



PROGRAMA
MUNICIPAL
DE

Cambio Climático

De
Valle de Santiago
Gto.

"EL ESTUDIO SE ADQUIRIÓ CON RECURSOS
DEL FONDO AMBIENTAL DEL ESTADO"



IMPLAN Valle de Santiago

Mtro. Arq. Antonio Silva Tavera
Director General

Elaboración:

EKM Consultoría Ambiental

M.C. Enrique Kato Miranda
Director

LDT Daniel Orozco Ramírez
Especialista Socioambiental

LDT Karla Ponce Martínez
Especialista Análisis Territorial

Ing. Amb. Mercedes González Muñoz
Especialista en Inventarios GyCEI

M.C. Mario Guadalupe Figueroa Trujillo
Especialista Residuos

Índice

Presentación.....	6
1 Introducción.....	8
1.1 Beneficios de elaborar el PMCC	8
2 Visión y objetivo del PMCC.....	9
2.1 Visión	11
2.2 Misión	11
2.3 Objetivo.....	12
3 Marco de referencia	13
3.1 Cambio climático	13
3.2 Contexto internacional, nacional y local	15
3.3 Marco jurídico, nacional y local	18
3.4 Alineación con los instrumentos de planeación nacional, estatal y municipal	22
4 Caracterización del municipio.....	36
4.1 Clima presente	38
4.2 Principales ecosistemas y recursos naturales.....	41
4.3 Características socioeconómicas.....	48
4.4 Población	51
4.5 Marginación	56
4.6 Vivienda y servicios de salud	58
4.7 Manejo, conservación y aprovechamiento del agua.....	62
4.7.1 <i>Análisis de la recarga</i>	<i>66</i>
4.7.2 <i>Gestión del agua.....</i>	<i>69</i>
4.8 Generación de energía eléctrica	77
4.9 Generación y gestión de residuos	78
5 Diagnóstico e identificación de las principales fuentes de gases de efecto invernadero	85
5.1 Resultados generales	86
5.2 Sector energía.....	88
5.3 Sector AFOLU	90
5.4 Sector transporte	91
5.5 Sector desechos.....	92

5.6 Fuentes clave de emisiones	93
5.7 Línea base y proyecciones de emisiones GEI	94
6 Diagnóstico e identificación de las principales fuentes de gases de efecto invernadero	96
6.1 Escenarios climáticos	96
6.2 Estrés hídrico	105
6.3 Seguridad alimentaria	108
6.4 Pobreza energética	112
6.5 Peligros y riesgos por fenómenos hidrometeorológicos	114
6.6 Salud	132
6.7 Aspectos de infraestructura relacionados a vulnerabilidad	136
7 Planteamiento estratégico	142
8 Lineamientos generales para la instrumentación, seguimiento y evaluación del programa	145
8.1 Instrumentación del programa	146
8.2 Seguimiento del programa	154
8.3 Evaluación del programa	155
9 Anexos	157
9.1 Fichas descriptivas de las medidas de mitigación y adaptación	157
9.2 Bibliografía	157
9.3 Glosario	164
9.4 Siglas y acrónimos	167
9.5 Mapas	169
9.6 Imágenes editables	169
9.7 Gráficos editables	169
9.8 Memoria de cálculo GyCEI	169
9.9 Memoria del taller de grupos de enfoque	169

Índice de tablas

Tabla 1. Elementos para una visión y misión del PMCC.....	10
Tabla 2. Valores.....	11
Tabla 3. Conocimiento de la relación del CO ₂ con el clima	13
Tabla 4. Acuerdos internacionales vinculatorios	19
Tabla 5. Instrumentos de Planeación	29
Tabla 6. Tipos de clima en el municipio de Valle de Santiago	38
Tabla 7. Cuadro de áreas por usos del suelo y vegetación.....	42
Tabla 8. Situación de las ANP en Valle de Santiago	45
Tabla 9. Población total por Localidad Urbana.....	51
Tabla 10. Población total por Localidad Rural.....	52
Tabla 11. Población por rango de edad.....	56
Tabla 12. Porcentaje de derechohabientes a servicios de salud	60
Tabla 13. Porcentaje Municipios circunvecinos. Acuífero Irapuato-Valle de Santiago.....	65
Tabla 14. Plantas potabilizadoras por tecnología en el país.....	69
Tabla 15. Plantas potabilizadoras por tecnología en Guanajuato	70
Tabla 16. Plantas Tomas domiciliarias en la cabecera de Valle de Santiago	70
Tabla 17. Plantas de tratamiento de aguas residuales por tecnología en el país	72
Tabla 18. Plantas de tratamiento de aguas residuales por tecnología en Guanajuato	73
Tabla 19. Evolución de volumen estatal de agua residual tratada	73
Tabla 20. Tipo de Tratamiento, costos y volumen Tratado. Valle de Santiago.....	74
Tabla 21. Datos de operación de SAPAM.....	74
Tabla 22. Demanda de energía eléctrica por sector	77
Tabla 23. Instrumentos legales aplicables	80
Tabla 24. Datos de generación de RSU	82
Tabla 25. Generación de GEI en el municipio de Valle de Santiago	85
Tabla 26. Generación de Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales GEI	87
Tabla 27. Comparación de inventario GyCEI de SMAOT con estimación propia	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 28. Estimación de GyCEI para el sector energía.....	89
Tabla 29. Estimación de GyCEI para el sector AFOLU	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 30. Emisiones GyCE2017 por subsector transporte.....	91
Tabla 31. Estimación de GyCEI para sector desechos	92
Tabla 32. Proyección de emisiones GyCEI al 2030.....	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Figuras

Figura 1. Hitos federales en Cambio Climático	16
Figura 2. Hitos en el estado de Guanajuato en Cambio Climático	17
Figura 3. Avances estatales en 2018.....	18

Figura 4. Alineación de Instrumentos de Desarrollo y Cambio Climático en México	23
Figura 5. Observaciones de biodiversidad en Naturalista Mx	46
Figura 6. Aptitudes bióticas del municipio de Valle de Santiago.....	47
Figura 7. Ubicación de contenedores en comunidades rurales	84

Índice de mapas

Mapa 1. Localización, localidades y vías de comunicación	37
Mapa 2. Tipos de clima. Valle de Santiago	39
Mapa 3. Usos del suelo y vegetación. Valle de Santiago	42
Mapa 4. ANP y bancos de material	44
Mapa 5. localidades urbanas y rurales.....	51
Mapa 6. Rezago social por localidad de Valle de Santiago.....	57
Mapa 7. Habitantes sin afiliación a servicios de salud.....	60
Mapa 8. Subcuencas en Valle de Santiago	62
Mapa 9. Hidrología de Valle de Santiago	63
Mapa 10. Microcuencas en Valle de Santiago	64
Mapa 11. Zonas con potencial de recarga del acuífero	68

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Climograma de Valle de Santiago 1989-2019	40
Gráfico 2. Evaporación en Valle de Santiago 1989-2019	40
Gráfico 3. Escolaridad en la población mayor a 15 años.....	49
Gráfico 4. Evolución de la cobertura de agua potable.....	69
Gráfico 5. Evolución de cobertura de drenaje.....	71
Gráfico 6. Composición de los RSU	83
Gráfico 7. Emisiones GyCEI 2017 por sector energía.....	89
Gráfico 8. Emisiones GyCEI 2017 por sector AFOLU	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 9. Emisiones GyCEI 2017 por combustible en el subsector transporte.....	92
Gráfico 10. Emisiones GyCEI 2017 por combustible en el sector residuos... ¡Error! Marcador no definido.	
Gráfico 11. Evolución al 2030 de las emisiones GyCEI por sector.....	95

Presentación

El modelo de desarrollo de nuestra sociedad en México, al igual que en gran parte del mundo, genera un efecto de aceleramiento de los cambios climáticos que siempre han acompañado la vida del planeta. Las evidencias científicas acopiadas, sintetizadas y consensuadas por una gran comunidad científica a través del trabajo que sistemáticamente ejecuta el Panel intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), permiten afirmar sin ambages que hay un efecto aditivo y potenciador sobre el cambio climático, inducido por la actividad humana.

El esfuerzo científico desplegado, es valioso e inapreciable porque a diferencia de lo que denominamos “tiempo”, sujeto a variaciones en ciclos horarios, diarios, mensuales o anuales, mismas que son percibidas y recordadas en el más puro sentido común, el cambio climático es un proceso de largo plazo que solo es posible demostrar mediante el estudio detallado de las variables climáticas en periodos de cuando menos 30 años en el caso mínimo.

El reconocimiento de la contribución de los gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) generados por procesos naturales más los procesos antrópicos, sobre el incremento gradual de la temperatura del planeta y la alteración de los ciclos climáticos planetarios que regulan los océanos, conlleva una conclusión fundamental: se deben disminuir y compensar esas emisiones a través del conjunto de medidas conocido como mitigación.

Sin embargo, aún los esfuerzos y voluntades internacionales más armónicos en pos de la mitigación, no están previniendo la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos que afectan a las actividades productivas, la infraestructura construida por el hombre, los bienes de las personas y finalmente a la integridad de las personas mismas. Es por ello que, en acompañamiento de las medidas de mitigación, se requieren otro conjunto de medidas denominado adaptación.

Es decir, el concierto mundial debe tender a producir las mejores medidas de mitigación actuando desde lo local hacia lo global, pero es el esfuerzo local el que puede prevenir las situaciones de peligro que representan los eventos meteorológico extremos especialmente sobre los sectores de la población más vulnerables.

Construir una sociedad resiliente, viviendo en ciudades y asentamientos también resilientes, es el reto, pues si bien el peligro es similar para los habitantes de un territorio, la vulnerabilidad no lo es en función de niveles socioeconómicos, culturales y por supuesto de oportunidades de desarrollo personal que ello implica. Esta inequidad puede apreciarse desde el patrón mismo de ocupación del territorio y la infraestructura urbana y rural disponible, ya sea en temas de sistemas de drenaje pluvial o acceso a servicios públicos de seguridad y sociales. El peligro es igual, la vulnerabilidad no, y por ende, el riesgo es distinto.

La inequidad se agrava por las distintas realidades que viven los géneros, lo cual complejiza la atención en los esfuerzos de avanzar hacia medidas efectivas de mitigación y, especialmente como ya hemos explicado, de adaptación.

En ese contexto, surge con fuerza la visión central del presente Programa Municipal de Cambio Climático (PMCC): su atención no es materia del sector ambiental del gobierno sino un asunto de seguridad y competitividad que exige transversalidad y amplia visión en las acciones de gobierno. Tampoco es un tema exclusivo del gobierno pues nada haría por sí sólo sin la acción decidida de la sociedad: se requiere repensar el modelo de gobernanza para atender tan importante tema, uno policéntrico y con visión de horizontalidad en el compromiso y capacidad de influir en las decisiones de política pública, a favor del bien común.

En el desarrollo de este documento, el capítulo uno introduce al tema; el capítulo dos, fija los objetivos amparados en una visión que deriva de la visión de gobierno, la misión correspondiente y los valores que guían a la acción. El capítulo tres, revisa el marco conceptual, normativo y de planeación, para pasar al capítulo cuatro en el que se desarrolla la caracterización del municipio. Sobre la base anterior, el capítulo cinco revisa el inventario de GyCEI como base para las decisiones específicas de mayor eficacia en el municipio.

A partir del capítulo seis se desarrolla propiamente el PMCC a partir del diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades, para dar paso al planteamiento estratégico en el capítulo siete y los lineamientos para la instrumentación, evaluación y seguimiento en el capítulo ocho.

El Municipio de Valle de Santiago, toma las riendas de la atención a esta compleja realidad, a través del presente instrumento.

1 Introducción

Ante un marco de actuación internacional y nacional en torno al Cambio Climático, a nivel estatal y municipal (niveles subnacionales) se establece la obligación de asumir los compromisos de contribución a la mitigación de gases de efecto invernadero y la responsabilidad de asumir las medidas de mitigación necesarias. Como se verá en el capítulo tres, en el estado de Guanajuato existe tanto el marco legal que así lo mandata como el amplio marco de planeación que cobija la visión estatal y sienta las bases para la acción municipal.

En este capítulo se atiende la pregunta ¿para qué contar con un PMCC si existe uno estatal que a su vez se cobija en una estrategia y planeación nacional? La respuesta mostrará la importancia de contar con un instrumento local.

1.1 Beneficios de elaborar el PMCC

Las acciones que contribuyan a mitigar emisiones de GyCEI, así como reducir riesgos a la población, son lo verdaderamente importante. Visto desde ese ángulo, es secundario si las medidas eficaces se insertan en un programa de desarrollo social u otro de desarrollo económico o de otra índole. Esto podría inducir a cuestionarnos si es necesario un PMCC. Y la respuesta es que si es necesario y vale la pena, como se explica en lo siguientes beneficios.

Especificidad. Porque atiende las particularidades propias del desarrollo territorial en el municipio y su entorno regional, mismas que demandan un análisis específico que permitan establecer las estrategias y acciones que, si bien son justificadas y válidas en el municipio, no necesariamente lo son en otro distinto o viceversa.

Integralidad. Aborda, desde la visión de mitigación y adaptación (vulnerabilidad), las estrategias y acciones que demanda el cambio climático y permite la revisión metódica y sistemática de todos los aspectos involucrados, pues ante un problema complejo no hay soluciones sencillas. Es decir, no se debe confiar que la multiplicidad de planes y programas que se proponen desde cualquier visión gubernamental, exista la garantía de una atención de la totalidad de los efectos implicados.

Transversalidad. Si aceptamos que la atención del Cambio Climático no es un tema sectorial sino justamente uno que concierne a todas las esferas de la actividad humana, entonces no es posible esperar que la simple iniciativa espontánea surja en cada actor y cree un conjunto capaz de atender con integralidad el tema. El cambio climático es de naturaleza transversal por excelencia; el PMCC plantea, como pocos instrumentos, la oportunidad de movilizar las interacciones.

Participación colaborativa. Los tres beneficios anteriores, son un vehículo para potenciar la participación no sólo al interior del gobierno sino de esto con la sociedad organizada y representada, abriendo espacios para la escucha de las inquietudes y propuestas de soluciones ante el Cambio Climático, con todos los retos que plantea la participación en un ambiente colaborativo

Nuevos modelos de gobernanza. Ofrece las condiciones para abandonar los modelos de gobernanza verticales de arriba-abajo y explorar alternativas policéntricas que confieran permanencia y flexibilidad, necesarias ante un fenómeno que demanda visión de largo aliento.

En síntesis, el PMCC viene a ocupar un espacio en la planeación que no se satisface con los instrumentos a nivel federal o estatal, sino que los complementa y visibiliza las necesidades y oportunidades locales en una atención integral del Cambio Climático, para llevar a la praxis la expresión de pensar globalmente y actuar localmente.

2 Visión y objetivo del PMCC

La visión que se plantea en Valle de Santiago es acorde aquella establecida en la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40, que destaca elementos como la atención a grupos vulnerables, la construcción de una sociedad involucrada y participativa enfocada al manejo sustentable, eficiente y equitativo de sus recursos naturales, así como el uso de energías limpias y renovables, para lograr un desarrollo de bajas emisiones como responsabilidad global hacia poblaciones Resilientes y ciudades sustentable.

Al mismo tiempo, armoniza esa visión con las que se establecen en el Programa Municipal de Desarrollo 2040, el Programa de Gobierno de 2021-2024 y el programa Municipal de Movilidad Sustentable que incluyen elementos como:

- La cultura de respeto y la conservación del medio ambiente
- La economía altamente competitiva
- La aspiración de convertir a Valle de Santiago en un referente estatal
- El sustento en la innovación estratégica y la participación social
- El respeto al derecho de desplazamiento incluyente, seguro y sustentable

En ese sentido, en la Tabla 1 se muestran los elementos considerados para formular una visión y una misión

Tabla 1. Elementos para una visión y misión del PMCC

Elemento	Descripción
Cultura de respeto al medio ambiente	Una sociedad informada que valoriza sus recursos naturales y la necesidad de protegerlos ante las incertidumbres del cambio climático, así como la relación intrínseca del bienestar humano con el patrimonio natural
Protección al ambiente	La participación social y la eficiencia del gobierno municipal permiten el manejo sostenido y equitativo de los recursos naturales, así como la recuperación de sus servicios ambientales impactados por el cambio climático
Economía sustentable, competitiva regionalmente	La valoración de la protección al ambiente y el compromiso de acción ante el cambio climático, se suma y potencia el desarrollo económico del municipio, permitiendo sobresalir a nivel regional
Incorporación de tecnologías limpias y renovables	La incorporación de tecnologías limpias y renovables a nivel doméstico y en las actividades económicas, es el mecanismo por el cual se logra un desarrollo sostenible con crecimiento de la economía que tiende a ser más “verde”
Incorporación de tecnologías limpias y renovables	La incorporación de tecnologías limpias y renovables a nivel doméstico y en las actividades económicas, es el mecanismo por el cual se logra un desarrollo sostenible con crecimiento de la economía que tiende a ser más “verde”
Referente estatal por su responsabilidad global	Los enfoques integrales y basados en derechos humanos, inclusión y equidad, destacan a Valle de Santiago en el estado
Ciudades sustentables para vivir en armonía	La transversalidad de la política pública, permite que las acciones de gobierno redunden en un desarrollo urbano y rural con resiliencia ante los escenarios del cambio climático
Población resiliente	La base de la respuesta al cambio climático radica en el fortalecimiento de las capacidades de la población para comprender, prepararse y actuar a favor del Programa Municipal de Cambio Climático
Poblaciones vulnerables empoderadas	Las poblaciones más vulnerables ante el cambio climático se empoderan para garantizar la eficacia de las acciones locales ante el cambio climático
Sociedad involucrada y participativa	La gobernanza tiende a ser policéntrica pues se practica con los actores sociales y mediante la actuación transversal del gobierno municipal

Fuente: elaboración propia

2.1 Visión

Valle de Santiago destaca en la región y en el estado por su desarrollo bajo en emisiones comprometido con los esfuerzos globales ante el cambio climático al armonizar una economía competitiva en sus prácticas agropecuarias e industriales sustentables, y un desarrollo de ciudades y asentamientos resilientes que se apoya en soluciones basadas en la naturaleza, gracias a la protección y uso eficiente de su capital natural, así como acciones de mitigación y adaptación, mediante cultura climática y medio ambiental, el fortalecimiento, involucramiento, participación de actores sociales y la coordinación con un gobierno que aplica criterios de eficacia transversal, enfocada en incrementar la resiliencia de la población más vulnerable con inclusión, equidad y respeto a los derechos humanos.

2.2 Misión

Aplicar el gobierno sensible, subsidiario y solidario a una gobernanza participativa de políticas públicas transversales comprometidas con las acciones eficientes de mitigación y adaptación al cambio climático alineadas a la contribución del municipio con los objetivos estatales y nacionales para cumplir con la agenda 20-30 y el Convenio Internacional de Biodiversidad, para satisfacer las necesidades de la población, especialmente aquellos sectores más vulnerables, mediante el fortalecimiento de capacidades en todas las áreas de gobierno involucradas

Los valores en los que se sustenta la viabilidad de la misión en el camino hacia la visión deseada, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores

Elemento	Descripción
Respeto a los derechos humanos	Actuación del gobierno en el marco del reconocimiento y salvaguarda de los derechos humanos
Valoración de la naturaleza	Reconocimiento de la dependencia humana en la integridad ecosistémica y la conservación de sus servicios ambientales
Cultura climática	Conocimiento y comprensión del cambio climático y los compromisos que se asumen para prepararse y responder ante los retos impuestos por el clima
Interés público	Privilegio del interés común y el particular la casa común, sobre los intereses particulares
Inclusión	Apertura del espacio de colaboración y escucha para todos los sectores de la población
Equidad	Igualdad de oportunidades y atención, con base en el reconocimiento

	de las fortalezas y debilidades de cada sector poblacional
Liderazgo	Construcción de la credibilidad de la sociedad a las acciones de gobierno mediante su eficacia y la rendición de cuentas
Transversalidad	Comprensión de la necesidad de actuar intersectorialmente dentro del gobierno municipal, con los municipios vecinos y los gobiernos estatal y nacional
Subsidiariedad	Acción enfática del gobierno en los ámbitos donde la sociedad no puede por sí misma
Participación	Favorecimiento del empoderamiento social para la toma de decisiones colaborativas para la sostenibilidad

Fuente: elaboración propia

2.3 Objetivo

Aplicar el gobierno sensible, subsidiario y solidario a una gobernanza participativa de políticas públicas transversales comprometidas con las acciones eficientes de mitigación y adaptación al cambio climático alineadas a la contribución del municipio con los objetivos estatales y nacionales para cumplir con la agenda 20-30 y el Convenio Internacional de Biodiversidad, para satisfacer las necesidades de la población, especialmente aquellos sectores más vulnerables, mediante el fortalecimiento de capacidades en todas las áreas de gobierno involucradas.

3 Marco de referencia

3.1 Cambio climático

Ya en 1855 Mathew F. Maury estableció una relación entre el clima y las corrientes marinas, en particular con la corriente del Golfo. Responsable de la moderación del clima invernal en Europa y la dureza del mismo en Norteamérica, aunque pasaría un siglo antes de que se reconfirmara y aceptara esa propuesta (Schoijet, 2008), y hoy, nadie duda por ejemplo de la influencia global de las corrientes de “El Niño” y “La Niña”, en el clima, y que el papel de regulación térmica y atrapamiento de Dióxido de Carbono (CO₂) por los océanos, tiene un límite.

Por otra parte, una serie de descubrimientos consolidaron la comprensión de la relación entre el CO₂ y el clima (Tabla 3) como fundamentos del cambio climático:

Tabla 3. Conocimiento de la relación del CO₂ con el clima

Fecha	Descripción
1859	Relación CO ₂ y metano con la radiación infrarroja
1900	Teoría de la absorción y emisión de radiación del cuerpo negro
1920	Primeras observaciones de ozono en la atmósfera
1938	Se encuentra que la concentración de CO ₂ aumentaba
1950-1959	Primeras predicciones de aumento de temperatura global
1971	Primera conferencia internacional sobre cambio climático
1974	Daños por clorofluorocarbonos (CFC) en la capa de ozono
1981	Primer reconocimiento del efecto invernadero global
1984	Descubrimiento de los agujeros de la capa de ozono
1987	Acuerdo de Montreal para reducir el uso de CFC
1987	Evidencias paleoclimáticas inequívocas de la relación CO ₂ y clima

Fuente: elaboración propia con datos de Schoijet (2008).

Como se observa, la construcción del conocimiento científico fue una lenta progresión de descubrimientos entre los que se incluyen los del premio Nobel mexicano Mario Molina en 1974, referidos a otros gases también de efecto invernadero como son los CFC-. La aceptación de estos temas fue ralentizada uno por uno por la acción sistemática de los así llamados “negacionistas” del cambio climático auspiciados por grandes intereses económicos, como los de la industria petrolera.

Es importante distinguir entre clima y lo que en el lenguaje popular se llama “el tiempo” y que corresponde más bien a las condiciones meteorológicas prevaecientes: éstas son cambiantes bajo esquemas naturales cíclicos que se traducen ciclos diarios, estacionales e incluso anuales. Así, puede ocurrir una semana con temperaturas elevadas y otra con temperaturas normales (histórica y estadísticamente hablando), o bien un año menos lluvioso que otro, ejemplos que no pueden ni deben considerarse como variaciones del clima. El consenso de los expertos es que los cambios en los parámetros climáticos deben ocurrir como tendencias demostrables en periodos no menores de 30 años para que puedan considerarse como cambio climático.

El caso ya mencionado del fenómeno recurrente de “El Niño”, no es en si una demostración del cambio climático, como si lo puede ser una tendencia a la elevación de la frecuencia de los episodios o la manifestación frecuente de episodios de magnitud elevada y sin precedente; dicha tendencia debe quedar demostrada en el largo plazo.

Los cambios climáticos han acompañado al planeta desde su nacimiento en el cosmos; la diferencia demostrada es que la acción del hombre a partir de la revolución industrial en el siglo XIX, ha acelerado de manera no observada en los registros paleoclimáticos, la velocidad con al que los cambios vienen ocurriendo. Es decir, el cambio climático es natural, su aceleración es antropogénica.

De esta manera, llegamos a la conclusión de que la manifestación del cambio climático no se demuestra por la serie consecutiva de periodos secos versus lluviosos o años fríos versus cálidos, sino en la ocurrencia inusual de eventos del clima, ya sea por su frecuencia o por su magnitud, situación que precisamente se ha observado en los últimos años en diversas manifestaciones.

En respuesta a sus efectos, se plantean dos grandes vertientes de acción para enfrentar y prepararse al cambio climático: la mitigación y la adaptación. El primero se refiere a acciones que conduzcan a la reducción de las emisiones antrópicas de GEI una vez que se ha demostrado su efecto en la elevación tendencial de la temperatura global. Ello significa identificar, regular y transformar las fuentes que generan esos GEI a los que ahora se agrega el carbono negro como contaminante climático de vida corta para convertirse en Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI).

Si bien las acciones de mitigación se insertan en un esfuerzo internacional para la reducción de GyCEI, éste tiene una visión global y, aun alcanzando la reducción de emisiones acordadas en París en 2015, sus efectos sobre el clima son inerciales y llevarán décadas el poder observar un abatimiento de los niveles atmosféricos GyCEI, así como el efecto invernadero que provocan. Por lo tanto, se hace necesario la segunda vertiente de acciones: la adaptación.

Si la mitigación es una respuesta en concierto internacional, la adaptación es el conjunto de medidas y acciones preventivas y correctivas tendientes a la preparación para lidiar con las distorsiones y anomalías climáticas a nivel local. Es por ello que el lema de actuar localmente y pensar globalmente tiene un profundo sentido en el papel preponderante que tiene la adaptación a nivel local: en la

adaptación se expresan las singularidades específicas del territorio donde se planean y ejecutan tales medidas.

El tema de la adaptación se vincula con los temas de vulnerabilidad y riesgo, por lo que no se puede concebir un PMCC que no esté estrechamente relacionado a instrumentos como los atlas de riesgos y la preparación para atender contingencias y desastres relacionados con las variaciones del clima.

Por último, el cambio climático tiene consecuencias tanto en el entorno natural en aspectos como los riesgos para la biodiversidad, como en las actividades productivas del hombre, al afectar por ejemplo los ciclos agrícolas, la presencia de plagas o bien la amenaza a la infraestructura urbana para contender con marejadas, elevación del nivel del mar o simplemente con eventos de precipitaciones torrenciales que rebasen la capacidad instalada de desalojo pluvial.

La salud humana al igual que con la biodiversidad, también es una de las consecuencias indeseables del cambio climático y su ejemplo más evidente se encuentra en la presencia ya endémica del dengue en el estado de Guanajuato, a pesar de ser originalmente una enfermedad de ambientes tropicales.

Afectaciones en la salud, la seguridad alimentaria, en la interrupción de las actividades productivas y en la infraestructura de ciudades y de comunicaciones, confieren al cambio climático un carácter de asunto de seguridad primordial y de competitividad regional y nacional. Es por ello que uno de los sellos característicos de la atención al cambio climático no debe concebirse desde una visión sectorial sino como uno de los casos emblemáticos de transversalidad de políticas públicas, cuya atención promueve y exige cambios paradigmáticos en la gobernanza: de modelos verticales y “arriba abajo”, a modelos más horizontales y policéntricos.

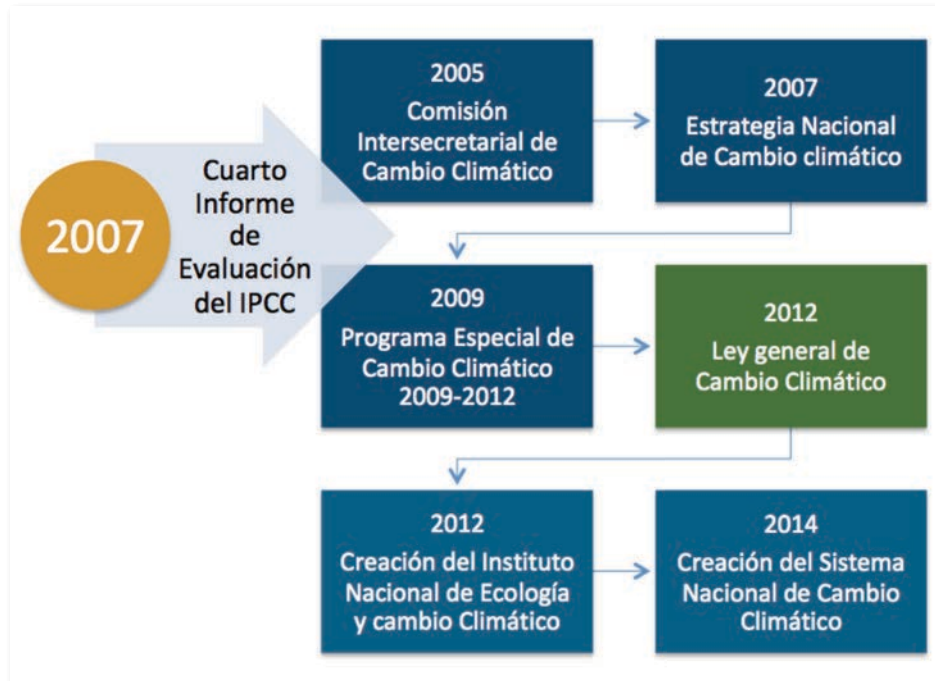
3.2 Contexto internacional, nacional y local

Hasta el año referido en la Tabla 3, el tema del Cambio Climático no fue del dominio público, lo cual ocurre y detona a partir del informe en 1990 de los trabajos de un grupo de expertos intergubernamentales sobre el cambio climático, el IPCC (panel Intergubernamental del Cambio Climático, por sus siglas en inglés), el cual lleva a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que dio bases para los acuerdos del Protocolo de Kioto en 1997 y el acuerdo de París en 2015, ambos con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (ONU, 2024).

La dinámica del IPCC propició las 28 reuniones periódicas denominadas Conferencia de las Partes (COP) que se han realizado desde 1995 hasta 2023, las cuales se apoyan en la estructura organizativa de aquel, en cuatro grupos de trabajo: el Grupo I sobre las bases científicas del cambio climático; el Grupo II sobre adaptación y vulnerabilidad al cambio climático; el Grupo III sobre la mitigación de GEI, así como el cuarto grupo denominado Fuerza de Tarea que estandariza las metodologías internacionales para el cálculo de los inventarios de GEI (IPCC, 2024; IMPLAN, 2020; IMPLAN, 2020).

En el marco de compromisos internacionales, a partir del sentido de urgencia en las naciones que se generó gracias al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC en 2007, el Ejecutivo Federal en México presentó la Estrategia Nacional de Cambio Climático que derivaría a la postre en el Programa Especial de Cambio Climático en 2009 y la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en 2012 (Figura 1).

Figura 1. Hitos federales en Cambio Climático



Fuente: elaboración propia con datos del IPCC (2024), el sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC, 2024) y el Programa Especial de Cambio Climático.

La política Nacional de Cambio Climático que emana de la LGCC, se basa en los siguientes principios rectores (INECC, 2018):

- Sustentabilidad en el aprovechamiento de los ecosistemas y recursos naturales
- Corresponsabilidad estado-sociedad
- Principio precautorio
- Prevención de daños al ambiente
- Producción y consumo responsable
- Integralidad y transversalidad
- Participación ciudadana efectiva
- Responsabilidad ambiental
- Transparencia
- Compromiso con la economía

Acorde a dichos principios rectores, el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) se integra por el INECC, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, los gobiernos de los estados, las autoridades municipales, el Congreso federal y el Consejo de Cambio Climático.

Los primeros avances a nivel federal, impulsaron los propios a nivel estatal, entre los que destacan dos casos: Veracruz con el primer programa estatal de cambio climático en 2009 emanado de un esfuerzo del sector universitario y Guanajuato, con la creación de la primera Comisión Intersecretarial de Cambio Climático a nivel estatal en 2007 (denominada COCLIMA), dos años después a la creación de la correspondiente a nivel federal.

La cronología de acciones en el estado de Guanajuato, habla de iniciativas tempranas en el contexto nacional: a la creación de la COCLIMA, le siguió en 2008 la producción de los Lineamientos para la Estrategia de Atención al Cambio Climático, la instalación en 2009 del Consejo Consultivo de la COCLIMA, la primera versión del Programa Estatal de Cambio Climático en 2009 (IEE, 2009) y el decreto del mismo en 2012 (figura 2).

Figura 2. Hitos en el estado de Guanajuato en Cambio Climático



Fuente: elaboración propia con datos del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE, 2009)

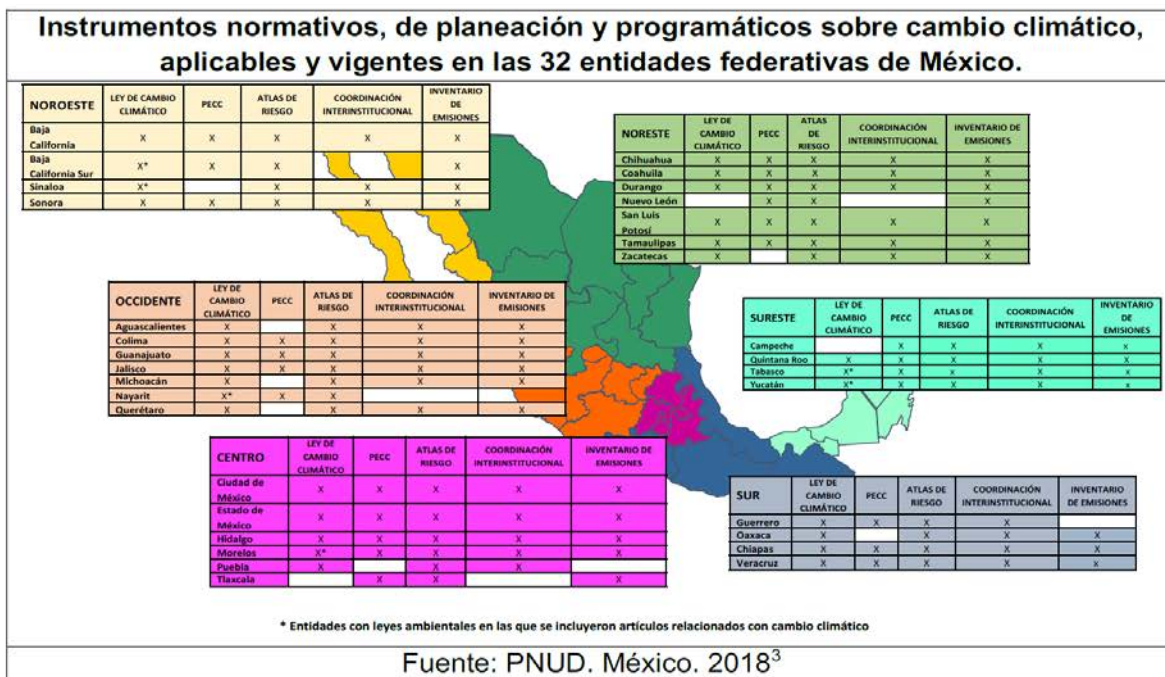
Las acciones descritas para Guanajuato, se dan en ausencia de un marco normativo estatal pues la Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, se decreta en 2013. Otro tema en el que hubo avance temprano en el estado, fue en la elaboración del primer inventario de gases de efecto invernadero en 2008 con datos base 2005 (IEE, 2009).

El movimiento a nivel estatal se incrementó y en la Evaluación Estratégica de Avances Subnacionales en Cambio Climático en 2018, el panorama estatal nacional se muestra en la Figura 3. Dicha evaluación se basó en cinco instrumentos: ley de cambio climático, programa de cambio climático, atlas de riesgos, trabajo intersecretarial e inventario GEI.

Derivado del marco normativo federal en Cambio Climático que surgió en 2012 (primera ola) y de las subsiguientes legislaciones estatales en la materia (segunda ola), se genera la tercera ola, ahora en

políticas públicas municipales. Destacó la promoción de los Planes de Acción Climática Municipal (PACMUN) promovidos por ICLEI con el apoyo financiero del Gobierno de Reino Unido, entre 2011 y 2015 (ICLEI, 2024). En Guanajuato se desarrollaron diez de ellos a partir de 2012 de acuerdo al Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

Figura 3. Avances estatales en 2018



Fuente: con información del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2018)

Bajo el marco normativo establecido por la Ley de Cambio Climático para el estado de Guanajuato y sus Municipios, actualmente se ha publicado el PMCC de León y se conoce que tiene un alto avance el de Irapuato.

3.3 Marco jurídico, nacional y local

En el contexto internacional, la Política Nacional de Cambio Climático está vinculada directamente a cuatro instrumentos internacionales que México ha firmado (Tabla 4)

Tabla 4. Acuerdos internacionales vinculatorios

Acuerdo	Vinculación
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 1992	Es el organismo de la ONU encargado de establecer las bases de acción internacional conjunta para la mitigación y adaptación. México lo firma en 1992 y el senado de la República lo aprueba en 1993.
Convenio sobre la Diversidad Biológica 1993	Convenio multilateral con tres objetivos: conservación de la biodiversidad, uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de sus beneficios.
Protocolo de Kioto 1995	Firmado el 9 de junio de 1998 y lo aprobó el Senado de la República el 29 de abril de 2000. Compromete a reducir CO ₂ , metano, óxido nitroso, hidroclorofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexasulfuro de azufre, todos ellos GEI.
Acuerdo de París 2015	Acuerdo vinculante universal a favor de adoptar metas de largo plazo con compromisos claros para la reducción de GEI y entró en vigor en 2016, año en que México lo firmó y el Senado de la República lo aprueba el mismo año.

Fuente: datos de 1 Sitio Oficial de País (Acuerdos Internacionales, 2024) y 2 CONABIO, Cooperación Internacional (CONABIO, 2024)

La lista de acuerdos internacionales signados por México es muy larga y se pueden mencionar algunos adicionales a los de la Tabla 4, que son pertinentes (Acuerdos Internacionales, 2024):

- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1969)
- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente (1972)
- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (1987)
- Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992)
- Convenio de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación (1992)
- Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible (2002)
- Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015)
- Acuerdo sobre un Programa Internacional de Energía (2017)

La atención al Cambio Climático responde directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13: *“Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”* (ONU, 2024). El ODS 13 plantea que se deben transformar los sistemas energéticos, industriales, de transporte, agrícolas y forestales, y todo ello no sólo por la razón de lo que es correcto, sino porque conviene desde el punto de vista económico y empresarial.

Reconoce que no hay la inversión suficiente a pesar de los esfuerzos, por lo que impulsa la adopción de Planes Nacionales de Adaptación para mejorar la resiliencia frente al cambio climático.

Dado que el cambio climático opera transversalmente, además del ODS 13, las acciones de mitigación y adaptación tocan necesariamente otros ODS, de los cuales se mencionan los de mayor importancia:

ODS 2: hambre cero. La seguridad alimentaria está comprometida por los efectos del cambio climático.

ODS 3: salud y bienestar. La ausencia de adaptación compromete este objetivo

ODS 7: Energía asequible y no contaminante. Las energías limpias son un tema central en la mitigación.

ODS 10: reducción de las desigualdades. El aumento de resiliencia depende de crear condiciones de equidad entre los grupos poblacionales.

ODS 12: producción y consumo responsable. La reducción de residuos y la economía circular, son acciones directamente relacionadas a la mitigación

Bajo el marco vinculador internacional descrito, los instrumentos jurídicos a nivel nacional y local que aplican al PMCC se describen a continuación (SEMARNAT, 2021).

Nacional

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El Artículo 4º establece el derecho a un medio ambiente sano de toda persona para su desarrollo y bienestar, con estado como garante y la posibilidad de fincar responsabilidades para quien provoque daños y deterioro.

Ley de Planeación

Establece la planeación nacional del desarrollo en el Art. 3º merced a las atribuciones federales en la regulación y promoción de actividades económicas, sociales, políticas, culturales, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como el ordenamiento territorial.

Ley General de Cambio Climático

Reglamenta las disposiciones constitucionales en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Fija la concurrencia de los tres órdenes de gobierno para el establecimiento de políticas públicas para la mitigación y adaptación al cambio climático. El art. 66 establece que el Programa Especial de Cambio Climático deberá contener los objetivos, estrategias, acciones y metas en la materia de acuerdo a la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Otras leyes atinentes

La Ley de la Industria Eléctrica (2014) vincula la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional cubriendo el fin de incluir energías limpias que contribuyan a la reducción de emisiones contaminantes, a fin de promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica.

La Ley de Transición Energética (2015) regula el aprovechamiento sustentable de la energía y las obligaciones en energías limpias y reducción de gases contaminantes en la industria eléctrica.

Estatal

Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios (LCC)

Fue publicada en 2013 y reformada en 2018, 2019, 2020, 2021 y 2024 (LCC, 2024). No tiene reglamentación y fija las siguientes atribuciones:

- Determinar las autoridades competentes para la aplicación de LCC
- El proceso de formulación, conducción y evaluación de la política estatal en materia de cambio climático
- Integrar y actualizar la información que sustente las decisiones en la materia
- La participación de la sociedad en las acciones frente al cambio climático
- Fomentar la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático
- Fortalecer las capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar el cambio climático
- Establecer y aplicar instrumentos económicos que impulsen la aplicación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

La reforma más importante para el PMCC, es del 6 de junio de 2024 que cambia la denominación de del PECC a “Programa Estatal de Acción Climática” y la del PMCC a “Programa Municipal de Acción Climática” (Sección Tercera). En concordancia con los Términos de Referencia, en este documento se seguirá manejando el nombre PMCC con la notación debida del cambio en la LCC.

Establece que los instrumentos municipales deben considerar el Diagnóstico Climatológico, la Prospectiva de Vulnerabilidad, el Inventario Estatal y además las interacciones intermunicipales en los siguientes conceptos como mínimo: “Cuencas atmosféricas, cuencas hidrológicas, agua subterránea, áreas naturales protegidas, gestión integral de riesgo, gestión de residuos sólidos con enfoque en aprovechamiento de metano, atención a incendios forestales, contaminación y pasivos ambientales, transporte y movilidad, infraestructura estratégica, actividades agroalimentarias e industriales, economía circular y producción y distribución de energía...” (LCC, 2024)

Los Programas Municipales de Acción Climática deben ser actualizados cada tres años.

Leyes y Reglamentos estatales atinentes

La LCC establece que en lo no previsto por ella, se aplicarán supletoriamente las siguientes: Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del estado de Guanajuato, el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, la Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato, la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato, la Ley de Protección Civil para el Estado de Guanajuato, la Ley de Planeación del Estado de Guanajuato y la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario para el Estado de Guanajuato (Art. 1 bis). Por la mención específica al tema, se citan dos de ellas.

El Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, declara de utilidad pública los temas de Cambio Climático relacionados con la adaptación y la vulnerabilidad ante sus efectos adversos (Art. 4º, fracción IX) y los incluye como elementos de la política pública para el ordenamiento sustentable del territorio y las acciones correspondientes (Art. 5º fracción XII) (CTEMG, 2023). Estas previsiones se reflejan a su vez en el reglamento respectivo en materia de áreas naturales protegidas.

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato, identifica entre las atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial y de los municipios, participar y coadyuvar con la federación en la aplicación de las políticas públicas forestales para la adaptación y la mitigación (Art 8º fracción XIX y 9º fracción XVIII) (LDFSEMG, 2021).

Municipal (Gobierno Municipal de Valle de Santiago, 2024)

Reglamento para la protección y el Mejoramiento Ambiental del Municipio de Valle de Santiago

Este reglamento data de 2009 y por lo tanto no hace mención específica al cambio climático, aunque si aborda las acciones concurrentes con el estado y la federación y también toca las dimensiones ambientales implicadas en el tema, como son el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación del impacto ambiental, la educación ambiental y los residuos. Este instrumento requiere una actualización para su alineamiento correcto a las más recientes reformas y las novedades jurídicas estatales. Por lo tanto, indirectamente tiene en primer lugar relación con las medidas de mitigación al cambio climático.

Reglamento del Sistema Municipal de Protección Civil para el Municipio de Valle de Santiago, Guanajuato

Define Cambio Climático y relaciona la adaptación al mismo dentro de las políticas públicas en materia de Protección Civil (Art. 4º y 9º), con la finalidad de lograr una gestión integral de riesgos.

3.4 Alineación con los instrumentos de planeación nacional, estatal y municipal

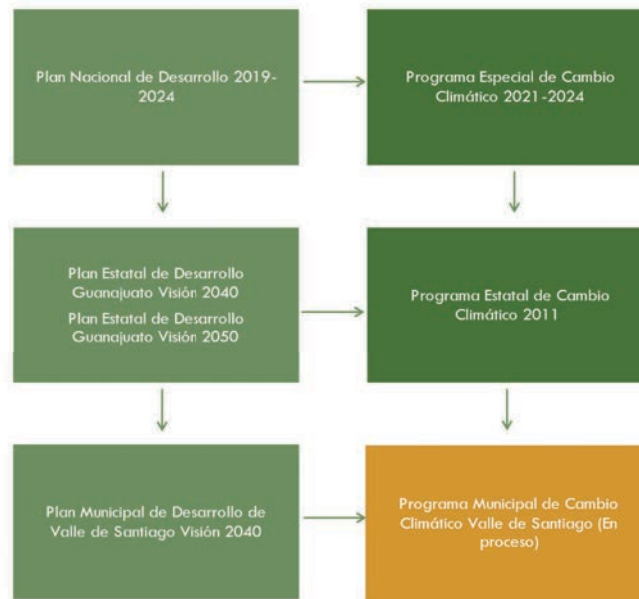
La planificación efectiva en cualquier nivel de gobierno es crucial para el desarrollo sostenible y la implementación de políticas públicas coherentes. Los instrumentos de planeación establecen los programas sectoriales, institucionales, regionales, municipales y especiales que deben ser elaborados para guiar las acciones de la administración pública. Estos planes no solo definen objetivos y estrategias, sino que también aseguran la coordinación y alineación de esfuerzos entre los diferentes niveles de gobierno.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) establece un marco general para las políticas y estrategias a nivel nacional, mientras que los Planes Estatales de Gobernanza y Desarrollo y los Programas Municipales de Desarrollo adaptan estas directrices a las particularidades de cada estado, región y municipio. Reconociendo la importancia de esta coordinación, es fundamental conocer y alinearse con los principales instrumentos específicos en materia de cambio climático, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y los PMCC.

Para la creación del PMCC, es indispensable una alineación con todos estos instrumentos de planeación, desde el nivel nacional hasta el municipal. A fin de proporcionar una visión más clara de cómo estos instrumentos se relacionan y contribuyen al presente documento, se ofrece a continuación una descripción de cada uno de ellos (Figura 4).

De acuerdo con las normativas nacionales y estatales, los Programas de Cambio Climático están alineados con las políticas y estrategias de cada uno de estos documentos. Esta alineación es fundamental para garantizar la coherencia y eficacia de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en los distintos sectores. Así, se procura que la política climática municipal se integre y coordine con los instrumentos disponibles y ya instrumentados en otros niveles de gobierno.

Figura 4. Alineación de Instrumentos de Desarrollo y Cambio Climático en México



Fuente: Elaboración propia con base en el art. 9 frac. II, LGCC art. 19 frac. XI, Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios.

Nacional

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024:

El PND es el principal instrumento de planeación de políticas públicas del gobierno federal en México. Este plan establece las prioridades y estrategias para el desarrollo económico, social y ambiental del país. Dentro de sus ejes fundamentales, reconoce en el apartado 2, Política Social, la importancia de enfrentar los retos del cambio climático y promover un desarrollo sostenible que asegure la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras (PND, 2018).

La creación de un PMCC se alinea directamente con los objetivos del PND, ya que este tipo de programas son fundamentales para la implementación de acciones locales que contribuyen al logro de las metas nacionales. A través de este documento, los municipios pueden desarrollar estrategias específicas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, promover la resiliencia ante eventos climáticos extremos y proteger los recursos naturales locales.

Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024.

Es el principal instrumento de implementación de acciones para que México enfrente los impactos negativos del cambio climático. Derivado de la Ley General de Cambio Climático, este programa establece objetivos, estrategias, acciones y metas específicas para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático. Con cuatro objetivos prioritarios y 169 acciones detalladas, el Programa

Especial de Cambio Climático (PECC) asigna responsabilidades, define tiempos de ejecución, coordina acciones y estima costos, alineándose con los compromisos internacionales del país. Prioriza la reducción de vulnerabilidades en poblaciones, biodiversidad, sectores productivos e infraestructura, mientras promueve estrategias transversales para fortalecer la seguridad alimentaria y la gestión de recursos hídricos (INECC, 2020)

Además, el programa incluye medidas específicas para apoyar a municipios y comunidades vulnerables y marginadas en la elaboración de sus propios instrumentos de cambio climático, con un enfoque en la inclusión de género, derechos indígenas, justicia ambiental, derechos humanos, gobernanza democrática, transparencia y participación ciudadana.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático (ANVCC), “se identifican 273 municipios con un grado de alta y muy alta vulnerabilidad actual y futura al cambio climático, mismos que coinciden con las zonas identificadas como de atención prioritaria por sus condiciones socioeconómicas, los cuales presentaron problemática con grado ‘muy alto’ y ‘alto’ de vulnerabilidad y con miras a su aumento, considerando escenarios de cambio climático” (INECC, 2019). Por ello, en este documento, en el Objetivo Prioritario 4, se menciona que es de suma importancia trabajar de la mano con los municipios más vulnerables y que estos tengan sus propias herramientas para generar estrategias ante el cambio climático, buscando trabajar en sinergia entre los tres niveles de gobierno. “Esto permitirá la implementación de acciones efectivas y ambiciosas que propicien un cambio real en nuestra forma de desarrollo”.

En la Estrategia prioritaria 1.7 se plantea como acción puntual que el gobierno federal contribuya al fortalecimiento de las capacidades en materia de adaptación al cambio climático, privilegiando a los municipios con alta vulnerabilidad y para ello, en la Estrategia prioritaria 4.1, se menciona que se debe promover la armonización de los instrumentos de planeación y políticas a escala nacional, estatal y municipal para el cumplimiento de la política nacional de cambio climático, como lo es el PMCC (INECC, 2019; SEMARNAT, 2021; SEMARNAT, 2021)

Con todo lo anterior lo que busca el gobierno federal es que los municipios logren obtener esas capacidades adaptativas necesarias para responder ante el cambio climático, por lo cual es de suma importancia el que se generen nuevos mecanismos y herramientas de planeación a nivel municipal que coadyuven a mitigar los efectos del cambio climático desde lo local.

Estatu

Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato Visión 2040

Es un sólido marco de planeación diseñado para orientar el futuro de la entidad. Elaborado de manera colaborativa entre sociedad, academia y gobierno, refleja la visión colectiva de las y los guanajuatenses sobre el estado que desean construir. Este plan no solo define metas y objetivos estratégicos para los próximos años, sino que también traza los caminos necesarios para alcanzar una sociedad justa, democrática, incluyente, desarrollada y armónica. Es una hoja de ruta clara que requiere el compromiso y la participación activa de todos los sectores para su implementación efectiva y el logro de sus aspiraciones compartidas (IPLANEG, 2018)

Específicamente este documento cuenta con la dimensión de Medio Ambiente y Territorio, en la cual se abordan diversos temas como los principales retos y desafíos que enfrenta Guanajuato en materia de medio ambiente y territorio, los escenarios y características de la visión al 2040 de la dimensión medio ambiente y territorio revisando el ahorro estimado de agua, proyecciones 2040 de emisiones GEI y de generación de residuos sólidos urbanos per cápita, entre otras, además también incluye las líneas estratégicas, objetivos y estrategias a desarrollar en materia de medio ambiente y los principales proyectos de la dimensión como el monitoreo de la contaminación ambiental, protección de los ecosistemas, sistema de movilidad intermodal, entre otros.

En la Estrategia 3.1.2.2, “Protección y conservación de la biodiversidad y los ecosistemas en el territorio estatal”, una de las líneas de acción del estado es fortalecer las capacidades municipales para la gestión en materia de medio ambiente y biodiversidad, con lo cual se estaría trabajando en ello al gestionar y generar un PMCC.

Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato Visión 2050

Instrumento de planeación a largo plazo diseñado para establecer las metas y estrategias necesarias para el desarrollo sostenible y equitativo del estado. Este documento, producto de la colaboración entre la sociedad, la academia y el gobierno, traza una visión integral del futuro deseado para Guanajuato. El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato Visión 2050 (PED 2050) identifica los principales desafíos y oportunidades en áreas como la economía, el medio ambiente, la educación, la salud y la infraestructura, y define objetivos claros para abordarlos. Además, establece las acciones y políticas que guiarán el crecimiento y desarrollo del estado, asegurando que todas las iniciativas estén alineadas con los principios de sostenibilidad, inclusión social y desarrollo humano. El plan busca construir una sociedad justa, democrática, incluyente y armónica, comprometida con el bienestar de las futuras generaciones (IPLANEG, 2024).

Este plan sigue en proceso para su posterior publicación, esta alineado con el Plan Estatal de Desarrollo Visión 2040 (PED) y el PND con el cual se integran nuevas estrategias, líneas de acción y pilares, los cuales son: sociedad incluyente, resiliente y solidaria, economía dinámica y sustentable, nueva gobernanza, sociedad del conocimiento y entornos regenerativos.

Programa Estatal de Cambio Climático 2011

Es un plan estratégico alineado con el Plan de Gobierno del Estado. Su objetivo principal es establecer una política energética sustentable en el estado que beneficie tanto a las comunidades como al ambiente, con un enfoque particular en la reducción de los GEI.

El programa abarca todos los municipios del estado de Guanajuato. Para la implementación efectiva de sus acciones, se considera la regionalización, preferentemente por cuenca hidrológica, con el fin de alinear los planes y garantizar la transparencia y disposición eficiente de los recursos, particularmente en relación con la gestión del agua, un recurso crítico afectado por el cambio climático.

El programa aspira a contribuir a la meta nacional de reducir en un 50% las emisiones de GEI para 2050, en comparación con las emisiones del año 2000. Esto implica la transición hacia un modelo socioeconómico menos dependiente del carbono, con capacidades de adaptación bien establecidas para minimizar la vulnerabilidad del estado ante el cambio climático (IEE, 2009).

Algunas de las Líneas Estratégicas son:

- Mitigación del Cambio Climático son: Reducir las emisiones de GEI mediante políticas públicas y privadas coordinadas.
- Reducción de Riesgos y Vulnerabilidad: Implementar acciones que disminuyan la vulnerabilidad de la población y sus actividades económicas al cambio climático, con una participación ciudadana activa y coordinación intergubernamental.
- Educación y Conciencia: Informar y educar a la población sobre los efectos y oportunidades del cambio climático.
- Investigación e Innovación: Promover la investigación científica y la innovación tecnológica en mitigación y adaptación al cambio climático.
- Financiamiento e Inversión: Asegurar la disponibilidad de recursos financieros para implementar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

En su estrategia 1.1.3. “Promover en todos los municipios del estado el desarrollo de estrategias locales de cambio climático” como línea de acción el gobierno estatal busca “impulsar el desarrollo de Planes de Acción Climática Municipales” con lo cual los municipios podrán trabajar de manera más puntual los efectos del cambio climático acorde a sus necesidades y características del territorio.

Este programa actualmente se encuentra desactualizado, ya que es de 2011 y no cuenta con una transversalidad con los instrumentos de planeación más actualizados en todos los niveles de gobierno, por lo cual es necesario tomar en consideración que es necesario que estos documentos siempre estén a la vanguardia para lograr cumplir las metas y objetivos a los que México se a inscrito a nivel internacional en los diferentes acuerdos y programas y continuar con esta línea de acción para continuar trabajando con la mitigación del cambio climático.

Regional

Programa Regional de Desarrollo del Estado de Guanajuato Región 4 sur

Documento estratégico y operativo que se basa en la regionalización actual del Estado de Guanajuato para la organización de procesos participativos dentro de los Consejos de Planeación Regional y Subregional, que a su vez forman parte del Consejo de Planeación del Estado de Guanajuato (COPLADEG), de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato (IPLANEG, 2020).

Este programa se actualiza para asegurar su congruencia con ODS de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, así como con los objetivos establecidos en instrumentos superiores de planeación, como el PND 2019, el PED 2040, entre otros.

El Programa Regional 4 detalla las problemáticas, retos y oportunidades de la región, abordando las cuatro dimensiones contenidas en el PED 2040. Ofrece orientaciones estratégicas generales para la atención y el desarrollo de la región. Los planteamientos del programa incluyen:

- La situación actual de la región
- Las perspectivas de desarrollo
- Las estrategias a futuro
- Los programas e iniciativas necesarios para lograr el desarrollo regional

Cada región y subregión de Guanajuato posee características únicas en términos económicos, sociales, culturales y ambientales, contribuyendo de manera integral a la configuración del Estado, por ello es necesario que existan herramientas que atiendan las necesidades de cada región acorde a sus características.

En la Dimensión Medio Ambiente y Territorio, en su Objetivo 3.2. “Reducir la vulnerabilidad y mitigar el cambio climático”, este programa busca apoyar a los municipios en la elaboración e implementación de los Programas de Cambio Climático Municipales, ya que como se menciona anteriormente, es importante que este tipo de estrategias sean generadas desde lo municipal, ya que cada territorio tiene diversas características tanto sociales como físicas, por lo cual deben de ser atendidas desde lo local para poder generar un mayor impacto con un PMCC.

Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Subregión 9

Es una iniciativa destinada a organizar, armonizar y administrar la ocupación y el uso del territorio en seis municipios: Moroleón, Salvatierra, Santiago Maravatío, Uriangato, Valle de Santiago y Yuriria. El objetivo general es integrar visiones sectoriales para fomentar un desarrollo humano, ecológico y económico sostenible, armónico y socialmente justo (IPLANEG, 2017).

Está alineado con las metas y estrategias establecidas por el gobierno federal y estatal, promoviendo una mayor y mejor coordinación interinstitucional y garantizando la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y sectores de la sociedad en materia de ordenamiento sustentable del territorio.

El documento busca generar un modelo de ordenamiento territorial para la Subregión 9 que maximice el consenso entre los sectores, minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo socioeconómico, además de definir las políticas, objetivos, estrategias y corresponsabilidad sectorial necesarias para lograr el modelo de ocupación territorial.

En el apartado de “Estrategias y metas” de ecología y medio ambiente, uno de sus objetivos es “Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la estrategia nacional, estatal y municipal” (MarcadorDePosición6), con lo cual siguiendo tanto lo que dice la propia ley en todos los niveles, como los demás instrumentos de planeación, se debe de buscar el generar un PMCC.

Municipal

Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Santiago 2040

Es un instrumento de planeación en el que los diferentes sectores de la sociedad acuerdan con la administración municipal una imagen objetivo a largo plazo, así como las líneas estratégicas,

objetivos, estrategias, líneas de acción y proyectos de gran visión para el desarrollo integral del municipio (PMD, 2020). A diferencia de planes anteriores, esta actualización incorpora nuevos elementos de planeación acordes a las buenas prácticas actuales en gestión del desarrollo, atendiendo los siguientes puntos:

Planeación Estratégica y Prospectiva: Diferencia los indicadores clave y construye las trayectorias a través del tiempo, definiendo los escenarios deseables para cada uno.

Gestión para Resultados: El análisis de los indicadores y sus escenarios prospectivos permite establecer metas cuantificadas, facilitando la alineación entre el plan y los programas presupuestales en el marco de gestión para resultados.

Alineación a Políticas Internacionales: El plan se alinea al Plan Estatal de Desarrollo, que atiende los ODS de la Agenda 2030 de la ONU.

Proyectos de Gran Visión: Identifica proyectos que pueden adherirse a iniciativas subregionales, regionales y estatales.

Enfoque a los Derechos Humanos y Perspectiva de Género: Establece aspectos indispensables para la política pública que responda a los derechos y necesidades específicas de los diferentes grupos de población del municipio.

En este documento la Dimensión 3, denominada "Medio Ambiente y Territorio," se centra en la planificación del desarrollo en relación directa con el territorio y sus características físicas, naturales y sociales. Esta dimensión destaca la importancia de la relación entre el territorio y la población para avanzar hacia sociedades más igualitarias, solidarias y cohesionadas, con la igualdad de derechos como eje transversal de este proceso y su relación con el medio ambiente.

El Programa de Gobierno Municipal 2021-2024 (PGM) en su alineamiento con el Plan Municipal de Desarrollo 2040, aborda en la Dimensión Medio Ambiente y Desarrollo los Objetivo de Desarrollo Sustentable relacionados al agua: ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento, ODS 11 Ciudades y Comunidades Resilientes y ODS 12 Acción por el Clima. Entre los objetivos que se plantean en el PGM, se destacan los siguientes:

1.2 Ampliar y mejorar la infraestructura del agua potable tanto en el medio urbano como rural

2.2 Concientizar y difundir la cultura del agua y del uso eficiente de las misma tanto en el medio urbano como en el rural.

EL ODS Acción por el Clima, no es abordado directamente en el PGM, a pesar de que varios de sus objetivos y metas contribuyen indirectamente.

Además de los instrumentos anteriores, cada nivel de gobierno cuenta con otros más diversos, que pueden aportar a la generación del PMCC, los cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Instrumentos de Planeación

Principales fuentes:	Tipo de acción	Oportunidad de aporte	Descripción	Información adicional / páginas de
----------------------	----------------	-----------------------	-------------	------------------------------------

		I	A	M	T	IM	Metas Objetivos	Medidas		
1	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024				X		X		Documento rector que establece las prioridades y objetivos de política pública en el país. Este plan orienta las acciones y decisiones gubernamentales, abarcando diversas áreas como el desarrollo económico, social, ambiental y político. Su propósito es promover un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones. (PND 2019)	LINK
2	Programa Especial de Cambio Climático. 2020 - 2024		X	X	X		X	X	Instrumento de planeación para enfrentar el impacto del cambio climático, actuando como programa rector de la administración actual. El PECC define objetivos, estrategias, acciones y metas para la adaptación y mitigación del cambio climático, asignando responsabilidades, tiempos, coordinación, resultados y costos. (PECC 2020)	LINK
3	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 - 2024		X	X			X	X	Plan de la SEMARNAT que establece acciones para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus principales objetivos son gestionar recursos de manera sustentable, combatir el cambio climático, conservar la biodiversidad, controlar la contaminación y fomentar la educación ambiental y la participación ciudadana. (PSMARN 2020)	LINK
4	Estrategia Nacional de Cambio Climático, visión 10 - 20 - 40		X	X			X	X	Instrumento fundamentado en bases científicas sólidas, que establece metas alcanzables para los próximos 40 años. No solo se enfoca en la reducción de gases de efecto invernadero, sino que también traza una ruta a largo plazo para mejorar la salud y la calidad de vida de la población. Además, busca fortalecer la resiliencia de México ante los impactos del cambio climático, guiando nuestras acciones nacionales hacia un futuro más sostenible. (ENCC 2015)	LINK
5	Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato Visión 2040				X		X	X	Instrumento en el que los diferentes sectores de la sociedad acuerdan los objetivos, estrategias y proyectos para el desarrollo de la entidad con una visión de largo plazo. El PED 2040 sintetiza los requerimientos de nuestro estado para los próximos años y establece los caminos que debemos recorrer para poder edificar la sociedad justa, democrática, incluyente, desarrollada y armónica que todos queremos. (PED 2018)	LINK

6	Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 2040		X	X	X	X		X	X	Principal instrumento que contiene las regulaciones y las bases para el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano de la entidad, y que además sirve de base y marco de congruencia y referencia de los demás instrumentos de planeación en las materias territorial y ambiental, es precisamente, este documento. (PEDUOET 2019)	LINK
7	Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 2050		X	X	X	X		X	X	Principal instrumento rector que establece las orientaciones y líneas estratégicas para el desarrollo integral del estado con un horizonte a 25 años, definidas con base en la participación de las y los guanajuatenses, de los distintos sectores que componen nuestra entidad. (PEDUOET 2050 2024)	LINK
8	Programa Estatal de Cambio Climático 2011		X	X	X	X		X	X	Instrumento que contiene las estrategias, políticas, directrices, objetivos, acciones, metas e indicadores y la definición de prioridades en materia de adaptación y mitigación ante el cambio climático.	LINK
9	Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del estado de Guanajuato 2020		X	X		X		X	X	Instrumento que integra información, plantea políticas y lineamientos de actuación para la gestión y manejo integral de los residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos de microgeneradores (RPM). Este documento plantea mecanismos para reutilizar, reciclar o aprovechar los residuos que no se pueden evitar la generación, de conformidad con las disposiciones legales aplicables (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del estado de Guanajuato)	LINK
10	Atlas Estatal de Riesgo		X			X				El Atlas de Peligros y Riesgos del Estado de Guanajuato es un sistema integral de información geográfica actualizado que permite identificar el tipo de riesgo a que están expuestos los servicios vitales, sistemas estratégicos, las personas, sus bienes y entorno; resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables.	LINK

11	Programa Estatal de Movilidad 2021-2024		X	X		X	X	X	Instrumento que busca mejorar la infraestructura de transporte, fomentar el uso del transporte público y promover la movilidad sostenible mediante la integración de alternativas no motorizadas, con el objetivo de garantizar una movilidad eficiente, segura y accesible para todos los habitantes del estado. En este instrumento de planeación, se promueven acciones para impulsar medios alternos de movilidad, mejorar la convivencia y la cultura vial, y lograr una mayor integración entre diversos modos de transporte, además de fomentar el uso de tecnologías menos contaminantes. (Programa Estatal de Movilidad 2021)	LINK
12	Programa Regional de Desarrollo Guanajuato Región 4 Sur		X	X		X	X	X	Documento estratégico y operativo que se basa en la regionalización actual del Estado de Guanajuato para la organización de procesos participativos dentro de los Consejos de Planeación Regional y Subregional, que a su vez forman parte del Consejo de Planeación Estatal (COPLADEG), de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato. (PRDG4 2020).	LINK
13	Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Subregión 9		X	X		X	X	X	documento estratégico que busca generar un modelo de ordenamiento territorial que maximice el consenso entre los sectores, minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo socioeconómico en la subregión. Define las políticas, objetivos, estrategias y corresponsabilidades sectoriales necesarias para alcanzar un modelo de ocupación territorial óptimo. Garantiza la participación ciudadana en su construcción y establece una cartera de proyectos de inversión que incluye obras de equipamiento e infraestructura para cumplir con los objetivos y metas establecidos.	LINK
14	Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Santiago Visión 2040		X	X	X		X	X	Documento estratégico que establece los objetivos y estrategias para el desarrollo del municipio a lo largo de veinticinco años, vinculando y dando coherencia a todos los instrumentos de planeación locales. Su propósito es determinar la situación actual y el camino a seguir para alcanzar una visión de futuro deseada, plasmada conjuntamente por la sociedad y el gobierno. (PMD 2020)	LINK

15	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial visión 2045		X	X		X	X	Herramienta de planeación a largo plazo que orienta el desarrollo territorial del municipio. Este programa integra enfoques, métodos y procedimientos que traducen las políticas de desarrollo en acciones concretas para resolver problemas específicos, considerando la dinámica de los asentamientos humanos, la equidad social, la seguridad ante fenómenos naturales y el uso sustentable de los recursos naturales. El PMDUOET busca fomentar un municipio justo, sano, accesible, asequible, resiliente y sostenible, alineado con la Agenda 2030 y otros acuerdos internacionales. (PMDUOET 2021)	LINK
16	Programa de Gobierno Municipal 2021-2024				X	X	X	Documento estratégico que establece los objetivos y estrategias para guiar las actividades de la administración pública local durante este periodo. Su principal objetivo es asegurar el cumplimiento de lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Santiago 2040, articulando políticas y acciones que contribuyan al desarrollo sostenible del municipio y que estén alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030. Este programa de gobierno municipal define las metas específicas a alcanzar durante el periodo 2021-2024, incluyendo la mejora de la infraestructura, el fortalecimiento de los servicios públicos, la promoción del desarrollo económico local, la protección del medio ambiente, y la promoción de una sociedad más justa e inclusiva. (PGM 2022)	LINK
17	Programa Territorial Operativo 2019-2021		X			X		Documento estratégico que tiene como objetivo principal orientar y priorizar las acciones de desarrollo urbano y social en el municipio. Este programa se enfoca en alinear y homologar las estrategias con los instrumentos del Sistema Municipal de Planeación (SIMUPLAN), asegurando coherencia y eficiencia en la ejecución de políticas públicas locales (IMPLAN, 2019).	LINK

18	Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática Municipal 2023		X	X				X	X	<p>Estudio estratégico que evalúa cómo el cambio climático afecta al municipio de Valle de Santiago. Se centra en identificar los riesgos y la vulnerabilidad de los sistemas locales frente a los impactos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y eventos extremos. Este análisis considera los sectores más vulnerables dentro del territorio municipal, examinando cómo pueden ser afectados y evaluando su capacidad para enfrentar estos impactos.</p> <p>El documento también aborda las acciones necesarias para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático. En este contexto, se destaca la adhesión del municipio al Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, reflejando un compromiso activo para implementar medidas concretas. El análisis de 2021 y 2022 muestra un progreso significativo en la evaluación y gestión de riesgos climáticos, destacando la importancia de programas y proyectos locales orientados a la adaptación y mitigación del cambio climático. (Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática Municipal 2023)</p>	LINK
19	Atlas Municipal de Riesgos 2020		X						X	<p>Documento que presenta de manera gráfica y descriptiva la información sobre los riesgos naturales y socio-naturales que afectan a un municipio específico. Este documento incluye mapas, tablas, gráficos y análisis que identifican y evalúan los riesgos relacionados con fenómenos naturales (IMPLAN, 2020).</p>	LINK
20	Programa Urbano de Banquetas Verdes 2023	X	X	X				X	X	<p>iniciativa integral diseñada para mejorar la calidad ambiental y urbana de un área específica. Su objetivo principal es promover un entorno más saludable y equitativo mediante la optimización de los espacios públicos peatonales, especialmente las banquetas. Este programa propone medidas innovadoras y participativas para aumentar la vegetación urbana y reducir la huella de carbono del área intervenida.</p> <p>Los objetivos específicos del programa incluyen la absorción de una cantidad específica de CO₂ anualmente, la reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el área urbana, y la mejora del Índice de vista verde (GVI) del Centro Histórico. Además, se busca incrementar la participación ciudadana a través de la formación de Comités Vecinales de Arbolado y la difusión del programa entre la comunidad (IMPLAN, 2023).</p>	LINK

21	Programa Municipal de Movilidad 2021-2024		X	X		X		X		X	<p>instrumento de planeación establecido conforme a la Ley de Movilidad del Estado de Guanajuato y sus Municipios. Este programa define los objetivos, metas y acciones destinadas a mejorar la movilidad en el municipio. Busca asegurar un desplazamiento incluyente, sustentable y seguro, alineado con el Programa Municipal de Gobierno y con el compromiso de preservar el patrimonio para las generaciones futuras. Entre sus acciones, promueve el impulso de medios alternos de movilidad, la seguridad vial, una mejor convivencia y cultura vial, así como la integración de diversos modos de transporte y el uso de tecnologías menos contaminantes. El programa también integra diagnósticos y estrategias para coordinar esfuerzos hacia una mejora integral de las condiciones de movilidad, garantizando la accesibilidad para todos los habitantes del municipio (IMPLAN, 2024).</p>	LINK
----	-------------------------------------------	--	---	---	--	---	--	---	--	---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

Fuente: elaboración propia con base en el modelo de Cuadro de instrumentos de la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Nota: Inventario (I), Adaptación (A), Mitigación (M), Inter-Municipal (IM).

4 Caracterización del municipio

De los 46 municipios del Estado de Guanajuato, Valle de Santiago se encuentra en el sur entre las coordenadas UTM extremas 12,262,944' y 12,257,300 de latitud norte, y 279,630 y 251,650' de longitud oeste (IMPLAN, 2021). En su territorio se encuentra la frontera sur del bajío Guanajuatense y la transición hacia los altiplanos de Michoacán, por lo que su territorio en la parte central y norte es de bajas pendientes excepto donde en lo que corresponde a los aparatos volcánicos que emergen en distintos puntos y entre los que destacan aquellos que con tienen un cráter que antaño alojó en algunos casos lagos ahora sin agua.

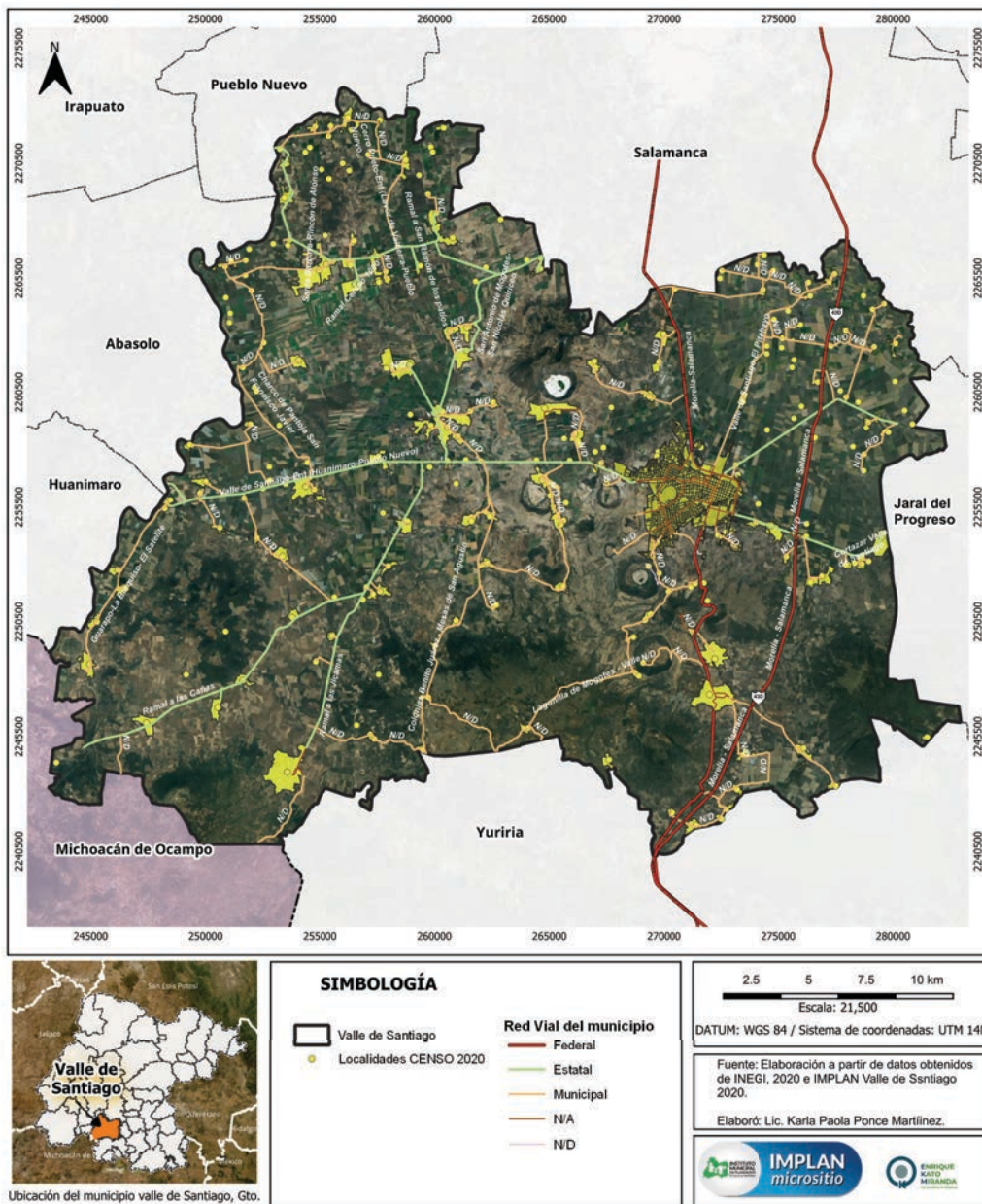
Los lagos cráter más conocidos y prominentes son siete y el que se denomina La Alberca se encuentra en plena área urbana de la cabecera municipal. Estos siete lagos forman parte del principal elemento de identidad del Estado, fuente de una serie de mitos relacionados con su paralelismo con la distribución de las estrellas de la Osa Mayor y otros con eventos extraterrestres. El escudo de armas del municipio, mismo que reza “país de las siete luminarias”, hace referencia a estos lagos-cráter también conocidos como lagos Mar desde el punto de vista científico.

El municipio colinda al norte con Pueblo Nuevo y Salamanca, al este con Jaral del progreso, al sur con Yuriria, al suroeste con el estado de Michoacán, y el oeste con Abasolo y Huanímaro: ocupa el 2.7 % del territorio del estado (IMPLAN, 2021).

La localidad urbana más importante es la cabecera municipal del mismo nombre que el municipio donde se concentra el 52 % de la población: 72,304 de los 150,054 habitantes del municipio. El resto del territorio aloja otras tres localidades urbanas y 240 localidades rurales dispersas, de las cuales las más importantes son Rincón de Parangueo, Magdalena de Aracea, San Felipe Quriceo, Las Jícamas, Charco de Pantoja, Santa Bárbara, Cerro Colorado y Sabino de Santa Rosa. Con esto, se configura un municipio con fuerte personalidad rural-agrícola, condición que determina más adelante algunas de las estrategias para definir políticas públicas ante el cambio climático.

El municipio es parte del trayecto de la carretera federal y autopista Salamanca-Morelia que conforman el eje principal de movilidad con el que se articula una red de carreteras estatales que comunican a la cabecera con aquellas de los municipios vecinos y con algunas de las localidades rurales importantes, así como con la red de caminos municipales que complementan la conexión con localidades rurales medias y menores (Mapa 1).

Mapa 1. Localización, localidades y vías de comunicación



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2020) e IMPLAN Valle de Santiago (2020)

4.1 Clima presente

Las condiciones climatológicas del municipio de Valle de Santiago corresponden a los tipos (A)C(w0), (A)C(w1) y C(w1), siendo “A” semicálido subhúmedo del grupo C y “C” templado subhúmedo. De acuerdo a las modificaciones que Enriqueta García le hizo al sistema climático de Köppen, menciona por una parte que “las localidades cuyo cociente P/T está comprendido entre 43.2 y 55.3, es decir, que son intermedias, dentro de los climas Aw, en cuanto a su grado de humedad se clasifican como Aw1 (García, 2004). De esta manera el tipo de clima Aw quedó dividido en tres subtipos: Aw0 el menos húmedo, Aw1 el intermedio y Aw2 el más húmedo; también dice que *“las características del tipo de clima C(w) tienen temperatura media para el mes más frío entre -3 y 18°C y precipitación del mes más seco menor de 40 mm”* (García, 2004). Derivado de esto, la descripción del clima para el municipio que comparte (CONABIO, 2008) es como se muestra en la siguiente Tabla 6.

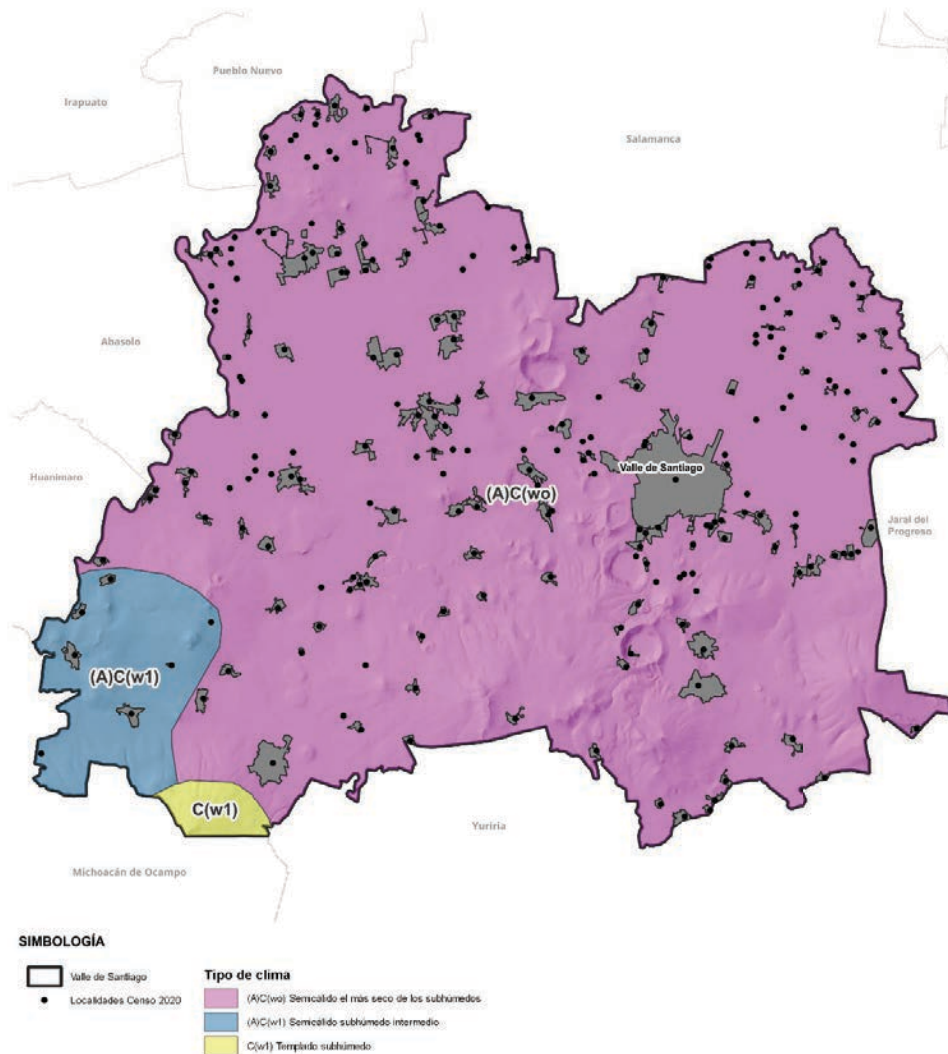
Tabla 6. Tipos de clima en el municipio de Valle de Santiago

Tipo de clima	Descripción
(A)C(w0)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2% anual.
C(w1)	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C, temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos de CONABIO (2008) y García (2004)

Como se muestra en el Mapa 2, el tipo de clima (A)C(w0) el más seco, cubre el 80 % del municipio y el (A)C(W1) subhúmedo intermedio, abarca solo el 15 % al suroeste.

Mapa 2. Tipos de clima. Valle de Santiago



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO (2008) e IMPLAN Valle de Santiago (2024)

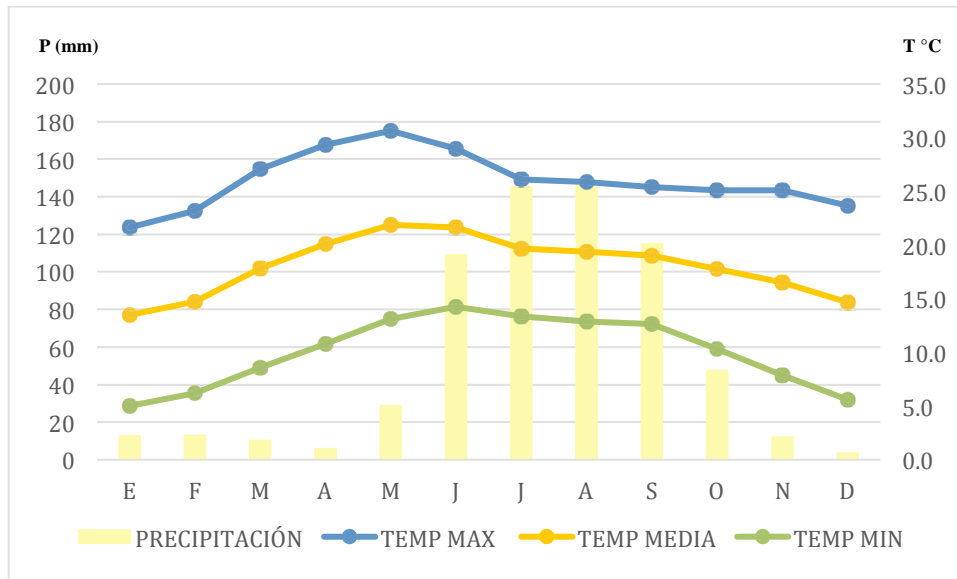
Por su parte el tipo C(w1) solo cubre el 5 % también al suroeste del municipio. Este clima corresponde a elevaciones que van aproximadamente de los 1800 a los 2300 msnm, pero, además es la frontera en con otros valles en Michoacán, cuya altura está alrededor de los 2000 msnm a diferencia de la zona plana de VS que se encuentra entre los 1700 y 1800 msnm.

Es importante conocer como se ha comportado la precipitación en el municipio, CONAGUA (2024) presenta información sobre las estaciones climatológicas: para el caso de Valle de Santiago, la estación en la que nos basaremos es la de “Valle de Santiago” con clave 11079. La estación se encuentra en la cuenca Río Lerma-Salamanca con una altitud de 1790m con coordenadas UTM 272,591.0 y 12,255,347.0.

Con información recabada de la estación climatológica “Valle de Santiago” se obtuvo un climograma que abarca un periodo de 31 años que va desde 1989 al 2019 por ser el último registro del año que

se tiene. El climograma (Gráfico 1) representa la información anual de precipitación y temperaturas máxima, media y mínima.

Gráfico 1. Climograma de Valle de Santiago 1989-2019



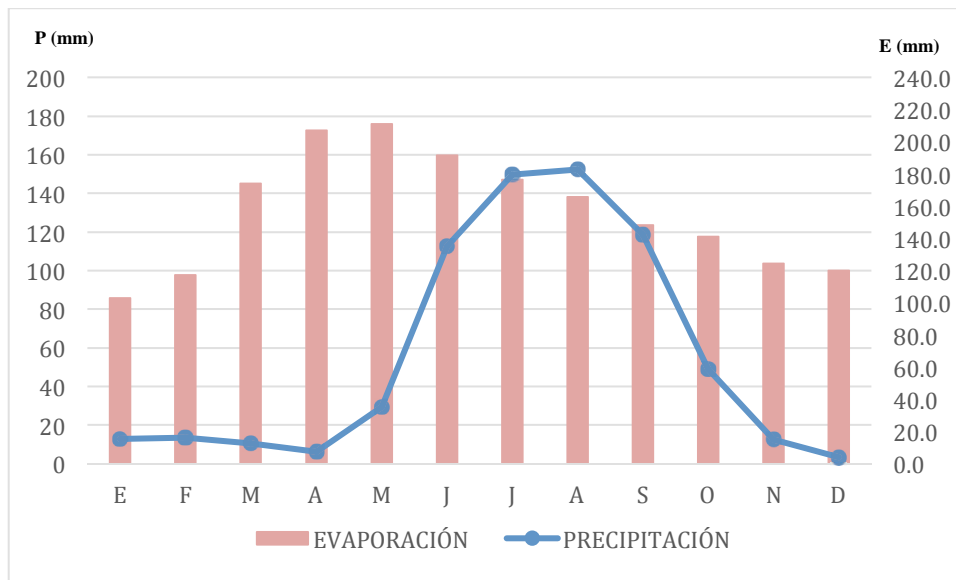
Fuente: Elaboración propia con datos de la Información estadística climatológica CONAGUA (1989-2019).

De enero a mayo el municipio tiene muy poca precipitación con valores que van de los 12 mm al 29 mm. La precipitación en los meses de julio y agosto en esos 31 años tienen un mayor valor, julio con 145 mm y agosto con 147 mm. Le siguen los meses de junio con 109 mm y septiembre con 115 mm. Para el mes de octubre la precipitación es menor con un valor de 48 mm, en noviembre con 12 mm y diciembre es el más bajo con un valor de 3 mm.

De acuerdo a los datos que se obtuvieron de la temperatura máxima y media se puede observar que presentan el mismo comportamiento lineal durante esos 31 años. De enero a mayo comienzan a subir ambas temperaturas y de junio hasta diciembre los valores de las temperaturas van descendiendo. Sin embargo, para el caso de la temperatura mínima, esta comienza a subir de enero hasta junio y de julio a diciembre va bajando gradualmente. Esta información se puede relacionar directamente con los eventos de precipitación ya que de junio a septiembre fue cuando las lluvias se hicieron más presentes en el municipio.

Otro de los datos importantes que presenta la estación climatológica “Valle de Santiago” es la evaporación, en el siguiente (Gráfico 2) se puede observar cómo se ha comportado la evaporación con la precipitación en el periodo de 1990 al 2019. En este caso no se presentaron datos en 1989, por eso se consideró a partir de 1990.

Gráfico 2. Evaporación en Valle de Santiago 1989-2019



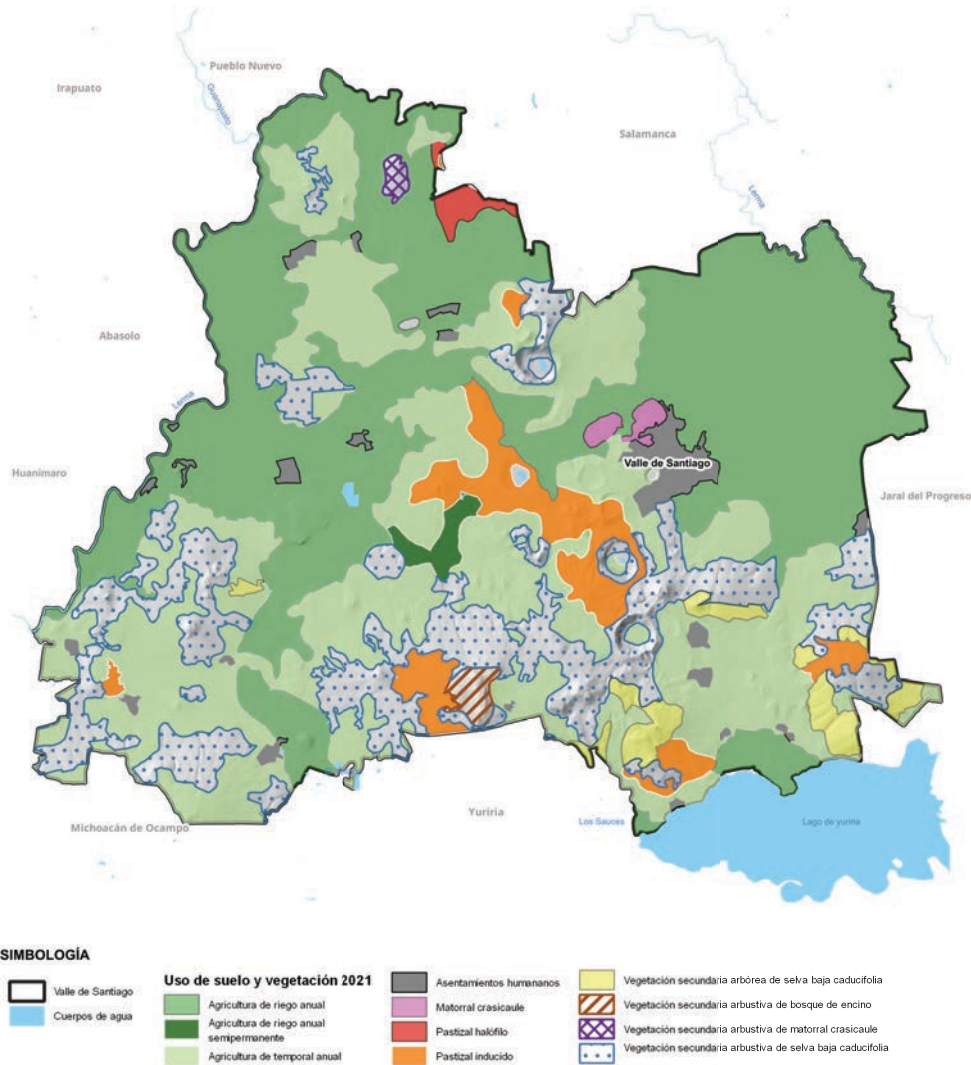
Fuente: Elaboración propia con datos de la Información estadística climatológica CONAGUA (1990-2019).

Como se mencionó anteriormente la precipitación se hizo más presente en los meses de junio a septiembre, es por eso que los valores de evaporación de enero a mayo son altos y de junio a diciembre comienzan a bajar. La evaporación en enero se registró con un valor de 103.1 mm y en mayo llegó hasta 211 mm. En junio los valores comienzan a descender de 191.6 mm a diciembre con un valor de 120.1 mm.

4.2 Principales ecosistemas y recursos naturales

Más de tres cuartas partes del territorio del municipio de Valle de Santiago ha sido intensa y extensamente antropogenizado (Mapa 3), con una notable predominancia de usos de suelo agrícola sujeta a riego anual permanente y semipermanente, que suman 33,664 ha y representa el 41.1 % de la superficie total; adicionalmente, 26,716 ha sujetas a agricultura de temporal (32.6 % de la superficie) y 406 ha de pastizales inducidos (5.3 %). Este primer conjunto de usos del suelo, originados por actividades primarias, suman 78.9 % de la superficie, ocupan diversas áreas dentro del municipio pero con mayor concentración en la mitad norte del mismo, y ello explica en buena medida el problema de la sobreexplotación del acuífero.

Mapa 3. Usos del suelo y vegetación. Valle de Santiago



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO (2024) e IMPLAN Valle de Santiago (IMPLAN, 2024).

Las distintas formas de vegetación secundaria de bosque de encino, matorral crasicaule o selva baja caducifolia, que se origina por alteraciones de la vegetación primaria original, abarcan el 17.7 % del territorio, mientras que los únicos reductos de vegetación primaria de tipo crasicaule y pastizal halófilo, apenas abarcan en conjunto menos el 1 % y se conforman de matorral crasicaule y pastizal halófilo (Tabla 7).

Tabla 7. Cuadro de áreas por usos del suelo y vegetación

Uso de suelo / tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje (%)	Grupos
Agricultura de riego anual	33,119	40.38	Actividades primarias: 78.92 %
Agricultura de riego semipermanente	545	0.66	
Agricultura de temporal anual	26,716	32.58	
Pastizal inducido	4,343	5.30	
Matorral crasicaule	358	0.44	Vegetación primaria: 0.94 %
Pastizal halófito	406	0.50	
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	1,833	2.24	Vegetación secundaria: 17.72 %
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	12,138	14.80	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	400	0.49	
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	165	0.20	
Cuerpos de agua	201	0.25	Otros usos: 2.43 %
Asentamientos humanos	1,788	2.18	

Fuente: elaboración propia con base en información de CONABIO (CONABIO, 2024)

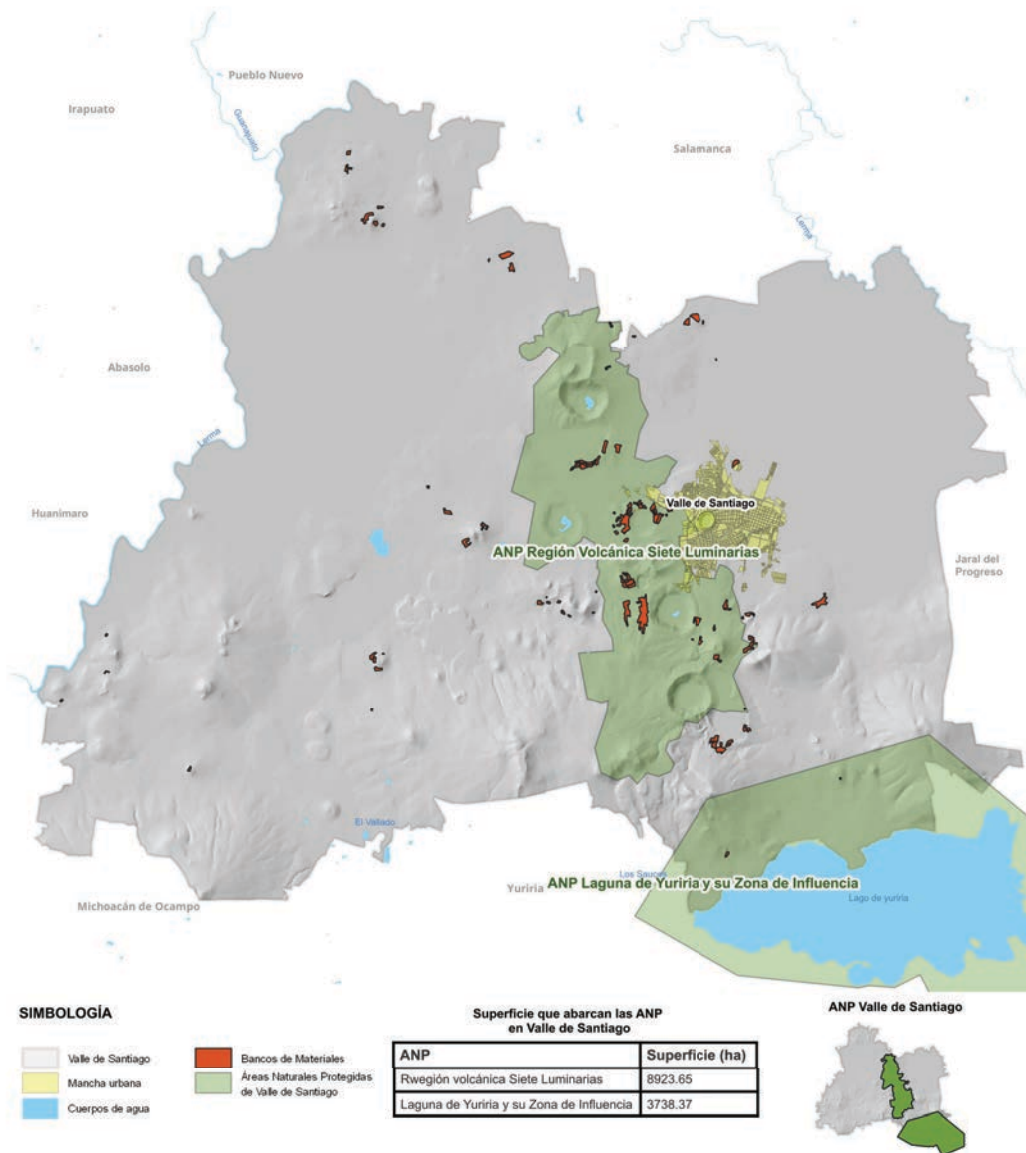
La vegetación arbórea de selva baja caducifolia representa tan solo el 2.24 % con 1,833 ha distribuidas en las elevaciones del extremo sureste del municipio: su naturaleza también es secundaria. En general, las formas derivadas de la selva baja caducifolia, ya sea de corte arbóreo o corte arbustivo se distribuyen en las elevaciones del territorio, ahí donde las actividades primarias no encuentran su mejor localización. El carácter secundario de dicha vegetación, obedece a dos actividades perturbadoras principales, la ganadería extensiva o libre pastoreo, y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, principalmente leña y forraje para los animales.

De acuerdo a Pineda-Pastrana, los cambios de uso del suelo evaluados en el periodo 1979-2006 revelaron que el 3.88 % de la vegetación pasó a ser agrícola y un 4.6 % pasó de ser agrícola a suelo urbano. De acuerdo a la autora en ese periodo la superficie total agrícola no varió mucho (sus cifras son cercanas a las evaluaciones recientes); en contraste, aquella para uso urbano pasó de 1,096 ha a 4,462 ha (Pineda-Pastrana, 2011).

En el municipio inciden dos Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia estatal: el Área Natural Protegida de la Laguna de Yuriria y su Zona de Influencia (parcialmente), decretada en 2001 y el Área Natural Protegida de la Región Volcánica Siete Luminarias (en su totalidad), decretada en 1997 (SMAOT, 2024). El PMD 2040 indica que el área municipal que es abarcada por esas dos ANP

totaliza 12,485,5 ha (PMD, 2024), las cuales representan el 14.9 % de su superficie (Mapa 4 y Tabla 8)).

Mapa 4. ANP y bancos de material



Fuente: elaboración propia con información de SEBIO-GTO (SMAOT, 2024)

Sin embargo, la ejecución de la política ambiental por medio del instrumento de las ANP depende de la correcta ejecución de sus programas de manejo y en este tema ambas áreas requieren un esfuerzo adicional de regularización.

En Región Volcánica Siete Luminarias, la Dirección de Medio Ambiente del municipio, dependencia coadyuva en su vigilancia por medio de dos guardabosques pagados por SMAOT, además, ha logrado la aprobación de un financiamiento municipal para que actualmente la UNAM realice trabajos de investigación en la conservación geológica de Rincón de Parangueo por medio del diseño de senderos interpretativos y cursos del tema del agua (Araiza-Ortíz, 2024).

La dirección de Medio Ambiente del municipio promueve la creación de cuatro ANP municipales y cuenta ya con los estudios técnicos justificativos (aún no publicados), que abarcan dos zonas de recarga de mantos acuíferos y una zona de restauración, con esta acción se pretende proteger el 29 % de las zonas de recarga, además de que permitirá crear un corredor biológico apoyado en inventarios actualizados de flora y fauna (Araiza-Ortíz, 2024)

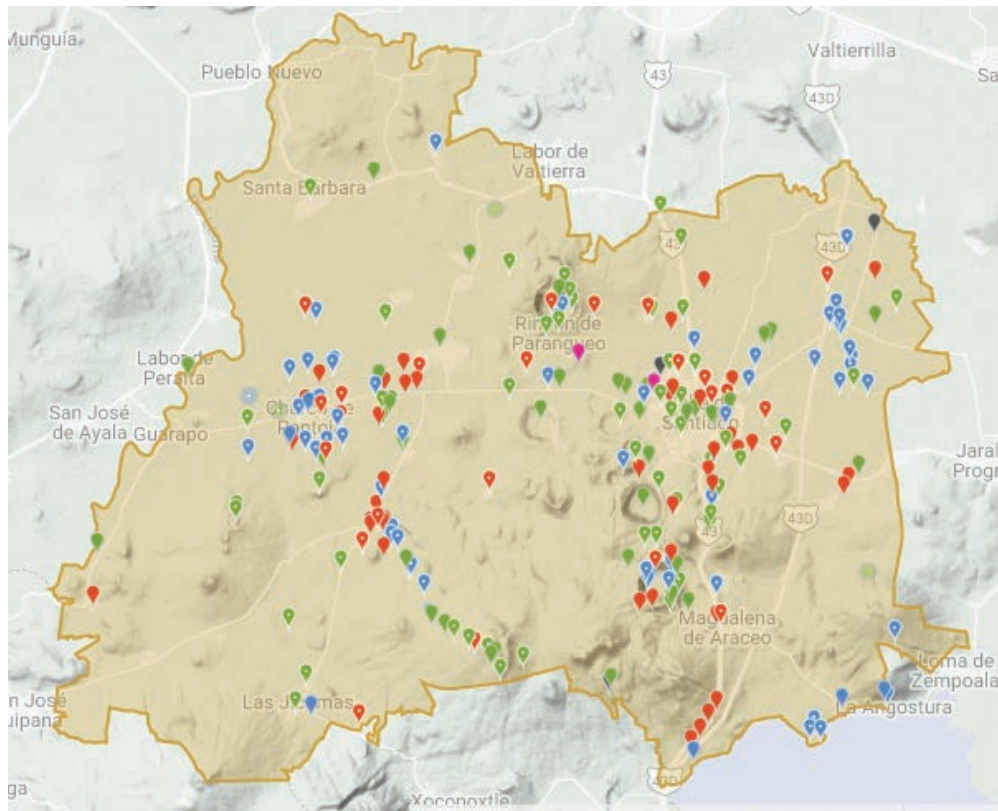
Tabla 8. Situación de las ANP en Valle de Santiago

ANP	Región Volcánica Siete Luminarias	Laguna de Yuriria y su Área de Influencia
Categoría	Monumento natural (1997)	Restauración Ecológica (2001) Reconocida además como AICA en 1999 (área de Importancia para la Conservación de las aves) y sitio RAMSAR en 2004
Objetivo primordial	Preservar los rasgos naturales de sus volcanes y fomentar actividades turísticas, recreativas, educativas y de investigación	Conservar, sanear y restaurar los recursos y elementos naturales de la Laguna y su Subcuenca, para fortalecer la actividad agrícola, turística y pesquera
Principales elementos	Los lagos cráter de volcanes inactivos: Hoyas de Santa Rosa de Parangueo, San Nicolás, La Alberca, Cíntora, Estrada, Blanca, Álvarez y Solís	Laguna de Yuriria (el primer embalse artificial de América)
Programa de Manejo	29 de diciembre de 1998 Estatus: desactualizado	25 de noviembre de 2005 Estatus: desactualizado
Administración	Comité Técnico	Comité Técnico
Riqueza biológica según SMAOT	32 especies de flora 114 especies de fauna: 6 peces 2 anfibios 6 reptiles 82 aves 18 mamíferos	189 especies de flora (1 endémica) 254 especies de fauna 7 peces 7 anfibios (2 protegidas endémicas) 15 reptiles (6 protegidas, amenazadas o endémicas) 172 aves 17 protegidas, amenazadas o endémicas)

Fuente: elaboración propia con datos de SMAOT / Áreas Naturales Protegidas (SMAOT, 2024)

Además de los listados publicados por SMAOT para Valle de Santiago (Tabla 8), en la plataforma de Naturalista se publica el proyecto denominado Biodiversidad del Municipio de Valle de Santiago, Guanajuato, en el cual se tienen observaciones de 512 especies que van desde invertebrados hasta grupos vertebrados y que incluyen ejemplares de flora (González, 2024) (Figura 5).

Figura 5. Observaciones de biodiversidad en Naturalista Mx



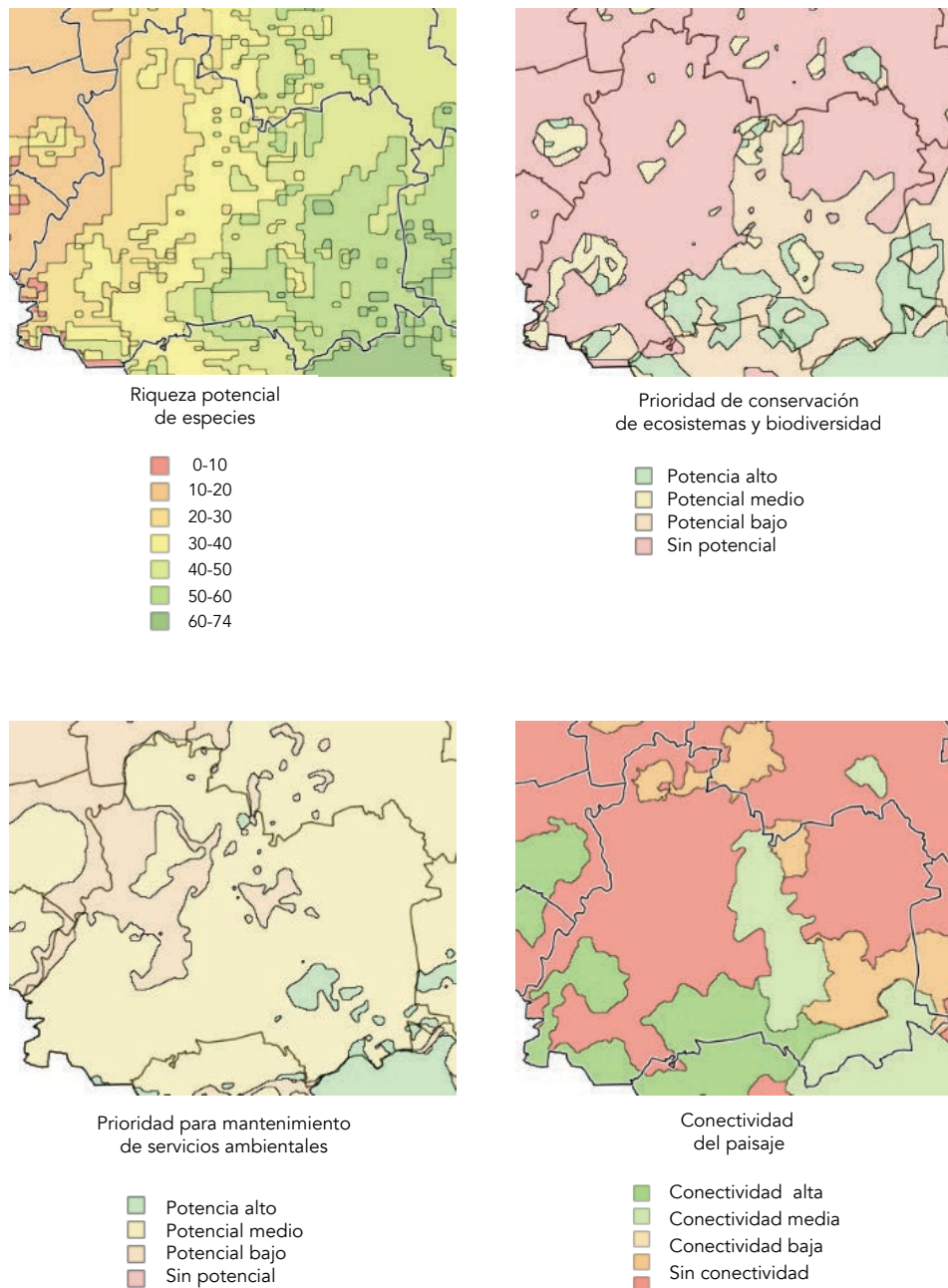
Fuente: Proyecto Naturalista (González, 2024)

En la cercanía de la cabecera municipal, en dirección a Uriangato, se encuentra la Unidad de Manejo Ambiental (UMA) “Las Obsidianas”, centro ecoturístico dedicado a la observación de aves, quienes elaboran un inventario para el ejido San Jerónimo y cuentan también con trabajos de biodiversidad para los ejidos Charco de Parangueo y Charco de Pantoja.

En el estudio de propuesta de cuatro áreas naturales protegidas municipales, recopilamos listados de nombres comunes de la fauna que reconocen los habitantes locales, aunque con la limitación de que no mencionan los nombres científicos. El hallazgo importante es que esos listados son en principio más extensos que los inventarios oficiales. (H, Ayuntamiento Valle de Santiago, 2024).

La elevada fragmentación del hábitat impuesto por los cambios antrópicos del uso del suelo forestal, provocan que a pesar de contar con un clima relativamente favorable y una riqueza topográfica notable, el potencial para albergar biodiversidad (medida como riqueza específica), sea medio o bajo en la mayor parte del municipio y que las zonas con potencial alto sean escasas y abarquen sólo la porción sureste, principalmente en las colindancias con la Laguna de Yuriria y su Zona de Influencia, la cual está declarada como área natural protegida (Figura 6).

Figura 6. Aptitudes bióticas del municipio de Valle de Santiago



Fuente: elaboración con datos el SIG de SMAOT (SMAOT, 2024)

Por último, la conectividad del paisaje se encuentra muy comprometida en la mayor parte del territorio y nuevamente son las zonas centro-este y sureste, las que tienen la mejor aptitud para albergar por ejemplo corredores biológicos.

Las dos problemáticas principales que enfrenta el ANP Región Volcánica Siete Luminarias:

1. La desaparición de los espejos de agua y de sus endemismos acuáticos por el abatimiento de los mantos freáticos (Alcocer, Escobar, & Lugo, 2000), y
2. Que “dentro de ella se encuentra el mayor número de bancos de material como son tezontle, arena, grava, tepetate, etc. los cuales están en explotación sin atender las medidas de mitigación correspondientes” (ver Mapa 2) (PMD, 2024).

Ya desde el año 2000, se advirtieron los problemas de deforestación, sobrepastoreo, abatimiento de mantos freáticos a tasas entre 0.5 y 2.5 m/a y salinización que propician erosión y degradación del ecosistema, así como la amenaza del recurso hídrico superficial y subterráneo que probablemente desde 1979 desecaron las Hoyas de San Nicolás y La Cíntora, mientras que la Alberca estaba ya sometida a abatimientos de 1.5 m/a en 1995 (Alcocer, Escobar, & Lugo, 2000).

La realidad ya rebasó aquellas advertencias y actualmente todas las Hoyas carecen de agua, en un proceso que es irreversible a menos que a largo plazo se cambiara el a nivel de toda la cuenca el modelo de desarrollo económico que ha propiciado el permanente déficit de recarga del acuífero (Alcocer, Escobar, & Lugo, 2000).. Los listados de la SMAOT no registran correctamente esta situación, pues es un hecho científico que especies endémicas a la Alberca, como es el caso del pez *Chirostoma bartoni* (Alcocer, Escobar, & Lugo, 2000), simplemente ya se extinguió y que los izotales de *Yuca spp* estén sometidos a procesos de degradación.

Más recientemente, se ha señalado el problema de hundimiento del fondo de Rincón de Parangueo, debido a fenómenos de subsidencia por la sobre explotación del acuífero y en relación con las fallas en Salamanca y Celaya (Aranda-Gómez & et al, 2013).

En cuanto a los bancos de materiales pétreos, son materiales propios de la naturaleza geológica volcánica de la región, con predominancia de tezontles, que por ser materiales que se extraen directamente, son de competencia del estado con vigilancia a cargo de la Procuraduría de Protección al Ambiente y Ordenamiento Territorial, los cuales la mayor concentración se encuentra dentro del ANP Región Volcánica Siete Luminarias, como se puede apreciar el Mapa 2. Existe poca información acerca de la regularización de las autorizaciones y vigilancia de estos bancos.

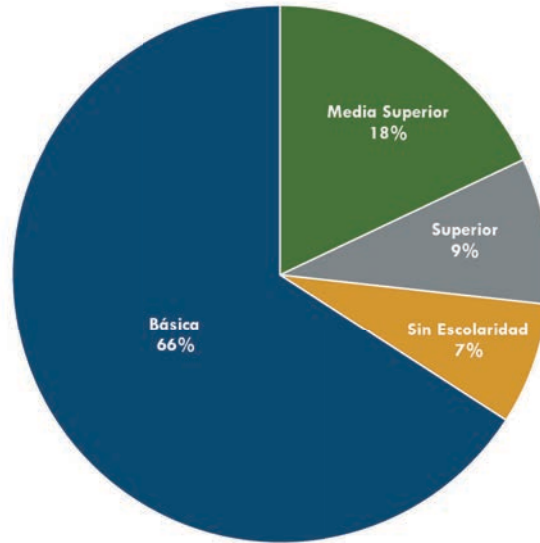
4.3 Características socioeconómicas

En Valle de Santiago, el 92.8 % de la población de 15 años y más es analfabeta y cuenta con un grado de escolaridad promedio de 8.0 años (INEGI, 2020), lo que indica que, en general, la educación básica no se ha completado. Este nivel educativo refleja que una gran parte de la población ha concluido solo hasta la secundaria, lo que puede limitar sus oportunidades de desarrollo personal y profesional (Gráfico 3).

La educación es un factor crucial para el desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático. Un mayor nivel educativo permite a los ciudadanos tomar decisiones más informadas y participar activamente en iniciativas comunitarias y políticas públicas. La incompletitud de la educación básica

en Valle de Santiago subraya la necesidad de fortalecer el sistema educativo local, mejorando el acceso y la calidad de la educación en todos los niveles.

Gráfico 3. Escolaridad en la población mayor a 15 años



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020)

Como se observa, el 66 % de la población de Valle de Santiago cuenta con educación básica, el 18 % ha alcanzado la educación media superior, y solo el 9 % posee educación superior (INEGI, 2020). Estos datos revelan que la mayoría de los habitantes no ha tenido acceso a niveles educativos avanzados.

El bajo nivel educativo general es una barrera significativa para la implementación efectiva de estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático. Es fundamental elevar el nivel educativo de la población para fomentar una comprensión más profunda y una participación más activa en iniciativas relacionadas con la sostenibilidad y la resiliencia climática.

Incrementar los niveles educativos contribuirá a desarrollar una ciudadanía más informada y comprometida, capaz de adoptar prácticas sostenibles en su vida diaria y de participar en la toma de decisiones comunitarias. Programas educativos específicos sobre cambio climático y sostenibilidad pueden ser integrados para sensibilizar a la población desde temprana edad sobre la importancia de cuidar el medio ambiente.

La proporción de población económicamente activa ocupada es un reflejo de la capacidad del municipio para generar ingresos y sostener su economía local. Sin embargo, el ingreso promedio en el estado de Guanajuato, que es de aproximadamente \$5,000 mensuales, resulta insuficiente para que los hogares alcancen un nivel de bienestar adecuado. Esta limitación financiera impide a muchas familias acceder a una alimentación variada y saludable, cubrir los costos de servicios

básicos como renta, agua, electricidad e internet, y disponer de recursos suficientes para una educación continua.

Estas dificultades económicas no solo afectan la calidad de vida, sino que también aumentan la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático. Con recursos limitados, será más difícil para la población enfrentar problemas como la escasez de agua, el aumento de precios de la canasta básica debido a las sequías en el campo y la dificultad para afrontar fenómenos naturales que puedan poner en riesgo su vida y vivienda. Además, los escasos ingresos dificultan la implementación de medidas de adaptación y mitigación, como la mejora de la infraestructura de vivienda, la adopción de tecnologías sostenibles y la inversión en educación ambiental.

En cuestión de producción, el principal producto exportado por Valle de Santiago es el grupo de “coles”, que incluye repollos, coliflores y otros productos comestibles similares del género ***Brassica spp.***, frescos o refrigerados, representando el 49.6 % de las exportaciones del municipio y generando ingresos de 16.90 millones de dólares. Este producto es seguido por las partes y accesorios de vehículos automotores, con un 43.9 % de las exportaciones y un ingreso de 15 millones de dólares. Las Otras Verduras, frescas o refrigeradas, constituyen el 6.49 % restante, generando ingresos de 2.21 millones de dólares. Los principales destinos de estos productos son Estados Unidos (88.3 %), Bulgaria (7.8 %) y Canadá (3.89) (Secretaría de Economía., 2023)

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes en Valle de Santiago, y su preponderancia en las exportaciones subraya su relevancia para la economía local. Sin embargo, esta actividad tiene un impacto significativo en el cambio climático. La agricultura intensiva contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero a través del uso de fertilizantes y pesticidas químicos. Además, el uso intensivo de agua para riego y la degradación del suelo son problemas ambientales asociados con la agricultura que pueden afectar la resiliencia del municipio ante el cambio climático.

El cambio climático está provocando un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías, lo cual tendrá un impacto significativo en la agricultura. Las sequías reducen la disponibilidad de agua para el riego y afectan la humedad del suelo, dificultando la siembra y el crecimiento de los cultivos. Esto puede resultar en menores rendimientos agrícolas, pérdida de cosechas y un aumento en los costos de producción debido a la necesidad de sistemas de riego más eficientes o de fuentes de agua alternativas. La variabilidad climática también puede alterar los patrones de lluvia, haciendo más impredecible el suministro de agua y aumentando la vulnerabilidad de las comunidades agrícolas que son de suma importancia para Valle de Santiago, ya que gran parte de su economía dependen de esta.

La migración y la renta de tierras ejidales en Valle de Santiago reflejan un complejo entrelazado de factores económicos, sociales y culturales que configuran el paisaje rural de la región. La falta de recursos financieros y los altos costos de producción han llevado a muchos ejidatarios a arrendar sus tierras, estableciendo esta práctica como una de las más comunes desde finales del siglo XX. Este fenómeno se ha visto intensificado por la migración internacional, donde la renta de tierras se consolida como la principal transacción mercantil, debido a la casi nula percepción de venta de tierras entre los ejidatarios (Ortega-Ramírez & Reyes-Tovar, 2024)

La relación entre migración y tenencia de la tierra ha favorecido la productividad en la región, especialmente en la producción de cultivos de exportación. La inversión extranjera directa y la

participación de pequeños propietarios con acceso a capital y tecnología avanzada han transformado el paisaje rural, incrementando la demanda de fuerza de trabajo local (Ortega-Ramírez & Reyes-Tovar, 2024)

4.4 Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la población total del municipio de Valle de Santiago asciende a 150,054 habitantes. De este total, 72,304 son hombres, representando aproximadamente el 48 %, mientras que 77,750 son mujeres, lo que equivale aproximadamente al 52 % de la población (INEGI, 2020). La Tabla 9 presenta la distribución de habitantes por localidad urbana dentro del municipio.

Tabla 9. Población total por Localidad Urbana

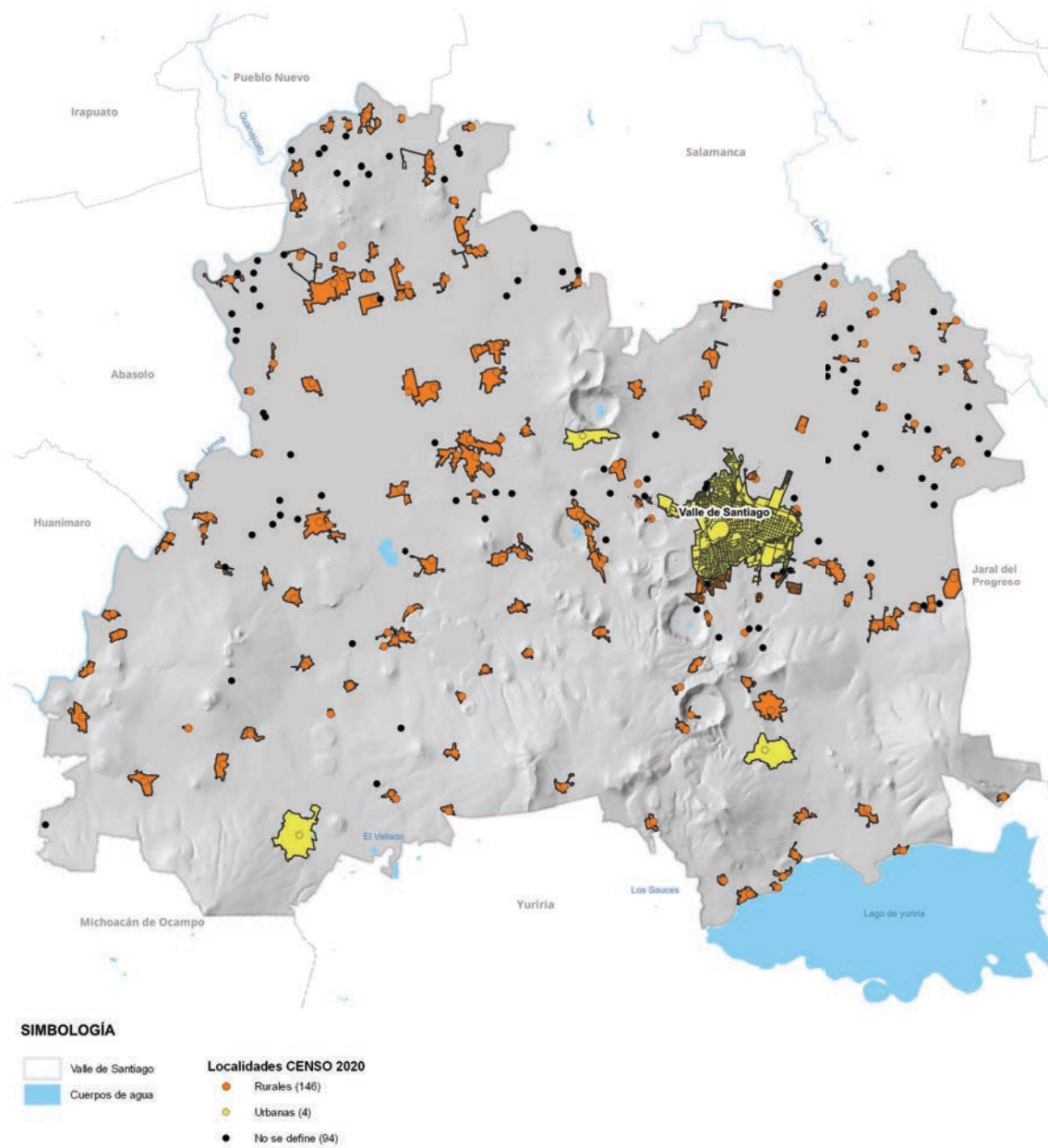
Localidad Urbana	Población Total
Valle de Santiago	72663
Rincón de Parangueo	3015
Magdalena de Araceo	1598
Las Jícamas	1516

Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

La población en las localidades urbanas representa un 52 % de la población total del Municipio de Valle de Santiago, siendo la más poblada la cabecera municipal, la cual concentra el mayor número de habitantes de todo el municipio, seguida por Rincón de Parangueo.

En cuanto a la población rural, esta se encuentra distribuida en 240 localidades dispersas a lo largo de todo el municipio (Mapa 5). En la Tabla 10 se puede observar la distribución de los pobladores entre los diferentes asentamientos.

Mapa 5. localidades urbanas y rurales



Fuente: elaboración propia con datos de IMPLAN Valle de Santiago (2024)

Tabla 10. Población total por Localidad Rural

Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total
San Nicolás Parangueo	1932	Santa Catarina	440	Hoya de Álvarez	120	Fracción los Molina	15

Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total
San Jerónimo de Araceo	1909	Colonia el Calvario	437	La Crinolina	120	Fracción San Jerónimo	14
Charco de Pantoja	1648	Rancho Viejo de Torres	436	San Isidro de la Palizada	113	Aguilar [Granja]	13
Hoya de Cíntora (La Hoya de Arriba)	1414	Copales	428	La Reserva el Tambor	112	Santo Niño [Granja]	13
CERESO 1000	1387	Cahuageo	425	La Gallega	109	Rancho Nuevo de las Torres (Presa de Dueñas)	12
San Ignacio de San José Parangueo	1315	Terán	425	Colonia Emiliano Zapata (La Nopalera)	104	Las Flores	11
Santa Ana	1244	El Jagüey	413	El Nacimiento	101	Rodríguez [Granja]	11
La Compañía	1215	Ampliación las Estacas (Fuerte Apache)	412	Duranes de en Medio	92	Arredondo [Granja]	10
San Antonio de Mogotes	1206	Los Patios	410	Valle Esmeralda [Residencial]	87	El Timbinal	10
Zapotillo de Mogotes	1177	Paso Blanco	410	La Hoyuela	85	La Esperanza [Rancho]	10
Loma Tendida	1165	Rancho de Guantes	407	Loma Linda de Copales	84	Mozqueda [Granja]	9
Santa Bárbara	1113	Tinaja de García	402	Refugio de San Guillermo (El Infiernillo)	83	Consejo [Granja]	8
San Felipe Quiriceo	1102	Estancia de San Diego	394	Colonia Nueva de San Antonio de Mogotes	82	García Cortés (Los Beda)	8
El Perico	1031	El Pitahayo	383	Las Delicias	82	González [Granja]	8
Zapote de San Vicente	1031	Cuadrilla de Andaracua	370	Soledad de Altamira	77	San Antonio [Granja]	8
San Vicente de Garma (Garma)	1016	Botija	356	San Joaquín de Abajo	76	Curva de la Labor [Taller Mecánico]	7
Las Cañas	1008	San Isidro de Pitahayo	353	Hoya de Estrada	74	El Crucero de la Presa	7
Cerro Colorado	986	San Joaquín	347	Potrerrillo de Torres	68	El Mosco	7
Rancho Seco de Guantes	985	Colonia de Guadalupe (Guadalupe de Copales)	341	La Herradura [Granja]	63	Guadalupe [Granja]	7
San Cristóbal	937	Pegueros	340	La Isla (Fracción de Copales)	62	Los Fresnos [Granja]	7
El Salitre de Aguilares	912	Santa Rosa (Santa Rosa de Parangueo)	339	Crucero de Mogotes	59	Paredones	7
Bella Vista de Santa María	911	Mesa de San Agustín	337	El Chiqueo	58	Valle Hermoso	7
Noria de Mosqueda	910	Alto de Altamira	322	Santa Rosa de Vallejo	56	Villanueva [Granja]	7

Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total
Pozo de Aróstegui (Las Correas)	875	Las Liebres	319	Dotación Hoya de Álvarez (La Tortuga)	55	El Paraíso [Rancho]	6
Rancho Nuevo de San Andrés	861	Puerta de Andaracua	318	Sabinito del Brazo	53	Fracción Armida de San José del Brazo	6
Los Martínez	839	San José del Brazo (La Correa)	318	Villadiego	53	Martín Andrade Palma	6
Sabino de Santa Rosa	804	Santiago Apóstol	313	Colonia el Triángulo	52	Martín Contreras Rivera (La Gallega)	6
San Isidro de Mogotes	791	La Jaulilla	304	Magisterio [Residencial]	52	Martín Ordaz [Granja]	6
Las Raíces	787	Rancho Nuevo de la Isla	299	Miraflores (La Gachupina)	50	Martínez [Granja]	6
Mogotes de San José Paranguero	773	Manga de Buenavista	295	San Isidro (Fracción Sur)	48	Razo [Granja]	6
Cerro Prieto del Carmen	751	Puerto de Araceo	287	Puente del Carrizo	45	San Martín de Guillermo [Granja]	6
Quiriceo	745	La Barquilla	284	Llano de Fernández (Cuba)	44	El Brazo	5
Colonia Benito Juárez	718	Duranes de Abajo	279	Monte Valerio [Rancho]	44	El Jacalito	5
Guarapo	702	Rancho de los Sosas	278	Ampliación Colonia Loma del Chorrillo	40	La Purísima	5
Duranes de Arriba	698	Puerta de San Roque	277	Hoya de Cíntora (La Hoya de Abajo)	38	Oñate [Granja]	5
Ranchos Unidos	697	Chicamito	257	San Juanito de San Guillermo (San Martín)	36	Santa María de Sanabria	5
Pozo de Paranguero	679	Rancho de Guadalupe (La Nalga de Ventura)	256	San Rafael de Sauz	35	Bellavista [Rancho]	4
Gervasio Mendoza	665	Changuero	250	Zambranos	34	El Altito	4
Rincón de Alonso Sánchez	659	San Francisco Javier (Rancho Grande)	235	El Cerrito Colorado	33	Francisco Jaramillo [Granja]	4
San José de Araceo	642	Colonia Solidaridad	233	Las Flores	33	La Escondida [Granja]	4
Crucitas	641	Carmelitas Chico	223	Los Molina [Rancho]	29	Los Pinos	4
San Nicolás Quiriceo	639	San Antonio de Terán	203	Miramar	29	Ramírez [Granja]	4
Lagunilla de Mogotes	635	El Circuito	202	San Agustín	29	Adolfo Cortez (El Cenegal)	3
La Enmarañada	587	Guadalupe de	199	Potrero de en	28	Casas	3

Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total	Localidad rural	Población Total
		San Guillermo		Medio		Blancas	
San José de Pantoja	582	Jahuiques (Rancho Nuevo de Guadalupe)	198	El Cañón	27	Nieto [Granja]	3
Sanabria	566	Cerritos	195	San Carlos [Rancho]	27	Presa de Santa Gertrudis (Hernández)	3
Cerro Blanco	523	San Ramón de los Patios	193	Los Laureles	26	Rocha [Granja]	3
San Diego Quiriceo	521	Sauz de Purísima	192	Camino Real	25	El Cenegal	2
El Tambor	505	San Manuel Quiriceo	189	La Arena	24	El Gavilán [Granja]	2
San Guillermo	498	San Juanito de San Guillermo (San Martín)	168	Loma la Ciénega	22	Fracción Dos de Quiriceo	2
Coalanda	497	El Borrego	167	Hacienda de San Javier	20	Hermanos Razo [Granja]	2
Charco de Parangueo	486	San Antonio de Pantoja	164	Sabino Copudo	20	La Jaulilla	2
Colonia Nueva de Guantes	480	Rojas	163	González Cárdenas [Granja]	19	Los Sarabia	2
El Armadillo	479	La Tejonera	158	Huérfanos	19	Ninguno [Gasera]	2
San Francisco Chihuindo	468	El Motivo (El Carrizal)	153	Vázquez [Granja]	19	Purísima de San Guillermo	2
Presa de San Andrés	463	Rancho Cuatro de Altamira	139	Colonia Hoya de Álvarez	18	Carmen Romero Solás	1
Buenavista de Parangueo	460	Ranchito de Paredones	133	La Purísima (Sosa Balderas)	17	Don Nicolás Vargas	1
San José de la Montaña (Los Gatos)	453	El Molinito	129	La Grulla	16	Hoya Blanca	1
La Isla	445	Colonia Primavera (San Ignacio)	128	Solís (El Paraíso) [Granja]	16	José Luis Martínez [Pensión y Yonke]	1
Plaza Vieja	441	La Palizada	122	El Tecolote (Cisneros Guerrero)	15	Santa María [Granja]	1

Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

La población en las localidades rurales representa el 48 % del total del municipio, siendo San Nicolás Parangueo la más poblada con 1,932 habitantes (INEGI, 2020). Es fundamental considerar que las localidades rurales constituyen un porcentaje significativo de la población total y, a menudo, son las áreas más vulnerables debido a los distintos rezagos económicos y sociales que afectan a estos territorios. La vulnerabilidad de estas comunidades se ve agravada por el cambio climático, que exacerba problemas como la disponibilidad de agua, la productividad agrícola y la infraestructura básica. La dependencia de la agricultura y la limitada capacidad de respuesta ante desastres naturales colocan a estas localidades en una posición en desventaja.

Además, es importante destacar que ciertas localidades del municipio tienen una población muy reducida; de hecho, 50 de estas localidades cuentan con menos de 10 habitantes cada una, todas distribuidas en diversas áreas del municipio. Esta dispersión y baja densidad poblacional aumentan su vulnerabilidad ante el cambio climático, ya que las pequeñas comunidades pueden carecer de los recursos y la infraestructura necesarios para enfrentar problemas como la escasez de agua, el aumento de temperaturas y la frecuencia de fenómenos naturales extremos. La limitada capacidad de respuesta y adaptación en estas localidades hace que sus habitantes estén en mayor riesgo frente a los impactos adversos del cambio climático.

Para 2020, los grupos etarios que más predominan en el municipio de Valle de Santiago son de 10 a 14 años con 13,183 pobladores, seguido del grupo de 15 a 19 años con 13,014 y de 5 a 9 años con 12,707. La población del municipio es mayoritariamente joven, siendo estos 75,579 pobladores de entre 0 a 29 años, representando este rango de edad a niños, adolescentes y jóvenes con un 50.36% del total de la población (Tabla 11) (INEGI, 2020).

Tabla 11. Población por rango de edad

Rango de edad	Hombre	Mujer	Total
0 a 4 años	6451	6127	12578
5 a 9 años	6303	6404	12707
10 a 14 años	6619	6564	13183
15 a 19 años	6490	6524	13014
20 a 24 años	6216	6434	12650
25 a 29 años	5526	5921	11447
30 a 34 años	5154	5886	11040
35 a 39 años	4782	5312	10094
40 a 44 años	4567	5131	9698
45 a 49 años	4113	4708	8821
50 a 54 años	3579	4319	7898
55 a 59 años	3022	3653	6675
60 a 64 años	2706	3118	5824
65 a 69 años	2137	2453	4590
70 a 74 años	1614	1814	3428
75 a 79 años	1242	1276	2518
80 a 84 años	890	1029	1919
85 años o más	862	1044	1906

Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

4.5 Marginación

“La marginación es un fenómeno estructural que se origina en la modalidad, estilo o patrón histórico de desarrollo, que se expresa, por un lado, en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva y en las regiones del país, y por el otro, en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios” (Villaseñor-Ocampo & et.al., 2020).

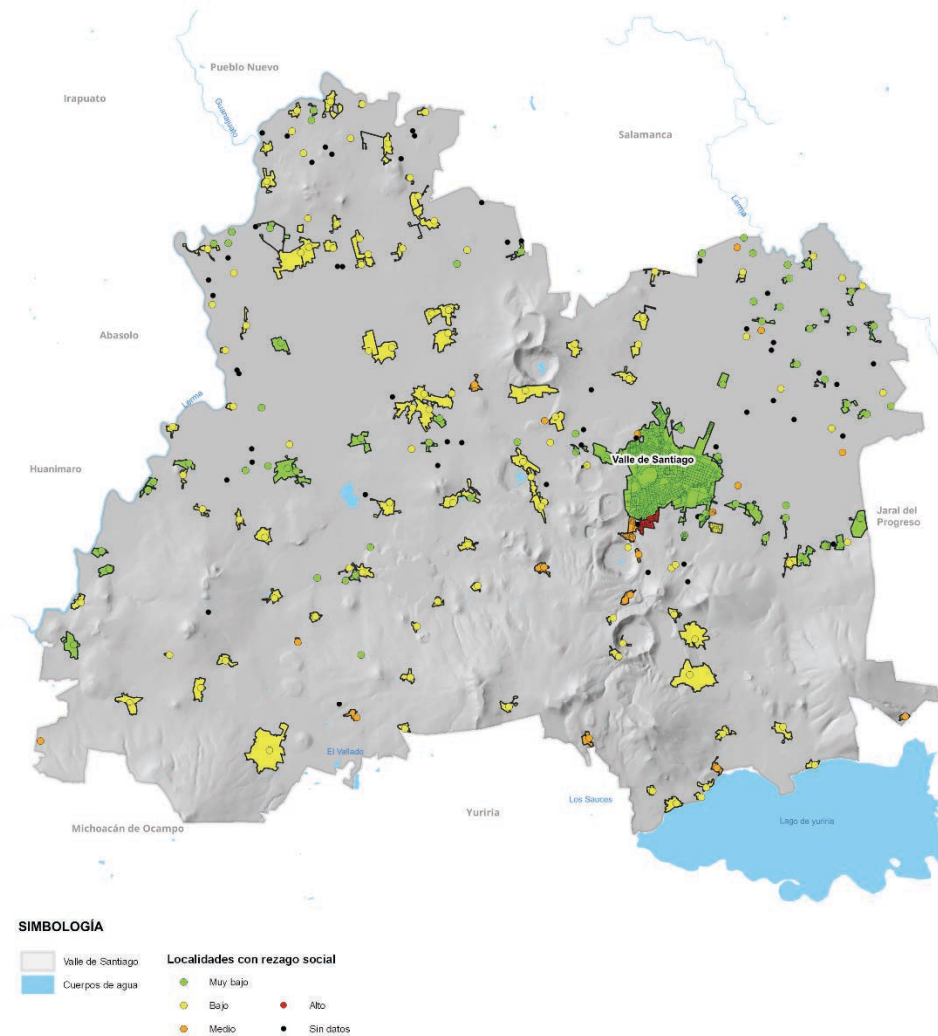
Valle de Santiago tiene un índice de marginación bajo, lo que significa que es un municipio que se caracteriza por tener una gran población con baja tasa de analfabetismo y niveles moderados de carencia educativa. Aunque presenta menores carencias en vivienda y servicios básicos, todavía enfrenta desafíos significativos, como rezagos en educación y elevados porcentajes de población con ingresos bajos. Puede experimentar desigualdades internas, como carencias en infraestructura y hacinamiento, a pesar de su bajo índice de marginación en comparación con otros municipios (Villaseñor-Ocampo & et.al., 2020).

Para este punto es de suma importancia analizar también el Rezago Social, la cual “es una medida que, en un índice y en un grado, resume indicadores agregados del acceso a algunos de los derechos sociales de las personas y de sus bienes en el hogar para las diferentes desagregaciones geográficas. Nos permite dar seguimiento a indicadores relacionados con cuatro dimensiones señaladas en la Ley General de Desarrollo Social (LGDS): rezago educativo; acceso a los servicios de salud; calidad y espacios de la vivienda; y, servicios básicos en la vivienda. Adicionalmente, se incorporan indicadores referentes a los bienes del hogar” (CONEVAL, 2020).

En el Mapa 6 se observa como la mayor parte de las localidades cuenta con un rezago social bajo con 104 localidades, seguido del rezago social muy bajo con 23, medio con dos solamente y por último alto, siendo esta última sólo una localidad rural llamada Ampliación Colonia Loma del Chorrillo, la cual tiene una población total de 40 habitantes.

Aunque la mayoría de las localidades suelen presentar carencias mínimas en comparación con aquellas áreas que tienen un rezago social más alto, es decir, el nivel general de rezago es bajo, pueden aún enfrentar algunas deficiencias en el área de la salud, servicios, grado escolar, entre otros.

Mapa 6. Rezago social por localidad de Valle de Santiago



Fuente: Elaboración propia con datos de las estimaciones del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

4.6 Vivienda y servicios de salud

Vivienda

En 2020, el municipio de Valle de Santiago cuenta con 37,795 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.9 ocupantes por vivienda. De cada 100 hogares, el 94.9 % dispone de electricidad, agua y drenaje, lo que indica que la mayoría de los habitantes cuenta con servicios básicos en sus hogares. Sin embargo, el asentamiento rural Llano de Fernández (Cuba) presenta el porcentaje más bajo en este indicador, con solo el 12.5 % de sus 44 viviendas contando con estos servicios esenciales (INEGI, 2020). Este dato subraya la desigualdad en la distribución de los servicios

básicos, especialmente en las zonas rurales, donde la falta de infraestructura adecuada puede afectar gravemente la calidad de vida y la resiliencia de estas comunidades ante el cambio climático.

En cuanto al ahorro de energía y la utilización de energías limpias, el 45.3 % de las viviendas en el municipio tienen todos sus focos ahorradores. No obstante, solo el 4.6 % utilizan calentador solar, reflejando un bajo nivel de adopción de esta tecnología (INEGI, 2015). La baja adopción de calentadores solares señala una dependencia continua de energías no renovables para calentar agua, lo que no solo incrementa la huella de carbono del municipio, sino que también perpetúa los costos energéticos para las familias. La promoción e incentivo de tecnologías sostenibles como los calentadores solares puede aportar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética a nivel residencial.

La Secretaría de Desarrollo Social y Humano de Guanajuato (SEDESHU), en colaboración con el municipio, ha distribuido calentadores solares en diversas localidades. La implementación de estos programas no solo contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes al reducir los costos de energía, sino que también juega un papel crucial en la mitigación del cambio climático.

En relación con las viviendas que disponen de paneles solares para generar electricidad, solo el 0.2 % utiliza este medio, representando una cantidad muy baja de hogares que han adoptado energías renovables para su consumo (INEGI, 2015). Fomentar el uso de paneles solares no solo contribuye a la reducción de emisiones, sino que también puede mejorar la autonomía energética.

En 2015, solo el 38.1 % de las viviendas separaban los residuos en orgánicos e inorgánicos (INEGI, 2015), un porcentaje bajo que es crucial aumentar, ya que la separación de residuos contribuye significativamente a reducir el impacto ambiental de la generación de basura por parte de la población. La baja tasa de separación de residuos sugiere una falta de concienciación y educación ambiental entre los habitantes, así como la posible ausencia de infraestructuras y programas adecuados de gestión de residuos. Incrementar la separación de residuos es vital para mejorar las tasas de reciclaje, reducir la cantidad de residuos que llegan a los vertederos y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente.

En el municipio de Valle de Santiago, los diversos medios de transporte en las viviendas disponibles incluyen, automóvil o camioneta (45.9 %), motocicleta o motoneta (21 %) y bicicleta (41.7 %) (INEGI, 2020). Esto indica que una gran parte de la población cuenta con algún medio de transporte que genera emisiones, como los automóviles, aunque también es notable el porcentaje considerable de residentes que utilizan la bicicleta para movilizarse por la ciudad. La dependencia de vehículos motorizados para el transporte diario contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero y a la contaminación del aire local. Por otro lado, el uso de la bicicleta como medio de transporte es una señal positiva, ya que promueve un estilo de vida más saludable y sostenible.

Salud

En materia de servicios de salud, el 78.6 % la población al 2020 es derechohabiente a alguno de los servicios (INEGI, 2020) lo cual representa una disminución de 6 % en comparación a 2010, en la Tabla 12 se muestra el porcentaje de la población que cuenta con los diferentes servicios de salud, comparados con la Encuesta Intercensal de 2015.

Tabla 12. Porcentaje de derechohabientes a servicios de salud

Institución	2015	2020
Total de afiliados	84.60	78.60
Seguro Popular	81.10	68.94
PEMEX, SDN o SM	0.19	0.23
ISSSTE	4.93	5.72
IMSS	14.66	23.55
Afiliado a otra institución	0.30	0.24
Instituto de Salud para el Bienestar	-	1.17

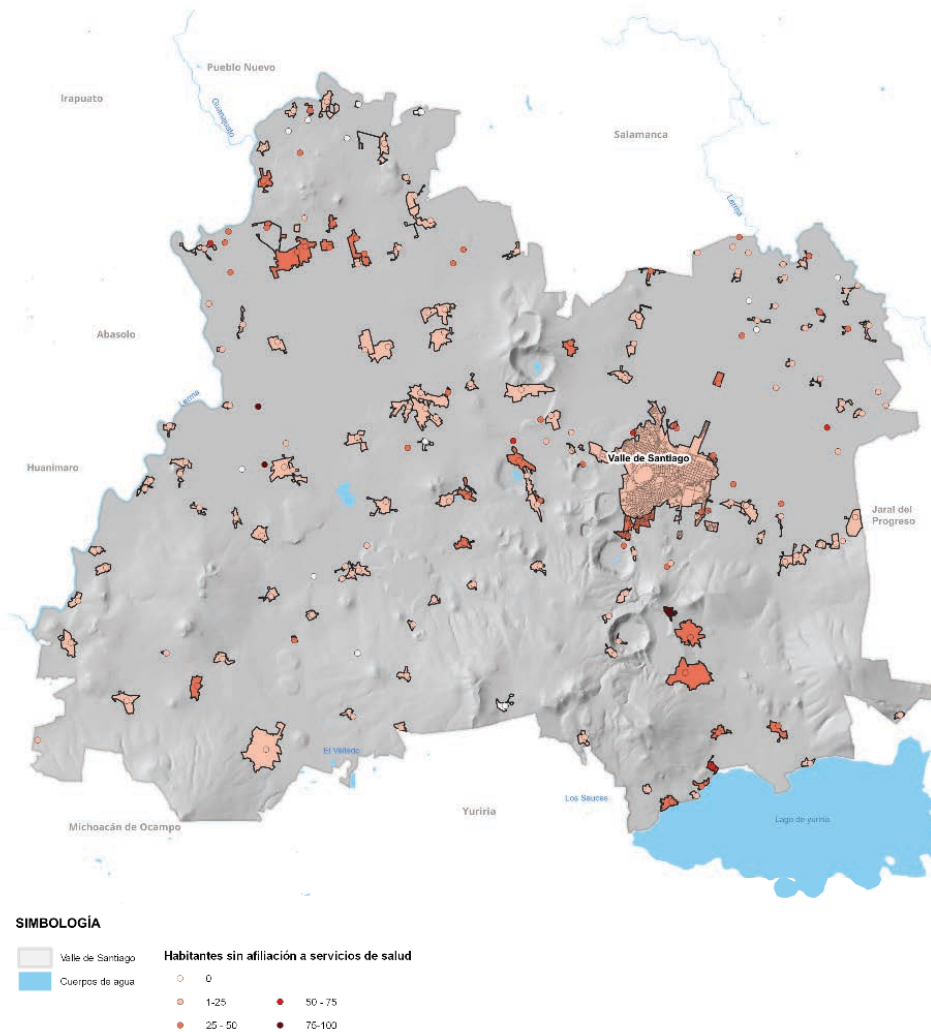
Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) y la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015)

En el Mapa 7 se puede observar que las localidades con mayor proporción de población sin afiliación a servicios de salud se encuentran predominantemente en la periferia de la cabecera municipal y en algunas zonas rurales alejadas de Valle de Santiago. Esta situación representa un problema significativo, ya que la cabecera municipal cuenta con la mayor cantidad y calidad de clínicas y hospitales públicos para atender a la población.

La falta de afiliación a servicios de salud en estas localidades, combinada con su aislamiento geográfico, dificulta el acceso a la atención médica en el sector privado. Además, al tratarse de áreas rurales, los ingresos de sus habitantes suelen ser menores, lo que complica aún más la posibilidad de costear servicios médicos privados.

Esta situación incrementa la vulnerabilidad de estas comunidades ante los efectos del cambio climático, ya que una atención médica insuficiente limita su capacidad para enfrentar problemas de salud relacionados con fenómenos climáticos extremos y otras consecuencias del cambio climático.

Mapa 7. Habitantes sin afiliación a servicios de salud



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

En cuanto a la población derechohabiente a servicios de salud, se ha observado una reducción en el acceso al seguro popular, actualmente conocido como el sistema de Salud Gto. Esta disminución ha afectado significativamente a los residentes de Valle de Santiago, limitando su acceso a servicios de salud pública esenciales.

La reducción en la disponibilidad de servicios de salud pública subraya la importancia de fortalecer y expandir los programas de salud accesibles para todos los ciudadanos, independientemente de su situación económica. El acceso a la atención médica es un pilar fundamental para el bienestar y la resiliencia de la población, particularmente en contextos de vulnerabilidad climática. La falta de acceso a servicios de salud adecuados puede exacerbar las inequidades existentes y aumentar la vulnerabilidad de las comunidades frente a emergencias sanitarias.

4.7 Manejo, conservación y aprovechamiento del agua

La gestión del agua, se apoya en “el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual el Estado, los usuarios y la sociedad promueven coordinadamente, en forma sustentable, el control y manejo de este recurso en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental” (Breña & Breña, 2007).

A nivel nacional, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) agrupó las regiones hidrológicas y delimitó trece regiones hidrológico-administrativas con la finalidad de facilitar la administración del agua (SEGOB, 2007, 2007). Valle de Santiago se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa (RHA) Lerma-Santiago–Pacífico.

Hidrología superficial y subterránea

La RH Lerma Santiago drena el 78 % del territorio del estado y su principal colector el Río Lerma. A su paso, abarca tres cuencas: Río Lerma-Toluca, Río Lerma-Salamanca y Río Lerma–Chapala; el municipio de Valle de Santiago se encuentra en la segunda de ellas, que es la mayor de las tres. De las tres cuencas que abarca 10,400 km² (38 % del territorio estatal).

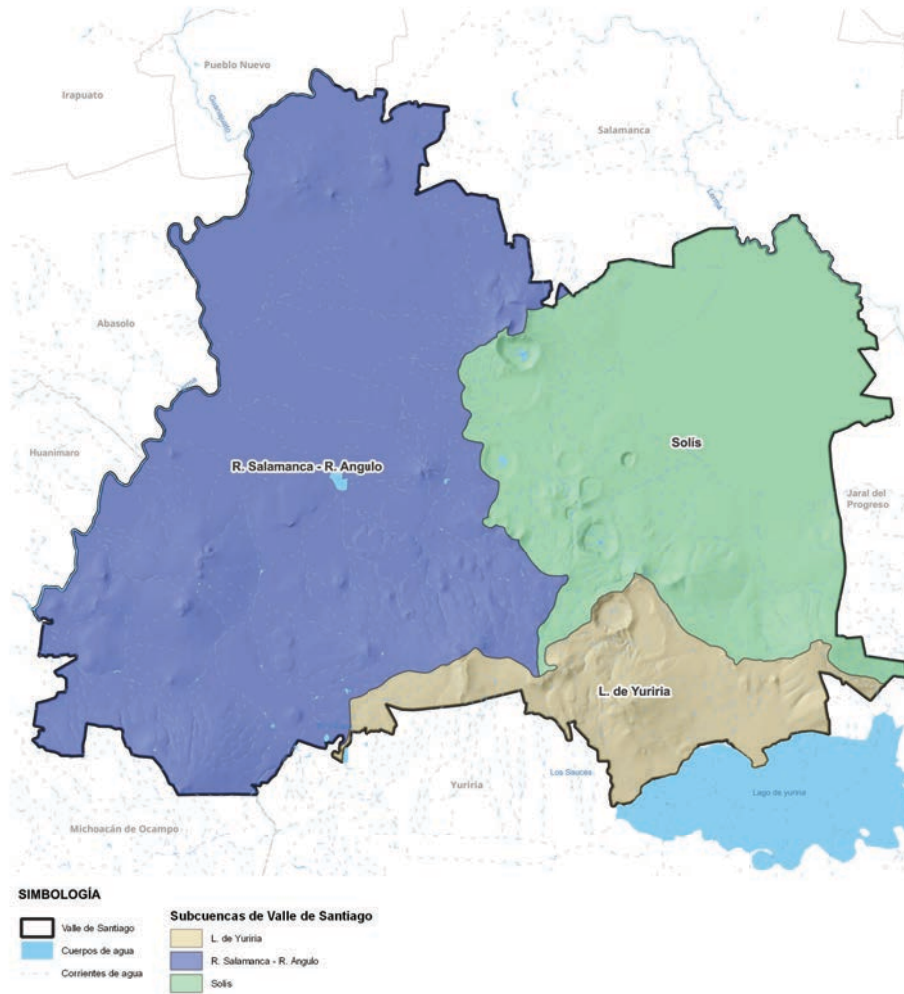
El municipio de Valle de Santiago se encuentra dentro de la Cuenca Río Lerma-Salamanca y en él concurren tres subcuencas: Río Salamanca-Río Angulo que abarca prácticamente todo el oeste, Solís en el lado este y Subcuenca Laguna de Yuriria en una porción del sureste (Mapa 8).

Fisiográficamente, se ubica las subprovincias “Bajío Guanajuatense” y “Sierras y Bajíos Michoacanos”, pertenecientes a la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico”; el sistema de topofomas es:

- 43.5 % sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío
- 35.7 % llanura aluvial
- 12.3 % lomerío de aluvión antiguo
- 7.94 % sierra volcánica de laderas escarpadas con cráteres
- vasos lacustres y sierra volcánica de laderas tendidas

El propio Río Lerma es frontera municipal en su colindancia oeste y noroeste y dado el perfil topográfico dominado por los cerros y elevaciones al sur del municipio y bajas pendientes en el resto (con excepción de los aparatos volcánicos), el drenaje de la hidrología superficial fluye en dirección hacia el norte, noroeste y este, con excepción de los drenajes endorreicos de los lagos cráter (Mapa 9) que perdieron el espejo de agua a causa del abatimiento freático (INEGI, 2010).

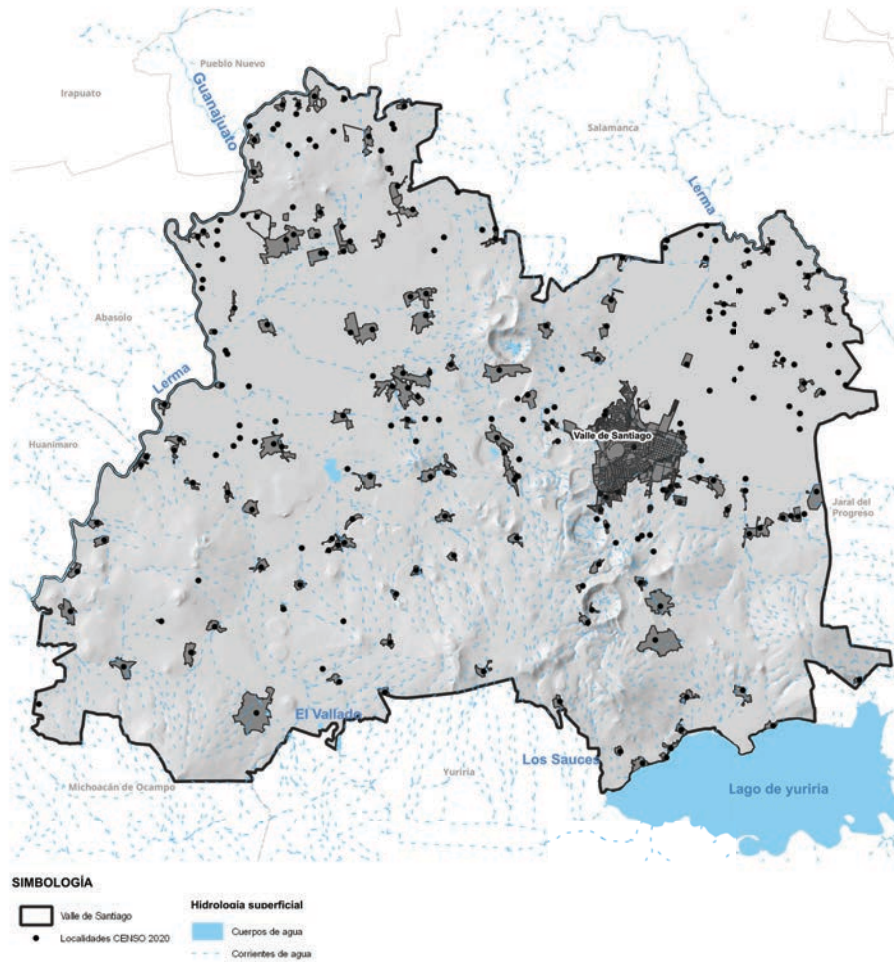
Mapa 8. Subcuencas en Valle de Santiago



Fuente: elaboración propia con información de información de SEBIO-GTO (SMAOT, 2024).

La fisiografía genera un relieve fuerte y ello explica la presencia de decenas de microcuencas en el municipio, destacando nuevamente aquellas de carácter endorreico (Mapa 10).

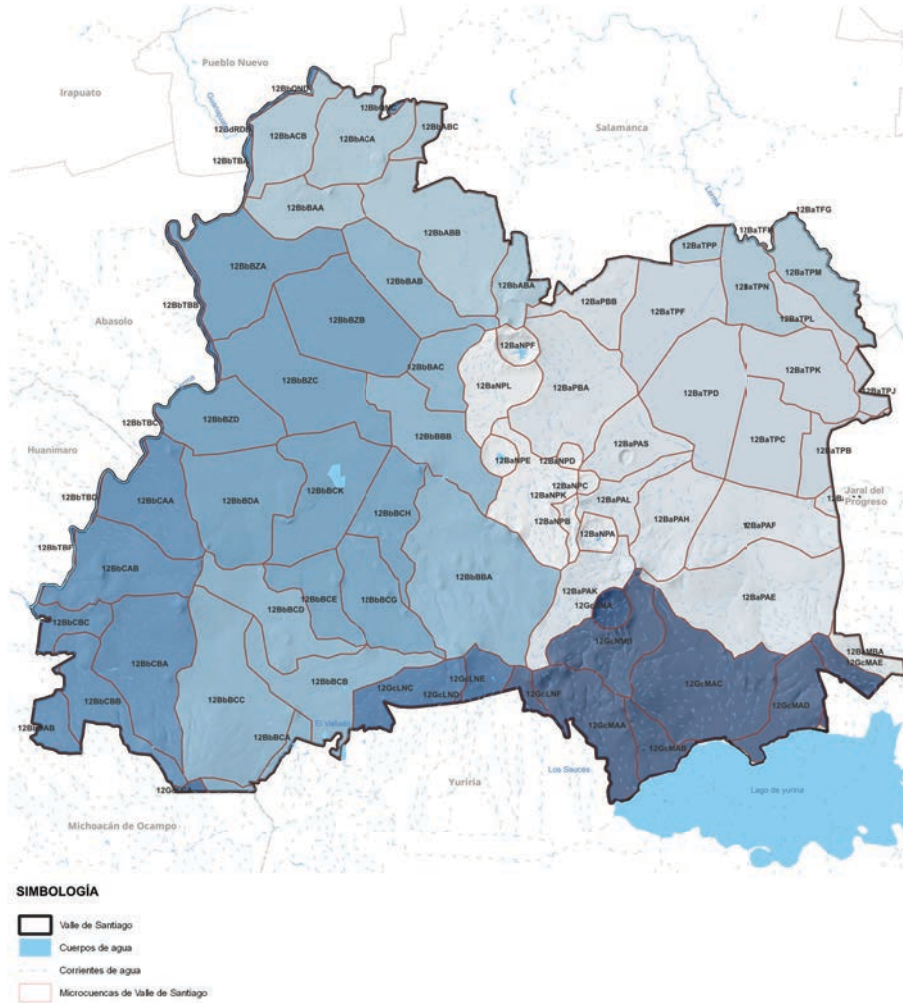
Mapa 9. Hidrología de Valle de Santiago



Fuente: elaboración propia con información de información de SEBIO-GTO (SMAOT, 2024).

En materia de aguas subterráneas, subyace el acuífero Irapuato-Valle de Santiago (clave 1119) ubicado entre las coordenadas 101° y 102° Longitud Oeste y los 20° y 21° de Latitud Norte, está ubicado en la parte centro sur del Estado de Guanajuato; su superficie es de aproximadamente 2,458.495 km², que corresponde un 8.1% de la superficie estatal.

Mapa 10. Microcuencas en Valle de Santiago



Fuente: elaboración propia con información de información de IMPLAN (IMPLAN, 2024) y SEBIO-GTO (SMAOT, 2024).

Dentro de los límites que ocupa el Acuífero Irapuato-Valle de Irapuato, existen 15 municipios, de los que los seis más importantes por su población se encuentra Valle de Santiago (Tabla 13).

Tabla 13. Porcentaje Municipios circunvecinos. Acuífero Irapuato-Valle de Santiago

Municipio	Porcentaje de superficie del acuífero
Valle de Santiago	30.2
Salamanca	29.8
Irapuato	25.9
Huanimaro	4.2
Abasolo	1.8 %
Jaral del Progreso	0.7

Fuente: Consejo Técnico de Aguas Irapuato-Valle A.C.

4.7.1 Análisis de la recarga

El sistema acuífero es de tipo libre-semiconfinado, heterogéneo y anisótropo con doble porosidad en el que el movimiento del agua subterránea ocurre en una gran estructura geológica regional originada por la tectónica distintiva plio-cuaternaria del Eje Neovolcánico que causó un sistema de fosas y pilares tectónicos dispuestos en escalonamiento hacia el centro del valle, que están edificadas en las rocas del Conglomerado Xoconostle, rocas volcánicas fracturadas de la Andesita La Ordeña y las rocas riolíticas de las unidades Riolita Chichíndaro e Ignimbrita Cuatralba.

Las laderas de sierra volcánica varían elevación que varían de 2,550 a 1,750 msnm, con pendientes de 10 a 60 °, con drenaje radial exorreico y en las depresiones es radial endorreico: funcionan como zonas de recarga.

En la planicie del escurrimiento del Río Lerma con pendientes menores de 5 °, la infiltración depende en gran medida de la agricultura de riego. El piedemonte presenta también una elevación promedio de 1,750 msnm, pendiente aproximada de 17 ° y poco desarrollo de drenaje: funcionan como buenas zonas de recarga en las que la infiltración es favorecida por la retención del agua.

El acuífero, se encuentra totalmente vedado y sujeta a las disposiciones del “Decreto que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las zonas de Silao, Irapuato y Salamanca, en el estado de Guanajuato”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de junio de 1957, esta veda se clasifica como tipo III, en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

En la porción nororiental está vigente el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las zonas de Silao, Irapuato y Salamanca, en el estado de Guanajuato”, publicado en el DOF el 12 de junio de 1958, esta veda se clasifica como tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos (CONAGUA, 2024).

El principal usuario del agua subterránea es el agrícola y en la porción central de su territorio, se localiza la mayor parte del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, que corresponde a los Módulos 3 Jaral del Progreso, 4 Valle de Santiago, 6 Salamanca y 7 Irapuato, que reciben agua de la Presa Solís. Los usuarios se encuentran organizados y constituidos en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) de Irapuato-Valle de Santiago, A.C.

En la totalidad del acuífero, hay 2,314 pozos, 4 norias y 1 manantial, de los cuales 2,221, están activos y de ellos 1,766 son para uso agrícola, 422 para abastecimiento urbano y 124 para uso industrial según la CONAGUA con datos De CEAG 2016 (CONAGUA, 2024).

En entrevista con directivos del Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM) (9 de julio, 2024), se informó que el abasto en la cabecera municipal se logra mediante siete pozos activos y en proceso de regularización; en años anteriores eran nueve, pero dos quedaron sin operar por abatimiento, lo cual ocasiona esquemas de tandeo en su distribución.

Se nos informó que la falta de Operación de los 2 pozos fuera de servicio ha propiciado en el Municipio de Valle de Santiago implementen sistemas de tandeo en el servicio y se enfatiza que en materia de abastecimiento solo es por agua subterránea y no se tiene ningún aprovechamiento de aguas superficiales en el Municipio.

Disponibilidad de agua

La estimación de la disponibilidad del agua en las cuencas hidrológicas, permitiría llegar a la asignación equitativa del recurso entre los usuarios y la planeación a corto, mediano o largo plazo. El mismo autor señala que existe una escasez extrema cuando es menor a mil metros cúbicos por habitante por año, valor que limita drásticamente las posibilidades de desarrollo; crítica si su valor se encuentra entre mil y mil 700 (hab)/año; baja y media si los valores oscilan entre mil 700 y 5 mil m³(hab)/año, y 5 mil y 10 mil m³(hab)/año, respectivamente.

El agua “renovable” se define como la cantidad de agua renovada por la lluvia y el agua provenientes de otras regiones y países, o importada, menos la exportada. En el Informe Estadísticas el Agua en México 2023, se estimó que en 2022 el agua renovable per cápita fue de 3,569 m³/hab (CONAGUA, 2023 a) y la proyección más pesimista para 2030 es que se encuentre por debajo de 3,000 m³/hab (IMCO, 2024). En la RHA Lerma-Santiago-Pacífico el agua renovable anual per cápita se estimó en 1,357 m³/hab para 2022 (CONAGUA, 2023 a), con una recarga media anual total de acuíferos de 9,831 hm³/año, pero se espera que en 2030 caiga hasta 1,273 m³/hab (CONAGUA, 2023 b).

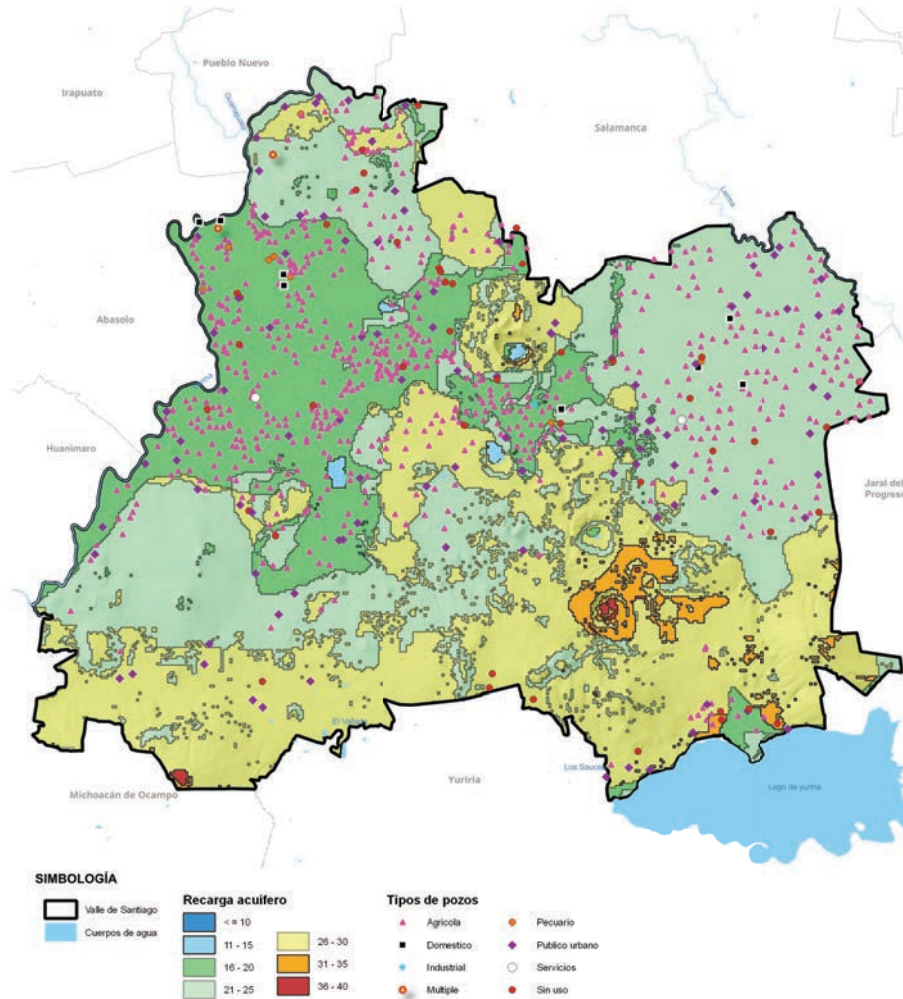
Si se toma en cuenta que la recarga media anual para el acuífero Irapuato-Valle de Santiago, se estimó en 507.8 hm³/año con datos de 2023 (CONAGUA, 2024), entonces este acuífero captó poco más del 5 % del total de la RHA aunque se encuentra “sobreexplotado”, lo cual conduce a la condición de escasez. La Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, informó en 2015 que en el municipio la profundidad del nivel freático iba desde 26 hasta 146 m con un rango de abatimiento entre 0.5 y 1.4 m/a (CEAG, 2015). Estos valores han sido suficientes para desecar prácticamente todos los lagos cráter. En resumen, el acuífero se encuentra en la categoría “sin disponibilidad”, por lo que se encuentra tipificado como “zona de veda”.

El proceso de recarga en Valle de Santiago debe entenderse desde el análisis de los sistemas terrestres de la litósfera. En el municipio hacen frontera dos grandes sistemas: “*El Gran Bajío*” en el norte y la “*Sierra Volcánica del Sureste de Guanajuato*” en su parte sur; ésta última se prolonga de sur a norte a lo largo del eje central donde se encuentran las siete luminarias. Esto provoca que la gran concentración de actividad agrícola ocurra en dos zonas separadas entre sí, una al noroeste y otra al noreste. La densidad de pozos de agua en el Mapa 11 corresponde con esa descripción, con una comunicación transversal de zona de alta densidad de pozos a la altura de la cabecera entre Rincón de Parangueo y San Nicolás Parangueo.

En el mismo mapa se aprecia que las zonas de alto potencial de recarga coinciden entonces con la *Sierra Volcánica del Sureste de Guanajuato*, en la que se encuentran cerros prominentes como (de esta a oeste): *Cerro La tetilla*, *Cerros Los Cuates*, *cerro La Batea*, *Cerro El Tule*, *Cerro El Picacho*, *Cerro Blanco*, *Cerro Las Torres* y *Cerro Las Peñas*. Destacan con alto potencial los Cerros Los Cuates al sur de la cabecera municipal; en general en la sierra son importantes las laderas de pendientes medias y empinadas.

Por último, es importante mencionar que las dos ANP estatales coinciden con las zonas de mayor potencial de recarga, al igual que las cuatro ANP municipales propuestas (H, Ayuntamiento Valle de Santiago, 2024)

Mapa 11. Zonas con potencial de recarga del acuífero



Fuente: elaboración propia con información de información de IMPLAN (IMPLAN, 2024) y SEBIO-GTO (SMAOT, 2024).

Contaminación del agua

Otro aspecto que impacta en la disponibilidad de agua, es la calidad de las de origen superficial y subterráneo. Las aguas del Río Lerma en su trayecto por Salamanca y Valle de Santiago, se encuentra clasificado de “fuertemente contaminado” (DBO₅ mayor a 120 mg/l y SST mayores a 400 mg/l) a “contaminado” (DBO₅ entre 30 a 120 mg/l y SST entre 150 a 400 mg/l) un comportamiento parecido ocurre en las mediciones de coliformes fecales que pueden rebasar los 10,000 NMP/100 ml (CONAGUA, 2023 b).

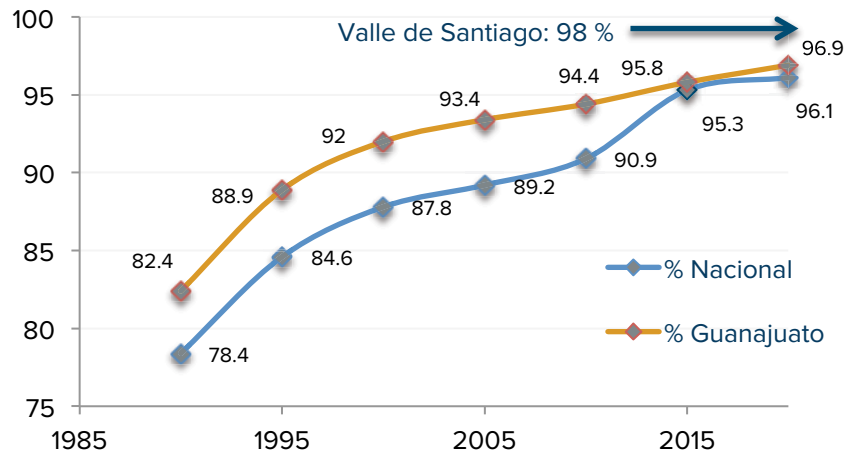
El agua de los pozos más profundos se clasifica como C1-S1, que corresponde a baja salinidad y bajo contenido de sodio intercambiable que es apta para la agricultura sin ninguna restricción.

4.7.2 Gestión del agua

Agua potable

La cobertura media de agua potable a nivel nacional es de 96.1 %, 96.9 % en el Estado de Guanajuato y 98.0 % en la zona urbana de Valle de Santiago. Para el municipio no se cuenta con el dato de la cobertura a nivel rural porque SAPAM no les otorga el servicio (Gráfico 4).

Gráfico 4. Evolución de la cobertura de agua potable



Fuentes: (1) Dato sólo a nivel urbano en entrevista en SAPAM (julio 9, 2024); estadísticas de cobertura total (CONAGUA, 2023 a).

La potabilización para lograr esa cobertura, se realiza a nivel nacional, mediante 997 plantas en operación y con una capacidad instalada de 152.7 m³/s con un caudal potabilizado de 117.6 m³/s (CONAGUA, 2023 a). Los procesos tecnológicos empleados se muestran en la Tabla 14).

Tabla 14. Plantas potabilizadoras por tecnología en el país

Tecnología	Plantas
Osmosis Inversa	380
Clarificación Convencional	249

Clarificación de Patente	153
Filtración Directa	124
Filtración de Carbón Activado	37
Ablandamiento	10
Otros	23
Filtración Lenta	11
Adsorción	10

Fuentes: estadísticas del agua (CONAGUA, 2023 a)

En referencia a las Plantas Potabilizadoras que operan en el Estado de Guanajuato, las estadísticas nos refieren la existencia de 52 con una capacidad instalada de 630.8 l/seg y un caudal potabilizado de 415.3 l/seg.

El tipo de tratamiento que tienen y realizan las plantas Potabilizadoras del Estado de Guanajuato se muestra en la Tabla 15. Se reporta para el Estado de Guanajuato un 93 % de agua producida y desinfectada para consumo humano al 2020, lo cual es un índice muy bueno

Tabla 15. Plantas potabilizadoras por tecnología en Guanajuato

Tecnología	Plantas
Ablandamiento	4
Clarificación Convencional	5
Filtración Directa	1
Filtros Lentos	2
Osmosis Inversa	40

Fuentes: estadísticas del agua (CONAGUA, 2023 a)

La cabecera municipal de Valle de Santiago cuenta a la fecha con 24,817 tomas domiciliarias y conexiones a alcantarillado (Tabla 16).

Tabla 16. Plantas Tomas domiciliarias en la cabecera de Valle de Santiago

Tarifa	Nombre	Agua	Alcantarillado	Saneamiento
004	Doméstica	18,842	18,793	18,792
005	Comercial	1,640	1,640	1,640

006	Industrial	183	183	183
007	INSEN	704	704	704
009	Domestica s/a	1,707	0	0
010	Comercial s/a	58	1	1
011	Industrial	22	0	0
012	INSEN s/a	10	0	0
013	Mixta	1,410	1,409	1,409
014	Mixta s/a	38	0	0
020	Servicios Públicos	108	107	107

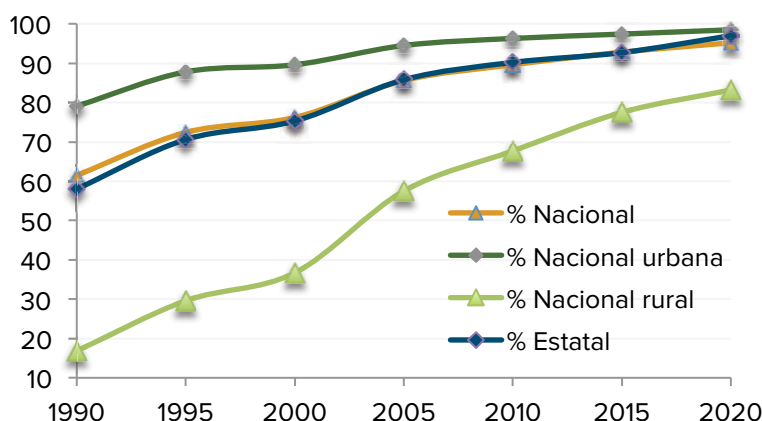
Fuente: (entrevista con directivos de SAPAM, julio 9 de 2024).

Drenaje y Alcantarillado

En materia de drenaje y alcantarillado, de acuerdo con los resultados del Censo 2020, las acciones ejecutadas por los tres órdenes de gobierno contribuyeron a que en 2020 se registrara una cobertura nacional del 95.2 por ciento, ya que 119.3 millones de habitantes cuentan con el servicio.

A nivel de entidad federativa, 19 estados tienen cobertura superior al promedio nacional; sobresalen la Ciudad de México y Colima con coberturas del 99.7 y 99.3 por ciento, respectivamente Guanajuato reportó una cobertura del 96.6 % para 2018 (IPLANEG, 2024). En contraste Guerrero y Oaxaca presentan coberturas inferiores al 87 % (Gráfico 5).

Gráfico 5. Evolución de cobertura de drenaje



Fuente: Estadísticas del Agua en México 2023 (CONAGUA, 2023 a)

Tratamiento de aguas residuales

De acuerdo con el último inventario nacional elaborado por CONAGUA, a diciembre de 2020 se contaba con 2,786 plantas en operación, con una capacidad instalada de 196.7 m³/s y un caudal tratado de 144.7 m³/s. (CONAGUA, 2023 a); los procesos de tratamiento de las aguas residuales y a nivel Nacional, se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Plantas de tratamiento de aguas residuales por tecnología en el país

Tecnología	No. de plantas
Lagunas de Estabilización	827
Lodos Activados	795
RAFA	364
Tanque Séptico	144
Humedal	230
Tanque Imhoff	62
Reactor Enzimático	38
Filtros Biológicos	105
Discos Biológicos	22
Lagunas Aireadas	33
Dual	14
Primario	4
Primario Avanzado	9
Otros	139

Fuente: Estadísticas del Agua en México 2023 (CONAGUA, 2023 a)

Tomando como base la referencia de la CONAGUA/SGAPDS/Gerencia de Potabilización y Tratamiento, se reportan para el Estado de Guanajuato un total de 66 Plantas de tratamiento y se cuenta con una capacidad Instalada de 7,664 l/s y con un caudal tratado de 5,150 l/s teniendo una cobertura de tratamiento del 71.6 % (Tabla 18) (CONAGUA, 2021).

Tabla 18. Plantas de tratamiento de aguas residuales por tecnología en Guanajuato

Numero de plantas	Tipo de Tratamiento
4	Ablandamiento
5	Clarificación Convencional
1	Filtración Directa
2	Filtros Lentos
40	Osmosis Inversa

Fuente: (CONAGUA, 2021).

El volumen de agua tratada registrado desde 2013, no ha tenido una tendencia de aumento en el Estado de Guanajuato (Tabla 19).

Tabla 19. Evolución de volumen estatal de agua residual tratada

Año	Volumen Tratado m ³ /seg
2013	5.6
2014	5.2
2015	5.4
2016	5.5
2017	5.0
2018	5.0
2020	5.1

Fuente: (CONAGUA, 2021).

El Organismo operador cuenta con una planta de tratamiento Municipal (PTAR) que recibe las descargas sanitarias de la cabecera municipal; data del 2008 y cuenta con laboratorio para realizar los análisis respectivos como mecanismo evaluativo y permanente (entrevista con directivos de SAPAM, julio 9 de 2024).

Existe otra planta de tratamiento mas que atiende el servicio del Rastro Municipal que no tiene registro TIF y del caudal generado diario solo tiene un tratamiento muy general a base de cloro y yodo y sin realizar ningún tipo de análisis de laboratorio y todo el caudal generado diario es canalizado de esta manera a la planta de tratamiento que atiende el Organismo Operador Municipal (SAPAM).

El volumen mensual tratado en la PTAR es de 69,316 m³ con cumplimiento de la NOM-001 y su descarga es a cuerpo receptor al canal de riego “Primer Padrón”. La Tecnología empleada en el tratamiento es de Lodos Activados, se tratan 75 l/seg y hasta este momento, señala que es suficiente en su capacidad y que tienen planes y gestiones con la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) una ampliación para tratar 150 /seg. Generan del proceso 80 kg/día de lodos y su manejo y disposición es la canalización a un digestor y posteriormente la desecación a cielo abierto (Tabla 20). Respecto a la tarifa de saneamiento, ésta es proporcional al 20% del consumo del agua por domicilio.

Tabla 20. Tipo de Tratamiento, costos y volumen Tratado. Valle de Santiago

Tipo de tratamiento	Costo del Tratamiento	Generación de Lodos	Digestión de lodos	Volumen tratado
Lodos Activados	\$4.00 por m ³	80 kg	80 kg	69,316 m ³ /mes

Fuente: entrevista con directivos de SAPAM, julio 9 de 2024

SAPAM es un organismo público descentralizado autónomo con autosuficiencia financiera, dado que hay un balance entre ingresos y egresos. A marzo de 2024 su eficiencia física es de 54.4 %. Respecto a los informes mensuales que rinden a la CONAGUA, están al corriente (Tabla 21). El Municipio no tienen la implantación de estrategias de aprovechamiento de manejo de aguas pluviales.

Tabla 21. Datos de operación de SAPAM

Tomas Domicil-iadas	Cobertura de Agua Potable	Sistema tarifario	Programas de Cultura del Agua	Cobertura de Drenaje Municipal	Atención a Comunidades Rurales
24,817	94 %	En base a consumo y con micro medición	Si y en Coordinación con la Comisión Estatal del Agua	98%	El organismo Operador, no atiende a las Comunidades Rurales, lo realiza a través de la Dirección de Desarrollo Rural y Social

Fuente: entrevista con directivos de SAPAM, julio 9 de 2024

Programas Nacionales de Apoyo al Sector

La Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Agricultura, son Dependencias del Poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector, en el Plan Nacional de Desarrollo y tiene implementados entre otros los siguientes programas:

PROAGRO

El PROAGRO Productivo, es un componente público relevante que forma parte del Programa de Fomento a la Agricultura, a través de este se estimula la productividad del campo mexicano, su objetivo es otorgar liquidez a las Unidades Económicas Rurales Agrícolas (UERA) para invertir en actividades productivas.

La Población Objetivo Específica Son todos los predios inscritos en el Directorio del PROAGRO Productivo, beneficiados por este componente en alguno de los tres ciclos agrícolas homólogos anteriores (Otoño/Invierno o Primavera/Verano, respectivamente), que se encuentren en explotación agrícola y para los que se cumpla con la normatividad aplicable.

PROAGUA

Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento, tiene como objetivo contribuir a incrementar y sostener las coberturas de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, mediante el apoyo en el desarrollo de diversas acciones que permitan avanzar en el cumplimiento del derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua a las localidades rurales y urbanas.

Apoya la realización de los trabajos para incrementar o sostener la cobertura y mejorar la eficiencia en la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades con una población mayor a 2 500 habitantes, que permitan avanzar en el cumplimiento del derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua.

Busca contribuir a incrementar o sostener la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento básico en localidades con hasta 2 499 habitantes, mediante la construcción, mejoramiento y ampliación de infraestructura, promoviendo la participación comunitaria organizada, con especial énfasis en localidades con alto y muy alto grado de marginación con población indígena.

Fomenta y apoya acciones para la sostenibilidad e incremento de la cobertura y la eficiencia de la desinfección del agua para el uso y consumo humano, en los sistemas de abastecimiento de las entidades federativas del país, mediante la instalación, reposición o rehabilitación de equipos o de dispositivos comunitarios o domésticos; la adquisición y distribución de desinfectantes; el monitoreo de cloro libre residual, bacteriológico y algunos fisicoquímicos prioritarios; la protección de fuentes de abastecimiento y casetas de desinfección; así como la capacitación de operadores en desinfección y planes de seguridad del agua.

PRODDER

Establece el procedimiento para la asignación de recursos provenientes de los ingresos federales que obtenga la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), por la recaudación de los derechos por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales que se suministren a las empresas públicas y privadas a que se refiere la fracción I, apartado B del artículo 223 de la Ley Federal de Derechos (LFD), a través del Programa de Devolución de Derechos (PRODDER), cuando la asignación de que se trata sea solicitada por dichas empresas, a efecto de destinarlas mediante un “programa de acciones” a la realización de acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en los términos previstos por el artículo 231-A de la Ley mencionada.

Los Lineamientos para la asignación de recursos para acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de acuerdo a lo contenido en el artículo 231-A de la Ley Federal de Derechos, contienen el objetivo, sujetos elegibles, Requisitos (solicitud por escrito y programa de acciones), Componentes del programa (Mejoramiento de eficiencia, Infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales), Programa de Acciones, Estructura financiera del programa (Recursos federales y recursos de contraparte), Notificación de ingresos excedentes, asignación y radicación de recursos al prestador de servicios, acreditación trimestral de avances, verificación de obras y acciones, Derechos y obligaciones del prestador del servicio, modelos y formatos, transparencia y acceso a la información.

PROSANEAR

Establece el Programa Institucional Nacional y mediante la generación de un instructivo orienta las reglas de operación mediante un instructivo para la presentación y seguimiento del Programa de Acciones de Infraestructura, Operación y Mejoramiento de Eficiencia de Saneamiento.

El Programa de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR), tiene como objetivo la asignación de recursos federales provenientes del pago de derechos por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, en términos de lo dispuesto en el artículo 279 de la Ley Federal de Derechos, concatenado con el diverso 277-B, fracción I de ese mismo ordenamiento, con la presentación de una solicitud y un Programa de Acciones de infraestructura, operación y mejoramiento de eficiencia de saneamiento.

Los beneficiarios del programa son las entidades federativas, municipios, organismos paraestatales, paramunicipales y las empresas concesionarias que presten el servicio de alcantarillado en sustitución de las anteriores, en su calidad de contribuyentes del derecho por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, podrán solicitar a la Comisión Nacional del Agua, autorización para realizar un Programa de Acciones de infraestructura, operación y mejoramiento de eficiencia de saneamiento y, en su caso, ésta les asignará recursos para su realización hasta por el monto cubierto por el contribuyente por ese concepto, siempre y cuando cumpla con los supuestos previstos en el Instructivo del PROSANEAR (CONAGUA, 2021).

Conflictos Socio Ambientales en la Gestión del Agua en el Municipio.

A nivel Internacional, Nacional, en el Estado de Guanajuato y en particular en el Municipio de Valle de Santiago, Gto, existen de manera particular Fortalezas, Oportunidad, debilidades y Amenazas que con los Planes de Desarrollo que se tienen en cada región y que, dentro de la planeación, tienen sus planes, programas, proyectos y acciones que atienden de manera integral los desafíos que se tienen localmente y que bajo una visión de Sustentabilidad pueden y tienen grandes posibilidades de mejorar la calidad de vida de todos los componentes eco sistémicamente.

Específicamente para el Estado de Guanajuato y el Municipio de Valle de Santiago en materia de uso del agua, es evidente la falta de cultura del agua y su uso Sustentable en todos los sectores y lograr tener una estrategia para evitar el claudestaje del agua subterránea y superficial, así como el cuidado de la calidad de la misma y promover el reusó como principio ético-ambiental.

4.8 Generación de energía eléctrica

La generación y suministro de energía eléctrica para el municipio de Valle de Santiago proviene de la red nacional con puntos de generación como Salamanca con su termoeléctrica, es decir, no hay una generación pública de electricidad por los medios tradicionales ni por tecnologías alternas como la eólica o la fotovoltaica.

En lo que respecta a la demanda, el sector que más demanda energía es el sector agrícola, esto ya que es el que más produce en el municipio y la actividad que más se realiza, por lo cual es uno de los sectores que más necesita recursos, seguido del sector residencial (Tabla 22). El mayor consumo eléctrico por el sector agrícola, coincide con la amplia proporción del territorio dedicado a esta actividad en la categoría “con riego”.

Acorde al PMDUOET, en 2016 “el municipio de Valle de Santiago registró un total de 180,588 MWh en ventas de energía eléctrica, mientras que el total estatal alcanzó 11,942,222 MWh. Esto indica que Valle de Santiago contribuye con un 1.51 % al consumo energético del estado. Además, el consumo individual de electricidad en Valle de Santiago es notablemente más bajo comparado con el promedio estatal, con un consumo de 1.27 MWh por persona en el municipio frente a 2.04 MWh por habitante a nivel estatal” (IMPLAN, 2021).

Tabla 22. Demanda de energía eléctrica por sector

Sector	Demanda GWh
--------	-------------

Agrícola	100965
Residencial	49952
Mediana Industria	23447
Servicios	11841
Comercial	10423
Gran Industrial	1639

Fuente: elaboración propia con base en datos del (Conahcyt, 2017).

En el municipio se encuentran tres subestaciones eléctricas estratégicamente ubicadas: la subestación Hoyuela en la cabecera municipal, la subestación Guarapo en la localidad de Mogotes de San José de Parangueo, y otra subestación en el parque industrial Sendai. Estas subestaciones ayudan a brindar energía a todas las localidades que conforman Valle de Santiago. (PMDUOET 2045, 2021)

El estado de Guanajuato cuenta con una infraestructura de energías renovables significativa, incluyendo cinco centrales fotovoltaicas, un parque eólico y una planta hidroeléctrica, según el mapa de capacidad instalada del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt, 2017). Esta diversificación en la generación de energía a partir de fuentes renovables contribuye sustancialmente a la matriz energética del estado, promoviendo la sostenibilidad. En el municipio no existe un proyecto de energías alternas de gran escala, aunque desde 2020 el municipio y la SEDSHU han entregado calentadores solares en comunidades rurales: Cerro Blanco, Hoya de Cíntora Arriba, San José de Pantoja, San Cristóbal, San Antonio Pantoja, San Francisco Chihuindo, Sanabria, Los Patios, San Guillermo, Santa Rosa, San Nicolás Parangueo, Pozo de Parangueo, Zapatillo de Mogotes, Buenavista de Parangueo, Rincón de Parangueo, San Isidro de Mogotes, Ranchito de Paredones, La enmarañada y Sabino de Santa Rosa.

4.9 Generación y gestión de residuos

Uno de los principales desafíos que enfrentan los países desarrollados y las economías emergentes, se encuentra en la adopción de sistemas de gestión integral de residuos sólidos de manera alineada a la normativa ambiental correspondiente para facilitar la recepción, clasificación y posterior aprovechamiento de los diferentes tipos de desechos que se generan a diario.

Hoornweg y Bhad, aseguran que los niveles actuales de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) en el mundo, son de aproximadamente 1,3 billones t/año, y se espera que este volumen aumente a 2,2 billones t/año para 2025., lo cual evidencia la necesidad de diseñar estrategias adecuadas para hacer frente a esta problemática y disminuir el impacto ambiental y social que causaría en las futuras generaciones como lo señala el pronunciamiento de la Política Internacional de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

El interés de esa investigación es la identificación y descripción de los factores que conforman un sistema de gestión de residuos sólidos a partir de la teoría de sistemas: ¿de qué manera se lleva a cabo la gestión de residuos sólidos en el mundo y cuáles son los sistemas que ofrecen un mejor aprovechamiento y en consecuencia un menor impacto sobre el medio ambiente? Ante ello se trata de definir actores, políticas, prácticas, recursos, infraestructura, métodos de tratamiento y aprovechamiento que operan en aquellas sociedades en el mundo, en donde se reportan los menores impactos sobre el medio ambiente.

La revisión del fenómeno en América Latina para establecer las diferencias entre los sistemas de esta región, y los mejores referentes en el mundo. (SEGURA, 2020) publicado conjuntamente con la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), ofrece una revisión actualizada de la generación mundial de desechos y del costo de los mismos, así como su gestión desde 2018.

El análisis utiliza evaluaciones del ciclo de vida para explorar lo que el mundo podría ganar o perder si se mantiene el status quo, se adoptan medidas a medias o se apuesta plenamente por sociedades de residuos cero y economía circular. Evalúa tres posibles escenarios de generación y gestión de residuos municipales, examinando sus impactos en la sociedad, el medio ambiente y la economía mundial. Asimismo, presenta posibles estrategias para la reducción y mejora de la gestión de los residuos, siguiendo la jerarquía de residuos, para tratar todos los materiales de desecho como recursos valiosos.

En la misma investigación, las proyecciones muestran que un modelo de economía circular, en el que la generación de residuos y el crecimiento económico se desvinculen mediante la adopción de medidas para evitar los desechos, prácticas empresariales sostenibles y una gestión completa de los desechos, podría de hecho dar lugar a una ganancia neta total de 108.500 millones de dólares al año a nivel mundial.

El informe ofrece valiosas orientaciones y sugerencias de actuación local municipal como lo son la implementación y aplicación de las buenas prácticas ambientales desde las Administraciones locales, para los bancos multinacionales de desarrollo, los gobiernos nacionales, los municipios, los productores y minoristas, en el ámbito de la gestión integral de los RSU.

Según un nuevo informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), sólo una drástica reducción de la generación de residuos garantizará un futuro habitable y asequible y hace referencia a el fin de la era de residuos mediante “la transformación de la basura en recursos”, y presentado en el informe Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos 2024 por la Global Waste Management (GWMO) del PNUMA proporciona los datos actualizados más sustanciales sobre la generación mundial de residuos y el costo de los residuos y su gestión desde 2018 (PNUMA, 2024)

Al identificar medidas prácticas para un futuro con más recursos y subrayar el papel fundamental de los responsables de la toma de decisiones en los sectores público y privado para avanzar hacia un nivel cero de residuos, esta Perspectiva Mundial de la Gestión Integral de Residuos, puede ayudar a los gobiernos (Nacionales, Estatales y Municipales) a evitar que se pierdan oportunidades de “crear sociedades más sostenibles y garantizar un planeta habitable para las generaciones futuras”.

La CEPAL señala que a optimizar el servicio de gestión y manejo de residuos sólidos y a reducir los impactos ambientales asociados, haciendo especial énfasis en las emisiones de gases de efecto invernadero (CEPAL, 2017)

Con esta visión y para poder identificar oportunidades para incorporar reformas en el marco regulatorio del sector del manejo de los RSU, se han considerado los casos de Chile, Colombia, Perú y Uruguay. Actualmente, esta síntesis de política pública se basa en el estudio elaborado por Uribe, E. “Reformas fiscales y regulatorias en la gestión y manejo de residuos sólidos: América Latina frente al cambio climático” (CEPAL & GIZ, 2014).

El análisis que se presenta en esta síntesis de política pública introduce el panorama general sobre el marco fiscal y regulatorio institucional que orienta el sector de gestión y manejo de residuos sólidos en cada uno de los países indicados, caracteriza y compara las generalidades del sector entre cada uno de los países, presenta propuestas de incentivos económicos generales y específicas que se pueden adoptar en el sector para los distintos países y discute efectos potenciales de mitigación que podría tener la implementación de algunas de estas estrategias sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

En México, la Política Ambiental en materia de residuos sólidos, está basada en los principios de reducción, valorización y responsabilidad compartida, así como en la prevención y gestión integral de los residuos, que incluye entre otras cosas finanzas sanas, para lograr un servicio sustentable; educación ambiental, para integrar la participación de la sociedad; comunicación social adecuada, para conocer los beneficios de esta gestión; y un marco legal que permita construir un país en orden (Tabla 23).

Tabla 23. Instrumentos legales aplicables

Normatividad	Atribución
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos, así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) y el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial (PNPGIRME), con base en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (SEMARNAT, 2020)
Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PNPGIR)	Establecen la política nacional de residuos, mediante objetivos, estrategias y metas para prevenir la generación y mejorar la gestión de estos, así como las acciones, proyectos y medios de financiamiento, encaminados a conducir la acción del gobierno en la materia.
Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Manejo Especial (PNPGIR)	Establece los lineamientos Normativos para aquellos residuos que por sus características son considerados de Manejo Especial (RME).
Los Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PEPGIR)	Instrumento de planeación para la gestión integral de los RSU y RME, así como los Programas Municipales e Intermunicipales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos Municipales (PMGIRSU)	El programa tiene una visión integradora orientada a la búsqueda de soluciones sostenibles que consideran no sólo aspectos técnicos o financieros sino además los sociales, institucionales, legales, ambientales y sanitarios.

Fuente: elaboración propia.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como entidad Normativa Ambiental en el País, emitió en el 2022 el “Programa orientado a los Estados y Municipios “con los lineamientos como política pública para la Prevención y Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Ámbito de su competencia”. (SEMARNAT, 2022).

El artículo 26 de la LGPGIR, establece que las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los RSU y RME, de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) así como el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR) y demás disposiciones aplicables.

La definición de los RSU, contenida en la fracción XXXIII del Artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece que son: “Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole”.

Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos Urbanos

El Programa Municipal Para La Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PMGIRSU) es un instrumento de estrategias dinámicas para la implementación de una política municipal adecuada para la materia, basados en un diagnóstico inicial de la situación actual y bajo los principios de corresponsabilidad o responsabilidad compartida de los diferentes sectores involucrados que son además de los ayuntamientos como principales responsables, las entidades federativas, la federación, el sector privado y la ciudadanía

El incremento de la producción de RSU está directamente relacionado con el aumento poblacional y el estilo de vida actual, los cuales definen, por lo general, un mayor consumo de bienes y servicios. En el municipio de Valle de Santiago cuenta ya con una versión preliminar de su Programa Municipal para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PMPGIRSU), en proceso de validación por la SMAOT a partir del mes de julio de 2024 (Dirección de Servicios Públicos Municipales de Valle de Santiago, 2024) El diagnóstico elaborado para su integración, destaca lo siguiente:

- El barrido manual presenta deficiencias, por ejemplo, al tener un solo almacén, no es cercano para todas las rutas de barrido, disminuyendo el tiempo en que los trabajadores inician su trabajo diario.
- No se cumplen totalmente las rutas establecidas, lo que también ocasiona que algunos contenedores se llenen a su capacidad máxima o inclusive excediéndola.
- Los contenedores se llenan con mayor frecuencia, y debido a los reportes de los ciudadanos, se realizan cambios en las rutas establecidas, provocando rezagos en la recolección de colonias.
- El Sitio de Disposición Final (SDF) lleva más de 12 años en operación del que se tenía planeado originalmente.

En cuanto al SDF, su antigüedad y manejo ha originado algunas deficiencias: incendios debido a que los tubos de venteo de biogás se encuentran obstruidos con basura, falta de cobertura, invasión de zonas de amortiguamiento e inestabilidad de taludes. El incendio más notable sucedió el 12 de mayo de 2019, que se extendió a por lo menos 4 hectáreas del sitio; requirió la intervención de cuatro municipios más y de la SMAOT. Este incendio de gran magnitud, requirió más de 1800 viajes de tierra para cobertura, 500 000 l de agua, 2000 l de combustible (sólo de los bomberos), entre otros.

El PMPGIRSU plantea entre sus Objetivos Estratégicos los siguientes:

- Generar un manejo integral de RSU, disminuyendo su generación.
- Mejorar el programa de cobertura de recolección de RSU en zona urbana como rural para evitar la quema o contaminación del medio ambiente.
- Implementar estrategias para la recuperación y valorización de los RSU reciclables.
- Contar con campañas tendientes a reducir la generación de RSU per cápita en el municipio con enfoque a la Economía circular a través de la valorización de los residuos, la reutilización y la reducción del consumo humano en base al resultado al estudio de la generación de los residuos enfocando a los de mayor producción en el municipio de Valle de Santiago.
- Generación de una cultura de participación y compromiso de la ciudadanía para la reducción, reutilización y reciclaje de RSU.
- Protección de los ecosistemas fundamentalmente la ANP Región Volcánica en calidad de monumento natural 7 Luminarias.
- Regularizar el sitio de disposición final para que cumpla con la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Residuos Sólidos Urbanos

De acuerdo al PMPGIRSU, la Generación per-cápita de RSU para Valle de Santiago es de 0.73 kg /día que corresponde a 38,015 t/año (Tabla 24).

Tabla 24. Datos de generación de RSU

Población (Hab)	Generación (kg)(Hab)/día	Generación (t/día)	Generación (t/año)
142,672	0.73	104.2	38,015.0

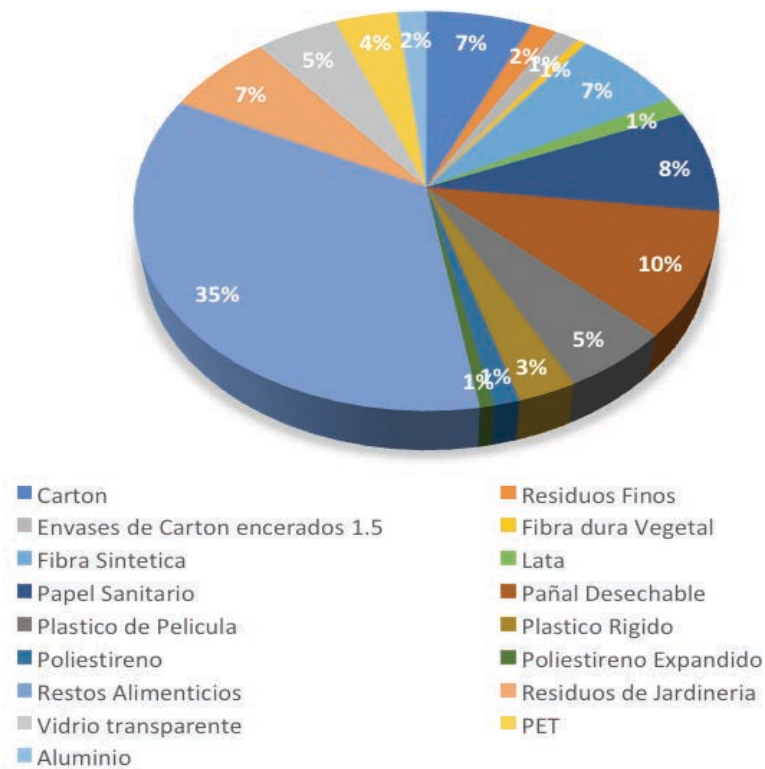
Fuente: PMPGIRSU (Dirección de Servicios Públicos Municipales de Valle de Santiago, 2024).

De acuerdo al PMPGIRSU, la composición estudio y cumpliendo con los lineamientos normativos de la guía, los subproductos cuantificados de las muestras diarias obtenidas en el estudio, los restos de comida representan el 35 % de los RSU que aunados a los de fibra dura vegetal, papel sanitario y residuos de jardinería, totalizan 50.8 % de RSU con potencial de biodegradación y por lo tanto con potencial de generación de metano en el SDF.

Por otra parte, los residuos susceptibles de aprovechamiento (cartón, envase de cartón encerado, fibras sintéticas, lata, plástico de película, plástico rígido, poliestireno, poliestireno expandido, vidrio

transparente, PET y aluminio) totalizan 37.6 %, lo cual genera un renglón con potencial para economía circular (Gráfico 6).

Gráfico 6. Composición de los RSU



Fuente: PMPGIRSU (Dirección de Servicios Públicos Municipales de Valle de Santiago, 2024).

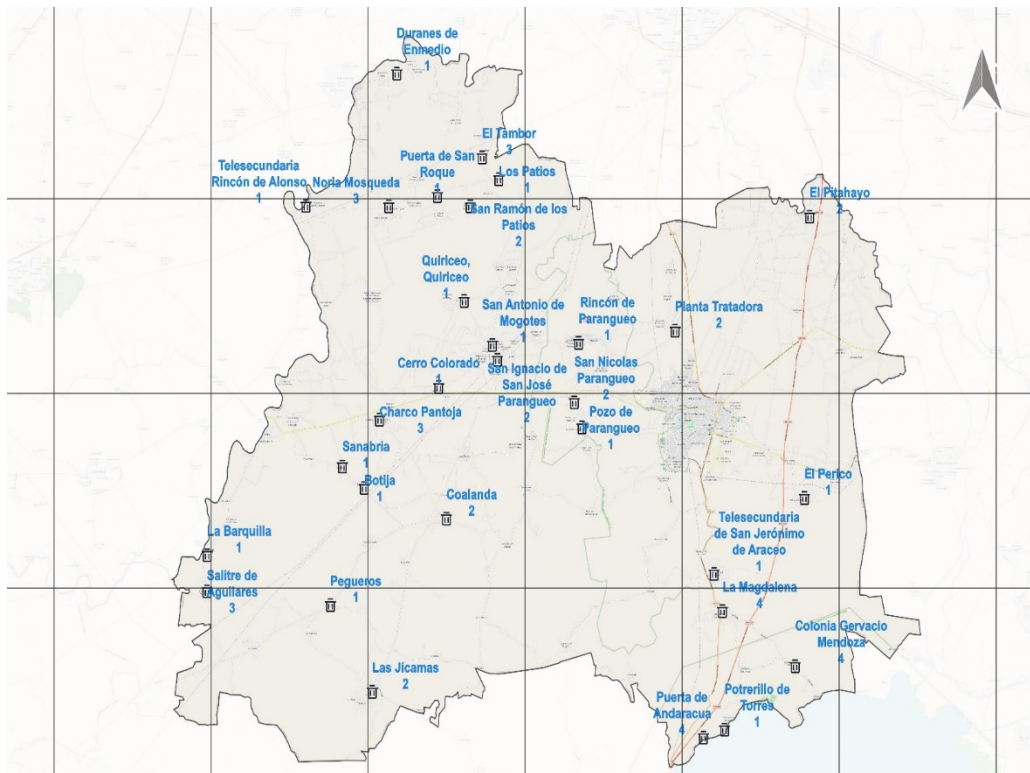
En entrevista, el director de Servicios Públicos Municipales comentó que con la poda de los árboles que se realiza de manera permanente y continua como parte del servicio, el material es depositado en orillas de parcelas y los cerros.

El PMPGIRSU determinó el peso volumétrico de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-19-AA-1985 de lo que se obtuvo un promedio de 129.4 kg/m^3 , valor que se encuentra un poco arriba del promedio para municipios del centro del país (121.5 kg/m^3) y por debajo de lo esperado en promedio para municipios con más de cien mil habitantes (145.2 kg/m^3) (SEMARNAT, 2020).

El almacenamiento no domiciliario (contenedores) existente en cabecera municipal consta de un total de 57 contenedores y en comunidades un total de 44 con una capacidad de 2.6 m^3 cada uno, aunque la mayoría se encuentra en mal estado. En el Jardín municipal y Alameda de Valle de Santiago se encuentran ubicados 24 papeleras y 12 contenedores de 5 kg cada uno para uso principal de los ciudadanos que acuden a estos sitios.

Dentro del municipio se tienen registrados 111 contenedores fijos de RSU: de los cuales todos son de lámina de acero inoxidable con capacidad de 2.6 m³, 47 % en Cabecera Municipal y un 52 % en Comunidades Rurales (Figura 7).

Figura 7. Ubicación de contenedores en comunidades rurales



Fuente: PMPGIRSU (Dirección de Servicios Públicos Municipales de Valle de Santiago, 2024)

El barrido manual o limpieza diaria consta de 14 rutas de barrido manual que se realizan diario cubriendo un total de 24.3 km lo que resulta en aproximadamente 256 cuadras en el principal cuadro de la ciudad. También se encargan del baldeo de los contenedores ubicados en el Jardín y Alameda de Valle de Santiago.

El servicio de recolección de Residuos Sólidos es operado por 47 rutas de trabajo, de las cuales 32 se destinan a recolección rural y el resto a recolección de la cabecera municipal, sin embargo, actualmente se realizan 17 rutas diarias establecidas de acuerdo al día de la semana llegando abarcar las 154 comunidades que conforman valle de Santiago Gto, el servicio es efectuado por 40 personas organizadas en 17 cuadrillas de trabajo

Dentro del territorio municipal, se identifican nueve centros de acopio de material reciclable; de los cuales se registra una comercialización de 192.7 t/mes de material, que contabiliza el material recolectado por 150 tricicleteros que realizan recolección informal.

5 Diagnóstico e identificación de las principales fuentes de gases de efecto invernadero

Los registros meteorológicos analizados en periodos de 30 años hasta el 2019, demuestran que el clima en Valle de Santiago ha sufrido pocos cambios tendenciales en cuanto a las estadísticas anuales, pero que el panorama cambia cuando se ve la frecuencia de anomalías climáticas; en especial la intensa sequía que imperó en la mayor parte del país en este año 2024, así como su alternancia con episodios de precipitaciones torrenciales causantes de inundaciones, revelan que la variabilidad ha aumentado y con ello la incertidumbre respecto a los ciclos que gobiernan los ritmos de producción agrícola, la incidencia de incendios y también que agravó la situación de estrés hídrico por aumento de la presión hídrica precisamente.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 menciona que “para enfrentar con éxito el cambio climático es indispensable transformar los patrones de producción y consumo de la población”, por eso es importante contar con programas educativos y mecanismos de divulgación efectiva de las acciones que requiere instrumentar una política de esta trascendencia (ENCC, Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40, 2013).

Es en ese sentido que los Inventarios de Emisiones GyCEI realizados regularmente a nivel nacional y hasta cierto punto también a nivel estatal, se vuelven una base para la implementación de políticas públicas y la toma de decisiones. Esta es precisamente la arquitectura que desde el IPCC se establece a través de su Grupo de Tarea (Task Force) que tiene como misión esa tarea específica.

Se vuelve entonces imperativo que el municipio perfecciones y ajuste a la realidad local de su territorio, la mejor estimación posible de su contribución en GyCEI, a la vez que lo alinea y monitorea la información disponible en plataformas como el Registro Nacional de Emisiones o el Sistema de Información sobre el Cambio Climático, entre otros.

El PMDUOET 2045 señaló con base en el Programa de gestión para mejorar la calidad del aire de Salamanca, Celaya e Irapuato (PROAIRE, 2013), que Valle de Santiago emitió por año antes de 2013 los GEI que se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Generación de GEI en el municipio de Valle de Santiago

Tipo de gas	t/año	Lugar entre municipios de Gto	Sector responsable
Dióxido de carbono	89,741	14	Transporte y generación de energía
Metano	1,932	Décimo a nivel estatal y segundo en su región	Ganadero
Óxido de nitroso	6	Doceavo a nivel estatal y el tercero entre municipios vecinos	Agrario

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del PMDUOET 2045

El (PMDUOET 2045) de Valle de Santiago establece que es importante conocer no solo las concentraciones de los principales contaminantes en el aire, sino también sus fuentes de origen y sus volúmenes de emisión, esto permite el diseño y la implementación de acciones de política orientadas a reducir los contaminantes en la atmósfera y minimizar los impactos sobre la salud de la población y ecosistemas.

Por otra parte, el (PMDUOET 2045) visión 2045 de Valle de Santiago indica que actualmente el municipio no cuenta con información sobre la vulnerabilidad que puede surgir por el cambio climático para establecer medidas de mitigación y adaptación por sector y región. Por eso, es fundamental y estratégico para el municipio elaborar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero e identificar las medidas de mitigación y adaptación correspondientes.

5.1 Resultados generales

Las emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) considerados para este sector fueron: Dióxido de Carbono, Metano (CH₄) y Óxido Nitroso en tanto a Compuestos se estimó el Carbono Negro (CN). Como subsectores se consideró el transporte, Comercial y Agrícola de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

Una parte fundamental para plantear medidas y estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, es identificar las fuentes claves que están generando emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en un inventario. En el caso del municipio de Valle de Santiago a falta de un inventario municipal se consideró como punto de partida la generación de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) de las estimaciones del Inventario Estatal GyCEI (SMAOT, 2019). De parte de la administración pública municipal se solicitó a la Secretaría, el desagregado a detalle del Inventario de Emisiones correspondiente al municipio, se obtuvieron los datos de emisiones de las siguientes fuentes: Combustión doméstica, combustión comercial, combustión agrícola, transporte terrestre, fermentación entérica del ganado, tratamiento de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, para poder realizar una proyección de la tendencia generación de emisiones GyCEI municipal hacia el 2030, fue necesario plantear un bosquejo del Inventario de GyCEI, que complementara la información proporcionada por parte del Inventario Estatal.

Esta aproximación fue realizada con base en las metodologías descritas en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, para verificar a detalle la aplicación de las metodologías del IPCC, verificar el anexo denominado Estimaciones GyCEI. A continuación, se muestra en la Tabla 26, el resumen de los apartados utilizados para las estimaciones.

Tabla 26. Generación de Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales GEI

Sectores	Número de Volumen	Número de capítulo
Energía	Volumen 2: Energía	Capítulo 2: Combustión estacionaria.
Energía	Volumen 2: Energía	Capítulo 3: Combustión móvil.
AFOLU	Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de tierra.	Capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y estiércol.
Desechos	Volumen 5: Desechos.	Capítulo 3: Eliminación de los desechos sólidos.

Fuente: (IPCC, 2006)

Los resultados de la aproximación al Inventario GyCEI realizada como parte de este proyecto se comparó con los resultados obtenidos a partir del Inventario Estatal GyCEI 2019. Como resultado de se obtuvo que la diferencia entre ambas estimaciones fue de $\pm 21,063.76$ t CO₂ eq en las fuentes de combustión doméstica, residencial, comercial y agrícola, fermentación entérica del ganado, tratamiento de residuos sólidos urbanos y aguas residuales domésticas. Esto es relativamente normal debido a que en la estimación de este proyecto se tomaron valores bibliográficos y datos aproximados para realizar el cálculo mientras que en el inventario estatal se toma muestreo de los diferentes sectores de los municipios (Tabla 27).

Tabla 27. Comparación de inventario GyCEI de SMAOT con estimación propia

Fuente	Datos del Inventario Estatal de GyCEI actualizado a 2019. (SMAOT,2019)	Elaboración propia con base en las Directrices del IPCC, 2006
	Emisiones Totales (t/año)	Emisiones Totales (t/año)

	CO2	CH4	N2O	CO2eq	CO2	CH4	N2O	CN	CO2eq
Combustión doméstica	28,192.31	13.49	2.0729	29,117.85	33,967.79	0.53	0.05	0.11	34,095.49
Combustión comercial	8,076.55	0.12	0.55	8,226.29	7,998.70	0.12	0.01	0.03	8,028.39
Combustión agrícola	27,656.88	1.49	0.28	27,772.53	19,073.79	1.00	0.99	12.97	31,033.85
Transporte terrestre (para una flota de 36,114 vehículos)	109,746.75	36.67	16.76	115,214.42	101,094.58	27.01	9.55	18.63	121,148.78
Fermentación entérica del ganado		1,638.41		45,875.47		783.33	0.00	0.00	21,933.30
Manejo de excretas del ganado		536.13	6.5	16,733.51		156.15	15.12	0.00	8,379.77
Tratamiento de residuos sólidos urbanos		337.52		9450.49		253.87	0.00	0.00	7,108.28
Tratamiento de aguas residuales domésticas		251.28	8.59	9312		238.21	8.46	0.00	8,911.48
Total				261,702.56		Total			1,588,248.31

Fuente: Información proporcionada directamente por SMAOT, 2024 y estimaciones propias.

A modo de recomendación el municipio podría detallar los datos para estimar las emisiones totales por AFOLU, un sector sumamente importante por la naturaleza de las actividades económicas del municipio. Por otra parte, la segunda fuente de acuerdo a nuestros cálculos y la principal de acuerdo al inventario estatal es la fuente de transportes. Por último, a lo largo de los siguientes apartados podemos ver el desarrollo de las estimaciones y tendencias de emisiones GyCEI de 2017 al 2030 del municipio de Valle de Santiago.

5.2 Sector energía

Se estimó que el sector produce 194,306.51 t CO_{2eq} /año, aportados por las contribuciones de cinco subsectores relevantes para Valle de Santiago. El principal gas de efecto invernadero, es el CO_{2eq}.

En primer lugar, por magnitud, dentro del sector destacan las emisiones generadas por el transporte con el 62.34 % del total (consumo de combustibles como gasolina y diesel), seguido por el consumo en actividades comerciales y muy de cerca aquellas agrícolas como se espera por la vocación del municipio (Tabla 28).

Tabla 27. Estimación de GyCEI para el sector energía

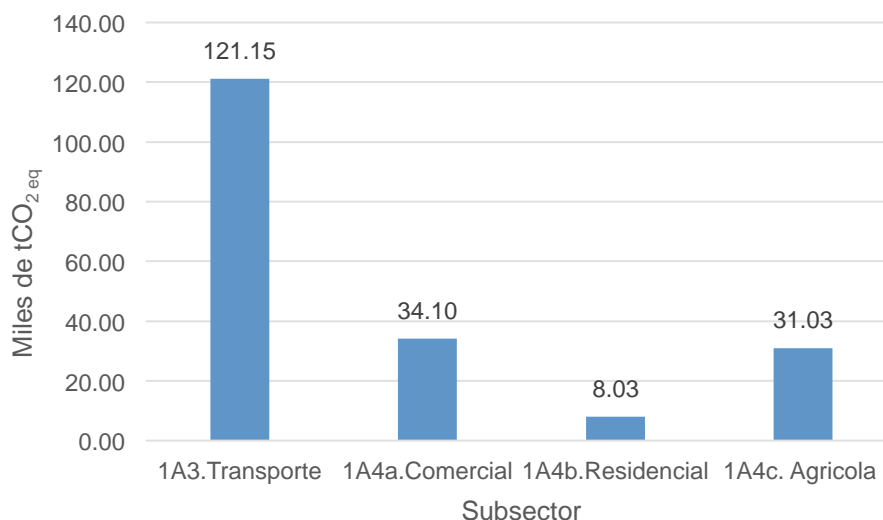
Fuente y/o sector	Sub-sector	t CO ₂ /año	t CH ₄ /año	t N ₂ O /año	t CN /año	t CO _{2eq} /año
1.Energía	1A3.Transporte	101,094.58	27.01	9.55	18.63	121,148.78
1.Energía	1A4a.Comercial	7,998.70	0.12	0.01	0.03	8,028.39
1.Energía	1A4b.Residencial	33,967.79	0.53	0.05	0.11	34,095.49
1.Energía	1A4c. Agrícola	19,073.79	1.00	0.99	12.97	31,033.85
Total de emisiones por energía						194,306.51

Fuente:

elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

Las diferencias proporcionales de la contribución de cada uno de los subsectores, puede apreciarse visualmente en la Gráfico 7. Es evidente que el subsector transporte es responsable de muchas más emisiones por concepto de energía que los demás subsectores juntos. También destaca que la contribución del subsector residencial es menor del 4 % del total.

Gráfico 7. Emisiones GyCEI 2017 por sector energía



Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018,

SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

5.3 Sector AFOLU

En el sector AFOLU (Agrícola, Forestal y Otros Usos del Suelo), tanto en el inventario GyCEI estatal como en las estimaciones de este informe para Valle de Santiago, no se cuenta con una representación adecuada de las emisiones de Óxido Nitroso (N₂O) por el uso de agroquímicos en actividades agrícolas. En cuanto a las ganancias de carbono y pérdida en cosecha y la práctica de quema agrícola, el balance resulta cero, debido al tiempo de vida del cultivo en el suelo no se alcanza una captura de carbono significativa (IPCC, 2006).

Tampoco se cuenta con estimaciones finas de las pérdidas comparativas de captura de carbono “permanente” en la vegetación original, que se sacrifica cuando el cambio de uso del suelo se da por sustitución de ecosistemas primarios o secundarios por actividades agrícolas.

Los cálculos aquí realizados se limitan entonces a dos subsectores: la fermentación entérica y el manejo de excretas, ambas ligadas a actividades pecuarias y de las cuales la segunda es con mucho la que tiene una mayor contribución (Tabla 29 y Gráfico 8). En la fermentación entérica el metano es el principal gas de efecto invernadero, en tanto que en el manejo de excretas son los óxidos nitrosos.

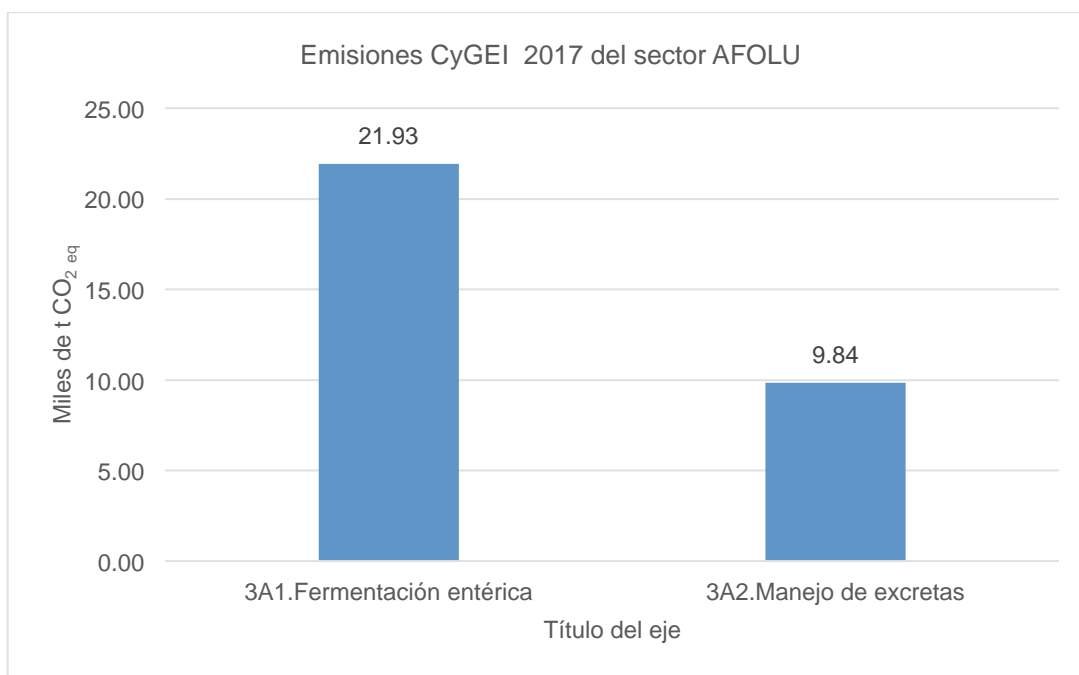
Comparativamente con el sector energía, el sector AFOLU no llega al 1 % de la primera, es decir, es bastante pequeña en términos de priorización.

Tabla 29. Estimación de GyCEI para el sector AFOLU

Fuente y/o sector	Sub-sector	Miles de t CO ₂ /año	Miles de t CH ₄ /año	Miles de t N ₂ O /año	Miles de t CN /año	Miles de t CO _{2eq} /año
3.AFOLU	3A1.Fermentación entérica	0	0.78	0.00	0.00	21.93
3.AFOLU	3A2.Manejo de excretas	0	0.15	0.02	0.00	9.84
Total de emisiones por AFOLU						31.78

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

Gráfico 8. Emisiones GyCEI 2017 por sector AFOLU



Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

5.4 Sector transporte

El sector transporte es el principal, contribuyente en el sector energía, por su importancia, en la Tabla 30 se presentan los resultados sólo del uso de combustibles por el transporte. En el anexo respectivo se muestran el desglose de estimaciones por: gasolina regular, gasolina Premium y diesel. La gasolina regular

Tabla 28. Emisiones GyCE2017 por subsector transporte

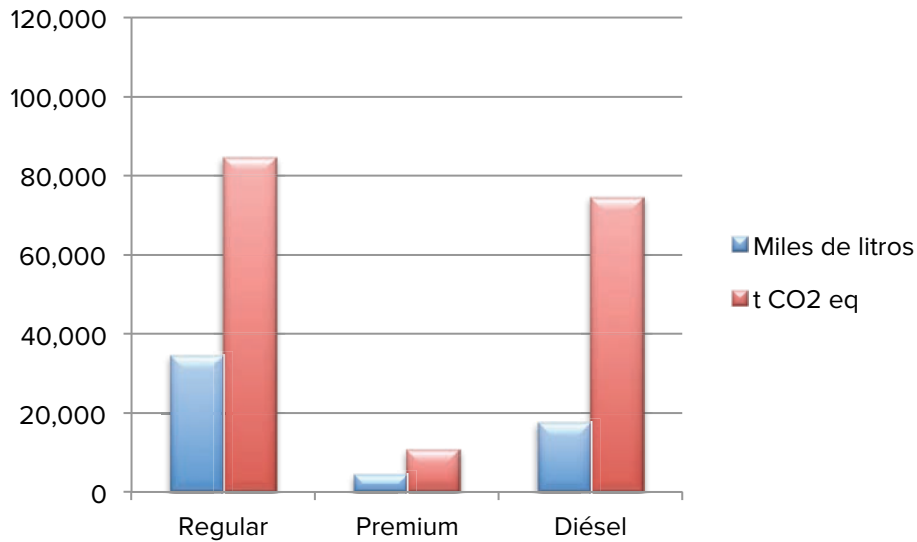
Fuente y/o sector	Sub-sector	t CO ₂ /año	t CH ₄ /año	t N ₂ O /año	t CN /año	t CO ₂ eq /año
1. Energía	1A3. Transporte	101,094.58	27.01	9.55	18.63	121,148.78

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

En el Gráfico 9 se observa que la gasolina regular es la que se consume en mayor volumen y sin embargo las emisiones por este tipo de combustible son del mismo orden de magnitud que aquellas provenientes del consumo del diésel: en el primer caso el principal GyCEI es el CO₂, en tanto que en el segundo hay una contribución adicional importante por carbono negro.

Por otra parte, es importante destacar que el 42 % de todas las emisiones por consumo de diésel, provienen del uso de equipo motorizado agrícola.

Gráfico 8. Emisiones GyCEI 2017 por combustible en el subsector transporte



Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

5.5 Sector desechos

En este sector se consideraron dos subsectores principales: el de eliminación de RSU en el único sitio controlado de disposición final que se describió en el capítulo anterior y el de tratamiento y eliminación de aguas residuales en la PTAR de la cabecera municipal. En ambos casos el gas de efecto invernadero importante es el metano, aunque en el caso de la PTAR tienen una contribución importante los óxidos nitrosos (Tabla 31, Gráfico 10).

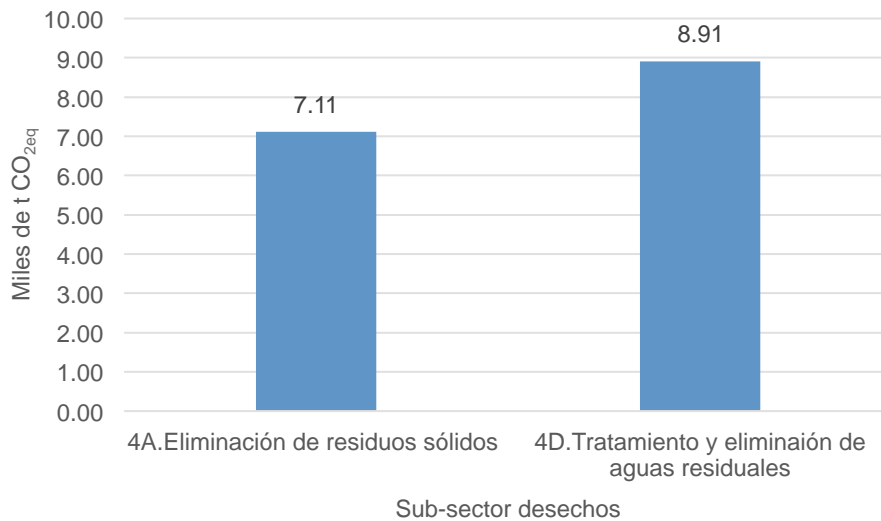
Tabla 29. Estimación de GyCEI para sector desechos

Fuente y/o sector	Sub-sector	t CO ₂ /año	t CH ₄ /año	t N ₂ O /año	t CN /año	t CO _{2eq} /año
-------------------	------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-----------	--------------------------

4.Residuos	4A. Eliminación de residuos sólidos		253.87			7,108.28
4.Residuos	4D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		238.21	8.46		8,911.48
Total de emisiones por Residuos						16,019.76

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

Gráfico 10. Emisiones GyCEI 2017 por combustible en el sector residuos



Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

5.6 Fuentes clave de emisiones

A partir de los resultados mostrados, es claro que en materia de emisiones directas por actividad humana en el municipio son aquellas generadas por el manejo de excretas y la fermentación entérica en ganadería, las de mayor peso específico para Valle de Santiago, seguidas por el consumo directo de energía y específicamente por el consumo de combustibles en vehículos a gasolina y diésel, con una aportación significativa por transporte y maquinaria agrícola.

Aunque la contribución por manejo de RSU no es la más importante, la proyección indica que será uno de los renglones de mayor crecimiento hacia 2030.

Por último, la generación indirecta por el consumo de energía eléctrica es el rubro más importante de todos.

A partir de los resultados mostrados, es claro que en materia de emisiones directas por actividad humana en el municipio son aquellas generadas por el consumo directo de energía y específicamente por el consumo de combustibles en vehículos a gasolina y diésel, con una aportación significativa por transporte y maquinaria agrícola. Seguidas de las emisiones generadas por el manejo de excretas y la fermentación entérica en ganadería, las de mayor peso específico para Valle de Santiago,

Aunque la contribución por manejo de RSU no es la más importante, la proyección si indica que será uno de los renglones de mayor crecimiento hacia 2030.

Por último, la generación indirecta por el consumo de energía eléctrica es el rubro más importante de todos.

5.7 Línea base y proyecciones de emisiones GEI

Como se sabe las emisiones GyCEI se generan debido al crecimiento económico y poblacional de un país, región geográfica y/o municipio (SMAOT, 2019). Por tanto, de acuerdo a las proyecciones realizadas las dos fuentes con mayor crecimiento de emisiones a 2030 es el sector AFOLU en específico por el manejo de excretas y la fermentación entérica del ganado con una tasa de crecimiento media (TMCA) de 0.09 y una generación de emisiones GEI de 30,335.59 t de CO₂ equivalente para 2030. En segundo lugar, se encuentra el transporte con una TMCA de 0.01 y una proyección para 2030 de generación de 137.88 Gg de CO₂ equivalente.

La evolución de las emisiones se estimó a partir de las tasas de crecimiento poblacional medias anuales estimadas por SMAOT, se hizo una proyección simple proporcional tomando como base la estimación de emisiones GyCEI propias anotadas en los apartados anteriores.

Como puede apreciarse en la Tabla 32 y en el Gráfico 11, se estima que para 2030 se emitirán 1,606,865.52 t CO_{2eq} / año, lo cual representará un incremento global de 1.2 % respecto a la base de cálculo de 2017. El incremento es bajo debido a la dinámica poblacional actual en el municipio.

Tabla 32. Proyección de emisiones GyCEI al 2030

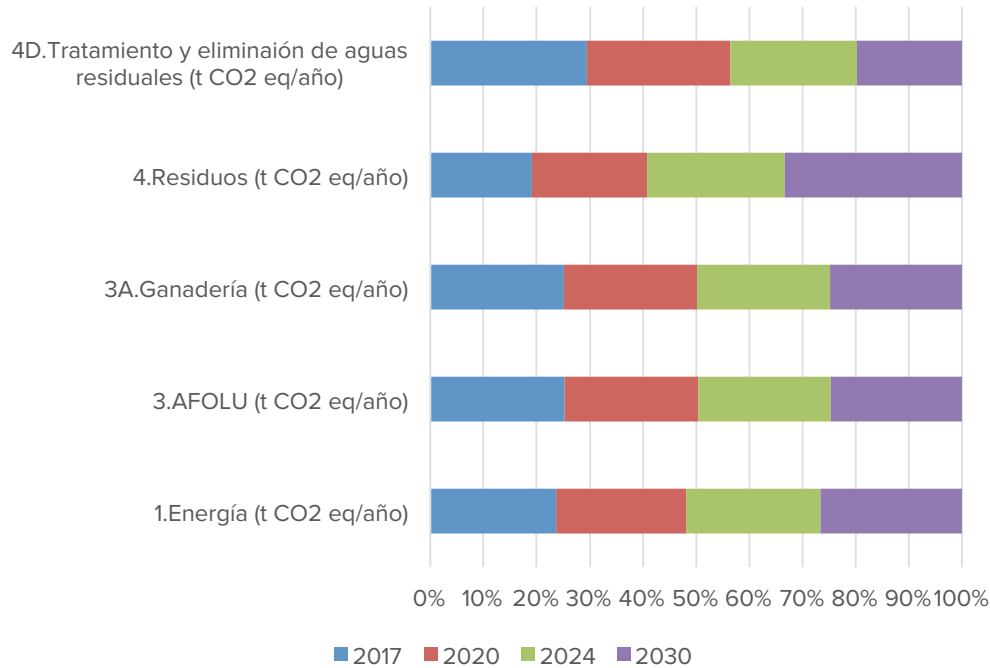
Fuentes	2017	2020	2024	2030
1.Energía	121,148.78	124,819.71	129,887.89	137,878.62
1A4. Otros sectores (comercial, residencial y agricultura).	73,157.73	72,937.41	72,646.00	72,213.89

3A.Ganadería	30,313.06	30,319.18	30,325.52	30,335.59
4.Residuos	7,108.28	8,111.72	9,673.38	12,597.26
4D.Tratamiento y eliminación de aguas residuales	8,910.94	8,147.88	7,231.12	6,045.71
Emissiones totales (t CO ₂ eq/año)	240,638.80	244,335.89	249,763.92	259,071.06
Emissiones de otros sectores (ladrilleras) (t CO ₂ eq/año)	0.00	0.00	0.00	0.00
Emissiones indirectas por EE (t CO ₂ eq/año)	29,072,064.00	26,964,446.16	26,262,579.65	27,105,638.17
Total (t CO ₂ eq/año)	29,312,702.80	27,208,782.05	26,512,343.56	27,364,709.23

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del IPCC,2006, INECC,2018, SENER,2022, INECC, 2014 & INEGI 2024.

Respecto otras fuentes de generación no consideradas en el inventario GyCEI son las emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, ascenderán en 2030 a 27,105.638.17 t CO_{2eq} / año. No son consideradas por que no hay producción de energía eléctrica en el municipio. Sin embargo, la aplicación de programas de ahorro de eficiencia energética en los hogares y unidades económicas, podría mejorar la tendencia de generación de emisiones GyCEI. También se realizó una estimación adicional por ladrilleras en el municipio y se observó que al 2030 las emisiones por este tipo de fuente incrementan el total en apenas 0.02 %.

Gráfico 9. Evolución al 2030 de las emisiones GyCEI por sector



Fuente: elaboración propia con base en las tasas de crecimiento poblacional estimadas por SMAOT en el inventario estatal GyCEI.

6 Diagnóstico e identificación de las principales fuentes de gases de efecto invernadero

6.1 Escenarios climáticos

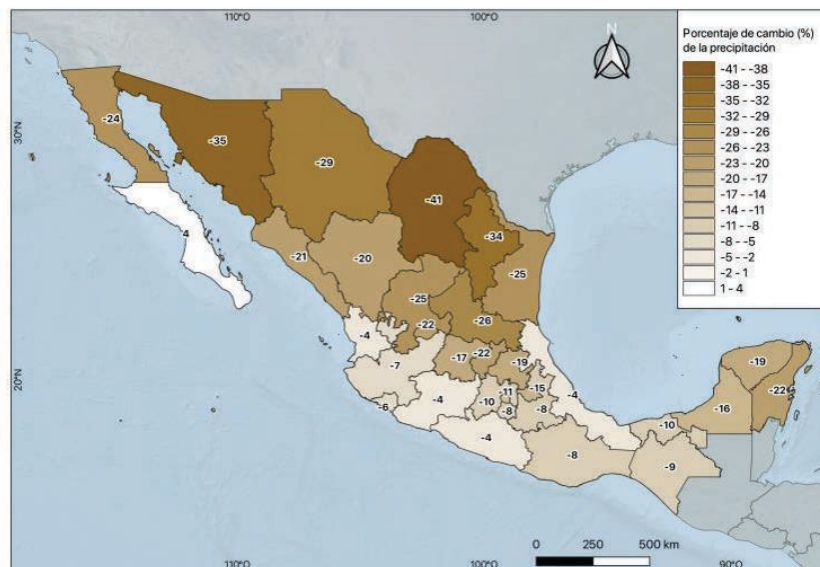
El INECC estableció en 2022 con base en las metodologías y modelos aceptados internacionalmente, escenarios de cambio climático a largo plazo con desglose estatal para los tomadores de decisiones (INECC, 2022). Debe advertirse que en cualquier caso de creación de

escenarios, la incertidumbre asociada a los modelos que permiten crearlos, aumenta en proporción a la distancia en el tiempo.

Lo anterior significa que es importante distinguir que los escenarios no son predicciones ni pronósticos. Para Guanajuato los escenarios del INECC para un futuro lejano (2075-2099), arrojan en resumen una disminución de las precipitaciones de menos 17 % que corresponde en un nivel medio respecto al resto de las entidades, y un incremento de temperatura reflejada en anomalías entre 5.5 y 6 °C (Figuras 7 y 8).

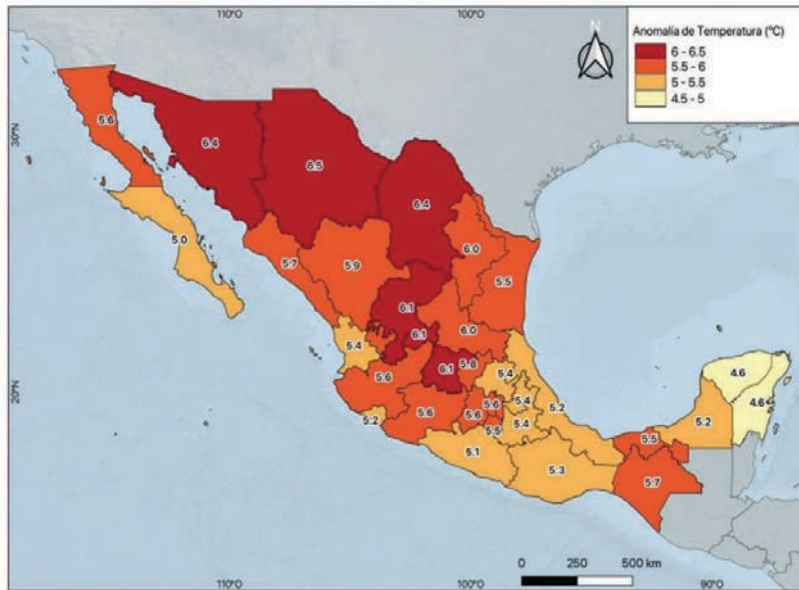
La SMAOT en el Estado de Guanajuato, actualizó en 2021 el Diagnóstico Climatológico del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021). En el análisis del cambio de temperatura para el periodo de 1900 a 2019, la región en la que se encuentra Valle de Santiago ha registrado un incremento de temperatura media anual entre 0.9 y 1.0 °C (Figura 9), análisis que es congruente con las proyecciones futuras del INECC.

Figura 8. Porcentaje de disminución de precipitación a largo plazo



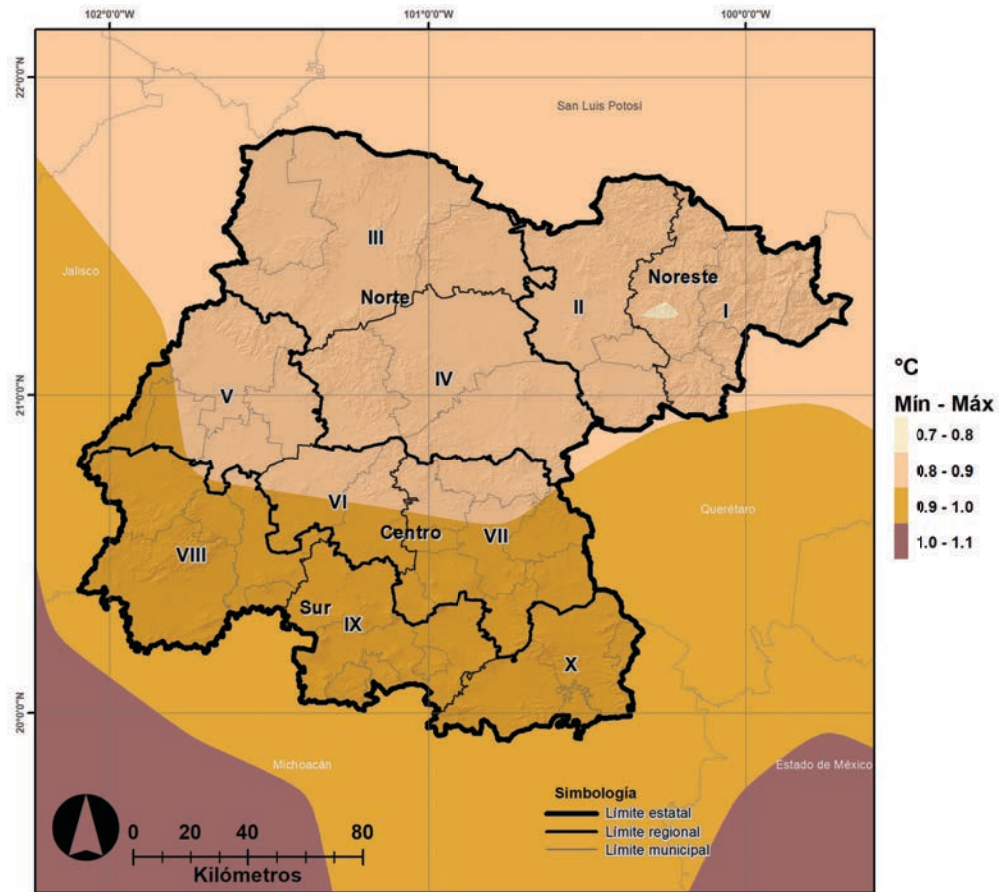
Fuente: Guía de escenarios de Cambio Climático (INECC, 2022)

Figura 9. Mayor anomalía de temperatura a largo plazo



Fuente: Guía de escenarios de Cambio Climático (INECC, 2022).

Figura 10. Cambio de temperatura media anual de largo plazo hasta 2019

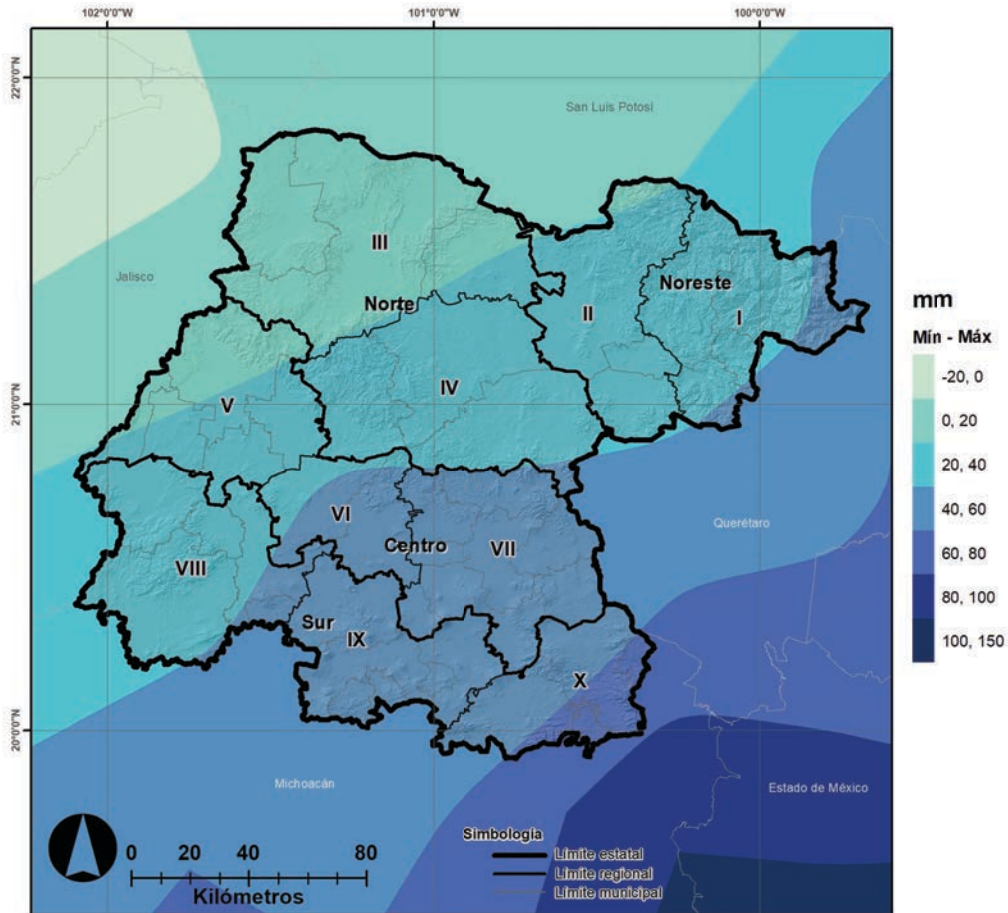


Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021)

Por otra parte, el análisis de SMAOT del cambio de precipitación total anual en el mismo periodo hasta el año 2019, concluye que se ha observado un incremento entre 40 y 60 mm anuales (Figura 10).

A pesar de lo anterior SMAOT (2021) identifica la vulnerabilidad que ha tenido el Estado ante la influencia de los ciclones tropicales, que pueden provocar lluvias generalizadas con episodios probables de 50 o más mm en 24 horas, por lo que recomienda que “se debe mantener vigilancia y estar preparados ante sus efectos” (SMAOT, 2021). La Tabla 14 resume los datos de anomalías climáticas observadas a largo plazo para la región donde se encuentra Valle de Santiago.

Figura 11. Cambio de precipitación anual de largo plazo hasta 2019



Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021)

Tabla 33. Condiciones extremas observadas a largo plazo en Guanajuato

Condiciones extremas	Valores extremos
Duración de sequías	2.5 años
Temperatura extrema mínima	6 °C
Temperatura extrema máxima	34 °C
Precipitación extrema mínima en verano	300 mm
Precipitación extrema máxima en primavera	200 mm
Precipitación extrema máxima en verano	600 mm

Fuente: elaboración propia con base de datos obtenidos del PMDUOET 2045

Con la información de ambas dependencias, es posible entender que el riesgo que representa el cambio climático para el Estado de Guanajuato, se asocia a un muy posible incremento de la temperatura media anual, pero especialmente a incrementos en las anomalías climáticas entre las que destacan las declaratorias de desastres por sequía (SMAOT, 2021).

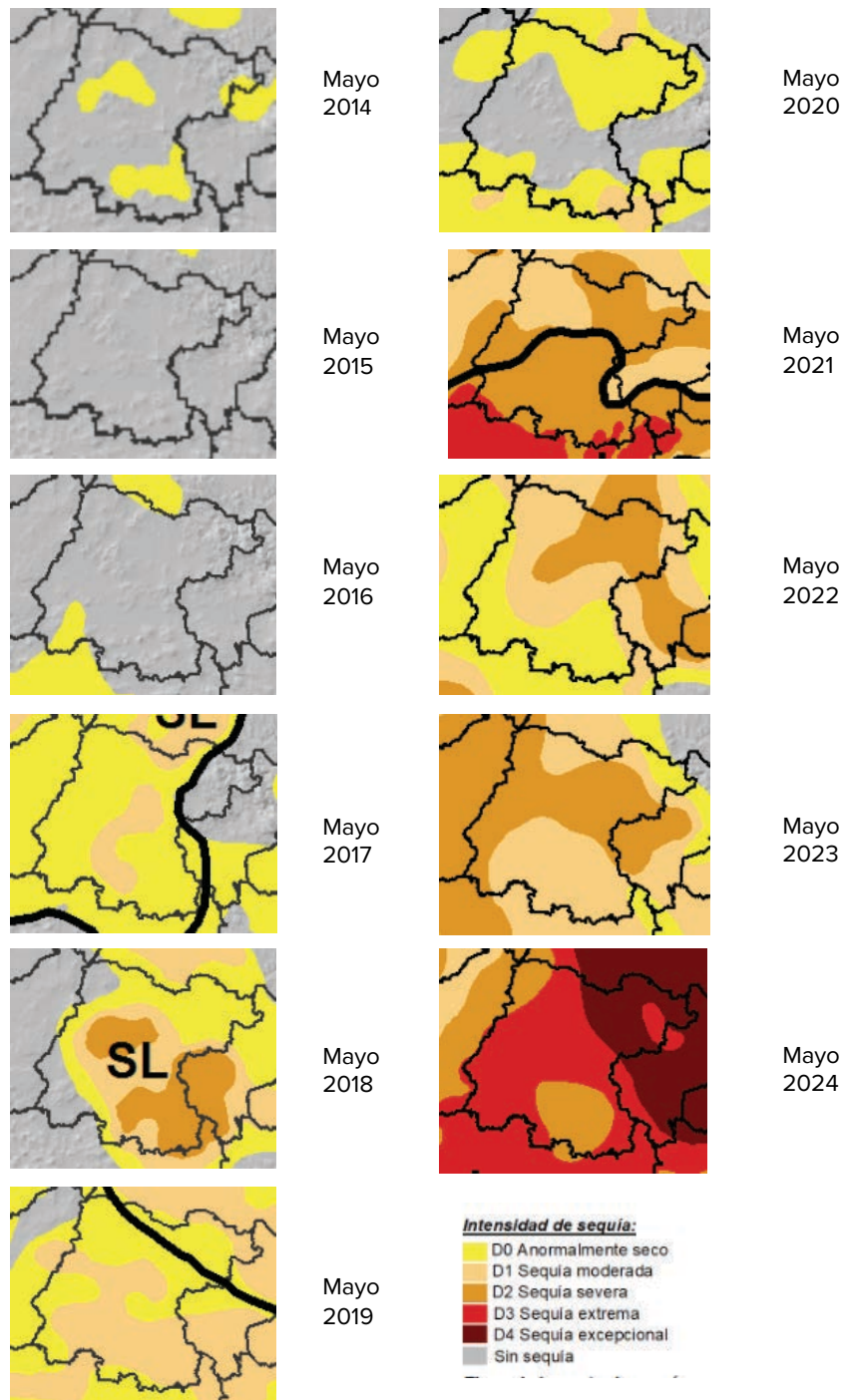
La evolución 2014-2024 a nivel del estado de Guanajuato para eventos de sequía, con datos del Sistema Meteorológico Nacional en la Figura 7, muestra con claridad que en diez años el estado progresivamente pasó de eventos aislados “anormalmente secos” a eventos de sequía que fueron desde moderado hasta excepcional en 2024 (SMN, 2024).

Esta evolución se observó en otros lugares del país y, si bien no demuestra un cambio climático dado que la convención internacional es tomar periodos de tiempo mínimos de 30 años, si permite comprobar la influencia de la incidencia anormalmente frecuente e intensa de la alternancia de periodos de “El Niño” y “La Niña”, con sus efectos globales reflejados también en el municipio.

Con este antecedente, es pertinente plantear un aspecto de incertidumbre cada vez mayor en el comportamiento climático y del cual al menos una de sus facetas es la sequía en diversos grados con las consecuencias en el estrés hídrico de la región. Los pronósticos del National Weather Service de los Estados Unidos, predice que en el próximo año el fenómeno de “El Niño Southern Oscillation” (ENSO) conducirá probablemente a disminución de la temperatura oceánica entre 0.5 y 1.5 °C, con las consecuentes distorsiones climáticas globales (NORA, 2024).

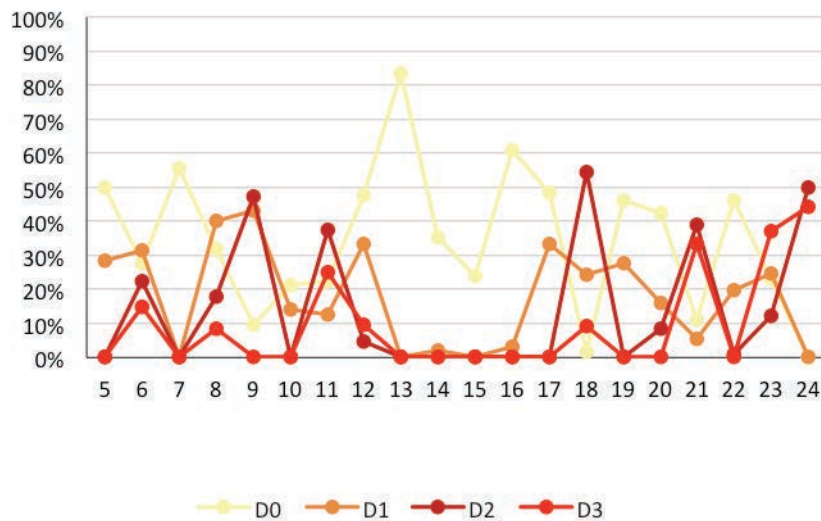
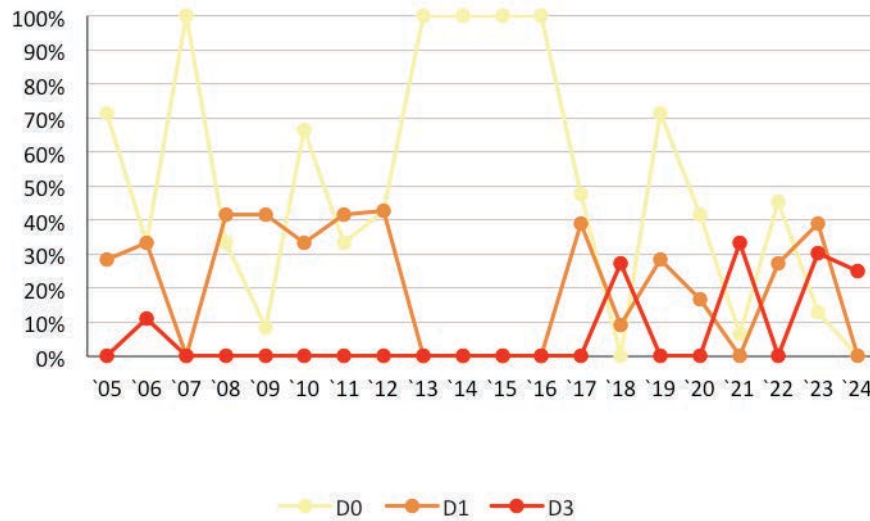
Al especificar el análisis de eventos de sequía a nivel municipal y comparar el caso de Valle de Santiago versus municipios vecinos, puede observarse en el Gráfico 12 que la intensidad de eventos de sequías severa y extrema, fue menos frecuente en Valle de Santiago versus la medida de los siguientes municipios vecinos en la región: Abasolo, Salamanca, Jaral del Progreso, Yuriria, Huanímaro y Pueblo Nuevo. La posible explicación de esto, sea la cercanía de la región de altiplano a mayor altura sobre el nivel del mar de Michoacán, aspecto que también se refleja en el cambio de clima de semicálido a templado que ya se describió.

Figura 12. Eventos de sequía en mayo, periodo 2014-2024. Estado de Guanajuato



Fuente: elaboración propia con información del Monitor de Sequía (SMN, 2024)

Gráfico 12. Eventos de sequía en Valles de Santiago vs municipios vecinos

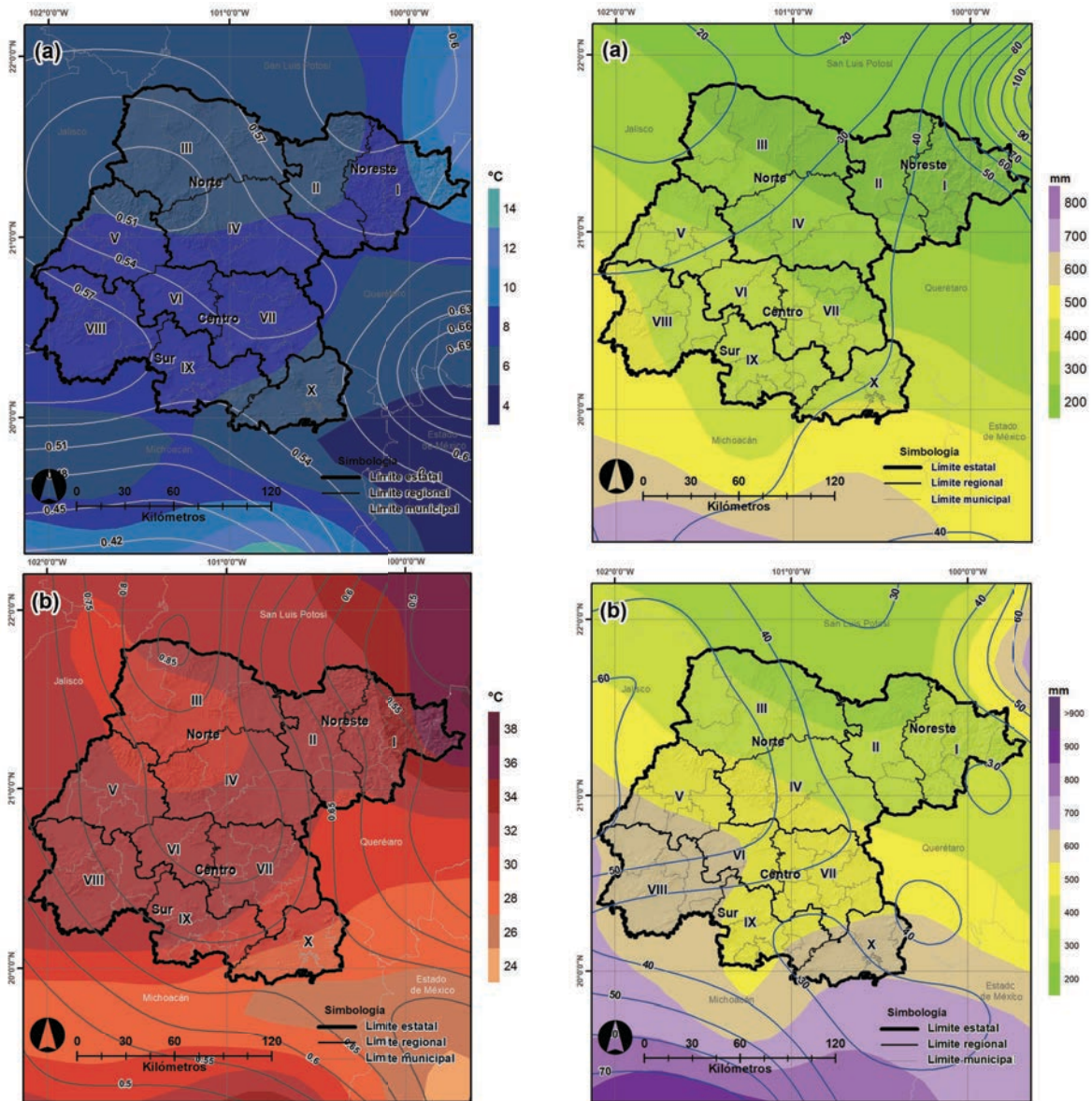


Fuente: elaboración propia con información del Monitor de Sequía (SMN, 2024).

La información de evolución a largo plazo descrita, permite contextualizar los escenarios que se establecen para el estado de Guanajuato; tanto INECC como SMAOT parten de varias Trayectorias de Concentración de Contaminantes GEI Representativas (RCP por sus siglas en inglés), y para fines del análisis posible para Valle de Santiago, se seleccionó el RCP de 4.5 W/m² de radiación global de energía. La Figura 12 muestra los escenarios 2020-2045 construidos por SMAOT con base en dicho RCP: Para la Región donde se encuentra Valle de Santiago, se establece una temperatura media anual de 22 °C, con extrema mínima

de 8 °C y extrema máxima de 34 °C. Precipitación total anual de 700 mm, con extremos mínimos de precipitación en verano de 200 mm y extremo máximo de precipitación en verano de 600 mm. La probabilidad asignada a estos escenarios es: “muy probable”: igual o mayor de 60 %.

Figura 13. Escenarios de temperaturas y precipitaciones extremas 2020-2045



- a) Temperatura mínima en invierno
- b) Temperatura máxima en verano

- a) Precipitación total mínima en verano
- b) Precipitación total máxima en verano

Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021), RCP 4.5.

En resumen, con alta probabilidad el escenario 2020-2045 para RCP 4.5, tiene las siguientes características para la Región donde se encuentra Valle de Santiago respecto al resto del estado:

- Los mayores incrementos en las temperaturas extremas.

- Incremento del extremo mínimo de la temperatura fría extrema en primavera-verano entre 1.5 y 1.8 °C.
- Incremento del extremo máximo de la temperatura cálida extrema.
- Incremento de 50 mm en la precipitación mínima en invierno.
- Incremento de 80 mm en la precipitación mínima en verano.
- La precipitación total anual incrementa hasta 10 mm.
- El extremo máximo de precipitación en verano e invierno decrece.

6.2 Estrés hídrico

El estrés hídrico no está definido en la Ley de Aguas Nacionales, lo cual habla de su reciente cuño y uso. EL Instituto Mexicano de Tecnología del Agua lo define como “el estado de escasez hídrica originado por la demanda de agua y se define como la relación entre las extracciones de agua y el agua disponible” (IMTA, 2024).

Farell, Turpin y Suppen-Reynaga, definen el Índice de estrés hídrico para México, como el grado de estrés, medido como *“indicador porcentual de la presión a la que es sometido el recurso hídrico”* (Farell, Turpin, & Suppen-Reynaga, 2013). Estas autoras destacan la distinción entre el agua azul (la subterránea) el agua verde (la superficial) y el agua gris (la que está contaminada por la actividad humana). El señalamiento es relevante porque en México apenas se está evaluando el estrés hídrico desde la perspectiva de agua azul y verde, pero no desde la del uso consuntivo no del agua “virtual” que es la que se requiere para producir algo.

Dada esa definición y en función de la sobreexplotación en la mayoría de los acuíferos en el Estado de Guanajuato y en particular en el acuífero Irapuato-Valle 1119, se comprende que ante una demanda creciente y un almacenamiento a la baja, el estrés hídrico ya está presente y se complicará en los años venideros, afectando la vocación agrícola que actualmente muestra predominantemente el municipio. Para ejemplificar, una de las formas directas como el estrés hídrico afecta la agricultura, cuando para un agricultor resulta incosteable seguir extrayendo agua para su actividad por causa del abatimiento acumulado en el acuífero, la actividad productiva cesa.

La más reciente actualización de la disponibilidad de agua realizada por CONAGUA, concluye que no hay volumen disponible para nuevas concesiones dado un déficit de 60,148,468 m³ anuales (CONAGUA, 2024 a).

Sin embargo, es muy probable que el déficit sea aún mayor de acuerdo con las estimaciones contenidas en el Programa Estatal Hidráulico 2006-2030, que señalan mediante estimaciones propias una diferencia del balance del Acuífero 1119 la de más de 200 % respecto a la cifra oficial y una diferencia de más de 130 % en la estimación propia de la demanda (CEAG, s/f).

El IPLANEG formuló y aplica un indicador denominado “**43. Índice de Extracción/recarga**”, que responde a la definición de estrés hídrico ya señalada. Estima que en Guanajuato el indicador va de 1.8 a 2.2, colocándolo como el más alto en el Bajío y el segundo en el país, aunque con tendencia histórica estable en el periodo 2001-2015 (IPLANEG, 2024).

La respuesta ante la situación de estrés hídrico el Plan Estatal de Desarrollo Plan Guanajuato 2050 incluye el objetivo 5.2 Garantizar la disponibilidad hídrica en el estado, dos de cuyos indicadores inciden en el tema del estrés hídrico:

1. Grado de presión hídrica. Meta: reducir el grado de presión hídrica en más del 47 %. La presión hídrica se define por SEMARNAT como el porcentaje de extracción de agua media anual total para usos consuntivos, del total de recursos hídricos renovables (extracción / Disponibilidad natural media).

2. Índice de abatimiento de aguas subterráneas. Meta: reducir el índice de abatimiento de aguas subterráneas a un valor entre 0.75 y 0.66.

Las estrategias que plantea el mismo instrumento para atender esos dos objetivos, son las siguientes:

- *Estrategia 5.2.1 Recuperación del sistema hídrico superficial*
- *Estrategia 5.2.2 Protección manejo y conservación de las zonas con potencial de recarga de los acuíferos*
- *Estrategia 5.2.5 Impulso a la sustentabilidad hídrica*

Las estrategias 5.2.2 es acorde con la iniciativa ya tomada actualmente por el municipio para decretar seis nuevas áreas naturales protegidas de competencia municipal en sitios que favorecen la recarga del acuífero dentro del municipio. Para la estrategia 5.2.5, el proyecto estratégico es la formulación del Plan Estratégico para la Sustentabilidad hídrica.

Ni el PMDUOET, ni el PDG hacen referencia al estrés hídrico a pesar de que describen aspectos recarga del acuífero, zonas de captación hídrica, potencial de infiltración y potencial de recarga.

Además de la aproximación del IPLANEG en la estimación a nivel estatal del Estrés Hídrico a nivel estatal (de 1.8 a 2,2) la CONAGUA realiza una evaluación periódica del grado de presión hídrica que en 2023 fue de 19.5 a nivel nacional (“Bajo”) y de 45.9 en la Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico (“Muy Alto”), valor superior al reportado en 2010 se 41.5 (empeoró) (CONAGUA, 2024 b), aunque no establece valores por estado ni municipio, por lo que se presenta a continuación una estimación específica con otro método.

Con base en el planteamiento de Farrell, Turpin y Suppen-Reynaga (2013), quienes parten del modelo de Pfister para equiparar el indicador de Grado de Presión Hídrica de CONAGUA con WTA Grado de Presión Hídrica para Pfister), mismo que debería calcularse a partir de la disponibilidad anual de agua (WA) las extracciones (WU):

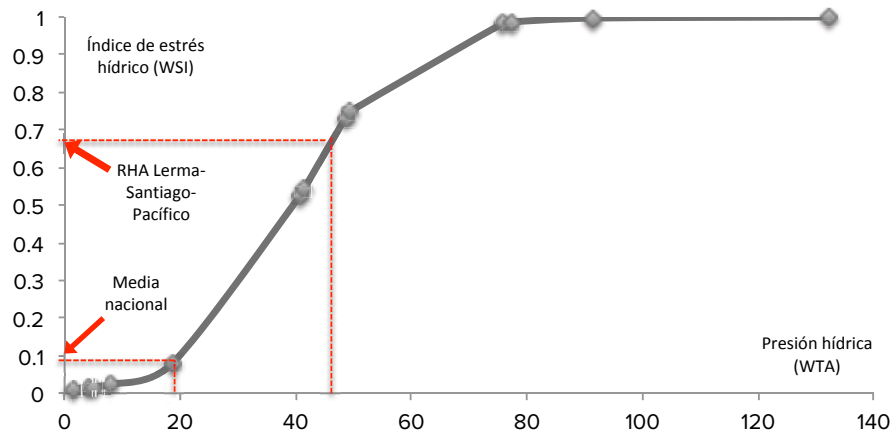
$$WTA_i = \frac{\sum_j WU_{ij}}{WA_i}$$

Con el dato de WTA, Pfister obtiene la modificación WTA^* para cuencas muy reguladas (Pfister, Koheler, & Hellweg, 2009):

$$WTA^* = \sqrt{VF} \times WTA$$

Con el dato de WTA^* así aproximado por Farrell, Turpin y Suppen-Reynaga, se calculó el índice de Estrés Hídrico (WSI) con base en una ecuación logística, dado que la relación no es lineal debido a que WSI tiene que ver con los potenciales daños a la población y sus actividades. Se utilizó la curva para México (Farrell, Turpin, & Suppen-Reynaga, 2013) y se interpoló el dato actualizado de Presión Hídrica (CONAGUA, 2024 b) (Gráfico 13).

Gráfico 13. Índice de estrés Hídrico para la RHA Lerma-Santiago-Pacífico



Fuente: Actualización propia de la propuesta de Farrell, Turpin y Suppen-Reynaga (2003) y Estadísticas del Agua en México 2023 (CONAGUA, 2024 b)

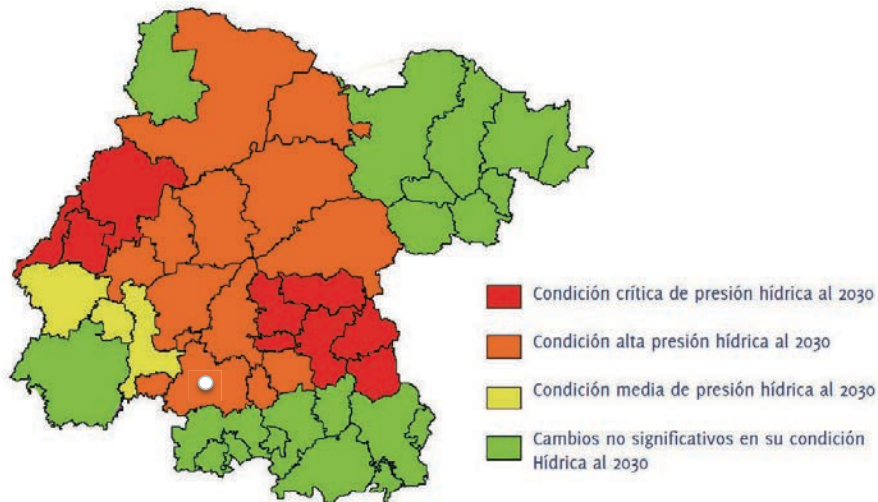
En la actualización del diagnóstico climatológico de Guanajuato 2021, se generó el mapa de Presión Hídrica al 2030; Con excepción de los municipios de Huanímaro y Yuriria, Valle de Santiago y el resto de los municipios circunvecinos son clasificados en “Condición de Presión Hídrica media” (SMAOT, 2021) (Figura 13).

En síntesis, aunque no se cuenta con la información necesaria para estimar la presión hídrica en Valle de Santiago, el cálculo del Índice de Estrés Hídrico indica que la Región Hidrológica Lerma-Santiago-Pacífico es superior en más de 700 % a la media anual y además ha incrementado respecto a la estimación de 2013.

Dado que la Cuenca Lerma-Chapala alberga probablemente el 60 % de la población de la Región Hidrológica Lerma-Santiago-Pacífico y que este dato repercute directamente en el uso consuntivo,

es probable también que la situación en Valle de Santiago también sea muy superior al valor nacional, a pesar de la baja tasa de crecimiento de su población.

Figura 14. Condición de presión Hídrica al 2030 por municipio de Guanajuato.



Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico 2021 del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021)

6.3 Seguridad alimentaria

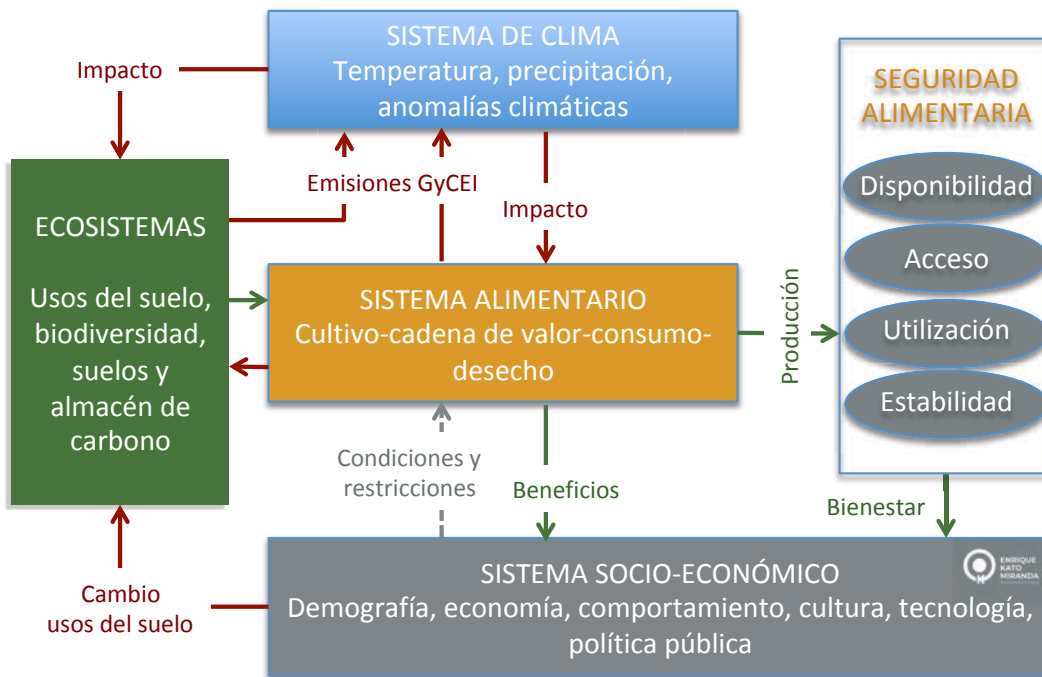
En la Cumbre Mundial de Alimentos de 1996 organizada por la FAO, la seguridad alimentaria se definió como la condición en la cual toda la gente y todo el tiempo, tiene acceso físico y económico a alimentos sanos, seguros y nutritivos, que satisfacen sus necesidades dietéticas y preferencias alimenticias para una vida sana y activa.

La producción de alimentos ha venido creciendo aceleradamente y se espera que continúe haciéndolo para producir los alimentos que la población demanda. Hay una relación biunívoca entre clima y los sistemas de producción de alimentos: el clima puede permitir y favorecer la producción, pero también puede entorpecerla bajo condiciones adversas a los cultivos.

La producción de alimentos, además impacta al clima a través de la generación de entre 21-37 % de GyCEI a nivel global (Mbow & et.al., 2019). Además, impacta colateralmente en la fragmentación del hábitat y en la pérdida de biodiversidad ya sea por desplazamiento físico o por efecto de los agroquímicos residuales que contaminan suelos y agua.

La Figura 15 describe la compleja relación entre los sistemas climático, ecosistémico y alimentario, y a su vez de éste último con el sistema socioeconómico, ruta en la que se inserta la seguridad alimentaria.

Figura 8. Modelo sistémico de la seguridad alimentaria



Fuente: adecuación propia del modelo del IPCC (Mbow & et.al., 2019)

De acuerdo al modelo anterior, la seguridad alimentaria tiene cuatro pilares o componentes que la definen:

- **DISPONIBILIDAD.** La producción de alimentos y su alistamiento para uso a través de almacenamiento, procesado, distribución y venta.
- **ACCESO.** Capacidad de obtener alimento a precios accesibles.
- **UTILIZACIÓN.** Por medio de cambios de paradigmas de alimentación que conduzcan a una alimentación sana, segura y nutritiva
- **ESTABILIDAD.** La disponibilidad a alimentos continua y sin interrupciones.

EL IPCC prevé con alta confianza impactos crecientes del cambio climático en la seguridad alimentaria, a través de impactos diferenciados por distintos grados de confianza en varios componentes de la producción de alimentos (Tabla 34).

Tabla 34. Cambio climático. Impactos y contribuciones esperados de la producción de alimentos

Producción de alimentos	Impacto	Confianza
Vulnerabilidad de sistemas pastoriles	Alto (-)	alta

Vulnerabilidad de la producción de frutas y verduras	Media (-)	media
Género y equidad	Fuerte (-)	alta
Oportunidades de la oferta	Alta (+)	alta
Consumo y dieta saludable	Alta (+)	alta
Reducción del desperdicio	medio (+)	alta
Políticas públicas y condiciones del mercado	Alta (+)	alta

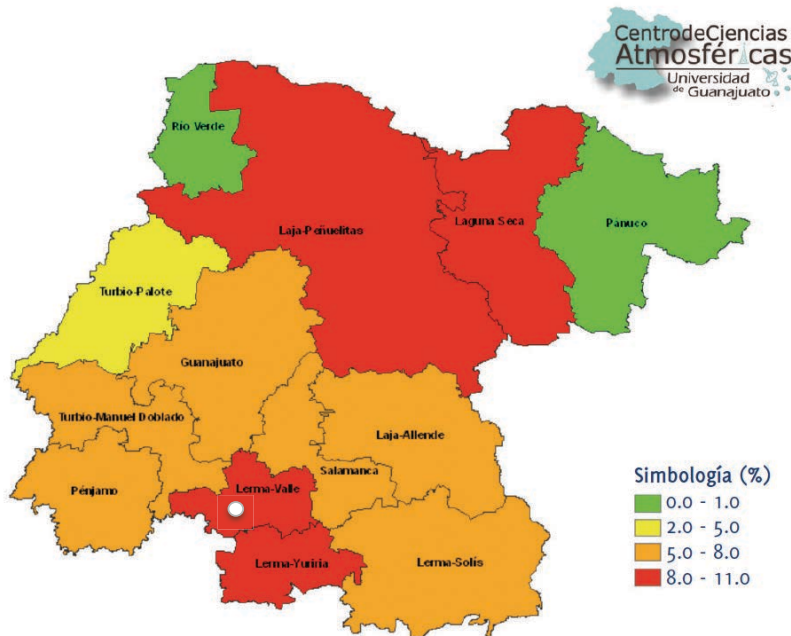
Fuente: informe especial del IPCC (Mbow & et.al., 2019)

En la sección 6.1 se establecieron los escenarios de aumento de temperatura y leve aumento de la precipitación. En la Actualización del Diagnóstico Climatológico 2021 del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021) se especifica que dicho aumento de precipitación ocurrirá “concentradas en cortos periodos de fuerte precipitación” (SMAOT, 2021).

EL aumento de temperatura repercutirá en incremento de la evaporación y el patrón de precipitación impedirá un aprovechamiento óptimo de la precipitación para fines productivos. Por otro lado, el incremento de población propiciará un incremento de la demanda de agua potable cuyo origen es subterráneo. Se espera un incremento del uso de agua superficial entre 8.1 y 11 % 10 % para fines agrícolas (Figura 14).

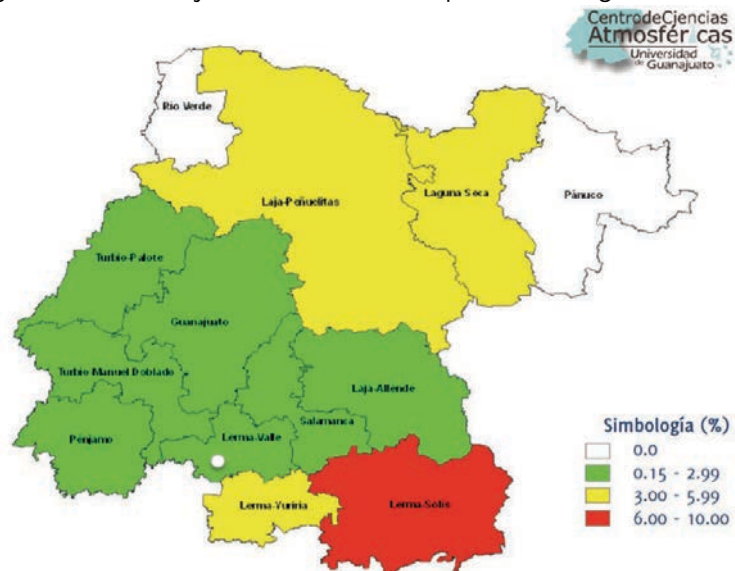
Al abatirse el nivel freático y ante mayor incertidumbre en precipitaciones, ocurrirían incrementos de costos de extracción del agua subterránea, de la siniestralidad agrícola y de los costos de producción. La estimación al 2030 es una disminución entre 3 y 5.99 % de la producción agrícola (Figura 15). Las consecuencias a nivel del DR 011 se estiman en 43 % de reducción de superficie sembrada, 22 % de caída del valor de la producción y de 13.5 % del empleo (jornales) (SMAOT, 2021).

Figura 16. Porcentaje de incremento del volumen de agua utilizado para agricultura



Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico

Figura 17. Porcentaje de disminución de producción agrícola al 2030



Fuente: Actualización del Diagnóstico Climatológico 2021 del Estado de Guanajuato (SMAOT, 2021).

Es importante destacar que la pérdida de valor de producción ya anotada, es una figura promedio y que durante años con más eventos de sequía la pérdida sería mucho mayor.

Un factor de carácter social que incide en la seguridad alimentaria, es el impacto migratorio: la baja rentabilidad de los cultivos en tierras ejidales, propicia la migración de ejidatarios y sus hijos, y

vuelve atractiva la opción de renta de la tierra, con lo cual cambia el paisaje urbano pues uno de los mercados de renta es para los capitales con capacidad de convertirlas a tierras de cultivo, lo cual a su vez impacta en el consumo de agua para esta actividad (León-Andrade & et.al., 2024).

El PECC producido por INECC establece dentro de la estrategia prioritaria 3.2 *“Fomentar las prácticas agroecológicas, acuícolas y pesqueras bajo el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza como medio para fomentar la inclusión social, el rescate de prácticas tradicionales de producción, así como el aumento de la capacidad adaptativa de la población”* (INECC, 2020), incluye como acción puntual:

3.2.4 Promover de forma coordinada instrumentos para el uso y aprovechamiento de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, privilegiando especies prioritarias para la seguridad alimentaria.

A nivel estatal, el Programa Especial de Cambio Climático no ha sido actualizado; el documento Perspectiva sobre Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Estado de Guanajuato Actualización, señala de manera general los siguientes impactos del cambio climático sobre el sector primario con consecuencias en pérdidas de productividad y pérdida de cosechas (SMAOT, 2022):

- Mayor variabilidad del clima
- Menor régimen de lluvias
- Altas temperaturas
- Estrés Hídrico
- Estrés calórico
- Mayor probabilidad de incendios
- Aparición, expansión de plagas y especies invasoras
- Impactos en la salud animal

La contribución de valor la actividad primaria en Valle de Santiago ha venido disminuyendo debido al proceso de terciarización de la economía que ocurre en el corredor industrial. En 2010 Valle de Santiago tuvo un PIB municipal *“de 6,323.7 MDP, representando el 1.84 % del PIB estatal, ocupando el décimo lugar de la entidad, sin embargo, a escala subregional, constituye el primer lugar de la subregión IX Lacustre por encima de Moroleón y Uriangato, entre otros”* (IMPLAN, 2021).

6.4 Pobreza energética

“La pobreza energética es la situación en la que un hogar no dispone de energéticos modernos o carece de la capacidad económica para cubrir el costo que implica la satisfacción de servicios energéticos básicos” acorde a la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2022), En cuanto al acceso de energéticos modernos “su definición se establece bajo la perspectiva de la disponibilidad en términos absolutos a energéticos modernos, como electricidad o gas. De esta

manera, la pobreza está determinada por la ausencia de esos energéticos en la localidad donde se ubica un hogar” (CONUEE, 2022).

Con base en esta definición, se observa que el municipio de Valle de Santiago cuenta con una cobertura del 99.6% de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica (INEGI, 2020). De las 37,795 viviendas, solamente 168 no cuentan con este servicio, lo cual indica que, en términos de suministro de energía eléctrica, la población está mayoritariamente bien atendida (INEGI, 2020). No obstante, subsisten deficiencias significativas en algunas localidades rurales, que son las más vulnerables. Un ejemplo notable es la localidad “Ampliación Colonia Loma del Chorrito”, donde solo el 11.1% de las viviendas tiene acceso a electricidad (INEGI, 2020), reflejando un alto índice de pobreza energética.

Es imperativo que todas las viviendas y sus habitantes dispongan de energía eléctrica, dado que esta es esencial para la preparación de alimentos, la comunicación, el entretenimiento y la higiene personal, entre otros aspectos. La carencia de acceso a electricidad agrava la vulnerabilidad de estas comunidades frente a los efectos adversos del cambio climático. Sin este recurso fundamental, los habitantes enfrentan mayores dificultades para manejar problemas como la escasez de agua, problemas relacionados con la salud, y la respuesta a fenómenos naturales que pueden poner en riesgo sus vidas y propiedades. La energía eléctrica no solo es un servicio básico, sino un componente vital para la adaptación y mitigación de los impactos climáticos, contribuyendo significativamente a mejorar la calidad de vida y a garantizar un desarrollo sostenible en el municipio de Valle de Santiago.

En términos de combustibles utilizados para cocinar en las viviendas de Guanajuato, el gas de tanque, natural o de tubería es el más común, empleado por el 93% de la población. Le siguen la leña o el carbón con un 5.3% de uso, y otros combustibles, incluyendo electricidad, con un 1.7% (INEGI, 2022). Esta preferencia por el gas se debe a su facilidad de uso y disponibilidad, aunque el uso de leña y carbón aún prevalece en algunas áreas rurales debido a la falta de acceso a combustibles modernos.

El uso de combustibles no renovables, como el gas, la leña y el carbón, tiene un impacto significativo en el cambio climático debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que generan. La quema de leña y carbón, en particular, contribuye a la deforestación y a la contaminación del aire, exacerbando los efectos del cambio climático. Las mujeres, al ser las principales gestoras del hogar, se ven desproporcionadamente afectadas por estos impactos.

En términos de acceso a energías limpias, la opción más cercana son los calentadores solares. No obstante, únicamente el 4.6% de las viviendas en el municipio cuentan con este sistema (INEGI, 2020), lo que representa un porcentaje significativamente bajo. Este dato subraya la necesidad urgente de implementar más acciones que contribuyan a la mitigación del cambio climático. La baja adopción de tecnologías limpias como los calentadores solares implica una mayor dependencia de energías no renovables, las cuales tienen un impacto negativo en el medio ambiente.

La escasa penetración de estos sistemas sostenibles es un llamado de atención para desarrollar y fortalecer políticas públicas que promuevan la adopción de energías renovables. Es crucial fomentar la integración de métodos alternativos para la generación de energía y sistemas eficientes para calentar agua o cocinar alimentos. Promover el uso de calentadores solares y otras tecnologías limpias no solo contribuirá a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que

también mejorará la calidad de vida de los residentes al proporcionarles acceso a fuentes de energía más sostenibles y económicas.

La situación se agrava más por cuestiones de género y machismo, donde las mujeres a menudo enfrentan mayores dificultades económicas y limitaciones en el acceso a recursos energéticos modernos. Esta desigualdad de género contribuye a que las mujeres sean más vulnerables a la pobreza energética, afectando su calidad de vida y limitando sus oportunidades de desarrollo. En el contexto del cambio climático, las mujeres también son más vulnerables a los efectos adversos.

Debido a que un gran porcentaje de los hogares son gestionados por mujeres, estas enfrentan mayores retos económicos para acceder a fuentes de energía modernas. La dependencia de combustibles tradicionales como la leña y el carbón no solo aumenta su carga de trabajo y riesgo de salud, sino que también las hace más susceptibles a las consecuencias del cambio climático. Las mujeres en zonas rurales que no tienen acceso a energías limpias enfrentan mayores dificultades para adaptar sus hogares y comunidades a las nuevas condiciones climáticas, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a fenómenos naturales extremos y la escasez de recursos como el agua.

6.5 Peligros y riesgos por fenómenos hidrometeorológicos

Un fenómeno hidrometeorológico es un “agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados”, esto acorde al artículo 2° fracción XXIV. de la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2023).

En los últimos 25 años (1998-2023), el municipio de Valle de Santiago ha sido impactado por diversos fenómenos hidrometeorológicos, siendo las inundaciones fluviales el principal agente perturbador. Un claro indicativo de esta vulnerabilidad es el número de declaratorias de emergencia y desastre por eventos extremos y atípicos. Estas declaratorias han sido emitidas por el Gobierno del Estado de Guanajuato, validadas por las autoridades federales competentes y publicadas en el Diario Oficial de la Federación. Además, el municipio ha sufrido los efectos de sequías y heladas, ocasionando daños significativos a la población, al medio ambiente y al sector productivo (Atlas de Riesgos, 2023).

Tomando en cuenta lo anterior, en este apartado se analiza que peligros y riesgos tiene Valle de Santiago ante estos diferentes fenómenos hidrometeorológicos y como se presentan algunos en el territorio antes mencionado.

Ciclones Tropicales

“Los ciclones tropicales son uno de los fenómenos naturales que provocan mayores pérdidas económicas cada año, debido al incremento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a la degradación ambiental producida por el hombre”. (CENAPRED, 2019)

Acorde al Atlas de riesgo Municipal de Valle de Santiago, a pesar de la ubicación geográfica del municipio, se ha registrado la influencia de depresiones y tormentas tropicales que han afectado la región. Estas trayectorias han generado fuertes lluvias, desencadenando fenómenos como inundaciones (Atlas de Riesgos, 2023).

Tabla 35. Grado de peligro y declaratorias de Ciclones tropicales en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por ciclón tropical	Muy bajo
Declaratorias de desastre por ciclón tropical	Ninguna
Declaratoria de emergencia por ciclón tropical	Ninguna

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

En este sentido y según la información reflejada en la Tabla 35, el municipio de Valle de Santiago presenta un grado de peligro muy bajo ante ciclones tropicales. Sin embargo, es crucial señalar que la entrada de ciclones al territorio mexicano y su posterior transformación en tormentas tropicales han generado lluvias torrenciales que han provocado inundaciones en el municipio. Estas condiciones subrayan la importancia de mantener una vigilancia constante y una gestión de riesgos eficiente para mitigar los efectos adversos de estos fenómenos climáticos.

Inundaciones

“Una inundación es el evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo extremo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura” (CENAPRED, 2009).

Tabla 36. Grado de peligro y declaratorias de inundaciones en el municipio de Valle de Santiago

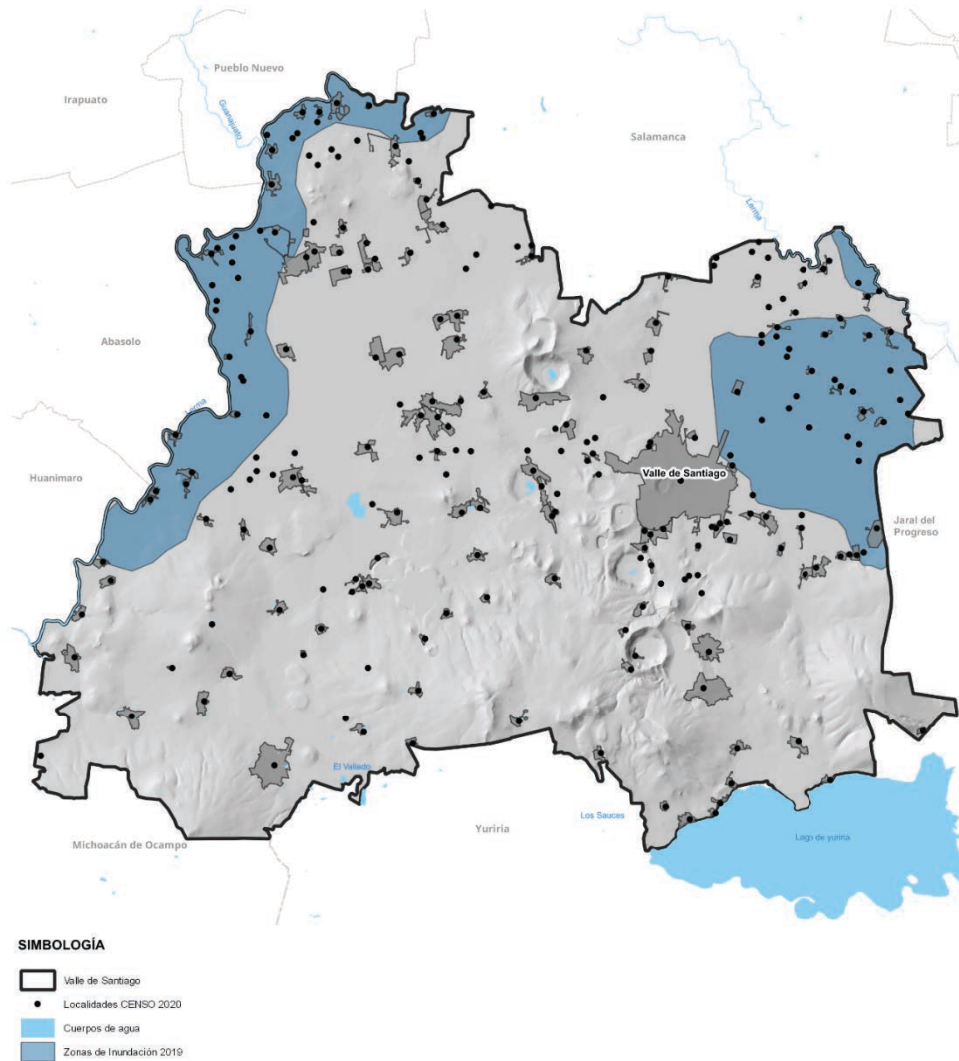
Información básica del Municipio	
Grado de peligro por inundaciones	Muy Alto
Declaratorias de desastre por inundaciones	1
Declaratoria de emergencia por inundaciones	1

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

Acorde a información del Atlas de Riesgos Municipal, Guanajuato presenta lluvias intensas, las cuales constituyen uno de los desafíos más significativos para el estado, para esto desde 2009, la Coordinación Estatal de Protección Civil ha implementado un programa anual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Áreas de Riesgo por Inundaciones en los 46 municipios del estado. Este

esfuerzo cuenta con la participación de diversas dependencias de los tres niveles de gobierno, asegurando un enfoque integral y coordinado para identificar y mitigar los riesgos de inundación (Atlas de Riesgos, 2023).

Mapa 12. Zonas de Inundación en Valle de Santiago



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

En el mapa anterior, se puede observar que un gran número de localidades se encuentran en riesgo de sufrir inundaciones, especialmente las áreas rurales, que son particularmente vulnerables ante cualquier situación de riesgo o peligro. Estas localidades están principalmente ubicadas en el noroeste y noreste del municipio las cuales colindan con el río Lerma, pero debido también, a la topografía plana del valle, la zona norte de la ciudad y la zona sur, en donde se bifurcan los arroyos de aguas intermitentes conocidos como del Hospital y Camébaro, también han existido riesgos que han ocasionado inundaciones en los últimos años (IMPLAN, 2023). Este panorama se agrava con

el aumento de fenómenos hidrometeorológicos como las tormentas tropicales que generan lluvias torrenciales y cuya intensidad se ha incrementado debido al cambio climático. Este incremento de la severidad de los fenómenos climáticos en nuestro país representa un gran riesgo para las comunidades afectadas. Por lo tanto, es imperativo implementar medidas proactivas para mitigar estos efectos, mejorar la infraestructura de prevención de inundaciones y desarrollar planes de emergencia robustos para proteger a la población y sus bienes de futuros eventos hidrometeorológicos.

Tabla 37. Población vulnerable por inundaciones en el municipio de Valle de Santiago

Número de habitantes por grupos vulnerables	Núm. de habitantes
Niños	13,164
Personas de la tercera edad	6,215
Población indígena	21
Población afrodescendiente	441
Población con discapacidad	3,227
Población económicamente inactiva	19,797
Población desocupada	457
Población sin servicios de salud	11,454

Fuente: Elaboración propia con base en el documento Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática municipio de Valle de Santiago, Gto. (IMPLAN, 2023)

La población más vulnerable ante el fenómeno de las inundaciones está compuesta principalmente por aquellos que son económicamente inactivos. Esta franja de la población enfrenta enormes dificultades para afrontar los daños causados por las inundaciones, debido a su falta de recursos económicos para reparar viviendas y reemplazar bienes perdidos. La incapacidad para acceder a asistencia financiera o materiales de reconstrucción incrementa su exposición a los riesgos y sus consecuencias económicas.

Asimismo, los niños, los adultos mayores, la población con discapacidad y la población sin acceso a servicios de salud se encuentran en una situación crítica durante estos eventos. Los niños, debido a su dependencia de adultos y su mayor susceptibilidad a enfermedades, están en mayor riesgo de sufrir complicaciones derivadas del contacto con agua contaminada o condiciones de hacinamiento en refugios temporales. Por otro lado, la falta de servicios de salud agrava los problemas, ya que las personas sin acceso a atención médica tienen menos probabilidades de recibir tratamiento adecuado para lesiones o enfermedades relacionadas con las inundaciones. La combinación de estas vulnerabilidades subraya la necesidad urgente de estrategias de mitigación y respuesta que protejan a los grupos más afectados y fortalezcan su capacidad para enfrentar futuros eventos de inundación.

Tabla 38. Localidades vulnerables por inundaciones en el municipio de Valle de Santiago

Nombre de la Localidad					
Duranes de Abajo	Colonia Triángulo	Alto de Altamira	Rancho Los Sosas	La Compañía	San Cristóbal
Duranes de Arriba	Guadalupe de San Guillermo	San Isidro Palizada	Sabino de Santa Rosa	San José de Araceo	San José Parangueo
Duranes de Enmedio	Colonia Emiliano Zapata	Las Liebres	Miraflores (La Gachupina)	Colonia El Calvario	Guarapo
San Agustín	CERESO 1000	La Palizada	La Enmarañada	Valle Esmeralda	Plaza Vieja
Sauz de Purísima	Noria de Mosqueda	Pitayo	San Vicente de Garma	Hoya de Álvarez	Las Raíces
Cerro Prieto del Carmen	San Martín	Terán	Santa Ana	San Antonio de Mogotes	La Barquilla
Paso Blanco	Santa Barbara	Sabinito del Brazo	Bellavista de Santa María	San Ignacio de San José Parangueo	Salitre de Aguilares
San Guillermo	San Nicolas Quiriceo	San Antonio de Terán	El Perico	San Isidro de Mogotes	Cañas
Los Patios	San Felipe Quiriceo	La Isla	San Joaquín	Rincón de Parangueo	Los Martínez
San Ramón de los Patios	Quiriceo	San José del Brazo	Santiago Apóstol	Crucero de Mogotes	Pegueros
Puerta de San Roque	Colonia Nueva de Guantes	Rancho Nuevo de la Isla	Granja Rojas	Rancho Nuevo de San Andrés	Jícamas
Crinolina	Rancho Cuatro de Altamira	Rancho Seco de Guantes	Pozo de Aróstegui	Charco de Pantoja	El Borrego
Lagunilla de Mogotes	Puerta de Andaracua	Jahuique	Rancho Viejo de Torres	Manga de Buenavista	Col. Gervasio Mendoza
Magdalena de Araceo	Potrerrillo de Torres	Cahuajeo	Hoya de Cíntora	Hoya de Estrada	Santa Rosa de Parangueo
Pozo de Parangueo	San Nicolás Parangueo	Presa de San Andrés	Coalanda	La Jaulilla	Botija
Tinaja de García					

Fuente: Elaboración propia con base en el documento Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática municipio de Valle de Santiago, Gto. (IMPLAN, 2023)

Las localidades rurales son las más afectadas por las inundaciones, ya que a menudo se sitúan cerca de arroyos o canales con el propósito de obtener agua para las actividades agrícolas. Aunque esta proximidad a fuentes de agua es crucial para el trabajo del campo, también representa un riesgo considerable. La cercanía a estos cuerpos de agua incrementa la vulnerabilidad de estas comunidades ante inundaciones, ya que cualquier incremento en el caudal de los arroyos o la acumulación de agua en los canales puede resultar en un desbordamiento que anega los terrenos agrícolas y las viviendas cercanas. Este riesgo se agrava debido a la limitada infraestructura de protección y a la falta de recursos para gestionar adecuadamente los efectos de las inundaciones, lo que pone en peligro tanto la seguridad de los residentes como sus medios de subsistencia.

Inundaciones pluviales

Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (CENAPRED, 2009).

Acorde al Atlas de Riesgos municipal, En el año 1972, diversas comunidades de la zona Norte del municipio se vieron gravemente afectadas. Las localidades impactadas incluyeron Rincón de Alonso, Gachupina, San José de Brazo, La Isla, Pitayo, El Alto de Altamira, El Cuatro de Altamira, Lobos, Noria de Mosqueda, Paso Blanco, Los Duranes, Cerro Prieto y Purísima del Sauz (Atlas de Riesgos, 2023).

El 6 de agosto de 1998, el desbordamiento del Arroyo Camémbaro, provocado por intensas precipitaciones pluviales, afectó la zona Suroeste del municipio, incluyendo el centro y las colonias de Labradores, Camémbaro, Atlántida, Hacienda Santiago y La Gallega. Este evento dejó 255 personas damnificadas, con un nivel de agua aproximado de 85 cm. Actualmente, el canal enfrenta problemas significativos, como asentamientos irregulares a lo largo de sus bordos y una reducción en su cauce en algunas secciones. Además, se observa una falta de desazolve a lo largo de toda su trayectoria y una necesidad urgente de regeneración de los bordos de contención (Atlas de Riesgos, 2023).

En 2003, la zona Norte del municipio volvió a sufrir severas afectaciones, afectando las mismas comunidades de 1972: Rincón de Alonso, Gachupina, San José de Brazo, La Isla, Pitayo, El Alto de Altamira, El Cuatro de Altamira, Lobos, Noria de Mosqueda, Paso Blanco, Los Duranes, Cerro Prieto y Purísima del Sauz. En total, 42 comunidades resultaron afectadas, con 272 viviendas dañadas y 224 familias evacuadas (Atlas de Riesgos, 2023).

Inundaciones Fluviales

Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los

terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada (CENAPRED, 2009).

El municipio ha sido clasificado con un nivel de peligro muy alto en cuanto a inundaciones, según el CENAPRED (2016). El umbral de precipitación acumulada en un período de 12 horas se establece en 63.58 mm. Este umbral se refiere al valor de lluvia acumulada a partir del cual se prevén posibles afectaciones por inundación. No obstante, en ciertas condiciones, precipitaciones inferiores a este umbral pueden también provocar inundaciones. Esto es especialmente probable en situaciones de lluvias continuas durante varios días, las cuales saturan el suelo y reducen su capacidad de infiltración (Atlas de Riesgos, 2023).

El municipio presenta un nivel de vulnerabilidad considerado medio, según el CENAPRED (2017). Esta evaluación se basa en la recopilación de datos provenientes de diversas fuentes oficiales. Entre ellas se incluyen estadísticas de defunciones proporcionadas por la Secretaría de Salud, así como las declaratorias de desastres y emergencias publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF). También se han consultado los atlas de riesgo a nivel estatal y municipal, así como los datos sobre daños económicos reportados en la serie de Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres (Atlas de Riesgos, 2023).

Desde el año 2000 hasta 2019, Valle de Santiago ha registrado una única declaratoria de emergencia o desastre debido a lluvias severas e inundaciones fluviales y pluviales. Adicionalmente, la Subdirección de Riesgos por Inundación está desarrollando el proyecto Catálogo de Inundaciones, que reúne información del Centro Nacional de Comunicación y Operación (CENACOM, 2023) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2023). Este catálogo documenta los eventos de inundación ocurridos en las entidades municipales desde 2015 hasta 2020. En el caso específico de Valle de Santiago, se han registrado un total de 7 eventos de inundación: 4 en 2015, 1 en 2016, 1 en 2017 y 1 en 2020 (Atlas de Riesgos, 2023).

Tabla 39. Zonas de Peligro y Riesgo por Inundación en Valle de Santiago

Elemento inspeccionado	Problemática
Dren Garitón, localidad los Pinos (204.493088 N, - 101.170.264 O)	Existe una reducción hidráulica en el cauce del Dren Garitón, provocado por un puente de paso vehicular que conecta a las localidades de La Jaulilla y Miraflores. Aguas abajo, dentro del cauce, se observan restos de una obra de mampostería, al parecer de un puente antiguo, el cual reduce la sección hidráulica del cauce. Se tiene el antecedente de desbordamiento, debido a la reducción de la sección hidráulica. Se identifica que el puente inspeccionado presenta daños en el alero lateral de la margen derecha.
Río Lema, Comunidad Sauz de Purísima (20.533547 N, - 101.301705 O)	Se detecta en el sitio inspeccionado una ruptura en la margen izquierda del río Lema, así mismo aproximadamente a 400 metros aguas arriba se encuentra la colocación de un puente vado, el cual tiene 3 tubos de diferentes diámetros, los cuales reducen considerablemente el área hidráulica del río. Se tienen antecedentes de afectaciones a los campos de cultivos cercanos.
Río Lerma, Localidad San Agustín del Sauz (20.53499 N, - 101.32170)	La margen izquierda del río Lerma se encuentra casi a nivel de los terrenos de cultivo adyacentes, provocando que la zona sea susceptible a ser inundada. Esta zona presentó afectaciones por inundación en la temporada de Lluvias 2021.
Río Lerma, Comunidad Duranes de Arriba (2053609 N, - 101.34249 O)	La margen izquierda del río Lerma presenta un nivel bajo. En el sitio existe un puente de paso vehicular que comunica a las localidades de Duranes de Arriba con la localidad Hacienda de Alonso del municipio de Pueblo Nuevo, el cual reduce la sección hidráulica del cauce, provocando la retención de materia orgánica y diferentes obstáculos como basura y rocas, impidiendo el libre flujo del cauce en el río Lerma.
Río Lerma, Rincón de Alonso, 20.476242 N, - 101.39308 O	Se detecta una zona baja en la margen izquierda del río Lerma, debido a esta condición se presentaron afectaciones a inmuebles en la Temporada de Lluvias 2021. Así mismo, existen postes para suministro eléctrico (transformadores) y un cuarto de bombas para extracción de agua.
Río Lerma, San Antonio de Pantoja (20.41564 N, - 101.37936 O)	Se identificó un canal de riego que confluye con el río Lema sobre su margen izquierda, el canal recibe los escurrimientos provenientes de la presa Santa Gertrudis de la localidad Charco de Pantoja. Por lo que al incrementarse los niveles de agua del río Lema provoca un remanso del flujo de agua del canal de riego, presentando afectaciones aguas arriba del puente vehicular que se ubica cerca al cauce del río Lema. Se tienen antecedentes de afectación en zonas de cultivo y un camino de terracería que conecta a la localidad de San Antonio de Pantoja con la carretera Charco de Pantoja-San Francisco Javier.

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

Como se puede observar en la tabla anterior, las áreas con mayor riesgo de inundación son los campos de cultivo, que están asociados a las localidades rurales. Es crucial prestar especial atención a la vulnerabilidad de estas zonas, ya que la agricultura representa una de las principales fuentes de ingreso económico para el municipio. Las precipitaciones intensas o prolongadas pueden causar daños significativos en estas áreas, no solo afectando las localidades rurales, sino también impactando negativamente los ingresos de la población.

“En números gruesos, se estiman los costos económicos ocasionados por los eventos hidrometeorológicos históricos que ha tenido el municipio de conformidad con lo siguiente:

1. 2020 \$70 millones de pesos
2. 2021 \$110 millones de pesos
3. 2022 \$100 millones de pesos

Fuente: (IMPLAN, 2023)

En el municipio de Valle de Santiago, los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos se han intensificado debido al crecimiento desordenado, extensivo e intensivo de la ciudad. Este desorden urbanístico ha provocado que dichos fenómenos ocurran con mayor frecuencia y en niveles más extremos, una tendencia que se observa en muchas ciudades mexicanas. El desarrollo de las periferias urbanas en áreas cercanas a zonas de riego agrava aún más los impactos en la infraestructura y en la población (IMPLAN, 2023)

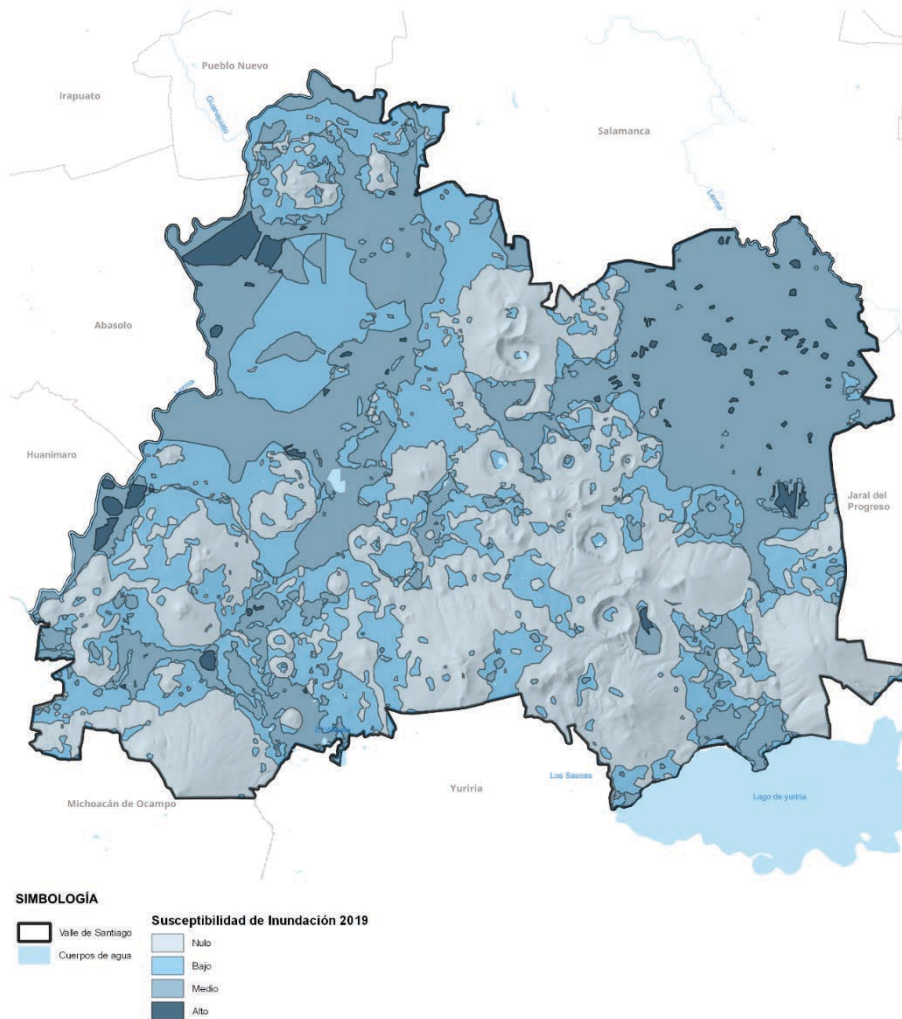
En el futuro, la gravedad de las inundaciones en Valle de Santiago se prevé aún más crítica debido al cambio climático, que está aumentando la frecuencia y la intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos. Si no se toman medidas preventivas, las inundaciones podrían devastar los campos de cultivo que son el pilar de la economía local. La pérdida de cosechas a causa del anegamiento de tierras agrícolas podría llevar a una inseguridad alimentaria y un impacto económico devastador para los agricultores, quienes dependen de sus cultivos para subsistir. Esta situación no solo afectaría a los productores directos, sino que también tendría repercusiones en toda la cadena de suministro alimentario y en los mercados locales.

Además, el desbordamiento de ríos cercanos a las localidades rurales incrementa significativamente los riesgos para la infraestructura y la seguridad de la población. Las comunidades situadas en las cercanías de estos cursos de agua se enfrentarán a amenazas recurrentes de inundaciones que podrían dañar viviendas, caminos y otros servicios esenciales.

Acorde al Atlas Climático Digital del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y el Cambio Climático de la UNAM, utilizando los modelos CNRMCM5RCP 4.5, 8.5; GFDL- CM3 RCP 4.5, 8.5; HADGEM2-ES RCP 4.5, 8.5; y MPI-ESM-LRRCP 4.5, 8.5 se pronostica en un futuro a corto plazo precipitaciones extremas sobre la mayor parte de la superficie en latitudes medias y en regiones húmedas tropicales; precipitación más intensa y frecuente hacia finales de este siglo (IMPLAN , 2023), lo cual llevará a

que el municipio tenga que prestar mayor atención a este fenómeno hidrometeorológico, ya que tiene un nivel de riesgo muy alto.

Mapa 13. Zonas susceptibles a Inundación en Valle de Santiago



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

En el mapa anterior se puede observar que una gran parte del municipio de Valle de Santiago presenta una susceptibilidad media a inundaciones, especialmente en las zonas noroeste y noreste, que albergan un elevado número de localidades rurales. Estas áreas son particularmente vulnerables debido a que puede existir una variabilidad climática y un incremento en la frecuencia e intensidad de las lluvias, efectos exacerbados por el cambio climático. En contraste, la susceptibilidad disminuye en otras áreas, incluyendo tanto zonas rurales como urbanas. Esta información es crucial para priorizar medidas de mitigación y adaptación. Conocer las áreas más vulnerables permite implementar estrategias específicas para proteger a las comunidades más

expuestas, ajustando las intervenciones de acuerdo con el tipo de población y sus necesidades particulares. Esto es esencial para reducir los impactos negativos de las inundaciones, que pueden ser devastadores tanto para las poblaciones rurales, que a menudo cuentan con menos recursos para enfrentar emergencias, como para las áreas urbanas que pueden experimentar daños en infraestructura y servicios básicos.

Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire (CENAPRED, 2021).

Tabla 40. Grado de peligro y declaratorias de tormentas de granizo en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por tormentas de granizo	Medio
Declaratorias de desastre por tormentas de granizo	Ninguna
Declaratoria de emergencia por tormentas de granizo	Ninguna

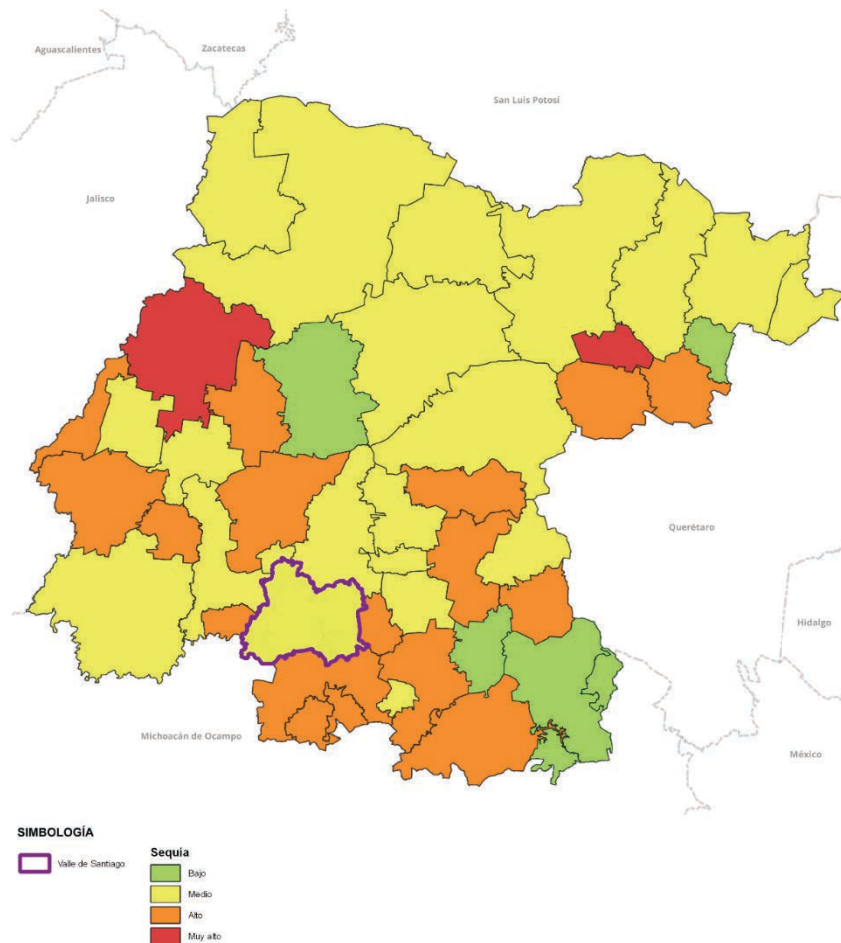
Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

“De acuerdo con la información básica de peligros naturales a nivel municipal elaborado por la Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos y la Dirección de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2023), se determinó que el grado de peligro por tormentas de granizo es medio debido a que lo largo de los años han existido algunos eventos de granizada en el municipio” (Atlas de Riesgos, 2023)

Sequías

La sequía ocurre cuando existe un déficit de agua, tanto de precipitación como de escurrimiento superficial y subterráneo, y puede causar severos daños a la población, ya que sus efectos y su recuperación son a largo plazo (CENAPRED, 2023).

Mapa 14. Grado de sequía en Guanajuato



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

Como se observa en el mapa anterior, Valle de Santiago enfrenta un nivel de sequía medio. Este fenómeno se ve intensificado por el cambio climático, que ha llevado a un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, incluyendo sequías prolongadas. Las variaciones en los patrones de precipitación y el aumento de las temperaturas globales contribuyen a la reducción de la disponibilidad de agua, afectando tanto a la agricultura como a las fuentes de agua potable en la región.

La sequía en el municipio de Valle de Santiago depende del uso del agua y de la densidad y distribución entre los usuarios. El valor crítico de la sequía depende generalmente de factores económicos y de los estándares de vida en la región.

La población se ve particularmente vulnerable a estas condiciones, ya que las sequías pueden tener un impacto devastador en la seguridad alimentaria y el acceso al agua. En áreas rurales, donde la dependencia de la agricultura es alta, la escasez de agua puede comprometer los cultivos y reducir los rendimientos, generando inseguridad alimentaria y pérdida de ingresos para los agricultores. En

las zonas urbanas, la presión sobre los recursos hídricos se intensifica, lo que puede resultar en racionamientos de agua y deterioro en la calidad de vida.

Es esencial que se tomen medidas proactivas para mitigar estos riesgos. La planificación y gestión adecuada de los recursos hídricos, junto con estrategias de adaptación al cambio climático, son fundamentales para fortalecer la resiliencia de las comunidades ante las sequías. La implementación de prácticas sostenibles y la mejora en la infraestructura de captación y almacenamiento de agua pueden ayudar a reducir el impacto de las sequías y proteger a las poblaciones más vulnerables.

Tabla 41. Grado de peligro y declaratorias de sequía en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por sequía	Alto
Declaratorias de desastre por sequía	2
Declaratoria de emergencia por sequía	Ninguna

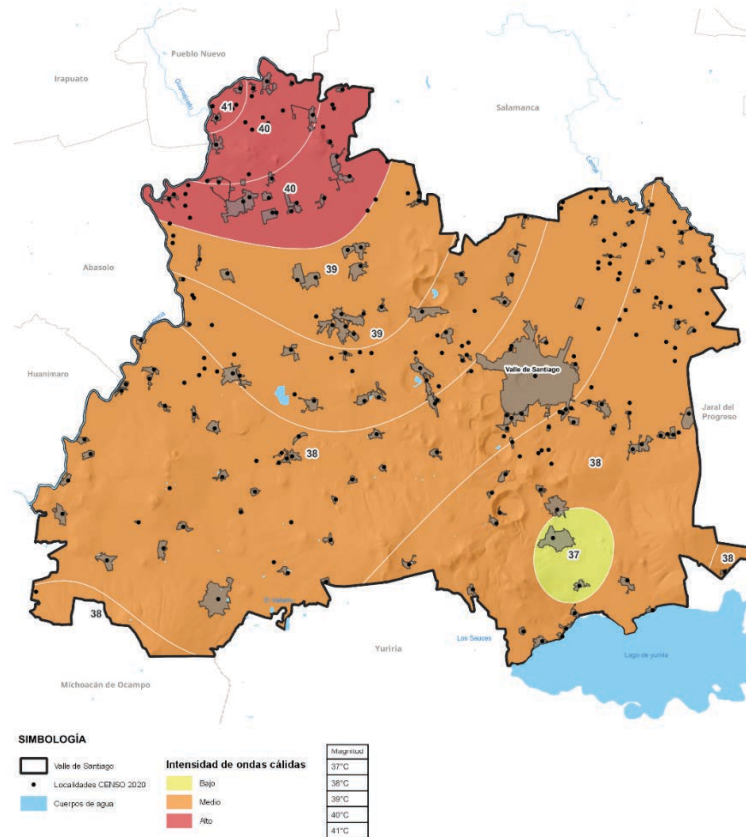
Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

La primer declaratoria de desastre por sequía fue en el año 2012, por el entonces gobernador Juan Manuel Oliva, solicitó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la corroboración del fenómeno natural, descrito como sequía atípica e impredecible, durante el periodo comprendido del 15 de mayo al 30 de noviembre de 2011, y que afectó a varios municipios de entre ellos a Valle de Santiago, a lo cual el 14 de marzo de 2012, la CONAGUA emitió su opinión técnica al respecto, disponiendo en su parte conducente que se corrobora la ocurrencia de sequía severa, Posterior a esto, la segunda fue declarada el 18 de diciembre del 2009, iniciando el 01 de julio del 2009 y culminando el 31 de julio del mismo año (Atlas de Riesgos, 2023).

Ondas cálidas

La onda u ola de calor es un periodo de temperatura excesiva, casi siempre combinada con humedad, que se mantiene durante varios días consecutivos. Suelen durar tres días o más, provocan una significativa pérdida de agua debido a la evaporación. Estos eventos extremos tienen serias repercusiones en la salud, incluyendo golpes de calor, deshidratación, quemaduras y, en casos severos, la muerte. Además, los impactos de las ondas de calor se extienden a todos los sectores productivos, afectando la ganadería, la agricultura y los recursos forestales, así como el sector de la salud. También repercuten en los servicios esenciales, como el suministro de agua potable, energía eléctrica y transporte (CENAPRED, 2023).

Mapa 15. Intensidad de ondas de calor en Valle de Santiago



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

La zona del municipio más afectada por las ondas de calor es la parte norte del municipio, en donde tienen una intensidad alta de 40°C a 41°C, posterior a esto la mayor parte del territorio tiene una intensidad media de entre 38°C a 39°C.

Tabla 42. Grado de peligro y declaratorias de sequía en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por onda de calor	Alto
Declaratorias de desastre por onda de calor	Ninguna
Declaratoria de emergencia por onda de calor	Ninguna

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

El cambio climático ha exacerbado la frecuencia y la intensidad de las ondas de calor, haciendo que estas altas temperaturas sean cada vez más comunes y prolongadas. Esta tendencia afecta de manera significativa a la población, especialmente a los grupos más vulnerables.

Los sectores productivos también sufren las consecuencias de las ondas de calor. En la agricultura, las altas temperaturas pueden reducir los rendimientos de los cultivos y aumentar la necesidad de riego, poniendo presión sobre los recursos hídricos ya escasos. En la ganadería, el estrés por calor puede afectar la salud y la productividad del ganado. Los recursos forestales también están en riesgo, ya que las altas temperaturas aumentan la probabilidad de incendios forestales.

El sector de servicios, que incluye el suministro de agua potable y energía eléctrica, también se ve afectado. La demanda de agua y energía aumenta durante las ondas de calor, lo que puede llevar a cortes en el suministro y a una mayor presión sobre la infraestructura existente.

Las localidades rurales son las que se pueden ver mayormente afectadas, ya que estas no cuentan con la infraestructura adecuada en sus viviendas, los recursos económicos necesarios para enfrentar dicho fenómeno y gran parte de la población se dedica a la agricultura, con lo cual tienen que laborar a la intemperie a altas temperaturas.

“Se estima según los escenarios de cambio climático para estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación (<https://atlasclimatico.unam.mx/cmip5/visualizador>) que la temperatura máxima a largo plazo en el mes más caluroso que es mayo será de 35.2° C” (IMPLAN, 2023). Los grupos vulnerados por olas de calor son:

Tabla 43. Población vulnerable por olas de calor en el municipio de Valle de Santiago

Grupo vulnerable	Núm. de habitantes
Niños	5,142
Personas de la tercera edad	2,886
Población indígena	18
Población afrodescendiente	966
Población con discapacidad	4,410
Población sin servicios de salud	19,016
Población económicamente inactiva	30,348
Población desocupada	924

Fuente: Elaboración propia con base en el documento Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática municipio de Valle de Santiago, Gto. (IMPLAN, 2023)

La población más vulnerable ante las ondas de calor incluye a la población económicamente inactiva, que carece de los recursos necesarios para enfrentar y mitigar las consecuencias de este fenómeno climático extremo. La falta de solvencia económica impide que estas personas puedan acondicionar sus viviendas adecuadamente para soportar temperaturas extremas, así como cubrir los costos médicos asociados a los problemas de salud que surgen debido al calor excesivo, como la deshidratación y los golpes de calor. Además, la población sin acceso a servicios de salud se encuentra en una situación extremadamente precaria. Ante la ocurrencia de ondas de calor, estas personas enfrentan un riesgo significativamente mayor de sufrir complicaciones graves, ya que carecen de atención médica oportuna y adecuada, lo que puede llevar incluso a la muerte.

Asimismo, los niños y las personas con discapacidad son particularmente vulnerables. Los niños, debido a su dependencia de los adultos. Las personas con discapacidad, debido a sus limitaciones físicas o mentales, enfrentan desafíos adicionales en situaciones de calor extremo, lo que incrementa su riesgo de sufrir daños severos.

Tabla 44. Localidades vulnerables por olas de calor en el municipio de Valle de Santiago

Comunidades		
Duranes de Arriba	Charco de Pantoja	La Enmarañada
Duranes de Abajo	Cerro Colorado	Villadiego
San Guillermo	Loma Tendida	San Joaquín
Guadalupe de San Guillermo	El Pitayo	La Compañía
Santa Bárbara	Las Liebres	San José de Araceo
Rincón de Alonso	Alto de Altamira	San Antonio de Mogotes
Los Patios	Terán	Puerta de San Roque
Quiriceo	San José del Brazo	San Antonio de Pantoja
Las Estancias	San Antonio de Terán	San Francisco Chihuindo
San Francisco Javier	La Isla	Guarapo
San Isidro de Mogotes	Miraflores (La Gachupina)	La Tejonera
San Ignacio de San José Parangueo	Manga de Buenavista	
Carmelitas Chico	Sabino de Santa Rosa	

Fuente: Elaboración propia con base en el documento Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática municipio de Valle de Santiago, Gto. (IMPLAN, 2023)

Las comunidades rurales presentan el riesgo más significativo de sufrir las consecuencias de las ondas de calor, como se ilustra en la tabla anterior. La mayoría de estas comunidades, que pertenecen al sector rural, enfrentan una falta considerable de infraestructura, recursos económicos y humanos necesarios para gestionar eficazmente estos eventos climáticos extremos. La escasez de instalaciones adecuadas y la limitada capacidad financiera impiden que estas localidades puedan implementar medidas preventivas y de adaptación para mitigar los efectos del calor extremo, exponiéndolas a mayores riesgos y a una mayor vulnerabilidad frente a los impactos de las ondas de calor.

Ondas gélidas

Se desarrolla entre 3 o 4 días. Las olas de frío no sólo son bajas temperaturas, sino que se acompañan de aguanieve y nevadas (CENAPRED, 2023).

De acuerdo con la información básica de peligros naturales a nivel municipal elaborado por la Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos y la Dirección de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2021), se determinó que el grado de peligro por ondas gélidas es bajo considerando que existen pocos registros de olas de frío ocurridos durante 3 días consecutivos en el municipio (Atlas de Riesgos, 2023).

Tabla 45. Grado de peligro y declaratorias de ondas gélidas en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por onda gélida	Bajo
Declaratorias de desastre por onda gélida	Ninguna
Declaratoria de emergencia por onda gélida	Ninguna

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

El municipio no representa un grado de peligro alto ante las ondas gélidas; sin embargo, el cambio climático está alterando los patrones climáticos, haciendo que eventos extremos como las ondas gélidas sean más impredecibles y, en algunos casos, más severos. Aunque menos frecuentes, las ondas gélidas pueden tener impactos significativos en la población y los sectores productivos cuando ocurren.

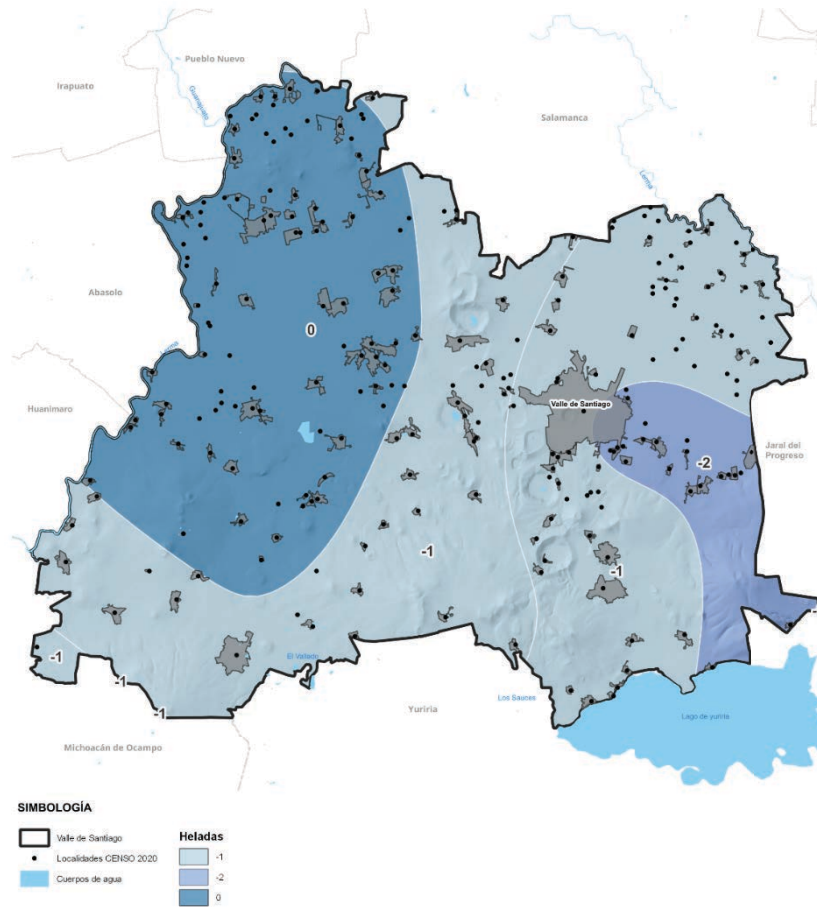
La población más vulnerable incluye a los ancianos, niños, personas sin hogar y aquellos con enfermedades crónicas. Las bajas temperaturas pueden provocar hipotermia, congelación y exacerbar problemas de salud preexistentes. Además, las viviendas mal aisladas y la falta de acceso a sistemas de calefacción adecuados aumentan la susceptibilidad de las personas a las condiciones extremas de frío.

En el sector agrícola, las ondas gélidas pueden dañar cultivos sensibles al frío y reducir los rendimientos, afectando la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores.

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; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas (Ascaso y Casasls, 1986) (Atlas de Riesgos, 2023)

Mapa 16. Bajas temperaturas en Valle de Santiago



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

La zona noreste de Valle de Santiago es la que experimenta un mayor descenso de la temperatura del aire, llegando a -2°C . En esta área, se encuentran tanto localidades urbanas como rurales, además de que una parte de la cabecera municipal también se ve afectada por estas bajas temperaturas. La mayor parte del territorio registra un descenso de -1°C .

El cambio climático está provocando una mayor variabilidad en los patrones climáticos, lo que incluye episodios más intensos y frecuentes de bajas temperaturas. Estas condiciones extremas tienen un impacto significativo en la población, especialmente en las localidades rurales, donde la infraestructura y los recursos para enfrentar el frío suelen ser limitados.

Las comunidades rurales, en particular, son más vulnerables debido a la falta de viviendas adecuadamente aisladas y sistemas de calefacción eficientes. Las bajas temperaturas pueden llevar a problemas graves de salud como hipotermia y congelación, así como a un aumento en enfermedades respiratorias. Las poblaciones más vulnerables, como los ancianos, los niños y las personas con enfermedades crónicas, corren un riesgo mayor.

En el sector agrícola, las heladas pueden dañar cultivos sensibles al frío, reducir los rendimientos y afectar la seguridad alimentaria. Los animales de granja también pueden sufrir estrés por frío, lo que

impacta su salud y productividad. Las bajas temperaturas pueden además afectar los recursos forestales, dañando árboles y reduciendo la biodiversidad.

Tabla 46. Grado de peligro y declaratorias de presencias de helada en el municipio de Valle de Santiago

Información básica del Municipio	
Grado de peligro por presencia de heladas	Muy bajo
Declaratorias de desastre por presencia de heladas	Ninguna
Declaratoria de emergencia por presencia de heladas	1

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

Valle de Santiago ha tenido una declaratoria de emergencia por presencia de heladas, con fecha 20 de marzo de 2013, con lo cual se emitió la Declaratoria por Desastre Natural en virtud de los daños ocasionados al sector agropecuario, acuícola y pesquero por el fenómeno meteorológico.

6.6 Salud

El cambio climático se erige como la mayor amenaza para la salud global en el siglo XXI. Sus impactos se manifiestan de manera directa a través de fenómenos extremos como olas de calor, sequías, tormentas intensas y el aumento del nivel del mar. Además, provoca efectos indirectos que agravan la salud pública, como el aumento de enfermedades respiratorias y transmitidas por vectores, la inseguridad alimentaria y del agua, la desnutrición, y los desplazamientos forzados. Estos desafíos no solo ponen en riesgo la vida de millones de personas, sino que también representan una amenaza para la estabilidad social y económica a nivel global (OPS, 2023).

En materia de salud, La secretaria de Salud del Estado de Guanajuato identificó en valle de Santiago los siguientes datos sobre enfermedades que más provocan morbilidad en el municipio y que tienen relación con los efectos del cambio climático:

Tabla 47. Enfermedades causantes de morbilidad con posible relación al cambio climático en Valle de Santiago

Diagnóstico	Total	Porcentaje
Infecciones respiratorias	23,379	69.74%
Infecciones intestinales por otros organismos y mal definidas	3,017	9.00%
Intoxicación por picadura de alacrán	521	1.55%
Otitis media aguda	483	1.44%

Amibiasis intestinal	430	1.28%
Otras helmintiasis	381	1.13%
Intoxicación por ponzoña de animales	135	0.40%
Paratifoidea y otras salmonelosis	87	0.25%
Faringitis y amigdalitis estreptocócicas	112	0.33%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Tabla 98 "Morbilidad en Valle de Santiago" (PMDUOET 2045, 2021)

Las infecciones respiratorias, que representan el 69.74% de los casos, son particularmente sensibles a los efectos del cambio climático. Fenómenos como olas de calor, variaciones en la calidad del aire y el aumento de la contaminación ambiental exacerban estas afecciones al incrementar la exposición a partículas contaminantes y alterar los patrones de ventilación natural, creando condiciones propicias para su propagación.

Por otro lado, las infecciones intestinales, que constituyen el 9% de los casos, están estrechamente vinculadas con la calidad del agua, la cual puede deteriorarse significativamente debido a inundaciones. Estos eventos, cada vez más frecuentes e intensos por el cambio climático, pueden contaminar las fuentes de agua potable, facilitando la propagación de patógenos en el agua y los alimentos, y aumentando así el riesgo de enfermedades gastrointestinales entre la población.

Enfermedades como la intoxicación por picadura de alacrán (1.55%) y la intoxicación por ponzoña de animales (0.40%) también puede aumentar por el cambio climático, que altera los hábitats y la distribución geográfica de vectores y especies ponzoñosas. Estos cambios en el entorno, provocados por variaciones en la temperatura y otros factores climáticos, aumentan la vulnerabilidad de la población ante estas amenazas. En conjunto, la tabla ilustra cómo el cambio climático no solo agrava las condiciones de salud existentes, sino que también crea un entorno más peligroso para la propagación de una amplia gama de enfermedades, afectando de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables.

Además de las infecciones respiratorias e intestinales, otras enfermedades listadas en la tabla también podrían llegar a estar vinculadas a los efectos del cambio climático. La otitis media aguda, que afecta al 1.44% de la población, puede incrementarse en frecuencia y gravedad en ambientes húmedos y mal ventilados, condiciones que se agravan tras fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones.

La amibiasis intestinal y otras helmintiasis, que en conjunto representan el 2.41% de los casos, están estrechamente relacionadas con la falta de acceso a agua potable segura y saneamiento, condiciones que se deterioran durante y después de desastres naturales. Las inundaciones, al desbordar sistemas de alcantarillado y contaminar fuentes de agua, facilitan la transmisión de estos parásitos intestinales, poniendo en riesgo la salud de las comunidades rurales, que a menudo carecen de infraestructura adecuada para mitigar estos efectos.

La población más vulnerable ante estas enfermedades, que incluye a niños, adolescentes y adultos mayores, representa aproximadamente el 46% de la población de Valle de Santiago (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020). Este grupo etario es especialmente susceptible a las

enfermedades relacionadas con el cambio climático debido a varios factores intrínsecos y contextuales.

En el caso de los niños y adolescentes, su sistema inmunológico aún se encuentra en desarrollo, lo que los hace más propensos a infecciones respiratorias, gastrointestinales y vectoriales. La exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos, como las olas de calor, no solo puede desestabilizar su salud respiratoria, sino también incrementar el riesgo de deshidratación y otras complicaciones, como infecciones intestinales. Además, las condiciones de vida en áreas rurales, donde la infraestructura es limitada, agravan estos riesgos al dificultar el acceso a servicios de salud, agua potable y saneamiento adecuado.

Por su parte, los adultos mayores también enfrentan un mayor riesgo debido al deterioro natural de su sistema inmunológico con el envejecimiento, lo que los hace más vulnerables a enfermedades como las infecciones respiratorias y gastrointestinales. Las condiciones preexistentes, como enfermedades crónicas (cardiovasculares, renales o respiratorias), pueden ser exacerbadas por los efectos del cambio climático, aumentando la gravedad de las afecciones y dificultando la recuperación. La falta de acceso a atención médica oportuna en áreas rurales, combinada con la pobreza energética que impide la correcta climatización de sus viviendas, también contribuye a su vulnerabilidad frente a fenómenos como las olas de calor e inundaciones.

Este conjunto de factores convierte a niños, adolescentes y adultos mayores en los grupos más vulnerables frente a las enfermedades relacionadas con el cambio climático, haciendo imperativo el desarrollo de estrategias focalizadas en la prevención, atención médica y mejora de la infraestructura en las áreas rurales para mitigar estos riesgos.

Dengue

Las condiciones ambientales prevalecientes en una parte significativa del estado de Guanajuato han favorecido la proliferación de mosquitos, que actúan como vectores en la transmisión de enfermedades como el dengue, Zika y chikungunya (PMDUOET 2045, 2021)

La Dirección General de Epidemiología del sector Salud Federal realiza un seguimiento constante del dengue a través de su Sistema Especial de Vigilancia Epidemiológica. Su informe más reciente, correspondiente a la semana 32, indica que Guanajuato se encuentra entre los estados con menor incidencia de dengue a nivel nacional. Sin embargo, los datos muestran que la mayor parte de los casos se concentra en personas de 5 a 34 años, siendo las mujeres las más afectadas. Dentro del estado, el corredor industrial en Silao presenta las tasas más altas de incidencia, mientras que Valle de Santiago mantiene niveles bajos de infección (Secretaría de Salud, 2024).

A pesar de la baja incidencia en Valle de Santiago, la reciente sospecha de un caso de dengue en la Colonia Ucoc ha generado preocupación, especialmente en el contexto de un aumento generalizado de casos en el estado. Para enfrentar esta situación, la Jurisdicción Sanitaria V, con sede en Salamanca, ha lanzado una campaña intensiva que incluye control larvario casa por casa, termo-nebulización, rociado intradomiciliario y nebulización espacial (SSG, 2024).

Este incremento en la vigilancia y control es crucial debido a las condiciones de vulnerabilidad identificadas en el Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad al Cambio Climático de 2023 del IMPLAN de Valle de Santiago. El estudio revela que las personas sin acceso a agua potable, que almacenan agua en recipientes, o que enfrentan problemas con el drenaje y las letrinas, están especialmente en riesgo. Estas condiciones, exacerbadas por el cambio climático, aumentan la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue (IMPLAN, 2023). El cambio climático, al modificar los patrones de temperatura y precipitación, puede agravar la proliferación de mosquitos, facilitando la propagación de estas enfermedades y subrayando la importancia de las medidas preventivas y de control intensificadas.

Tabla 48. Población vulnerable a enfermedades transmitidas por vectores.

Diagnóstico	Total
Niños	38,468
Población de la tercera edad	14,361
Población indígena	187
Población afrodescendiente	1,712
Población con discapacidad	7,586
Población económicamente inactiva	51,082
Población desocupada	1,368
Población sin servicios de salud	32,044
Población sin agua entubada	606
Población sin drenaje	1,408
Población con piso de tierra	1,670
Población con hoyo o letrina	504

Fuente: Tabla 22 del Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática
 Municipio de Valle de Santiago (IMPLAN , 2023)

La tabla presenta una población sumamente vulnerable a enfermedades transmitidas por vectores, definida por condiciones socioeconómicas desfavorecidas y falta de acceso a servicios básicos. Este grupo incluye a niños, adultos mayores, personas con discapacidad y aquellos sin acceso adecuado a servicios de salud. Su alta susceptibilidad a enfermedades como el dengue, el chikungunya y el zika se ve agravada por el cambio climático, que amplifica las condiciones que favorecen la proliferación de vectores, especialmente mosquitos.

El cambio climático juega un papel crítico en este contexto al alterar los patrones climáticos tradicionales. El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de lluvia crean ambientes más propicios para la reproducción de mosquitos. Las temperaturas más altas pueden acelerar el ciclo de vida de los mosquitos y aumentar su número, mientras que las lluvias erráticas y las inundaciones crean hábitats ideales para la cría de estos vectores. Esto eleva el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por vectores, particularmente en comunidades ya vulnerables.

Las condiciones que exacerbaban esta vulnerabilidad incluyen la falta de acceso a agua entubada, la ausencia de drenaje adecuado y la construcción deficiente de viviendas. Las personas que viven en

estas condiciones a menudo carecen de recursos y servicios básicos, lo que limita su capacidad para implementar medidas preventivas efectivas. Además, la inactividad económica y la tasa de desempleo en estas localidades reducen su capacidad para buscar atención médica o realizar mejoras en sus condiciones de vida.

Tabla 49. Personas sin Servicios de Salud Afectadas por Olas de Calor, Inundaciones y Enfermedades Transmitidas por vectores.

Riesgo	Total de población
Olas de Calor	19,016
Inundaciones	11,454
Enfermedades transmitidas por vectores	32,044

Fuente: Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática Municipio de Valle de Santiago (IMPLAN , 2023)

En la tabla 49 se destaca la alta vulnerabilidad de las poblaciones sin acceso a servicios de salud frente a los riesgos exacerbados por el cambio climático, como olas de calor, inundaciones y enfermedades transmitidas por vectores. Esta población se encuentra en una situación de mayor riesgo debido a la falta de acceso a atención médica oportuna y de calidad. La carencia de servicios de salud no solo limita su capacidad para recibir tratamiento adecuado en emergencias, sino que también amplifica su exposición y susceptibilidad a los efectos negativos del cambio climático. La combinación de estas deficiencias incrementa significativamente el riesgo para su salud y bienestar.

6.7 Aspectos de infraestructura relacionados a vulnerabilidad

En México, la combinación de su ubicación geográfica, condiciones climáticas y geológicas, así como los problemas derivados de asentamientos humanos en zonas de riesgo, hacen que la infraestructura sea especialmente vulnerable a fenómenos naturales como huracanes y sismos. La magnitud y el alcance de estos eventos pueden ocasionar daños severos que requieren una respuesta institucional robusta (CENAPRED, 2021).

“La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura de una edificación presenta frente a la posible ocurrencia de daños en aquellas partes que permiten su estabilidad y/o afectan en su funcionamiento” (CENAPRED, 2021).

La infraestructura de unidades de primera respuesta en Valle de Santiago comprende una red esencial de instalaciones y servicios diseñados para actuar de manera inmediata ante emergencias y desastres. Esta infraestructura incluye refugios temporales que ofrecen un lugar seguro para los afectados, el hospital de la Cruz Roja que proporciona atención médica de emergencia, unidades médicas que operan en primera línea para atender heridos y enfermos, el edificio de bomberos

encargado de combatir incendios y realizar rescates, y el edificio de protección civil municipal que coordina las acciones de respuesta y mitigación. Estas instalaciones forman el núcleo de la capacidad de respuesta del municipio, asegurando que, en momentos de crisis, los recursos y servicios críticos estén disponibles para salvaguardar la vida y el bienestar de la población (Atlas de Riesgos, 2023).

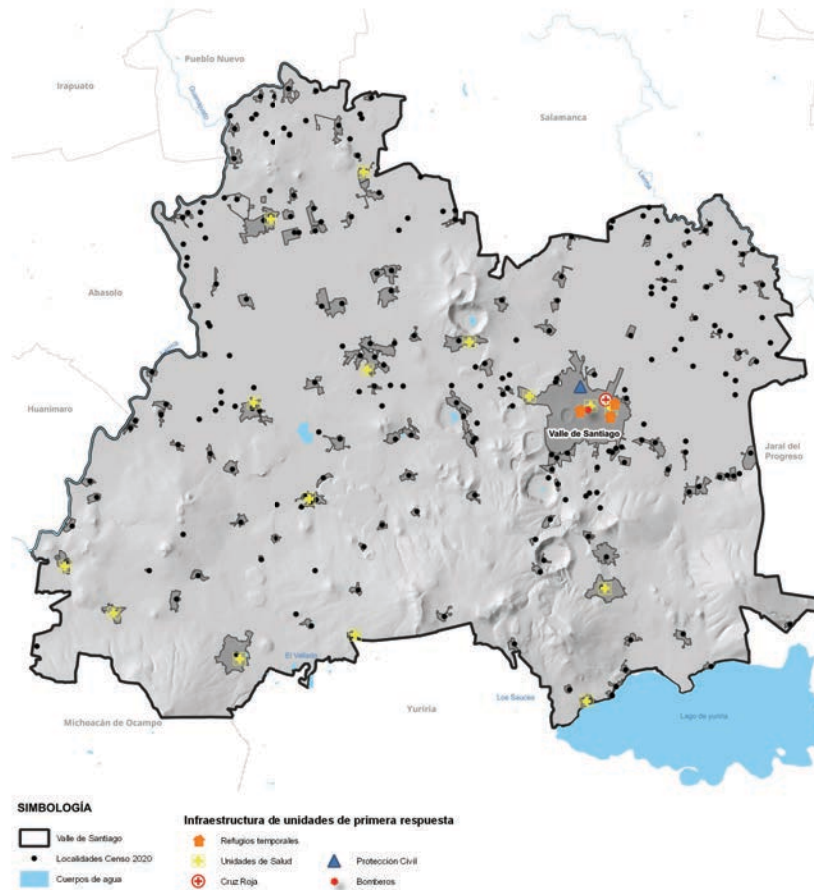
Entre la infraestructura de unidades de primera respuesta en el municipio de Valle de Santiago, las unidades médicas destacan por su mayor presencia, con un total de 15 distribuidas a lo largo de todo el territorio. Esta distribución facilita el acceso de la población a atención prioritaria en caso de presentarse un fenómeno hidrometeorológico que requiera una intervención inmediata. Sin embargo, este no es el caso con el resto de la infraestructura de primera respuesta (Atlas de Riesgos, 2023).

La estación de bomberos, por ejemplo, está localizada exclusivamente en la cabecera municipal. Esto significa que, en caso de un incendio o una emergencia que requiera la intervención del heroico cuerpo de bomberos, la capacidad de respuesta se ve comprometida, especialmente en las localidades rurales que se encuentran más alejadas. Esta situación incrementa significativamente la vulnerabilidad de estas áreas, ya que el tiempo de respuesta puede ser crítico en situaciones de emergencia.

Del mismo modo, los refugios temporales en el municipio son limitados en número y están concentrados únicamente en la cabecera municipal, con solo tres instalaciones disponibles. Esto representa un desafío considerable para las comunidades que se encuentran en zonas más remotas, ya que en situaciones de inundación u otros fenómenos que dificulten el acceso a las carreteras, gran parte de la población podría quedar aislada y sin acceso a estos sitios seguros.

Infraestructura de unidades de primera respuesta.

Mapa 17. Infraestructura de unidades de primera respuesta



Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Atlas de Riesgos, 2023 y 2024)

El hospital de la Cruz Roja, con una sola unidad también ubicada en la cabecera municipal, enfrenta una situación similar. La capacidad de brindar atención hospitalaria a toda la población, especialmente a quienes están en riesgo en áreas más alejadas, se ve seriamente limitada, lo que aumenta la vulnerabilidad general del municipio en momentos críticos.

Por último, la unidad de Protección Civil del municipio, igualmente localizada en la cabecera municipal, refuerza este patrón de centralización de la infraestructura de respuesta. La falta de una distribución más equitativa y estratégica de estos recursos en todo el territorio municipal pone en desventaja a las comunidades rurales y remotas, que enfrentan mayores riesgos debido a la distancia y al tiempo que tomaría recibir asistencia en una emergencia.

Tabla 50. Puntos de Riesgo en Infraestructura Hidráulica

Infraestructura	Amenaza	Peligro	Vulnerabilidad	Amenaza
-----------------	---------	---------	----------------	---------

Dren Garitón	Se observó fuera de operación y con material de arrastre y basura obstruyendo la obra de toma, se encontró el arroyo aguas abajo de la presa sin sección definida y con viviendas en ambos márgenes. perteneciente al municipio	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	se identificó Reducción hidráulica del dren Garitón provocado por maleza, restos de una antigua construcción sobre su trayectoria y un puente vehicular de sección estrecha que conecta las Localidades de Jaulilla y Miraflores	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	Se observó el margen izquierdo del río Lerma debilitado y debido a esto, existen antecedentes de desbordamiento y afectaciones a viviendas en las Localidades de Guarapo y Santa Catarina.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	Se observó la margen izquierda del río Lerma debilitada antes y después de la confluencia con el dren San Antonio de Pantoja, también, existen antecedentes de anegación por desbordamiento de la margen derecha del dren San Antonio.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	Se observó la margen izquierda del río Lerma debilitada y existen antecedentes de afectaciones por desbordamiento e ingreso de agua a viviendas en la Localidad Rincón de Alonso Sánchez.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	Se observó una estructura colapsada, material y basura que reducen la sección del río Lerma y ha provocado desbordamientos en su margen izquierda afectando terrenos de cultivo.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	Se observó material de arrastre y basura debajo del puente vehicular que obstruye el libre flujo del río Lerma y su margen izquierda debilitada aguas arriba del puente, lo que pudiera provocar desbordamientos hacia la Localidad Duranes de Arriba.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Dren Garitón	se identificó Obstrucción del río Lerma debido a la colocación de una hilera de tubocretos, los cuales provocaron la socavación de la margen derecha del río Lerma.	Muy alto	Media	Desbordamiento
Río Guanajuato	se identificó Puente con daño estructural ya que una de sus pilastras colapso, además el escombros de la pilastra bajo el puente reduce la sección del río Lerma y desvían su flujo hacia la margen izquierda, la cual presenta socavación.	Muy alto	Media	Desbordamiento

Canal Coria	Se observó la presencia de tubocretos y material que obstruye la trayectoria del río Lerma provocando su desvío y socavación de la margen izquierda.	Muy alto	alto	Ruptura
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	------	---------

Fuente: Elaboración propia con datos del (Atlas de Riesgos, 2023)

La Tabla 50 revela una situación preocupante en cuanto a la infraestructura en Valle de Santiago, especialmente en lo que se refiere a los drenes y canales que, al estar con obstrucciones significativas, incrementan el riesgo de desbordamientos. Específicamente, se observa que el Dren Garitón, un componente clave del sistema hidráulico, presenta varias deficiencias, como la reducción hidráulica y la acumulación de material que obstruye su flujo, lo que aumenta considerablemente el peligro de desbordamientos en las zonas aledañas.

La vulnerabilidad de estas áreas, en su mayoría rurales, se ve agravada por la falta de infraestructura adecuada para la primera respuesta en caso de emergencias. Estas comunidades rurales, que están más cercanas a los drenes y canales, son particularmente susceptibles a sufrir las consecuencias de un desbordamiento, ya que su infraestructura para enfrentar emergencias es limitada o incluso inexistente. La capacidad de estas localidades para reaccionar ante una crisis es, por lo tanto, extremadamente reducida, lo que pone en riesgo tanto la vida de los habitantes como su sustento económico, principalmente basado en la agricultura.

Además, el margen izquierdo del río Lerma, que también está bajo observación, presenta un riesgo muy alto de desbordamiento, con niveles de vulnerabilidad media. Este escenario plantea un desafío adicional para las localidades rurales cercanas, que dependen de estos cuerpos de agua para la agricultura, pero que también enfrentan una amenaza constante debido a la falta de medidas preventivas y de respuesta adecuadas.

El Canal Coria presenta el nivel de vulnerabilidad más preocupante, ya que es alto, esto por amenaza de ruptura, provocando un peligro muy alto hacia las localidades cercanas como Sauz de Purísima.

En el Atlas de Riesgo se menciona que, a partir de los datos recopilados en la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, se identificaron seis categorías relacionadas con la tipología de vivienda en el municipio de Valle de Santiago. De las 36,575 viviendas censadas, se proyecta una distribución que revela que el 72.1% (equivalente a 26,379 viviendas) están construidas con muros de mampostería y techos rígidos. Esta tipología confiere a estas viviendas una vulnerabilidad muy baja, particularmente en lo que respecta a daños provocados por sismos y vientos fuertes (Atlas de Riesgos, 2023).

Tabla 51. Vulnerabilidad física en viviendas particulares habitadas en el municipio de Valle de Santiago.

Tipología de viviendas	No. De viviendas	Porcentaje de viviendas	Vulnerabilidad
Muros de mampostería con techos rígidos	26,379	72.1%	Muy baja

Muros de mampostería con techos flexibles	8,569	23.40%	Baja
Muros de adobe con techos rígidos	351	0.95%	Media
Muros de adobe con techos flexibles	827	2.20%	Alta
Muros de materiales débiles con techos flexibles	102	0.28%	Muy alta

Fuente: Elaboración propia con base en la tabla 13 del (Atlas de Riesgos, 2023)

La Tabla 51, revela una distribución que destaca la vulnerabilidad de las viviendas en relación con la calidad de los materiales de construcción y su capacidad de resistencia ante fenómenos naturales. El 72.1% de las viviendas en el municipio están construidas con muros de mampostería y techos rígidos, lo que les confiere una vulnerabilidad muy baja ante riesgos como sismos y vientos fuertes. Esta es una característica predominante en áreas más urbanizadas o con mejores recursos económicos, donde la construcción es más robusta y resistente.

Sin embargo, es preocupante que un porcentaje significativo de viviendas, especialmente en las localidades rurales, no comparte esta misma fortaleza estructural. El 23.4% de las viviendas están construidas con muros de mampostería, pero con techos flexibles, lo que las coloca en una categoría de vulnerabilidad baja. Estas viviendas, aunque relativamente estables, pueden ser más susceptibles a daños menores que, acumulados, podrían afectar significativamente la seguridad y habitabilidad, especialmente en situaciones de desastre.

Más alarmante aún es que el 2.2% de las viviendas tienen muros de adobe con techos flexibles, lo que las coloca en una vulnerabilidad alta. Además, el 0.28% de las viviendas, construidas con materiales débiles y techos flexibles, se encuentran en una categoría de vulnerabilidad muy alta. Estas viviendas son predominantemente rurales, y la baja calidad de los materiales de construcción, junto con la falta de recursos para mejorar sus condiciones, las hace extremadamente vulnerables a desastres naturales, como inundaciones o tormentas severas.

7 Planteamiento estratégico

En concordancia y alineado con lo establecido en los acuerdos que México ha suscrito en la materia a nivel internacional y con los instrumentos de política pública climática generales y estatales, se define este PMCC.

Los compromisos asumidos por México a nivel internacional se centraron históricamente primero en la reducción de GyCEI con fundamento en el protocolo de Kyoto en 2005 y posteriormente en los Acuerdos de Paris cuya suscripción fue aprobada por el Senado de la República, dentro de un esfuerzo internacional por impedir que el aumento de temperatura rebase los dos grados Celsius respecto a los niveles base de la era preindustrial. Ello quedó plasmado en los NDC que quieren decir la Contribución Nacionalmente Determinada por el país.

A nivel general en el país los instrumentos centrales son: la Ley General del Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático. A nivel estatal los instrumentos son Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, la Ley General de Egresos del Estado que obliga a tomar como ejes articuladores el Plan Estatal de Desarrollo 20240 y el decreto por el que se crean los Impuestos Ecológicos de remediación Ambiental.

Otros instrumentos de planeación aplicables a nivel estatal, son el Programa de Gobierno vigente y la sección de Cambio Climático del Programa Sectorial de Desarrollo Ordenado y Sostenido vigente

Desde un punto de vista de estructura de gestión, es la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (COLIMA) donde se coordinan las dependencias y entidades de la administración pública estatal para la planeación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación necesarias para un desarrollo regional sustentable.

Sobre la base de que es el municipio es el nivel de gobierno directamente en contacto tanto con los pobladores del territorio como con los efectos de las acciones que en el mismo se emprenden, se deduce que es ahí donde las medidas y acciones destinadas a atender el tema de cambio climático deberían tener el mayor peso; paradójicamente, es

en este nivel donde los recursos económicos son más escasos y destaca en ese sentido que la COCLIMA solamente integra a dependencias del Gobierno estatal sin representación de los municipios.

Por otra parte, la tarea que implica atender los retos y, quizá, las oportunidades que representa el cambio climático, no se puede concebir ni como tarea de uno de los órdenes del gobierno ni tan siquiera del gobierno mismo: eso nos lleva a reflexionar en el modelo de gobernanza necesario para tener éxito: uno que logre la articulación multinivel y también multisectorial que integre a gobiernos, sector social, sector privado y sector académico

Los principios anteriores se asumen en el PMCC y además se les da una perspectiva regional al establecer una coordinación intermunicipal en la región bajo el enfoque de consorcio de municipios enfocados en atender los retos del cambio climático. Este marco busca evitar duplicidades de esfuerzos y acciones en el territorio así como la sinergia entre municipios.

Por último, el sistema de reporte y seguimiento debe fortalecer los principios de transparencia y la gestión participativa incluso desde la gestación del PMCC. Los ejercicios de consulta pública se vuelven entonces indispensables para generar procesos de planeación participativa. En tal sentido, se realizó un taller de consulta dirigido a diversos actores sociales y gubernamentales, con metodología de grupos de enfoque (Figura 9).

Durante el taller realizado el cinco de septiembre de 2024, se hizo del conocimiento el avance logrado a la fecha en la hechura del PMCC y se recabaron posturas y aportaciones respecto a las estrategias y objetivos en temas de mitigación, adaptación y transversales, como insumo para el diseño del PMCC. Mediante un sistema de evaluación en escala Likert, se obtuvo la calificación promedio para cada estrategia y acción que se les presentó (ver resultados en el ANEXO 9.9).

Figura 9. Fotografías del taller de consulta



Fuente: Lidia Márquez.

8 Lineamientos generales para la instrumentación, seguimiento y evaluación del programa

Durante el taller de consulta, las aportaciones que hicieron abiertamente los participantes, fueron las siguientes:

Mitigación (se anotan tal como los identificaron los participantes)

- Estrategias para la captación de agua y cuidados de cuerpos de agua en la región
- Volver a la permacultura
- Regular de manera más estricta el uso de pesticidas y herbicidas en la región
- Sistemas agroecológicos
- Campañas de monitoreo sobre la explotación de recursos naturales en áreas naturales protegidas
- Campañas en labor de educación para reforestación y concientización acerca de la importancia de cuidar nuestros espacios y ecosistemas
- Capacitar a los maestros y dar pláticas a los alumnos sobre el cambio climático

Adaptación (se anotan tal como los anotaron los participantes)

- El uso de la tecnología para el control de agua en la agricultura
- Uso de ecotecnias como captación de agua de lluvia tanto en comunidades como en zonas urbanas
- Un sistema de goteo de agua
- Proyectos integrales del uso de agua
- Elaborar lineamientos para el arbolado urbano
- Mejorar las condiciones de los tiraderos municipales

Transversalidad (se anotan tal como los anotaron los participantes)

- Identificar especies endémicas y registrarlas de manera adecuada para su conservación
- Proyectos con conciencia acerca de la importancia de las cadenas tróficas para que a la hora de realizar actividades se pueda ser amigable con el medio ambiente

- Fortalecer la participación ciudadana a través de mecanismos que fortalezcan la gobernanza
- Involucrar al H. Ayuntamiento, a la sociedad, a los agricultores y al sector privado con propuestas de soluciones basadas en la naturaleza
- Ley ecofriendly para las empresas
- Regulación de políticas públicas ambientales
- Denuncia ante one piece
- Recrear la dirección actual para que se convierta en la Dirección de Medio Ambiente y Cambio Climático
- Incorporar al sistema judicial la limpieza de áreas naturales como penalización a los que contaminen
- Los planes de PMCC deben de ser prioritarios en temas de gobernanza
- Los árboles como una solución y medida de mitigación y adaptación

En la definición de las estrategias y los objetivos, se incluyeron o bien se integraron la mayor parte de estas aportaciones aunque reasignando en los grupos de Mitigación, Adaptación y Transversalidad.

8.1 Instrumentación del programa

El PMCC se dividió en tres grupos de medidas:

1. **Mitigación.** Las estrategias y objetivos que contribuyen a la reducción de CO₂ por dos vías: la reducción de emisiones que contribuyen con GyCEI y por otra parte aquellas medidas que favorecen la captura de carbono tanto en vegetación como en suelos. Estas medidas son las que aportan desde lo local al cumplimiento de las NDC del país.
2. **Adaptación.** Agrupa estrategias y objetivos tendientes a impulsar el sentido de preparación para un clima cambiante que se caracteriza crecientemente por las anomalías climáticas y que amenazan en este municipio principalmente la disponibilidad de agua ante prácticas tradicionales poco respetuosas con el medio ambiente. Por otro lado, los objetivos y acciones planteados se orientan al incremento de la resiliencia tanto en aspectos de la infraestructura urbana y rural, como en la resiliencia social ante eventualidades climáticas.

3. **Transversales.** Incluye estrategias objetivas y acciones que en su conjunto apuntan al fortalecimiento de las capacidades institucionales, la construcción de una gobernanza policéntrica multinivel y multisector y a eficientar la integración de la sociedad a través de difusión y educación alineadas al PMCC. Por otra parte, también se previeron los mecanismos de soporte legal para fundamentar las acciones y aquellos que permitirán realizar el seguimiento o monitoreo, el reporte y la verificación,

En el diseño de todas las acciones, se consideraron dos enfoques: la equidad de género y la justicia social-ambiental, con la idea de acortar brechas de desigualdad y promover los derechos humanos.

Para cada una de las acciones diseñadas, en coordinación con IMPLAN, se determinaron la o las instancias responsables y los plazos para lograr las metas bajo el siguiente esquema: corto plazo, 1 año, mediano plazo, 3 años (en sincronía con los periodos base de administración municipal y largo, cinco años.

En total se incluyen en el PMCC 12 estrategias y 62 acciones, distribuidas de la siguiente manera:

Mitigación

4 estrategias
20 acciones

Adaptación:

3 estrategias
24 acciones

Transversalidad

5 estrategias
18 acciones

Las fichas descriptivas de cada una de las acciones se incluyen en el ANEXO 9.1 y en ellas se señalan los sectores y los ODS a los que atienden. El resumen de acciones se muestran a continuación.

Programa Municipal de Cambio Climático de Valle de Santiago

Medidas de ADAPTACIÓN

3 Estrategias y 24 acciones

Estrategia	Acción	ODS																	NDC: sectores			Plazo	Responsable municipal
		ODS																	Adaptación Social	Adaptación basada en ecosistemas	Adaptación en infraestructura y sistemas productivos		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17						
A1 Reducir vulnerabilidad y aumentar resiliencia de la población	A1.1 Programa de desarrollo e impulso a los huertos de traspatio con enfoque a mujeres para mejorar la seguridad alimentaria																		X			C	Dirección de Medio Ambiente
	A1.2 Programas de campañas de atención a la salud en comunidades																		X			C	Departamento de salud
	A1.3 Colaborar con el estado en el fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica																		X			C	Departamento de salud
	A1.4 Acompañar la Estrategia Nacional para la Prevención de Enfermedades por vectores																		X			C	Departamento de salud
	A1.5 Publicación del Atlas Municipal de riesgos con enfoque climático, de género y derechos humanos																				X	C	IMPLAN-Protección Civil
	A1.6 Fortalecimiento de capacidades de Protección Civil Municipal																				X	M	Protección Civil
	A1.7 Fortalecimiento de brigadas comunitarias contra incendios forestales y creación de brechas cortafuegos																			X		M	Dirección de Medio Ambiente
	A1.8 Adopción de sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia en comunidades rurales																				X	C	Dirección de Medio Ambiente
A2 Resiliencia de infraestructura estratégica	A2.1 Programa de revisión y sustitución de tuberías de dotación de agua potable																				X	M	SAPAM
	A2.2 Obras para el aprovechamiento hídrico de excedentes																				X	M	Dirección de Obra Pública
	A2.3 Adopción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, apoyados en soluciones basadas en la naturaleza																					X	M

8.2 Seguimiento del programa

Para un correcto seguimiento de la ejecución del PMCC, las estrategias T3 Medición, Reporte, verificación y Evaluación y T4 Coordinación Institucional, resumen las acciones que permiten la medición, el reporte y la verificación. En este punto debe mencionarse que el municipio ha venido desarrollando un esfuerzo muy importante desde 2021 mediante su participación activa y destacada en Disclosure Insight Action y la asociación Gobiernos Locales por la Sostenibilidad conocidos mediante las siglas CDP-ICLEI.

Desde el año mencionado, el municipio de Valle de Santiago ha informado las acciones benéficas para la sostenibilidad en la plataforma mencionada: el informe 2023, se presentó en el mes de septiembre de 2024. Estos informes implicaron un seguimiento con visión de cambio climático desde años atrás.

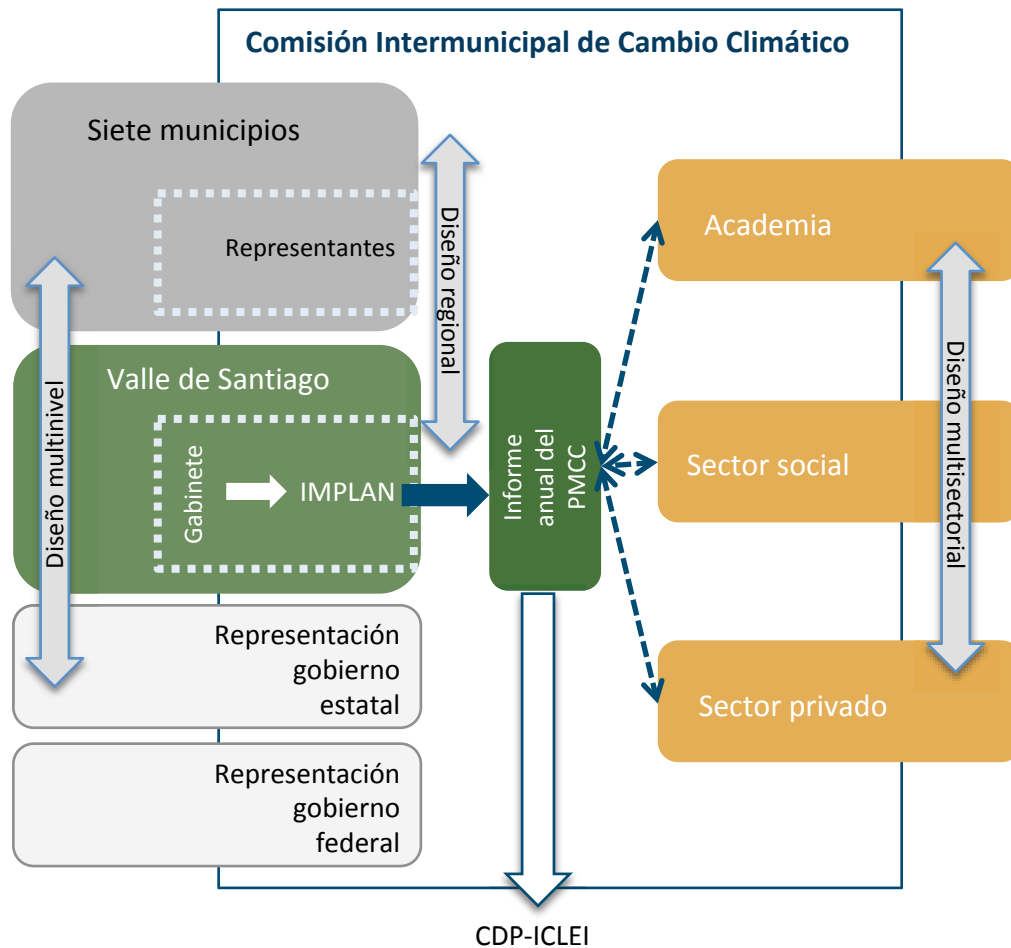
En atención al principio reiterado de crear una gobernanza policéntrica con características multinivel y multisectorial, y sobre la base de una gestión colaborativa con la sociedad, la estrategia T4 establece como novedad y medida fundamental la creación de una Comisión Intermunicipal de Cambio Climático en la que participen a manera de un consorcio Valle de Santiago y otros siete municipios circunvecinos que conforman esta importante región, por lo que se estima un efecto multiplicador en la región, a favor de la acción frente al cambio climático.

También se plantea la necesidad de que en su conformación participen autoridades de los otros dos niveles de gobierno y actores provenientes de los sectores social, privado y académico. Esta Comisión Intermunicipal sería el primer nivel de atención al seguimiento de la ejecución del PMCC

La base del seguimiento del PMCC, se establece en la acción T3.3 que instrumenta como elemento para el seguimiento el informe anual de avances en su implementación. Esta acción pretende abonar tanto a la gestión participativa como a los principios de transparencia y rendición de cuentas.

En resumen puede decirse que el modelo que se presenta en la Figura 10, sintetiza la estructura para el seguimiento y reporte.

Figura 10. Modelo de seguimiento basado en gobernanza policéntrica



Fuente: elaboración propia

8.3 Evaluación del programa

La acción T3.1 establece la necesidad de fijar los indicadores de cada una de las acciones, los cuales sirven de base para la elaboración del Informe Anual del PMCC mostrado en la Figura 10. La acción T3.2 propone continuar el flujo de información a la plataforma CDP-ICLEI. A través del mecanismo de evaluación de avances de CDP-ICLEI, el municipio cuenta con un marco de referencia útil para la construcción de sus propios indicadores

Es claro que los aspectos informados en esa plataforma ya tiene su propia concepción de indicadores estandarizados para comparar ciudades en el mundo, de manera que no se propone basarse en ellos sino en la experiencia de reportar; en el diseño de los indicadores propios, esa experiencia es útil.

En el modelo de gobernanza planteado, dentro del municipio el IMPLAN tiene responsabilidad directa sobre algunas de las acciones pero responsabilidad global sobre todo el conjunto de acciones.

El ciclo virtuoso de calidad que significa monitorear-seguir-reportar, se complementa con la evaluación de los avances: las políticas públicas se someten así al escrutinio de la visibilidad en el esquema de transparencia y también de la autocrítica que permita detectar lo que se hace bien y lo que requiere un cambio de dirección menor o mayor.

El esquema ideal es que los ciclos de reporte anuales se cierren trianualmente con los ciclos de evaluación, en sincronía con los períodos de administración municipal.

En todo el ciclo de evaluación, la conformación de gobernanza de la Comisión Intermunicipal de cambio Climático favorece la ventana de oportunidad para una gestión participativa de las políticas públicas. Para ello es necesario impulsar el nivel de información, comprensión y compromiso de la sociedad por medio de las acciones encaminadas a difundir, sensibilizar y educar.

La renovación total o parcial del H Ayuntamiento cada tres años, marca el momento ideal para realizar estas evaluaciones.

9 Anexos

9.1 Fichas descriptivas de las medidas de mitigación y adaptación

Se anexan en archivo digital

9.2 Bibliografía

- LCC. (2024). *Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios*. (L. Legislatura, Productor) Recuperado el 6 de julio de 2024, de Congreso del Estado de Guanajuato: <https://www.congresogto.gob.mx/leyes/ley-de-cambio-climatico-para-el-estado-de-guanajuato-y-sus-municipios>
- LDFSEMG. (2021). *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato*. Recuperado el 5 de julio de 2024, de Congreso del estado de Guanajuato: https://congresogto-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/inileg_congresogto_gob_mx/EYI5UdPKQYxEoSI_xXudZlIBL0-QB-tAQilHqwmst5QK9A?e=VA9adn
- CEAG. (2015). *Profundidad del Nivel Estático 2015*. Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, Guanajuato.
- CEAG. (s/f). *Programa Estatal Hidráulico 2006-2030. Resumen Ejecutivo*. Comisión Estatal del Agua en Guanajuato, Guanajuato.
- CEPAL & GIZ. (2014). *Reformas Fiscales y Regulatorias en la Gestion y Manejo de Residuos Solidos*. Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.
- CEPAL. (2017). *América Latina: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Nuevo Contexto Internacional*. Comisión Económica para América latina.
- León-Andrade, M., & et.al. (2024). Cambios en el paisaje rural a través de los procesos migratorios y su relación con el desarrollo histórico-social de los ejidos de Valle de Santiago, Guanajuato. En A. Ortega-Ramírez, & M. Reyes-Tovar, *Enfoque*

- Multidisciplinarios hacia la Sostenibilidad* (págs. 199-224). Bogotá, Colombia: Publicaciones Universidad América.
- LGPGIR. (05 de Mayo de 2023). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos . *Diario Oficial de la Federación* .
- CONABIO. (2024). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. (Com. Nal. para el Uso y la Conserv. Biodiver., Productor) Recuperado el 6 de julio de 2024, de Cooperación Internacinal: <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/cbd>
- CONABIO. (2008). *Geoportal CONABIO*. Obtenido de Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/clima1mgw.html>
- CONABIO. (2024). *Portal de Geoinformación*. (Com. Nal. para el Uso y la Conserv. Biodiver., Productor) Recuperado el 14 de julio de 2024, de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAGUA. (2024 a). *Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Irapuato-Valle (1119), Estado de Guanajuato*. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, México.
- CONAGUA. (2024). *Actualización de la Disponibilidad media anual de agua en el acuífero Irapuato-Valle (1119), Estado de Guanajuato. Disponibilidad media anual de agua en el acuífero Irapuato-Valle (1119), Estado de Guanajuato* , 41. (CONAGUA, Ed.) Mexico, Mexico.
- CONAGUA. (2023 b). *Atlas del Agua en México 2023*. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONAGUA. (2023 a). *Estadísticas del Agua en México 2023*. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONAGUA. (2024 b). *Estadísticas del Agua en México*. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONAGUA. (2021). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Comisión Nacional del Agua, Mexico.
- CONAHCYT. (2017). Consumo de energía eléctrica MWh por sector y entidad federativa 2017. México: Consejo Nal. de Humanidades Ciencia y Tecnología.
- CONEVAL. (2020). Índice y Grado de Rezago Social. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- CTEMG. (2023). Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato. *Periódico Oficial* (231).
- Alcocer, J., Escobar, E., & Lugo, A. (2000). Water use (and abuse) and its effects on the crater-lakes of Valle de Santiago, México. *Lake & Reservoirs: Res. and Manag.* (5), 145-149.
- Acuerdos Internacionales. (2024). *México ante el Cambio Climático*. Recuperado el 6 de julio de 2024, de Sitio Oficial del País: <https://cambioclimatico.gob.mx/acuerdos-internacionales/>
- Araiza-Ortiz, M. (3 de julio de 2024). Dirección de Medio Ambiente. Valle de Santiago. (M. Figueroa, & E. Kato, Entrevistadores) Presencial.

- Aranda-Gómez, J., & et al. (2013). Active sinking at the bottom of the Rincón de Parangueo Maar (Guanajuato, México) and its probable relation with subsidence faults at Salamanca and Celaya. *Bol. Soc. Geol. Mex.* , 65 (1), 169-188.
- Breña , A., & Breña, J. (2007). Disponibilidad de Agua en el Futuro de Mexico. (Vol. 58), 8.
- Dirección de Servicios Públicos Municipales de Valle de Santiago. (2024). *Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Valle de Santiago, Guanajuato.* Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Valle de Santiago.
- ENCC. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40.* México: Gobierno de la República.
- ENCC. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40.* México: Gobierno de la República.
- Farrell, C., Turpin, S., & Suppen-Reynaga, N. (2013). Huella de agua de uso público urbano en México. *Revista Internacional de Estadística y Geografía* , 4 (1), 58-72.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen.* México: ISBN-UNAM.
- Gobierno de México. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
- Gobierno Municipal de Valle de Santiago. (2024). *Leyes, Reglamentos, Decretos Administrativos, Criterios y Normas Aplicables.* Recuperado el 6 de julio de 2024, de <https://www.valledesantiago.gob.mx/uacip-leyes-y-reglamentos>
- González, M. (2024). *Biodiversidad del Municipio de Valle de Santiago, Guanajuato.* Recuperado el 20 de julio de 2024, de Naturalista Mx: <https://mexico.inaturalist.org/projects/biodiversidad-del-municipio-valle-de-santiago-guanajuato>
- H, Ayuntamiento Valle de Santiago. (2024). *Caracterización histórica, cultural y socioeconómica de las zonas, propuestas como Áreas Naturales Protegidas.* SMAOT-FOAM, Valle de Santiago.
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. *Urban Development Ser. Knowledge* (15), 87-88.
- ICLEI. (2024). *Planes de Acción Climática Municipales (PACMUN).* Recuperado el 5 de julio de 2024, de <https://iclei.org.mx/pacmun/>
- IEE. (2009). *Programa Estatal de Cambio Climático Guanajuato.* Recuperado el 5 de julio de 2024, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316782/PEACC_Guanajuato.pdf
- IMCO. (2024). *Situación del Agua en México.* (I. M. Competitividad, Productor) Recuperado el 27 de julio de 2024, de Centro de Investigación en Política Pública: <https://imco.org.mx/situacion-del-agua-en-mexico/>
- IMPLAN. (2023). *Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad Climática Municipal 2023.* Valle de Santiago: Instituto Municipal de Planeación de Valle de Santiago.
- IMPLAN. (2020). *Atlas Municipal de Riesgos 2020.* Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.

- IMPLAN. (2024). *Micrositio*. (I. M. Santiago, Productor) Recuperado el 4 de julio de 2024, de <https://implan.valledesantiago.gob.mx/micrositio-del-implan.html>
- IMPLAN. (30 de enero de 2020). Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Santiago Visión 2040. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (2020). *Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Santiago Visión 2040*. Valle de Santiago: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (11 de octubre de 2021). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial visión 2045. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (11 de octubre de 2021). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Valle de Santiago, Guanajuato. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (15 de enero de 2024). Programa Municipal de Movilidad 2021-2024. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (2019). Programa Territorial Operativo 2019-2021. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMPLAN. (2023). Programa Urbano de Banquetas Verdes 2023. Valle de Santiago, Guanajuato, México: Instituto Municipal de Planeación de V. de S.
- IMTA. (2024). *Impactos socioambientales derivados del estrés hídrico y los cambios en el almacenamiento de agua*. (I. M. Agua, Productor) Recuperado el julio de 2024, de <https://www.gob.mx/imta/articulos/impactos-socioambientales-derivados-del-estres-hidrico-y-los-cambios-en-el-almacenamiento-de-agua?idiom=es#:~:text=El%20estr%C3%A9s%20h%C3%ADdrico%20representa%20el,agua%20y%20el%20agua%20disponible>.
- INECC. (2019). *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- INECC. (16 de diciembre de 2015). Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INECC. (2018). *Evaluación Estratégica del Avance Subnacional de la Política Nacional de Cambio Climático*. Recuperado el 5 de julio de 2024, de México ante el Cambio Climático: <https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2021/05/EVALUACION ESTRATEGICA AVANCE SUBNACIONAL PNC C.pdf>
- INECC. (2022). *Guía sobre Escenarios de Cambio Climático para Tomadores de Decisiones*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- INECC. (2020). *Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2010). *Compendio de Información Geográfica Municipal 2010*. Valle de Santiago Guanajuato. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

- INEGI. (2015). Encuesta Intercensal. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Panel Intergubernamental de Cambio Climático.
- IPCC. (2024). *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado el 1 de julio de 2024, de <https://www.ipcc.ch/>
- IPLANEG. (2024). *Ficha Técnica de Indicador. Cobertura de Servicios de drenaje en acbeceras*. Recuperado el 31 de julio de 2024, de Insittuto de Planeación Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato: <https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/PS.5.1.13.I1-Cobertura-de-servicios-de-drenaje-en-cabeceras-municipales.pdf>
- IPLANEG. (2018). *Plan Estatal de Desarrollo Visión 2040*. Instituto de Planeación Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato, Silao.
- IPLANEG. (2024). *Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 2050*. Silao: Instituto de Planeación Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato.
- IPLANEG. (2020). *Programa Regional de Desarrollo Guanajuato Región 4 Sur*. Silao: Instituto de Planeación Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato.
- IPLANEG. (2017). *Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Subregión 9 Lacustre*. Guanajuato: Gobierno del Estado de Guanajuato.
- IPLANEG. (2024). *Sobreexplotación de Acuíferos*. (I. d. Guanajuato, Productor) Recuperado el 19 de Julio de 2024, de <https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/ind35/indicadores/243>
- Mbow, C., & et.al. (2019). Food Security. En P. Shukla, & et.al., *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (<https://doi.org/10.1017/9781009157988.007> ed.). Intergovernmental Panel on Climate Change.
- NORA. (2024). *Climate Prediction Center*. (N. O. Aadministration, Productor) Recuperado el 22 de jul de 2024, de NAtiona Weather Service: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/strengths/index.php
- ONU. (2024). *Conferencias de la ONU sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 1 de julio de 2024, de Acción por el Clima: <https://www.un.org/es/climatechange/un-climate-conferences#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20que%20se%20han,respuestas%20multilaterales%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico>.
- ONU. (2024). *Objetivo 13*. Recuperado el 8 de julio de 2024, de Objetivos del Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Ortega-Ramírez, A., & Reyes-Tovar, M. (2024). Enfoques multidisciplinares hacia la sostenibilidad. *Primera edición*, 244. Bogotá D.C, Colombia: Publicaciones Universidad de América.

- Pfister, S., Koheler, A., & Hellweg, S. (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environmental Science & Technology*, 43 (11), 4098-4104.
- Pineda-Pastrana, O. (2011). *Análisis de Cambio de Uso de Suelo Mediante Percepción Remota en el Municipio de Valle de Santiago*. Tesis de Maestría en Geomática, Centro de Investigaciones en Geografía y Geomática, CentroGeo, México.
- PMDUOET 2045. (s.f.). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial PMDUOET*. Obtenido de IIMPLAN Valle de Santiago: <https://implan.valledesantiago.gob.mx/documentos-1.html>
- PND 2019-2024. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Gobierno de México.
- PNUMA. (2024). *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environmental Program, Nairobi.
- PROAIRE. (2013). *SEMARNAT*. Obtenido de Biblioteca SEMARNAT: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD003125.pdf>
- Secretaría de Economía. (2023). *Data México*. Recuperado el 20 de julio de 2024, de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/valle-de-santiago#economy>
- SEGOB, 2007. (Diciembre de 2007). Acuerdo de Organismos de Cuenca en Mexico. *Acuerdo en el diario Oficial de la Federacion*. (D. Oficial, Ed.) Mexico, Mexico.
- SEGURA, Á. M. (14 de mayo de 2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. 41 (17), 9. *Revista Espacios*.
- SEMARNAT. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- SEMARNAT. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- SEMARNAT. (2021). *Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024*. (Diario Oficial de la Federación) Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/681172/PECC-2021-2024.pdf>
- SEMARNAT. (08 de noviembre de 2021). Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (5 de Febrero de 2022). Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. *Programa Nacional*. (P. Oficial, Ed.) Mexico, D.F., Mexico.
- SEMARNAT. (30 de julio de 2020). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (S. d. Naturales, Ed.) México.
- Shoijet, M. (2008). *Límites del Crecimiento y Cambio Climático*. México: Siglo XXI Editores.
- SMAOT. (2024). (Sría. de M. Ambiente y Ord. Territorial, Productor) Recuperado el 11 de julio de 2024, de Subsistema de Información Geográfica y Medio Ambiente del Estado de Guanajuato: <http://mapas.ecologia.guanajuato.gob.mx/libs/msfw/apps/multisearchcenter/>
- SMAOT. (2021). *Actualización del Diagnóstico Climatológico del Estado de Guanajuato*. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, Guanajuato.

SMAOT. (2022). *Actualización de la Prospectiva sobre Vulnerabilidad al Cambio Climático del Estado de Guanajuato*. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, Guanajuato.

SMAOT. (2019). *Inventario Estatal de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero de Guanajuato Actualizado*. Guanajuato, Guanajuato: Centro Mario Molina.

SMAOT. (s.f.). Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del estado de Guanajuato 2020. Guanajuato, Guanajuato, México: Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial .

SMN. (2024). *Monitor de Sequía*. (CONAGUA, Productor) Recuperado el 24 de julio de 2024, de Sistema Meteorológico Nacional:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>.

SNCC. (2024). *Sistema Nacional de Cambio Climático*. Recuperado el 2 de julio de 2024, de México ante el Cambio Climático: <https://cambioclimatico.gob.mx/sistema-nacional-de-cambio-climatico/>

SPP. (204). *Atlas de Peligros y Riesgos del estado de Guanajuato*. Recuperado el 04 de julio de 2024, de Secretaría de Seguridad Pública:

<https://seguridad.guanajuato.gob.mx/proteccion-civil/atlasdepeligrosyriesgos/atlasestatal/>

Villaseñor-Ocampo, D., & et.al. (2020). *Índices de marginación 2020*. México: CONAPO.

9.3 Glosario

Acuerdo de París. Convenio adoptado mediante la decisión 1/CP.21 durante el 21er período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (LGCC).

Adaptación. Los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o a sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (IPCC, 2007).

Año base. Es aquel cuyos datos de emisiones de GyCEI se toman como referencia, para fines de comparación con los datos de los mismas emisiones estimados para años posteriores.

Calentamiento Global. Es la manifestación más evidente del cambio climático, y se refiere al incremento de las temperaturas terrestres y marinas a nivel global. En las tres últimas décadas la superficie de la Tierra se ha vuelto cada vez más cálida, y se han superado los registros de cualquier época precedente a 1850 (IPCC).

Cambio Climático. Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana basados en periodos superiores a 30 años, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (LGCC).

Carbono negro. La componente de partículas de los GyCEI, constituidos en su mayor parte por tamaños de 2.5 micras y que forman lo que comúnmente se denomina hollín.

Contribuciones determinadas a nivel nacional. Conjunto de objetivos, metas asumidas por México, en el marco del Acuerdo de París, en materia de mitigación y adaptación al cambio climático por cumplir los objetivos a largo plazo de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (LGCC).

Efecto Invernadero. El efecto invernadero ocurre de manera natural en la atmósfera de la Tierra, y permite que exista la vida tal y como la conocemos en el planeta; pues sin él, la temperatura promedio de la Tierra sería inferior a los -18°C (Gobierno de México).

Energías Renovables. Las energías renovables son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Un

ejemplo de estas fuentes son, por ejemplo, la luz solar y el viento; estas fuentes se renuevan continuamente. Las fuentes de energía renovable abundan y las encontramos en cualquier entorno (ONU).

Fuentes fijas. Se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes móviles. Camiones de carga, autobuses, automóviles, motocicletas; así como aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias (INECC).

Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Aquellas partículas y componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación infrarroja (LGCC).

Inventario de Emisiones GyCEI. Es un instrumento de gestión ambiental esencial para la toma de decisiones que nos permite conocer la emisiones que se originan por las actividades humanas en todo el territorio (INECC, 2021).

Mitigación. Intervención humana para reducir las fuentes de gases de efecto invernadero o potenciar los sumideros (IPCC, 2007).

Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (IPCC). Órgano internacional encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático (LGCC).

Peligro. La relación de la ocurrencia de eventos climáticos, tales como cambios en la temperatura y precipitación, los fenómenos relacionados así como las afectaciones sociales y económicas derivadas de las mismas ("Diversas instancias rectoras").

Potencial de Calentamiento Global. Define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de un kg de gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂ (GWP).

Resiliencia. Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático (LGCC).

Residuos de Manejo Especial (RMU). Son los generados en industrias y establecimientos de servicios, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus procesos y de sus envases, embalajes o empaques (SEMARNAT, 2017).

Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que

proviene de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole (SEMARNAT, 2017).

Riesgo. Producto de la probabilidad por la consecuencia. También puede referirse a consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está expuesto a un peligro y en desenlace es incierto, reconocido a la diversidad de valores (Marco Común de Reportes GCoM).

Seguridad alimentaria. La seguridad alimentaria es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad (SAGARPA, 2023).

Sequías. Las sequías constituyen un fenómeno natural que se manifiesta con una deficiencia de humedad anormal y persistente, que tiene un impacto adverso en la vegetación, los animales y las personas (IMTA, 2019).

Sumideros de carbono. Todo proceso, actividad o mecanismo que sustrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero (IPCC, 2007).

Vulnerabilidad. Propensión o predisposición de las personas, bienes y sistemas a ser afectados negativamente por el evento (peligro). La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014).

9.4 Siglas y acrónimos

ANP	Áreas Naturales Protegidas
ANVCC	Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático
CFC	Clorofluorocarbono
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO2	Dióxido de Carbono
COCLIMA	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Guanajuato
CONAHCYT	Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
COP	Conferencia de las partes
COPLADEG	Consejo de Planeación del Estado de Guanajuato
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
CTEMG	Código Territorial para el Estado y los Municipios del estado de Guanajuato
DBGIR	Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ENSO	El Niño Southern Oscillation
GEI	Gases de Efecto invernadero
GyCEI	Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
IMPLAN	Instituto Municipal de Planeación de Valle de Santiago
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
LCC	Ley de Cambio Climático (Guanajuato)
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGDC	Ley General de Desarrollo Social
LPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PACMUN	Planes de Acción Climática Municipal
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PECCGTO	Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato

PED	Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato 2040
PEDUOET	Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 2040
PEDUOET 2050	Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 2050
PGM	Programa de Gobierno Municipal 2021-2024
PMC	Programa Municipal de Cambio Climático
PMD	Plan Municipal de Desarrollo
PMDUOET	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial visión 2045
PMDDU	Programa Municipal de desarrollo Urbano
PMGIRSU	Programa Municipal Para La Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRDG4	Programa Regional de Desarrollo del Estado de Guanajuato Región 4 sur
PRDG9	Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Subregión 9
PSMARN	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PTO	Programa Territorial Operativo
RCP	Representative Climate Pollutants
SAPAM	Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado Municipal
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SIMUPLAN	Sistema Municipal de Planeación
SINACC	Sistema Nacional de Cambio Climático
SMAOT	Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (Guanajuato)
SEDESHU	Secretaría de Desarrollo Social y Humano de Guanajuato
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial
UERA	Unidades Económicas Rurales Agrícolas
UMA	Unidad de Manejo Ambiental

9.5 Mapas

Se anexan en archivo digital

9.6 Imágenes editables

Se anexan en archivo digital

9.7 Gráficos editables

Se anexan en archivo digital

9.8 Memoria de cálculo GyCEI

Se anexan en archivo digital

9.9 Memoria del taller de grupos de enfoque

Se anexa en archivo digital