

Escenario de Riesgo por Déficit Hídrico · Aguascalientes 2026

1 de octubre de 2026 · Elaboración: Biól. Luis Felipe Lozano Román

Instituto Municipal de Biodiversidad y Protección Ambiental (IMBIO), Pabellón de Arteaga.

Resultados

En un año seco como 2023, 65,531 habitantes de 296 localidades quedan en riesgo alto o muy alto por déficit hídrico; en la temporada 2026, que fue casi normal, ninguno. Estructuralmente, sin importar el año, 51,139 habitantes de 187 localidades viven en riesgo alto o muy alto, casi todos en Asientos, Rincón de Romos, Tepezalá y Cosío.

Escenario	Muybajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Alto + muy alto
Estructural (1981–2025)	12,353	1,111,776	243,522	50,808	331	51,139
Temporada 2026 (observada)	867,154	520,563	31,073	0	0	0
Año seco de referencia (2023)	0	1,007,971	345,288	65,506	25	65,531

Habitantes por nivel de riesgo, en las 946 localidades con datos completos del Censo 2020 (1,418,790 habitantes, 99.5 % del estado).

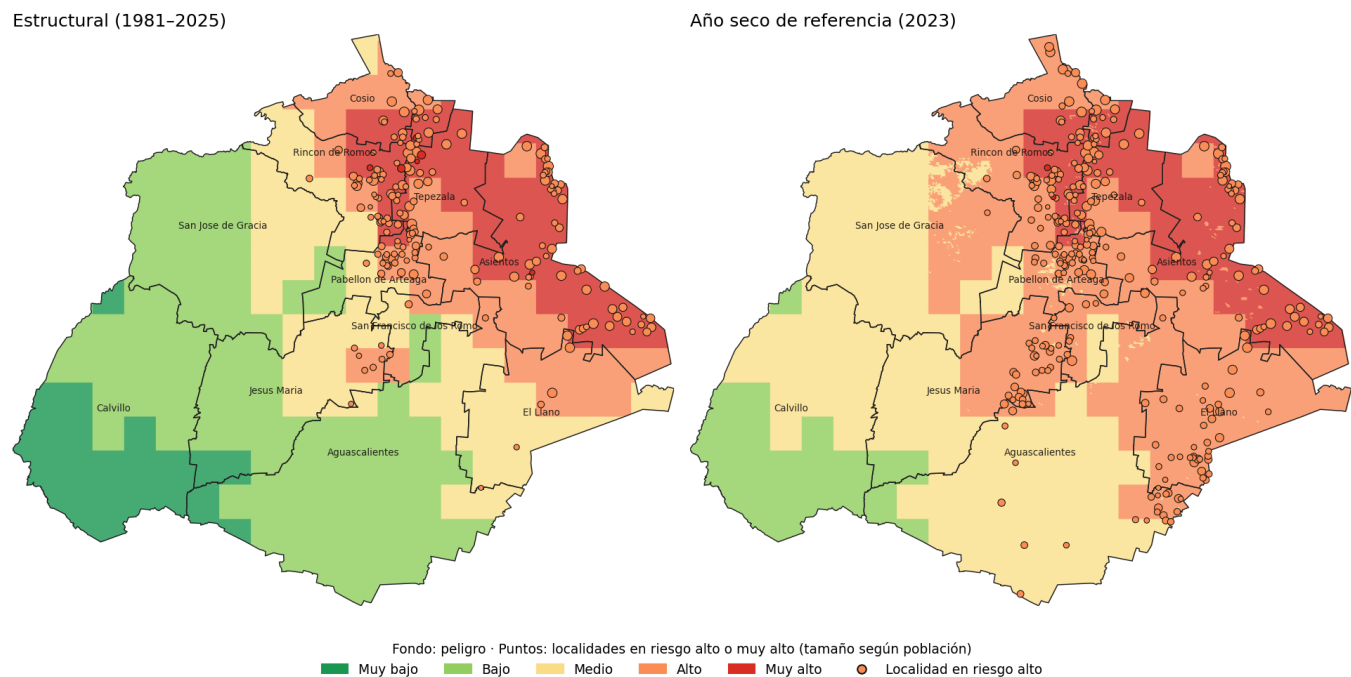


Figura 1. Fondo: peligro en cinco clases. Puntos: localidades en riesgo alto o muy alto, con tamaño según su población. El año seco extiende el riesgo alto al centro y al oriente del estado, pero el núcleo sigue en el nororiente.

Temporada 2026. Llovió 96.5 % de lo normal entre el 1 de junio y el 31 de agosto. El SPI estatal fue -0.08, la salud de la vegetación (VHI) 75 y la humedad del suelo quedó arriba de lo normal ($z = +0.47$). El déficit se concentró en el sur: Calvillo (SPI -0.54) y el municipio de Aguascalientes (-0.29). El norte tuvo lluvia arriba de lo normal.

Año seco de referencia (2023). Llovió 47.2 % de lo normal entre junio y septiembre. El SPI estatal fue -2.73, el VHI 13 y la humedad del suelo $z = -2.41$. La siembra de maíz de temporal cayó a 2,840 ha, contra unas 32,000 ha de un año normal, según el SIAP.

Peligro estructural. El temporal falla, es decir, deja menos de 350 mm entre junio y septiembre, en 4 % a 71 % de los años según la zona, con una media estatal de 30 %. Por superficie: 550 km² en peligro muy bajo, 2,278 bajo, 1,203 medio, 856 alto y 766 muy alto.

Municipios

El nororiente es estructuralmente el más expuesto: en Tepezalá y Asientos el temporal falla más de la mitad de los años, y en Calvillo solo uno de cada ocho. En el año seco, Asientos y Rincón de Romos suman 35,191 de los 65,531 habitantes en riesgo alto.

Municipio	Años con < 350 mm (%)	Lluvia media jun-sep (mm)	Peligro estructural (1-5)	SPI 2026	SPI 2023	Peligro escenario 2023 (1-5)	Hab. riesgo alto, estructural	Hab. riesgo alto, 2023
Tepezalá	58	339	4.73	+0.38	-2.76	4.76	9,462	10,805
Asientos	56	340	4.63	+0.31	-3.43	4.71	20,950	19,034
Cosío	49	354	4.19	+0.34	-2.25	4.53	3,560	6,736
Rincón de Romos	47	360	3.90	+0.25	-2.45	4.29	12,102	16,157
El Llano	40	370	3.43	-0.12	-3.51	4.03	2,791	5,365
Pabellón de Arteaga	38	391	3.26	+0.19	-2.50	3.84	2,058	3,071
San Francisco de los Romo	32	412	3.13	+0.13	-2.82	3.82	62	597
Jesús María	24	440	2.42	+0.03	-2.45	3.35	125	2,867
San José de Gracia	22	454	2.30	-0.08	-2.54	3.19	0	13
Aguascalientes	21	436	2.21	-0.29	-2.67	3.23	29	886
Calvillo	12	509	1.51	-0.54	-2.52	2.59	0	0

Valores medios por municipio. “Hab. riesgo alto” suma los habitantes de localidades en riesgo alto o muy alto. En 2026 ningún municipio tuvo localidades en riesgo alto; el máximo fue riesgo medio, con 10,843 habitantes en Asientos y 8,973 en Rincón de Romos.

Localidades prioritarias

Las localidades en riesgo alto son casi las mismas en el escenario estructural y en el año seco: 184 de las 187 en riesgo estructural alto también lo están en 2023. Esa coincidencia las vuelve la lista de atención prioritaria

ante una sequía. En total, 299 localidades (67,775 habitantes) aparecen en riesgo alto en al menos uno de los dos escenarios.

Localidad	Municipio	Población 2020	Viviendas sin cisterna (%)	Cultivos en 2 km (%)	Vulnerabilidad (1-5)	Riesgo estructural	Riesgo 2023	Riesgo 2026
Pablo Escaleras	Rincón de Romos	3,415	94	33	2.67	3.44	3.54	2.37
Guadalupe de Atlas	Asientos	2,653	91	78	2.77	3.72	3.65	2.49
San Jacinto	Rincón de Romos	2,554	81	68	2.78	3.55	3.61	2.43
El Chayote	Tepezalá	1,754	75	62	2.70	3.68	3.62	2.46
El Refugio de Providencia	Cosío	1,578	94	82	2.98	3.72	3.75	2.53
Noria del Borrego	Asientos	1,555	96	74	2.98	3.75	3.74	2.54
El Bajío	Rincón de Romos	1,525	96	61	2.98	3.68	3.76	2.52
Pilotos	Asientos	1,495	94	35	2.64	3.63	3.60	2.43
Carboneras	Tepezalá	1,494	81	65	2.92	3.57	3.62	2.47
Bimbaletes Aguascalientes (El Álamo)	Asientos	1,399	80	53	2.52	3.55	3.50	2.37
Los Alamitos	Tepezalá	1,197	93	78	3.06	3.88	3.83	2.60
California	Rincón de Romos	1,188	92	67	3.06	3.91	3.86	2.62
Ejido la Guayana (Rancho Seco)	Jesús María	1,183	95	56	2.81	3.35	3.51	2.37
Jarillas	Asientos	1,178	96	78	3.06	3.66	3.76	2.53
Santa María de la Paz	Cosío	1,096	94	64	2.98	3.45	3.65	2.44
Santa Rosa (El Huizache)	El Llano	1,048	85	77	3.07	3.50	3.66	2.48
San José del Río	Asientos	1,041	85	64	2.84	3.77	3.71	2.52
San Rafael de Ocampo	Asientos	1,002	85	49	2.75	3.71	3.65	2.48
El Refugio de Agua Zarca	Cosío	997	91	79	3.06	3.55	3.71	2.49
El Polvo	Asientos	996	96	34	2.81	3.75	3.70	2.51
Ojo de Agua de los Montes	Tepezalá	966	97	56	2.89	3.80	3.79	2.54
Mesillas	Tepezalá	943	99	33	2.79	3.74	3.74	2.50
La Luz	El Llano	933	93	70	3.13	3.68	3.76	2.55

San Juan de la Natura	Rincón de Romos	910	96	70	3.21	3.63	3.80	2.55
Bimbaletes Atlas (Tanque de la Vieja)	Asientos	872	92	69	2.98	3.85	3.80	2.58

Las 25 localidades más pobladas en riesgo alto (≥ 3.5) en el escenario estructural o en el de 2023. Riesgo en escala 1–5. La lista completa, con los siete indicadores, está en `localidades_riesgo.csv` y en el visor.

Metodología

El riesgo combina un peligro y una vulnerabilidad, ambos en escala 1–5, con media geométrica. Es el esquema de susceptibilidad $\times$ factor desencadenante que usan CENEPRED y CENAPRED. Si cualquiera de los dos es bajo, el riesgo queda bajo.

Peligro del escenario = $\sqrt{(\text{peligro estructural} \times \text{peligro de la temporada})}$

Riesgo = $\sqrt{(\text{peligro del escenario} \times \text{vulnerabilidad})}$

Peligro estructural (susceptibilidad). Es el porcentaje de temporadas (1 de junio a 30 de septiembre, 1981–2025) con menos de 350 mm de lluvia según CHIRPS (~5 km). Se clasifica en 1–5 con cortes en 10, 25, 40 y 55 %. Se descartaron la lluvia media y el coeficiente de variación porque están muy correlacionados con la frecuencia ($r = -0.95$ y 0.91) y la duplicarían.

Peligro de la temporada (desencadenante). Combina tres indicadores, cada uno clasificado en 1–5:

Indicador	Fuente y referencia	Ventana	Clases 2–5	Peso AHP
SPI de la temporada (gamma)	CHIRPS diario, clima 1991–2020	Desde el 1 de junio	< -0.5, -1.0, -1.5, -2.0	0.50
VHI = 0.5 VCI + 0.5 TCI	MODIS MOD13Q1 y MOD11A2, 2001–2025	Desde el 1 de agosto	< 40, 30, 20, 10 (Kogan)	0.25
Humedad del suelo 0–28 cm (z)	ERA5–Land diario, 1991–2020	Desde el 1 de junio	< -0.5, -1.0, -1.5, -2.0	0.25

Cada ventana termina en el último dato disponible y la climatología usa exactamente los mismos días. En 2026 llegaron al 31 de agosto (CHIRPS), al 29 de agosto (MODIS) y al 23 de septiembre (ERA5–Land). El VHI no se calcula en zona urbana ni en cuerpos de agua (ESA WorldCover); ahí el peligro usa solo SPI y humedad del suelo, con sus pesos reescalados.

Vulnerabilidad. Se calcula para cada localidad del ITER 2020 con siete indicadores clasificados en 1–5 y ponderados por AHP:

Indicador	Componente	Clases 2–5	Peso AHP
Viviendas sin agua entubada (%)	Fragilidad	> 2, 5, 10, 25	0.247
Superficie de cultivo en 2 km (%)	Exposición de medios de vida	> 10, 25, 40, 60	0.247
Viviendas sin cisterna (%)	Resiliencia (almacenamiento)	> 50, 65, 80, 90	0.140
Tamaño de localidad (hab.)	Acceso a abasto alternativo (pipas)	< 15,000, 2,500, 500, 100	0.140

Escolaridad promedio (años)	Capacidad de respuesta	< 10, 9, 8, 7	0.076
Población sin derechohabencia (%)	Fragilidad	> 20, 30, 40, 50	0.076
Población de 65 años y más (%)	Fragilidad	> 6, 9, 12, 15	0.076

La superficie de cultivo sale de ESA WorldCover 2021. El peligro de cada localidad es el promedio en un radio de 2 km. Para los niveles, el índice continuo se redondea al entero más cercano: 1 muy bajo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto.

Calibración y validación

El umbral de 350 mm separa mejor las temporadas con pérdida agrícola grave. Para calibrarlo se cruzó la lluvia de junio a septiembre sobre las zonas de cultivo de cada municipio con la superficie siniestrada de maíz grano y frijol de temporal, ciclo primavera-verano (SIAP, cierre agrícola municipal 2003–2025). Son 246 pares municipio-año con al menos 200 ha sembradas. La correlación entre lluvia y fracción siniestrada es $r = -0.60$.

Umbral (mm)	Detección de años con ≥ 40 % siniestrado	Falsas alarmas	Índice de Youden
300	41 %	9 %	0.32
350	75 %	15 %	0.60
400	92 %	31 %	0.61

Entre 350 y 410 mm el índice de Youden queda en una meseta (0.56–0.59 en promedio de dos definiciones de evento). Se eligió 350 mm porque es el mejor umbral en los años con reporte confiable de siniestros (2003–2016, 2019 y 2023; $n = 171$, $r = -0.64$) y porque genera menos falsas alarmas. Desde 2017 el SIAP reporta siniestro cero en casi todos los años, incluso con rendimientos bajos, lo que resta valor a esos registros.

Pesos AHP. Las dos matrices de comparación por pares (escala de Saaty) son consistentes. La del peligro de la temporada tiene $CR = 0.00$: el SPI pesa el doble que el VHI y que la humedad del suelo, por ser la medida directa del déficit. La de vulnerabilidad tiene $CR = 0.003$: acceso al agua y dependencia agrícola pesan más, seguidos de almacenamiento y tamaño de localidad.

Validación con años conocidos. El modelo distingue un año normal de uno seco y conserva el orden de los municipios en ambos.

- **2023, sequía:** el peligro de la temporada queda en alto o muy alto en todo el estado (5,652 km²), con SPI de -2.25 a -3.51 en los 11 municipios. Coincide con lo que reporta el SIAP: ese año se sembraron 2,840 ha de maíz de temporal y se siniestró 76 %.
- **2026, temporada casi normal:** el peligro de la temporada queda en muy bajo en 4,811 km² y bajo en 842 km².
- **2009 y 2011, sequías históricas:** 2011 está entre las tres temporadas más secas de la serie 1981–2025 (242 mm de media estatal, junto con 2023 y 1982) y el SIAP registra 99 % de siniestro. En 2009 el siniestro fue de 93 % con 324 mm: la pérdida vino de cómo se repartió la lluvia dentro de la temporada, algo que un acumulado de cuatro meses no capta.

Limitaciones y uso

El estudio mide el riesgo de que falle el temporal: pérdida de cosechas de temporal, bordos sin agua y presión sobre el abasto rural. No mide el abasto urbano, que en Aguascalientes depende del acuífero y no de la lluvia de una temporada; por eso la capital queda en riesgo bajo.

- **Resolución.** CHIRPS tiene celdas de ~5 km y ERA5–Land de ~9 km. Los límites entre clases son graduales y no deben leerse a escala de parcela.
- **Clase “muy alto” casi vacía.** La vulnerabilidad rural se concentra entre 2.5 y 3.2, así que aun con peligro 5 el riesgo rara vez pasa de 4. Refleja la buena cobertura de agua entubada del estado; el índice continuo del visor sirve para ordenar prioridades dentro del nivel alto.
- **Localidades sin datos.** Se excluyen 1,076 localidades cuyos datos están protegidos por INEGI por tener menos de tres viviendas (6,817 habitantes, 0.5 % del estado).
- **Distribución de la lluvia.** El índice usa acumulados de la temporada y no capta una canícula prolongada con total normal, como ocurrió en 2009.
- **Siniestros del SIAP.** Desde 2017 el SIAP reporta siniestro cero en casi todos los años, lo que limita la calibración a los años anteriores.
- **Escenario 2027.** El escenario prospectivo, como el de CENEPRED, requiere el pronóstico estacional del SMN o del IRI para la temporada 2027. Cuando esté disponible se usa como peligro de la temporada sin cambiar el resto del modelo.

Visor y archivos

El visor está publicado en <https://riesgo.imbio.info>. Es un sitio estático que sirve la carpeta `visor/`. Permite cambiar entre los escenarios estructural, 2026 y 2023, ver once capas raster, consultar cada localidad con sus indicadores y buscar localidades o municipios.

Archivo	Contenido
<code>visor/</code>	Sitio estático (HTML y Leaflet) con sus datos en <code>visor/data/</code>
<code>salidas/localidades_riesgo.csv</code>	Indicadores, vulnerabilidad y riesgo de las 946 localidades
<code>salidas/resultados_gee.json</code>	Medias, superficies por clase y tabla municipal de cada escenario
<code>salidas/calibracion_pares.csv</code>	Pares municipio–año de lluvia y siniestro (SIAP)
<code>gee/modelo.py</code>	Modelo completo en Python para Earth Engine
<code>deficit_hidrico_agr_peligro.js</code>	El mismo modelo para el Code Editor de Earth Engine

Todo está en la carpeta `dev\riesgo-deficit-hidrico` del equipo de IMBIO. Para actualizar a una temporada nueva: `python -X utf8 gee/modelo.py 2027 2023`, después `post/procesar.py` y `post/armar_visor.py`.

Fuentes

- CHIRPS Daily v2.0, UCSB Climate Hazards Center, 1981–2026.
- MODIS MOD13Q1 v6.1 (NDVI) y MOD11A2 v6.1 (temperatura de superficie), NASA.
- ERA5–Land diario, ECMWF / Copernicus.

- [ESA WorldCover 2021 v200](#).
- INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020, Principales resultados por localidad (ITER), Aguascalientes.
- [SIAP, cierre de la producción agrícola por municipio 2003–2025](#), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Límites estatal y municipales oficiales de IMBIO (assets de Earth Engine).
- Kogan, F. N. (1995). Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11), 91–100.
- McKee, T. B., Doesken, N. J. y Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *8th Conference on Applied Climatology*.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.