

**Comparativa de índices de diversidad entre el sistema ambiental y el predio del proyecto**

La siguiente tabla concentra los resultados de los índices de diversidad entre ambos sitios de interés. Para el caso particular de las aves, se calculó la diversidad β, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\beta = 2C / S1+S2$$

Donde:

S1 = número de especies en comunidad 1

S2 = número de especies en comunidad 2

C = número de especies compartidas entre 1 y 2

La diversidad  $\beta$  se puede definir como la magnitud del cambio, o el grado de diferenciación en la composición entre un conjunto de muestras, expresa un tipo de distancia ecológica, el grado en el cual las muestras difieren una de otra en la composición de especies debido a su separación en un gradiente ambiental, o por otros factores.

Tabla 4- 36. Valores de los índices de diversidad.

Parámetro	Sistema ambiental	Predio
Especies	21	7
Individuos	40	25
Dominancia de Simpson (D)	0.05769	0.1467
Diversidad de Shannon (H')	3.042	1.931
Equidad de Pielou (J)	0.9991	0.9924
$\beta$	0.64286	

De acuerdo con estos índices, el sistema ambiental registro 14 especies más que el predio y registro una mayor abundancia. Ambos sitios presentan baja dominancia, aunque más marcada en el predio. Mientras que, por el contrario, presentaron una equidad muy alta. En cuanto a la diversidad de Shannon (H'), el sistema ambiental fue notoriamente más diverso que el predio del proyecto. Esta mayor diversidad era de esperarse, principalmente por la heterogeneidad de hábitats que presenta el sistema ambiental, como consecuencia de su mayor cobertura geográfica. Esto hace que presente una variedad de nichos que pueden ser aprovechados por especies con distintos requerimientos, contrario al predio del proyecto, el cual es bastante homogéneo y carece de una estructura vertical, al no haber arbolado ni suficientes arbustos que ofrezcan variedad de requerimientos a distintas especies.

Por último, la diversidad beta nos dice que existe un recambio de especies entre los dos sitios del 64%, es decir, que ambos sitios comparten menos de la mitad de las especies registradas en total.

## II. Mastofauna

### II.1 Mastofauna sistema ambiental

Se registro la presencia de al menos tres especies pertenecientes a tres órdenes y tres familias. Los tres individuos se registraron por observación directa.

Tabla 4- 37. Mamíferos registrados en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Orden	Familia	Registros
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	1
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	LAGOMORPHA	LEPORIDAE	1
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	RODENTIA	SCIURIDAE	1

Las tres especies tienen una amplia distribución en el país, y **ninguna de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059SEMARNAT-2010.**

**Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la mastofauna**

Debido a que para las tres especies solo se registró un individuo, no es posible calcular índices de diversidad.

**II.2 Mastofauna predio del proyecto**

Para el caso del predio del proyecto, no se registraron individuos de ninguna especie de mamíferos. Esto quizá como consecuencia del manejo del que ha sido objeto el polígono comprendido por la PTAR. Sin embargo, no se descarta la presencia de algunos de ellos, debido a que el sitio se encuentra fuera de la grande urbe, donde aún se observan grandes extensiones de terreno usadas para cultivo y muchos aún como terrenos a campo abierto.

*4.4.2.7 Comparativa de índices de diversidad entre el sistema ambiental y el predio del proyecto*

Debido a que no se registraron especies en el predio, no es posible hacer comparaciones entre los distintos índices. La única comparación posible es en el número de especies registradas.

Tabla 4- 38. Valores de los índices de diversidad.

Parámetro	Sistema ambiental	Predio
Especies	4	0
Individuos	4	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Como se observa en la tabla, el sistema ambiental fue más diverso. Como ya se mencionó, al ser el sistema ambiental de mayor tamaño, permite que haya una heterogeneidad mayor en los hábitats. Esto permite que una mayor cantidad de especies puedan explotar distintos recursos, lo que puede propiciar su presencia. Por su parte, el predio del proyecto es bastante homogéneo.

**III. Herpetofauna**

**III.1 Herpetofauna sistema ambiental**

Se registraron dos especies pertenecientes a dos familias. De ambas se observó un individuo. *Sceloporus torquatus* se encuentra distribuida a lo largo del centro de México y con poblaciones estables, siendo endémica de México. Por su parte, a *Aspidocelis gularis* se le encuentra principalmente en el noreste del país, así como en el centro y sur. **Ninguna de las dos especies se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla 4- 39. Herpetofauna en el predio.

Nombre científico	Orden	Familia	Nombre español	Dist.
<i>Sceloporus torquatus</i>	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de collar	Mx

<i>Aspidoscelis gularis</i>	Squamata	Teiidae	Huico texano	
-----------------------------	----------	---------	--------------	--

### **Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la herpetofauna**

Debido a que solo se registraron dos especies no es posible calcular índices de diversidad.

#### III.2 Herpetofauna predio del proyecto

Para el caso del predio del proyecto, no se registraron individuos de ninguna especie de herpetofauna. Sin embargo, no se descarta la presencia de algunos de ellos, principalmente lagartijas, ya que son especies con afinidad a áreas abiertas y a infraestructura que facilitan sitios de refugio.

### **Comparativa de índices de diversidad entre el sistema ambiental y el predio del proyecto**

Debido a que no se registraron especies en el predio, no es posible hacer comparaciones entre los distintos índices. La única comparación posible es en el número de especies registradas.

Tabla 4- 40. Valores de los índices de diversidad.

Parámetro	Sistema ambiental	Predio
Especies	2	0
Individuos	2	0
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Como se observa en la tabla, el sistema ambiental fue ligeramente más diverso.

#### 4.4.3 Medio socioeconómico<sup>5</sup>

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga en 2015 ocupaba a nivel estatal el lugar 121 en el índice de marginación con un grado muy bajo, en pobreza multidimensional se localiza en el lugar 117, con el 30.0 por ciento de su población en pobreza moderada y 2.1 por ciento en pobreza extrema; y en cuanto al índice de intensidad migratoria el municipio tiene un grado bajo y ocupa el lugar 123 entre todos los municipios del estado.

La expansión del AMG ligada al crecimiento poblacional incrementó significativamente entre 1940 y 1980 , su crecimiento surge como resultado del desarrollo industrial y comercial fomentado por el crecimiento de la pequeña industria localizada en la Guadalajara y la expansión comercial proveniente principalmente de la ciudad de México.

<sup>5</sup> Díaz Torres J. Jesus, et al. "CAMBIOS MORFOLÓGICOS DEL TERRENO EN LA CUENCA DE EL AHOGADO, CAUSADOS POR LA EXPANSIÓN DEL ÁREA URBANA DE GUADALAJARA"

SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Entre 1940 y 1960, la ciudad de Guadalajara comenzó a extenderse en el territorio, y su tasa de crecimiento poblacional alcanzo el 5.5 y 8.7% (Ruíz Velazco-Castañeda, 2004). En la década de los años 70's comenzó el proceso de conurbación, y con el crecimiento de la ciudad de Guadalajara pronto se ocuparon terrenos de predios rústicos y núcleo agrarios contiguos en los municipios de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá.

Entre 1970 y 2010, se consolidó el AMG, abarcando gran parte del territorio de los municipios mencionados, así como de El Salto y Tlajomulco de Zúñiga. Durante este mismo periodo se presentan las tasas de crecimiento medio anual más altas a nivel municipal, destacando aquellas que alcanzaron entre el 6 y 12%

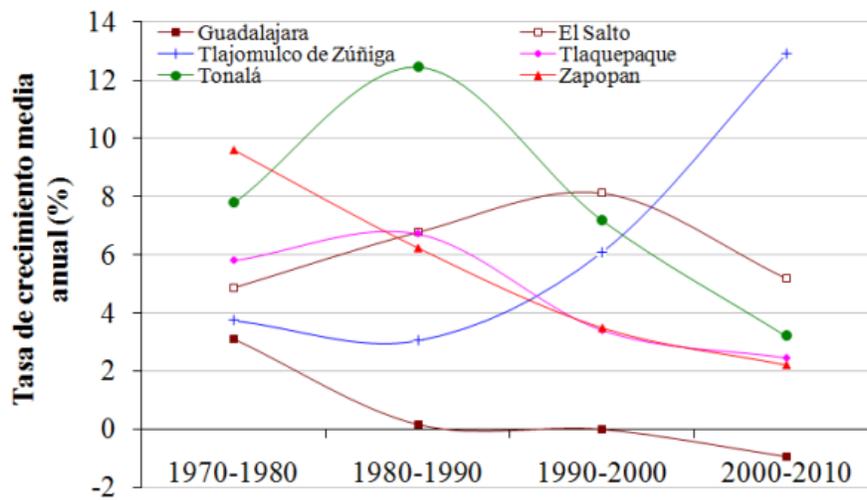


Figura 4- 17. Comportamiento del crecimiento de la población municipal durante las últimas cuatro décadas.

El área urbana de Guadalajara pasó de tener 2,620 ha en 1940 a 59,698.47 ha en 2010. Por otra parte, durante el periodo de 1970 a 2010, la superficie de área urbana dentro de la cuenca de El Ahogado pasó de tener 703.56 ha a 21,759.62. Después de los últimos 40 años, el área urbana de la cuenca representa poco más del 36% de la superficie total del AMG, y más del 42.5% respecto al área total de la cuenca.

Se detectan cuatro zonas industriales que dan empleo a una parte importante de la población de la cuenca. Se calcula que 70 por ciento de la población económicamente activa son obreros o empleados; el 5 por ciento jornaleros o peones, y el 17 por ciento trabajan por su cuenta. Estas zonas se ubican y se caracterizan de la siguiente manera.

- 1) En las inmediaciones de la Presa del Ahogado, se tienen las localidades de San José El Verde y El Quince y San José del Castillo.
- 2) Las Pintas y Las Pintitas, ubicadas al este de la Carretera a Chapala, también son localidades con

fuerte presencia industrial, donde se combinan industrias tradicionales, de pequeñas y medianas dimensiones, con algunas maquiladoras.

3) El sur del municipio de Tlaquepaque, donde se encuentran parques industriales de reciente creación, como el Valle del Silicio.

4) Y, en el municipio de Tonalá, con la presencia de pequeñas industrias, en su mayoría de carácter tradicional.

El número de viviendas asentadas en la Cuenca de El Ahogado son aproximadamente 100 mil, presentando una tasa de crecimiento muy dinámica del 7 por ciento anual. En materia de infraestructura, la cuenca enfrenta serios problemas en lo que se refiere al tratamiento del agua residual, ya que no todo el drenaje va a plantas de tratamiento y todavía se siguen utilizando descargas a canales de aguas negras a cielo abierto, sobre todo en los municipios de Tonalá, El Salto, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga. Además, no todas las localidades de la cuenca cuentan con agua potable.

#### 4.4.3.1 Pobreza multidimensional<sup>6</sup>

De acuerdo con los datos actualizados a 2015 del porcentaje y número de personas en situación de pobreza, vulnerable por carencias sociales, vulnerable por ingresos y; no pobre y no vulnerable en Tlajomulco de Zúñiga el 32.0 por ciento de la población se encuentra en situación de pobreza, es decir 193 mil 421 personas comparten esta situación en el municipio, así mismo el 25.5 por ciento (153,646 personas) de la población es vulnerable por carencias sociales; el 11.5 por ciento es vulnerable por ingresos y 31.0 por ciento es no pobre y no vulnerable.

Es importante agregar que en 2010 el 5.7 por ciento de Tlajomulco de Zúñiga presentó pobreza extrema para el 2015 disminuyó a 2.1 por ciento, es decir 12 mil 488 personas (2015); por otro lado en 2010 un 33.6 por ciento de la población estaba en pobreza moderada (134,547 personas) y para 2015 disminuyó su porcentaje a 30.0 por ciento, sin embargo en datos absolutos aumentó a 180,934 habitantes. De los indicadores de carencias sociales en 2015, destaca que el acceso a la seguridad social es la más alta con un 36.8 por ciento, que en términos relativos se trata de 222 mil 014 habitantes. El que menos porcentaje acumula es el acceso a los servicios básicos en la vivienda, con el 4.3 por ciento.

#### 4.4.3.2 Marginación

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga cuenta con un grado de marginación muy bajo, y que la mayoría de sus carencias están por abajo del promedio estatal; destaca que la población de 15 años o más sin primaria completa asciende al 9.9 por ciento, y que el 25.6 por ciento de la población no gana ni dos salarios mínimos. A nivel localidad, se tiene que la mayoría de las principales localidades del municipio tienen grado de marginación bajo, a excepción de la cabecera municipal, Hacienda

<sup>6</sup> "TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA DIAGNÓSTICO MUNICIPAL, MARZO 2019" IIEG INSTITUTO DE INFORMACION ESTADISTICA Y GEOGRÁFICA DE JALISCO.

SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Santa Fe y San Agustín que tiene grado de marginación muy bajo, en particular se ve que Santa Cruz del Valle tiene los más altos porcentajes de población analfabeta (5.6%) y sin primaria completa (22.0%).

Respecto a las carencias en la vivienda, siguen destacando Santa Cruz del Valle y Tlajomulco de Zúñiga con los más altos porcentajes en el indicador de viviendas sin agua entubada mostrando el 10.8 y 6.2 por ciento respectivamente; sin excusado y con el problema de no contar con energía eléctrica Santa Cruz del Valle destaca con el 2.3 y el 0.5 por ciento, en lo que se refiere a equipamiento en la vivienda, en viviendas sin refrigerador muestra el 10.9 por ciento, seguido de San Sebastián el Grande con el 8.2 por ciento.

#### 4.4.4 Paisaje

##### 4.4.4.1 Introducción

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. De acuerdo con Canter (1998), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras.

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. No obstante, el tratamiento del paisaje encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la *visibilidad*, la *calidad paisajística*, y la *fragilidad* del paisaje, definida como la capacidad para absorber los cambios que se produzcan en él. Así, los factores que integran la fragilidad son: biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, ...), morfológicos (cuenca visual, altura relativa, ...) y la frecuentación humana.

##### 4.4.4.2 Paisaje general

El predio del proyecto se encuentra inscrito en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el municipio presenta 13 tipos. La proporción más grande la tiene el uso de suelo Agrícola, con casi 50 %, le sigue la Zona urbana con un 32%. El paisaje general del proyecto se encuentra dentro de una planicie a los 1,515 metros sobre el nivel de mar, y la totalidad del predio presenta una superficie plana. En la figura IV se puede observar la topografía y elevación del terreno.

##### 4.4.4.3 Colindancias

Por encontrarse dentro de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Ahogado, el predio del proyecto colinda con las propias instalaciones y muros perimetrales. Al norte, el predio colinda con la infraestructura de la planta de tratamiento, resaltando los clarificadores y digestores. Al sur, colinda con un predio sin construcción, en el cual se aprecian algunos árboles en perímetro, muy probablemente este predio esta destinado al cultivo. En su parte este, no se tiene una vista

panorámica, ya que lo que se observa, es el muro perimetral de la PTAR. Detrás del muro hay una zona habitacional, de la cual se observan algunas viviendas que rebasan la altura de la barda. Por último, al oeste, el predio colinda con un largo paraje propio de la PTAR, la cual no cuenta con construcciones. Este terreno se utiliza para la deposición de sedimentos. En la figura IV se muestra la orientación del predio.

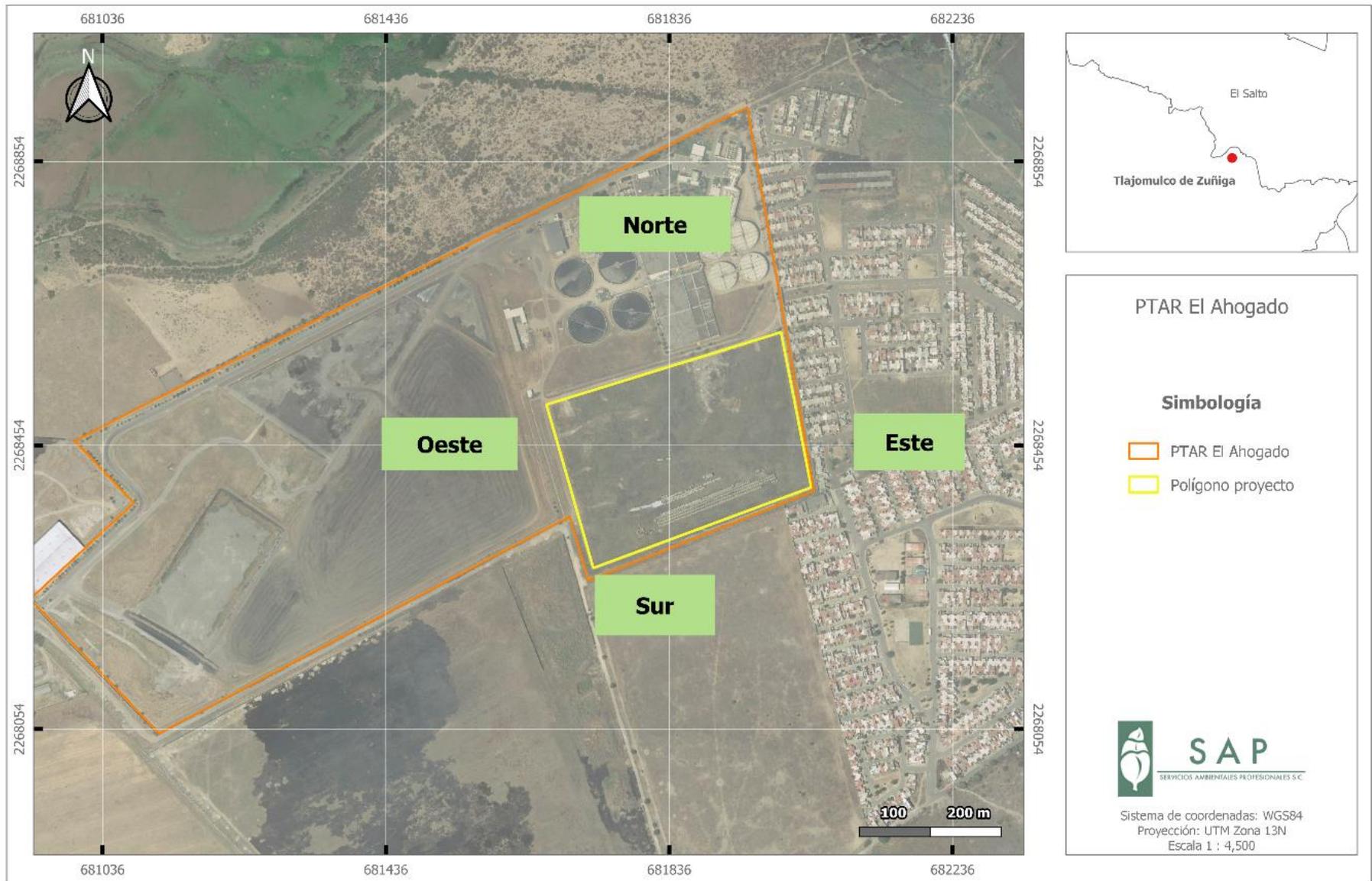
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO



#### 4.4.4.4 Determinación del paisaje en la zona del proyecto

Para la determinación del paisaje, primeramente, se realiza una segmentación del lugar en unidades que se diferencian entre sí, correspondientes a zonas del territorio con características homogéneas desde el punto de vista paisajístico, esto es, con el mismo uso de suelo, misma vegetación predominante, misma morfología del relieve, los mismos colores predominantes, etc. La anterior determinación se hace partiendo del sistema ambiental delimitado del proyecto. Sin embargo, por encontrarse dentro de la PTAR, se tomaron los puntos norte, sur, este y oeste como las unidades paisajísticas.



Figura 4- 18. Unidades paisajísticas del predio del proyecto.

#### 4.4.4.5 Evaluación del paisaje en la zona del proyecto

Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos importantes para la evaluación del paisaje: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje.

##### I. Visibilidad

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

**Evaluación**

A continuación, se describe la visibilidad que tendría el observador, en cualquier frente que se ubique.

Tabla 4- 41. Visibilidad del paisaje

Aspecto a Evaluar	Característica	Factor Visual	Unidad paisajística
Visibilidad	Altitud	Altitud y densidad de vegetación	Presenta una baja altitud y una densidad baja, debido a que la mayor parte se encuentra cubierta por pastos
	Áreas abiertas		Solo al sur y al oeste se tiene una vista más amplia, debido a la longitud del terreno y la ausencia de arbolado
	Orientación	Posición del observador	Al norte se observan las instalaciones de la PTAR
			Al sur se observa el terreno desprovisto de arbolado, y al fondo se aprecia la Sierra de San Juan Cosalá
			Al este se observa muro perimetral el cual obstruye la visibilidad. Sobre el muro se distinguen viviendas
			Al oeste, se observa los terrenos PTAR, así como, naves industriales
Pendiente	Altitud de observación	No hay pendiente, el sitio se encuentra en una planicie	

**Resultados**

Se puede concluir que la visibilidad en el territorio, es media, pero de poca calidad, debido a la infraestructura presente y a la urbanización circundante. El sur es hacia donde se presenta una mejor visibilidad. No existe pendiente en el sitio que permita una mejor visibilidad hacia un punto en particular.

**II. Valoración del paisaje**

El valor paisajístico está determinado por las características intrínsecas del sitio y la calidad visual del entorno inmediato, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

Para determinar el valor paisajístico de cada unidad paisajística, se utilizó la metodología propuesta por Zambrano et al. (2002), que considera al paisaje como una componente ambiental que debe ser percibida por el ser humano a través del sentido visual y que propone un modelo visual que refleja todas las cualidades paisajísticas visuales de un territorio. Los parámetros y elementos que permiten evaluar a cada una de las unidades con el criterio paisajístico se sintetizan en la siguiente tabla.

Tabla 4- 42. Valoración del paisaje

<b>VALOR PAISAJÍSTICO</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Elemento</b>	
	Unidad Visual (UV)	Abiótico	
		Biótico	
		Antrópico	
	Organización Visual (OV)	Contraste visual	
		Dominancia visual	
	Calidad Visual (CV)	Diversidad	
		Naturalidad	
		Singularidad	
		Complejidad topográfica	
		Superficie y límite de agua	
		Actuaciones humanas	
		Degradación de la calidad visual	
	Calidad Escénica (CE)	Morfología	
		Vegetación	
		Formas de agua	
		Color	
Fondo escénico			
Rareza			
Actuaciones humanas			

Cada parámetro considerado se evalúa cualitativamente. Una vez evaluados los parámetros y elementos de la unidad en turno, se hace una sumatoria y se obtiene un valor global. Este valor representa la calidad paisajística y se compara con los valores de la siguiente tabla.

Tabla 4- 43. Valoración de la calidad paisajística

<b>Zona de valor</b>	<b>Calidad paisajística</b>	<b>Valores comprendidos</b>
1	Zonas con calidad paisajística Baja	28-37 puntos
2	Zonas con calidad paisajística Regular	38-47 puntos
3	Zonas con calidad paisajística Buena	48-57 puntos
4	Zonas con calidad paisajística Alta	58-67 puntos
5	Zonas con calidad paisajística Muy alta	68-78 untos

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

Tabla 4- 44. Parámetros de Valoración de Unidad Visual (UV).

Elemento de Unidad Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
<b>Abiótico</b>	Predominio de elementos físicos influyentes en la calidad y composición de una escena agradable a observar	5	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio	3	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo	1	1	3	1	1
<b>Biótico</b>	Predominio de elementos bióticos, influyentes en la composición de una escena agradable a observar	5	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio	3	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo	1	1	3	1	1
<b>Antrópico</b>	Predominio de elementos antrópicos, influyentes en la calidad de una escena a observar	5	Elementos que proporcionan cierta calidad a la escena	3	Elementos que disminuyen la calidad del paisaje haciéndolo poco atractivo	1	1	1	1	1
<b>UV= Elemento abiótico + Elemento biótico + Elemento antrópico =</b>							<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Tabla 4- 45. Parámetros de Valoración de Organización Visual (OV).

Elemento de Organización Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
<b>Contraste visual</b>	Un contraste alto entre cada uno de los elementos dominantes del paisaje	5	Contraste medio entre cada uno de los elementos	3	Bajo contraste entre cada uno de los elementos integrantes de la unidad visual	1	3	5	1	1
<b>Dominancia visual</b>	Dominio total de la apreciación del paisaje	5	Dominio parcial de los elementos	3	Presencia de un elemento de forma negativa dentro de unidad visual	1	1	3	1	3
<b>OV= Elemento Contraste visual + Elemento Dominancia visual =</b>							<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Tabla 4- 46. Parámetros de Valoración de Calidad Visual (CV).

Elemento de Calidad Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
<b>Diversidad</b>	Gran variedad de elementos biofísicos, características viduales	5	Diversidad media de vegetación, presencia de actuaciones humanas	3	Escasa diversidad (Paisaje monótono)	1	1	3	1	1
<b>Naturalidad</b>	Mantiene íntegramente las características naturales	5	Poca intervención humana en la naturaleza	3	Naturaleza altamente modificada	1	1	1	1	1
<b>Singularidad</b>	Presencia de elementos con alto grado de atracción visual, por su escasez o valoración histórica	5	Escaso grado de atracción visual, no existe un realce histórico	3	La presencia de elementos pasa desapercibida, no son notables	1	1	3	1	1
<b>Complejidad topográfica</b>	Presencia de un relieve montañoso notorio	5	Formas montañosas interesantes, pero de poco dominio	3	Colinas suaves y ondulaciones en el terreno poco notorias	1	1	5	1	3
<b>Superficie y límite de agua</b>	Presencia en mayor escala de agua sobre el terreno	5	Presencia de agua de una manera moderada	3	Escasa presencia de agua, casi nula	1	1	1	1	1
<b>Actuaciones humanas</b>	Actuaciones humanas que estéticamente no agreden el entorno	5	Actuaciones armoniosas sin calidad estética	3	Modificaciones intensas que reducen la calidad estética	1	1	1	1	1
<b>CV= Diversidad + Naturalidad + Singularidad + Complejidad topográfica + Superficie y límite de agua + Actuaciones humanas =</b>							<b>6</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Tabla 4- 47. Parámetros de Valoración de Calidad Escénica (CE).

SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

www.sapconsultores.com.mx

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Elemento de Calidad Escénica	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
<b>Morfología o topografía</b>	Relieves con pendientes mayores a 60°, marcado y predominante, o bien, relieve de gran variedad superficial, o presencia de algún rasgo singular	5	Pendientes entre 30 y 60°, formas erosivas interesantes. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	3	Pendientes entre 0 y 30°, colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular. Sin rasgos dominantes	1	1	1	1	1
<b>Vegetación</b>	Grandes masas boscosas, gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	5	Cubierta vegetal casi continua, poca variedad en la distribución de la vegetación. Diversidad de especies media	3	Cubierta vegetal continua. Poca o ninguna variedad o contraste en distribución de la vegetación	1	1	1	1	1
<b>Formas de agua</b>	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas o grandes láminas de agua en reposo. Formaciones hídricas excepcionales	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje, con características comunes en su recorrido y caudal	3	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en su caudal, lagos pequeños, regulares y sin reflejo, ausentes o inapreciables	1	1	1	1	1
<b>Color</b>	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes de suelo, rocas y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	3	Muy poca variación de color o contraste. Colores apagados	1	1	1	1	1
<b>Fondo escénico</b>	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1	1	3	1	1
<b>Rareza</b>	Único o poco corriente o muy raro en la región	5	Característico, aunque similar a otros en la región	3	Bastante común en la región	1	1	1	1	1
<b>Actuaciones humanas</b>	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	3	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica	1	1	1	1	1
<b>CE= Morfología + Vegetación + Formas de agua + Color + Fondo escénico + Rareza + Actuaciones humanas =</b>							<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

A continuación, se presenta el concentrado de los valores resultantes de acuerdo con los parámetros y elementos evaluados.

Tabla 4- 48. Valor paisajístico.

	Parámetro	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Valor paisajístico	Unidad Visual (UV)	3	7	3	3
	Organización Visual (OV)	4	8	2	4
	Calidad Visual (CV)	6	14	6	8
	Calidad Escénica (CE)	7	9	7	7
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

Tabla 4- 49. Valoración de la calidad paisajística.

Zona de valor	Calidad paisajística	Valores comprendidos
1	Zonas con calidad paisajística Baja	28-37 puntos
2	Zonas con calidad paisajística Regular	38-47 puntos
3	Zonas con calidad paisajística Buena	48-57 puntos
4	Zonas con calidad paisajística Alta	58-67 puntos
5	Zonas con calidad paisajística Muy alta	68-78 puntos

De acuerdo a los valores propuestos en esta metodología, la calidad paisajística es bastante baja, ya que solo la unidad sur alcanzó el rango mínimo entre 28-37 puntos. Para obtener la calidad paisajística del sitio del proyecto, se promedian los valores resultantes de la siguiente manera:

**Valor paisajístico del sitio=** unidad norte + unidad sur + unidad este + unidad oeste / 4

**Valor paisajístico del sitio=** 20 + 38 + 18 + 22 / 4 = **24.5**

De esta manera, el valor paisajístico del sitio es de Zona con calidad paisajística muy baja. Este resultado es de esperarse, ya que el sitio se encuentra dentro de la PTAR, además de estar rodeada de asentamientos urbanos y predios con actividad industrial. Como consecuencia, el área está bastante perturbada lo que impide que la calidad del paisaje tenga buenas expectativas.

### III. Fragilidad del paisaje

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa. En general la fragilidad depende de las características del territorio. Con ello es posible de establecer una fragilidad intrínseca que depende de las características del territorio. En primer término, de sus factores biofísicos: donde la fragilidad visual del punto o la unidad a medir dependerá de las características de cada elemento. Entre ellos están la pendiente, la orientación y la vegetación, por ejemplo: la fragilidad aumenta con el aumento de pendiente o la orientación, ya que la fragilidad visual aumenta en las solanas donde es más frágil el sitio, en contraparte las exposiciones con dirección oeste son menos frágiles. En segundo lugar, existen factores de visualización: donde la fragilidad del entorno está de acuerdo a la cuenca visual y dentro de ella sus características de compacidad, tamaño, extensión y forma, aquí cabe mencionar que un sector es más vulnerable cuando más visible es y mayor es su cuenca visual. El tercer término son los factores de singularidad (entre ellos los históricoculturales): donde aquellos sectores del territorio particularmente interesantes son siempre catalogados con una fragilidad elevada. Caben en este acápite la existencia de edificios, monumentos o parajes de carácter único y los valores tradicionales enraizados en la vida local aumentan la fragilidad.

Los factores que permiten evaluar la fragilidad de un paisaje se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4- 50. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
Densidad de la vegetación	67 - 100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34 - 67 % suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0 - 34 % suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	< 3 estratos vegetacionales	Medio	2
	1 estrato vegetal dominante	Alto	3
Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	> 1 m < 3 m de altura promedio	Medio	2
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

	Manchas monocromáticas	Alto	3
<b>Contraste cromático vegetación/suelo</b>	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alto	Alto	3
<b>Pendiente</b>	0 - 25 %	Bajo	1
	26 - 55 %	Medio	2
	> 55 %	Alto	3
<b>Orientación del paisaje</b>	Exposición sur-este	Bajo	1
	Exposición sureste-noroeste	Medio	2
	Exposición norte-oeste	Alto	3
<b>Valor histórico y cultural</b>	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

4.4.4.6 Resultados

A continuación, se presenta el concentrado de los valores resultantes de acuerdo a los factores evaluados, así como la tabla que nos indica, de acuerdo a los mismos, la fragilidad del paisaje.

Tabla 4- 51. Evaluación para la fragilidad del paisaje.

Factor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Densidad de la vegetación	3	3	3	3
Diversidad de estratos de la vegetación	2	2	2	2
Altura de la vegetación	3	3	3	3
Estacionalidad de la vegetación	3	3	3	3
Contraste cromático vegetación/vegetación	2	2	2	2
Contraste cromático vegetación/suelo	1	1	1	1
Pendiente	1	1	1	1
Orientación del paisaje	1	1	1	1
Valor histórico y cultural	1	1	1	1
Total	17	17	17	17
Fragilidad	<b>1.88</b>	<b>1.88</b>	<b>1.88</b>	<b>1.88</b>

$$\text{Fragilidad (F)} = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_8 + f_9 / 9$$

$$\text{Fragilidad general} = \text{Unidad norte} + \text{unidad sur} + \text{unidad este} + \text{unidad oeste} / 4 = \mathbf{1.88}$$

Fragilidad	Rango
Baja	1 - 1.6
Media	1.7 - 2-3
Alta	2.4 - 3

De acuerdo con los resultados de la evaluación, las cuatro unidades presentan una fragilidad media. Recordando que, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual, esta fragilidad media quiere decir que, dependiendo de la magnitud de la alteración, esta afectará la calidad visual del sitio. Esto es coherente con lo que se observa en el entorno, ya que, gran parte del predio de la PTAR, se encuentra desprovisto de edificaciones. Por lo que, la construcción de estas afecta el paisaje en una escala media.

#### 4.5 Diagnóstico ambiental

El área urbana de Guadalajara durante los últimos 40 años tuvo un crecimiento extraordinario, pero durante el periodo 2000-2010 casi duplica su tamaño. La obstrucción del proceso de infiltración al suelo debido a la pavimentación de estas áreas urbanas reduce la capacidad de recarga del acuífero Toluquilla, y la limitada cantidad de agua de recarga está expuesta a un fuerte deterioro. La reducción del volumen de infiltración natural también favorece el escurrimiento superficial y ayuda a que este se acumule con mayor rapidez en zonas planas.

El constante crecimiento del AMG incide directamente en la modificación de la topografía, y el crecimiento desordenado a llevado a intensificar las condiciones de riesgo hidrometeorológico en la zona.

La disponibilidad de agua del acuífero Toluquilla está destinada en su mayoría para usos consuntivos, los cuales representan el 98% de su volumen total (REPDA-CONAGUA). El indicador de grado de presión sobre el recurso hídrico describe la intensidad del uso del recurso disponible respecto a la extracción total del recurso en la zona. Para la cuenca de El Ahogado, este indicador es mayor al 100%, lo cual refleja un severo déficit de agua subterránea.

El déficit en la disponibilidad del agua subterránea está asociado a la sobre-explotación del recurso, que según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el volumen total de agua subterránea concesionado es mayor al disponible, Además, es importante destacar que existen extracciones clandestinas o sitios sin registro que vienen a contribuir en la sobre explotación del acuífero. Por otra parte, el análisis de la topografía mediante el modelo digital de elevaciones y el modelo de pendientes con resolución espacial de 2 m, exhibe los cambios morfológicos generados por la construcción de infraestructura vial e hidráulica asociada a la extensión del área urbana de Guadalajara.

La problemática más fuerte en la cuenca es la descarga de los cinco municipios de aguas negras industriales y domésticas a los cuerpos de agua, provocando problemas de insalubridad. Una parte importante de la población convive con aguas negras, tiraderos clandestinos y enfermedades, sólo una tercera parte de los asentamientos humanos de la cuenca descarga a las redes municipales de drenaje.

Geográficamente la mayor parte de la cuenca, es una zona con pendientes planas que no permite

un drenaje eficiente, por lo que son naturalmente restrictivas para el desarrollo urbano, es decir, se trata de zonas con potencial inundable.

El represamiento de los cuerpos de agua, el crecimiento de los asentamientos urbanos y el desarrollo de corredores industriales sin una infraestructura con capacidad de saneamiento básico ha originado que muchos de los ríos de la cuenca se hayan convertido en canales conductores de aguas negras o residuales con un drástico impacto acumulativo aguas abajo de la cuenca.

La Cuenca del Ahogado que delimita el Sistema Ambiental del proyecto AMPLIACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO" se encuentra altamente impactada debido a la incesante presión antropogénica a la que se ha visto expuesta principalmente los últimos 20 años. Es indispensable y necesario el correcto manejo de residuos, emisiones y descargas para atenuar el daño y mitigar el efecto que el mal manejo han provocado en ella.