

2. LA CUENCA BAJA DEL RÍO BRAVO

2.1 Descripción

En la antigüedad, al carecer de una infraestructura hidráulica eficiente para transportar recursos como el agua, las civilizaciones se asentaron cerca de fuentes seguras de agua, como los ríos y lagos que almacenan al mayor recurso utilizado por el hombre. Así también, con el desarrollo económico, el crecimiento de los asentamientos humanos, las zonas de riego y posteriormente el importante crecimiento de la industria, entre otras actividades, se generaron grandes asentamientos, cuyo desarrollo depende completamente del agua. Un ejemplo relevante, se encuentra en la región norte de México y sur de Estados Unidos, donde está ubicado el Río Bravo, el cual transporta agua que se emplea para consumo de ambos países y sus respectivas regiones fronterizas.

El Río Bravo o Grande ocupa el vigésimo lugar en longitud de los ríos del mundo, es el quinto río más largo de América del Norte y define el límite internacional entre los Estados Unidos y México. Debido a la asignación excesiva y al clima árido, la descarga fluvial del Río Bravo se reduce en tamaño a medida que fluye río abajo, lo que representa un gran desafío para gestionar los recursos hídricos transfronterizos entre los dos países.

El Río Grande, como se conoce en los Estados Unidos, o el Río Bravo, como se conoce en México, forma la frontera internacional entre los dos países para los 2,053 kilómetros del límite del río, que inicia en Ciudad Juárez, Chih./El Paso, Tx. y desemboca en el Golfo de México. Los dos principales afluentes, el Río Conchos y el Río Pecos, reviven el flujo superficial del Río Grande-Río Bravo después de que el río pasa a través del área llamada *Forgotten Rivers* al sur de El Paso, Texas. El río Conchos fluye desde la Sierra

Madre Occidental en México, lo que representa alrededor del 35 al 40% del flujo superficial en la cuenca inferior. Excepto por el deshielo en la cabecera de Colorado y el clima subtropical en la desembocadura cerca del Golfo de México, la mayor parte del río fluye a través de regiones áridas, incluido el desierto más grande de América del Norte, el Desierto Chihuahuense. Para gobernar la asignación del agua, Estados Unidos y México tienen dos tratados, firmados en 1906 y 1944, y varias regulaciones cooperativas referidas como *Minutes*. El crecimiento acelerado de la población, el consiguiente desarrollo económico y los cambios en el uso de la tierra están empujando los límites de la sostenibilidad y la calidad ambiental.

La cuenca del Río Bravo, desde su origen hasta su desembocadura se muestra en la figura 1, y se acostumbra dividirla en las siguientes subcuencas:

1. Cuenca Alta del Río Bravo.
2. Cuenca Cerrada.
3. Cuenca del Río Pecos.
4. Cuenca del Río Grande.

Cuenca Baja del Río Bravo

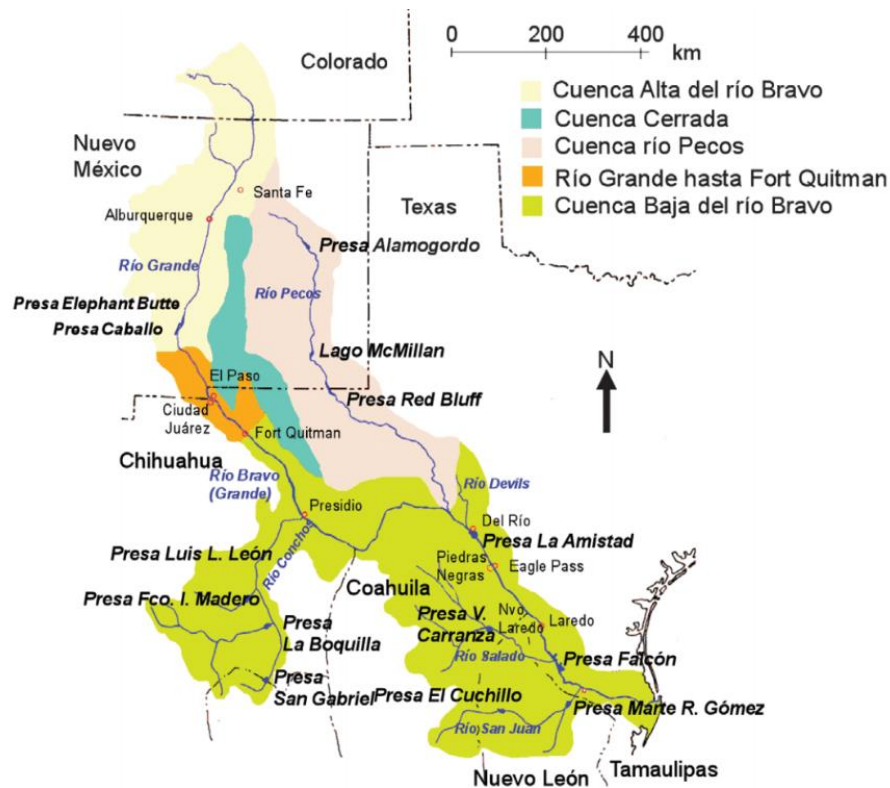


Figura 1 - Cuenca del Río Bravo. (Aparicio, et al. 2009)

De acuerdo al informe de las cuencas Hidrográficas de México, la cuenca transfronteriza del Río Bravo cubre una superficie total de aproximadamente 455,000 Km², poco más de la mitad de esta superficie corresponde a Estados Unidos (230,427 Km²) y la otra parte (225,242 Km²) corresponde a México (Von der Meden, et. al., 2010).

En cuanto a los afluentes más importantes para la cuenca en la región estadounidense, se cuenta con la aportación del Río Pecos. Por su parte, la región mexicana cuenta con tres importantes afluentes como lo son los Ríos Conchos, Sabinas y San Juan.

Para la cuenca mexicana, el Río Bravo es considerado como el río más largo y de mayor cuenca del país, abarcando, en parte, cinco estados: Durango, Chihuahua, Coahuila,

Nuevo León y Tamaulipas. Por su parte, Estados Unidos lo ubica como el cuarto más largo de su territorio, abarcando tres estados: Colorado, Nuevo México y Texas (Von der Meden, et. al., 2010).

Como se ha mencionado antes, debido a la gran población que se asienta a nivel binacional y de manera cercana al río, además de las actividades productivas que se generan en la zona, es necesario, tanto disponer de zonas protegidas para su desarrollo natural y escurrimiento propio hacia el afluente o río principal; como concesionar los usos de agua y evitar la sobreexplotación del volumen de agua que posee el río. Los usos consuntivos abarcan las siguientes actividades:

- Consumo doméstico y municipal.
- Agricultura (riego).
- Ganadería (consumo).
- Extracción (minería e industria en general).

Se conoce que, a nivel binacional, del total de poco más de 350 áreas naturales protegidas, que abarcan el 26% del total de la cuenca del río, el 72% se encuentra en Estados Unidos (8.6 millones de Ha), y el 28% en México (3.3 millones de Ha) (Von der Meden, et. al., 2010).

Respecto de las concesiones otorgadas para México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) otorga un total de 9,200 millones de m³ del agua que viaja por el Río Bravo, convirtiendo a la cuenca como la mayor zona concesionada del país, donde los títulos de concesión se reparten entre aguas superficiales (6,500) y aguas subterráneas (36,500). Así también, cabe destacar que el escurrimiento de la cuenca aguas debajo de la Presa Falcón (zona perteneciente a la Cuenca del Bajo Río Bravo), se reparte equitativamente para ambas

naciones (Von der Meden, et. al., 2010) conforme a lo establecido en el tratado firmado entre México y los Estados Unidos.

Como lo muestra la Figura 1, la cuenca mexicana del río Bravo contiene 3 subregiones: Cuenca Alta del Río Bravo, Cuenca Media del Río Bravo y Cuenca Baja del Río Bravo. Estas subdivisiones o subregiones hidrológicas se dividen en sus tributarios como se muestra a continuación (DOF, 2011), en la Tabla 1.

Subregión	División	Cuenca			Superficie Kilómetros cuadrados			
		No.	Nombres	Descripción				
ALTO BRAVO	Única	1	Río Bravo 1	Desde la Presa derivador internacional Ciudad Juárez hasta la EH Fort Quimán	3,579			
		2	Río Bravo 2	Desde la EH Fort Quimán hasta la EH Presidio	3,503			
	Subtotal Alto Bravo				7,082			
SESENTETRES	Conchos	3	Río Florido 1	Las cuencas hidrográficas que integran esta Subregión corresponden a las cuencas de los ríos señalados en el inciso c de la parte B del artículo 4 del Tratado sobre Aguas Internacionales de 1944	1,150			
		4	Río Florido 2		1,584			
		5	Río Florido 3		4,661			
		6	Río Panal		1,159			
		7	Río Balleza		1,525			
		8	Río Conchos 1		19,478			
		9	Río San Pedro		10,461			
		10	Río Conchos 2		9,843			
		11	Río Cuviscar		395			
		12	Río Conchos 3		6,508			
		13	Río Conchos 4		9,006			
		A. Vacas	18		Arroyo de las Vacas	935		
		San Diego	19		Río San Diego	2,225		
	San Rodrigo	21	Río San Rodrigo	2,717				
	Escondido	23	Río Escondido	3,810				
	Salado	26	Río Sabinas	12,825				
		27	Río Nadadores	23,086				
		28	Río Salado	25,436				
		Subtotal Seis Tributarios				136,804		
		MEDIO BRAVO	Única	14	Río Bravo 3	Las cuencas hidrográficas que integran esta Subregión corresponden a aquellas drenadas por el cauce principal del Río Bravo tal como se señala en el inciso d de la parte B del artículo 4 del Tratado sobre Aguas Internacionales de 1944	6,339	
	15			Río Bravo 4	16,400			
	16			Río Bravo 5	6,069			
	17			Río Bravo 6	259			
	20			Río Bravo 7	204			
	22			Río Bravo 8	375			
	24			Río Bravo 9	827			
	25			Río Bravo 10	6,172			
	29			Río Bravo 11	3,081			
Subtotal Medio Bravo				39,726				
BAJO BRAVO	Álamo			30	Río Álamo		Desde su origen hasta la EH Méjer	4,297
				31	Río Salinas		Desde su origen hasta la EH Tamolé	12,440
	San Juan			32	Río Pesquería		Desde la EH Tamolé hasta la EH Los Herreros	8,385
				33	Río San Juan 1		Desde su origen hasta la Presa El Cuchillo	9,147
		34	Río San Juan 2	Desde la EH Los Herreros y Presa El Cuchillo hasta la EH Los Álamos	1,334			
		35	Río San Juan 3	Desde la EH Los Álamos hasta la EH Camargo	2,987			
	Bravo Abajo Falcón	36	Río Bravo 12	Desde Presa Falcón y EH Méjer y Camargo hasta la EH Anzálguas	2,679			
		37	Río Bravo 13	Desde la EH Anzálguas hasta la EH Matamoros, Goib de México	1,394			
Subtotal Bajo Bravo				433,663				
Total Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos				226,275				

Tabla 1 - Descripción de las subregiones de la Cuenca del Bajo Bravo.

2.2 Clima

El clima en general en la cuenca es muy variado, si bien se caracteriza por ser un clima seco y que carece de nubosidad y precipitaciones. En perspectiva, en la zona aguas abajo de la presa Falcón, perteneciente a la subregión del Bajo Río Bravo, se conoce que el clima es subhúmedo, el cual oscila entre las temperaturas de 10 a 22°C (Aparicio, et. al., 2009)

En la Figura 2 se presenta el mapa climático de México, en el cual puede observarse que la mayor parte de la cuenca del río Bravo tiene climas áridos. Para el caso de la cuenca baja, objeto de estudio de este proyecto, la clasificación climática es BSh y Cwa en el sistema de Köppen. El primero corresponde a un clima seco de estepa con precipitaciones menores a 250 mm anuales, y el segundo (hacia el Golfo de México) a un clima templado cálido con lluvias en verano.

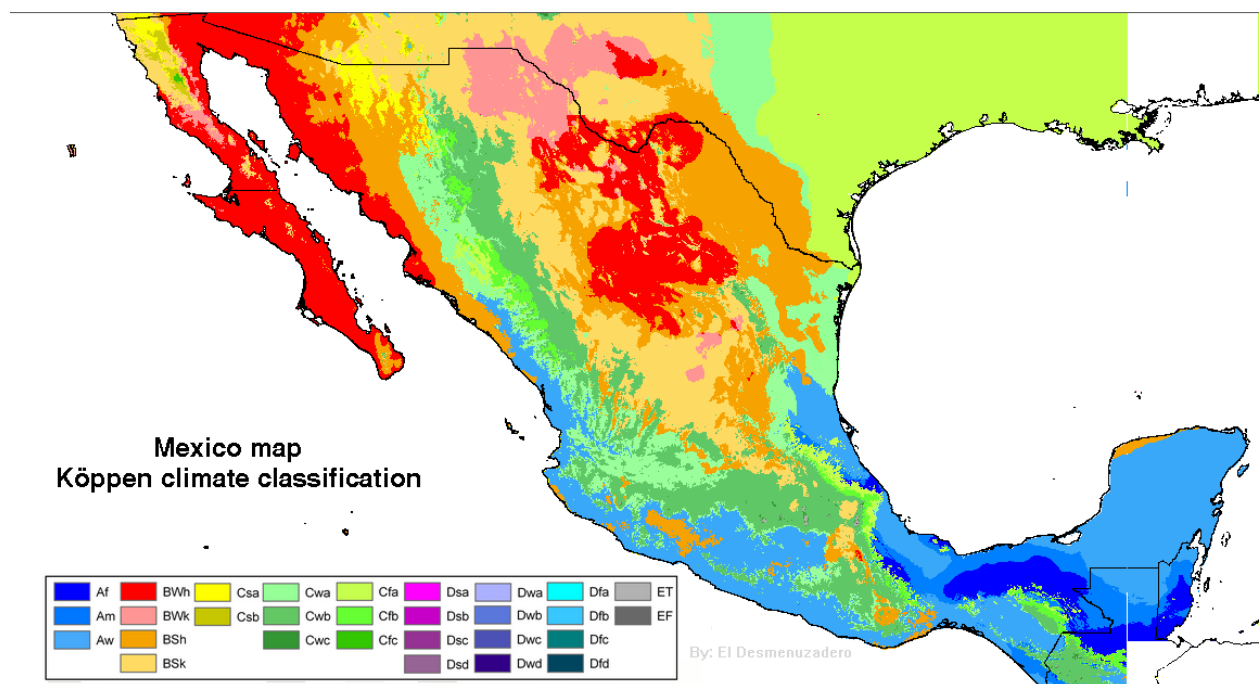


Figura 2 - Climas en la república mexicana, de acuerdo con la clasificación de Köppen (Wikimedia Commons).

En la Figura 3 se muestra la clasificación climática de la región usada por la CONAGUA para propósitos de planeación, y que exhibe mayor detalle de la variabilidad de climas en la cuenca.

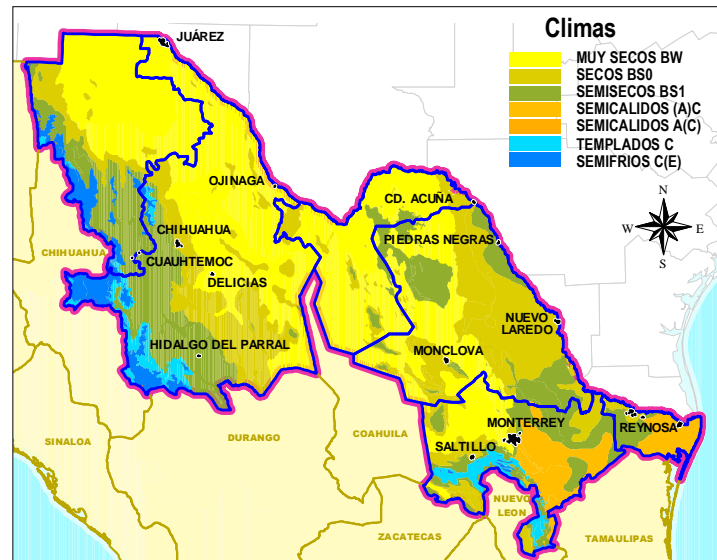


Figura 3 - Climas en la cuenca del río Bravo (CNA, 2003).

Precipitación

En la Figura 4 se muestra la normal de la lluvia en México, calculada en el periodo 1981-2010 (CONAGUA, 2016). Como puede observarse, la cuenca del Río Bravo tiene una alta variabilidad, cambiando de muy baja en su inicio en el estado de Chihuahua, a media en la desembocadura del río en el Golfo de México.

La precipitación general abarca, entonces, un rango entre los 169 a 1203 mm anuales en la cuenca, como puede observarse en la Figura 5. Particularmente, en la Tabla 2, se muestra la precipitación media por regiones hidrológicas en el periodo de 1941-2000.

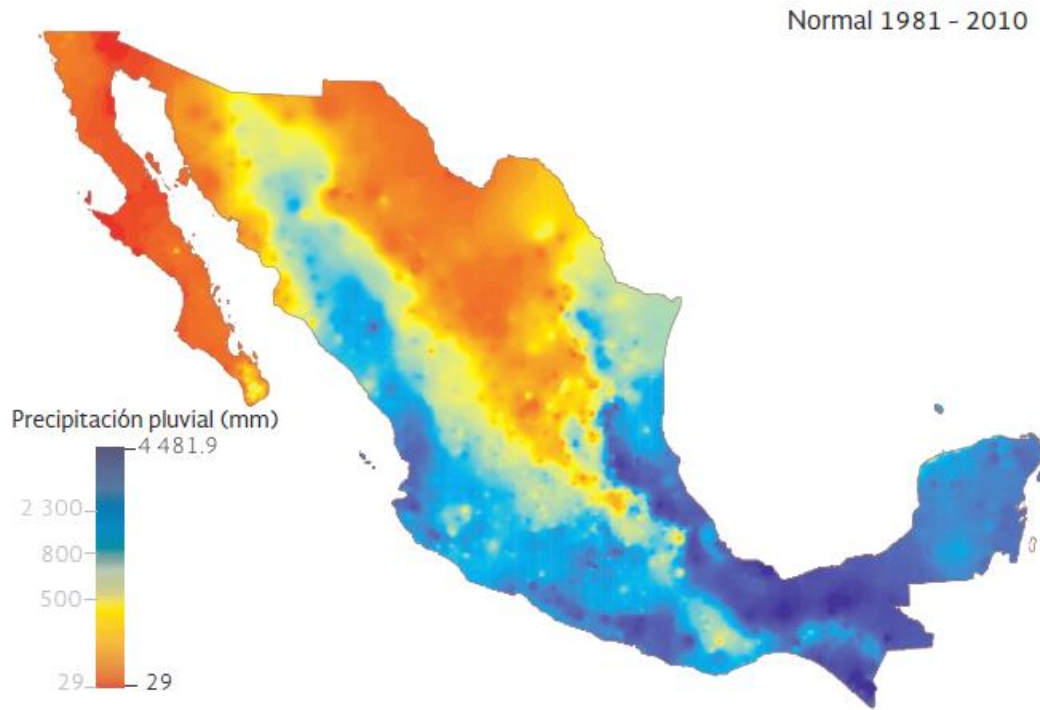


Figura 4 - Precipitación normal en la República Mexicana (CONAGUA, 2016)

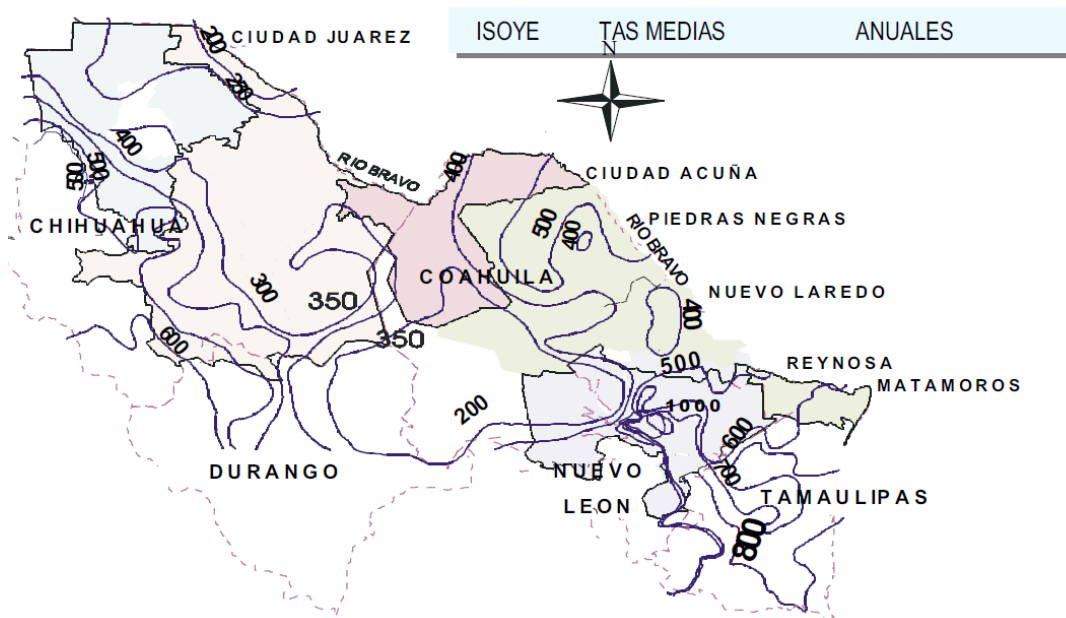


Figura 5 - (CNA, 2003)4. Isoyetas medias anuales en la región hidrológica.

En la Tabla 2, se puede observar que la parte Baja del Río Bravo es en la que se concentra la mayoría de la lluvia media anual en la cuenca y en la que se concentra en un área menor, lo que representa una gran ventaja en cuanto a la disponibilidad de los recursos, en una zona en la cual se concentran poblaciones e industrias de gran tamaño para ambos lados de la frontera.

Precipitación M edia por Regiones H idro lógicas 1941 - 2000				
Región hidro ló gica	Nom bre	Área	Lluvia M edia	Volu m en
		Km ²	m m	m ilbnes de m ³
24 -A	Río Bravo (Conchos)	87,673	383	33,570,207
24 -B	Río Bravo (Am istad- Falón)	111,424	368	40,967,033
24 -C	Río Bravo (Bajo Río Bravo)	48,066	559	26,848,377
Total		247,163	410 2	101,385,617

Tabla 2 - Precipitación media por regiones en la cuenca del río Bravo. (Aparicio, et. al., 2009)

Temperatura

La temperatura mensual mínima normal, muestra que los meses con menor temperatura son los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, mientras que los de mayor temperatura corresponden a los meses de junio, julio y agosto. Con ayuda de los datos recopilados en el periodo de 1961 a 1990, se puede observar la distribución de temperaturas en algunas zonas de la cuenca, incluida la zona de Bajo Río Bravo (Aparicio, et. al., 2009)

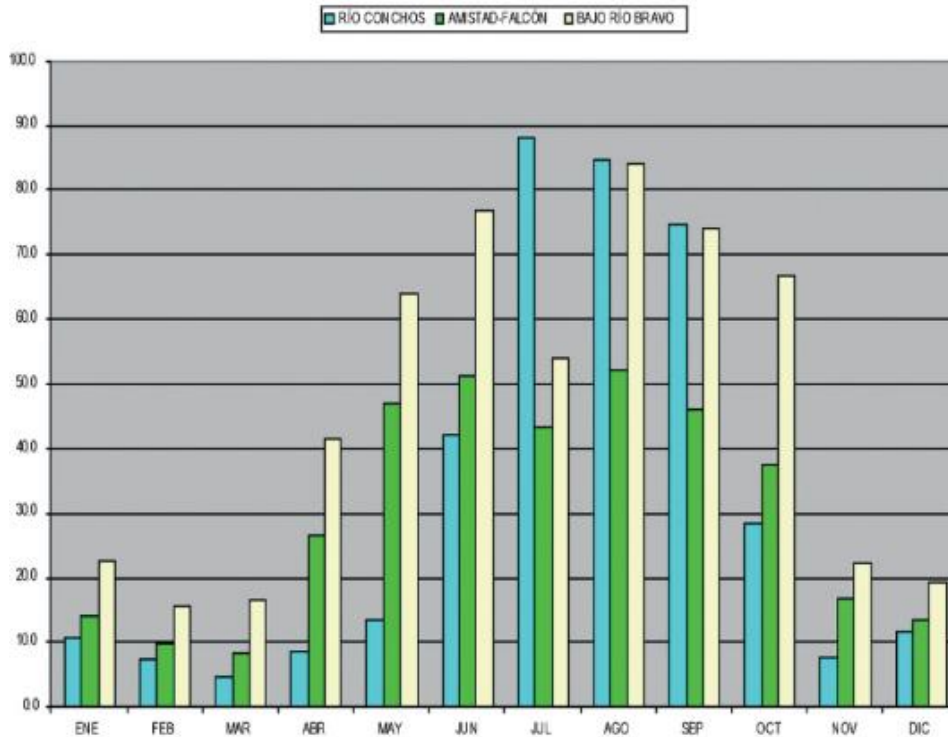


Figura 6 - Distribución mensual de la lluvia media anual (Aparicio, et. al., 2009)

Hidrología

El Plan Nacional Hidráulico 1981 estimó que del lado mexicano se generan 6,383 millones de m³ de escurrimiento medio anual, de donde el río Conchos aporta 37%, el río San Juan 21%, y el colector principal y los no aforados 17%. Los demás afluentes aportan el 25% restante. Adicionalmente, con base en el Tratado de 1906, se reciben 74 millones de m³ al año en Ciudad Juárez procedentes de los Estados Unidos a través del río Grande (Aparicio, et. al., 2009)

Por otra parte, la evaporación media anual sobre la cuenca es de 2,100 mm, donde, de acuerdo a la Figura 7 la zona norte del país es fuertemente asediada por las altas temperaturas y la falta de precipitaciones. Además, en la cuenca hay condiciones áridas y

semiáridas en la mayoría de la superficie, excepto en la zona sureste, en donde se tienen características sub-húmedas.

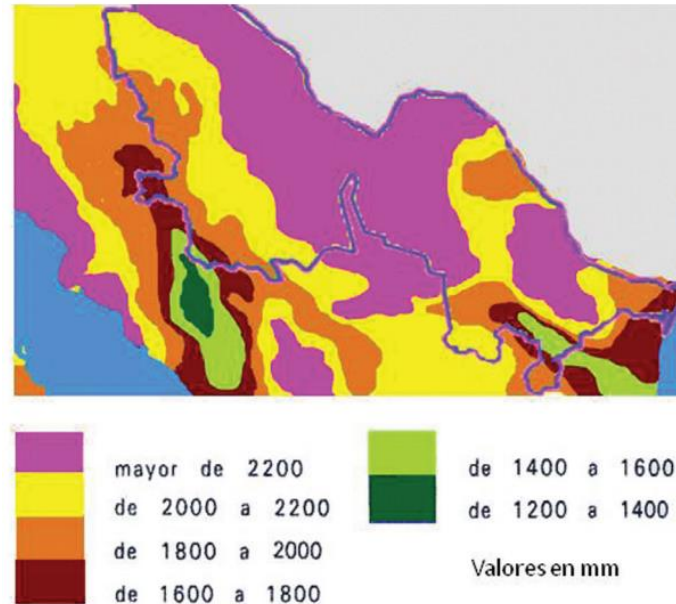


Figura 7 - Evaporación total anual, mm (Aparicio, et. al., 2009)

Población

De acuerdo al censo de población y vivienda del año 2000, la región con mayor densidad poblacional urbana es aquella perteneciente al Bajo Bravo, donde el total poblacional es de poco más de 5 millones de habitantes. Como puede notarse, la población en la cuenca es predominantemente urbana (93% del total). En el caso de la subregión Bajo Río Bravo, el porcentaje de población urbana respecto del total es de 94%, la mayor parte de ella ubicada en las zonas metropolitanas de Monterrey y Saltillo.

Subregión Hidrológica	División	Población			Superficie (Km ²)	Densidad Habitantes/ Km ²
		Total	Rural	Urbana		
Alto Bravo	Única	1,237,754	16,662	1,221,092	7,082	175
TotalSubregión Hidrológica		1,237,754	16,662	1,221,092	7,082	175
Seis tributarios	Conchos	1,254,823	211,741	1,043,082	65,770	19
	Resto	576,881	46,324	530,557	71,034	8
TotalSubregión Hidrológica		1,831,704	258,065	1,573,639	136,804	13
Medio Bravo	Única	631,033	29,340	601,693	39,726	16
TotalSubregión Hidrológica		631,033	29,340	601,693	39,726	16
Bajo Bravo	Álamo	14,103	7,388	6,715	4,297	3
	San Juan	4,340,235	217,317	4,122,918	34,293	127
	Bravo Abajo Falcón	1,043,356	83,557	959,799	4,073	256
TotalSubregión Hidrológica		5,397,694	308,262	5,089,432	42,663	127
TotalRegión Hidrológica		9,098,185	612,329	8,485,856	226,275	40

Tabla 3 - Población total, urbana y rural por subregión hidrológica (DOF, 2011)

Aguas Subterráneas

En la Figura 8 se muestra la situación de disponibilidad de aguas subterráneas en la cuenca mexicana del río Bravo. Como puede observarse, existe un número importante de acuíferos con sobrexplotación. Por otra parte, algunos de los acuíferos con disponibilidad, en particular los ubicados en el tramo bajo del río Bravo, aguas debajo de la presa Falcón y hasta la desembocadura, contienen agua con un alto grado de salinidad, lo que no permite usarlos directamente para la agricultura o el abastecimiento de agua potable; a menos de que se incorporen costosos sistemas de desalinización.

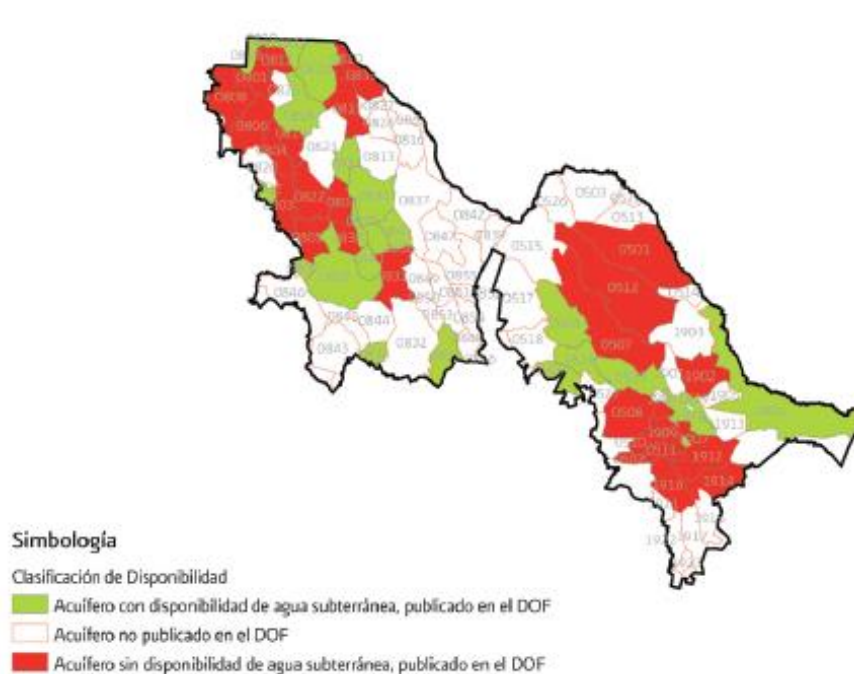


Figura 8 - Acuíferos con disponibilidad y sobreexplotados en la cuenca del río Bravo (CONAGUA, 2012).

El principal acuífero por su uso es el del Bolsón del Hueco, ubicado en ciudad Juárez-El Paso, que se encuentra fuertemente sobreexplotado, y que abastece de agua potable a ambas ciudades.

2.3 Principales usos del agua: ciudades y sistemas de riego

El agua del Río Grande-Bravo ha sido usada desde tiempos prehispánicos y coloniales a través de canales de irrigación y acequias. Del total de agua utilizada actualmente del lado mexicano de la cuenca (9,234 millones de m³), el 53% proviene de aguas superficiales y el resto de aguas subterráneas. Los principales usos del agua en la cuenca son el agrícola (83.8%), el urbano (12.8%), el industrial (2.2%) y la generación de energía eléctrica (1.2%). Es de notar que en esta cuenca se hace un uso no consuntivo del 21% del total de agua utilizado, pues se emplea en la generación de energía.

Otro uso que se le ha dado a lo largo de la frontera al cauce del Río Grande-Bravo ha sido estabilizar el límite entre Estados Unidos y México a través de la construcción de diques.

Con respecto al uso público en México, de acuerdo al censo del 2005 un 96 % de la población de la cuenca tiene acceso a agua potable (98% población urbana y 72% de la población rural) y 93% al alcantarillado (96% de la población urbana y 65% de la población rural).

Esta cuenca cuenta con la mayor capacidad instalada de plantas potabilizadoras de agua y de tratamiento de agua usadas a nivel nacional. Existen 57 plantas con una capacidad instalada para potabilizar 26 m³/s de agua. No obstante, estas plantas operan al 60% (15 m³/s) de su capacidad. Por otra parte, existen 188 plantas, para el tratamiento de aguas residuales, con una capacidad de 28 m³/s en la práctica tratan hasta un 78% (Von der Meden, et. al., 2010).

En la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, hay escasez de agua en las zonas de mayor desarrollo económico y dinámica demográfica, lo que conduce a que, en la medida en la que el consumo aumenta, la disponibilidad de agua per cápita tienda a disminuir (Aparicio, et. al., 2009).

Usos consuntivos

Se estima que se requiere un volumen anual de 11,881.301 millones de metros cúbicos para cubrir las extracciones totales de agua en la región hidrológica. De este volumen 4,789.9 millones de metros cúbicos corresponden a los usos no consuntivos asociados con la energía eléctrica, por lo que este volumen es retornado en su totalidad hacia aguas abajo de sus sitios

de extracción (plantas hidroeléctricas) para ser aprovechados por otros usuarios. De esta manera sólo el resto, 7,091.4 millones de metros cúbicos corresponde a extracciones para usos consuntivos, de los que sin embargo también se retorna una parte al sistema como aguas residuales. Sin considerar el aprovechamiento no consuntivo, en la región el 84% del agua se destina para riego en la agricultura, mientras que el 16% restante es para otros usos, contra una relación de 69-31% reportada a escala mundial

En cuanto al origen del recurso 10,191.6 millones de metros cúbicos anuales del volumen total (85.8%), incluyendo los usos no consuntivos, se extraen de embalses, cauces y corrientes superficiales, mientras que sólo 1,689.7 millones de metros cúbicos anuales (14.2%) provienen de los acuíferos. Cabe señalar que un componente importante del volumen disponible para los aprovechamientos superficiales es el proveniente de los retornos de los volúmenes una vez empleados en las plantas hidroeléctricas localizadas en la región, así como volúmenes provenientes de las descargas de aguas residuales de las principales localidades de la Región Hidrológica, aunque gran parte de este abastecimiento haya tenido su origen en los acuíferos.

En total se estima que el volumen de retornos al sistema asciende a 5,142.8 millones de metros cúbicos anuales, lo cual es importante dado que en la región hidrológica sólo se generan escurrimientos naturales promedio del orden de 5,590 millones de metros cúbicos anuales (DOF, 2011).

Uso Agrícola

Como se ha citado, el uso de agua para irrigación es el principal consumidor en la cuenca. En la Región Hidrológica, se tienen que regar 663,980 hectáreas, de las cuales casi un 60% está en distritos de riego y el resto en unidades de riego.

Distritos de Riego en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos							
Subregión Hidrológica	Distrito de Riego		Superficie	Superficie	Lámina	Superficie	Lámina
			Regable	Regada 1995		Regada 2001	
			Hectáreas	Hectáreas	metros	Hectáreas	metros
Seis Tributarios División Salado - Sabina División Conchos	4	Don Martín	29,589.00	6,724.00	1.7	0	0
	5	Delicias	79,555.00	11,187.00	1.2	25,158.00	1.8
	9	Valle de Juárez	20,816.00	17,742.00	1.4	10,380.00	1.8
	90	Bajo Río Conchos	10,715.00	5,513.00	2.6	5,362.00	1.9
	103	Río Florido	8,278.00	2,118.00	1.7	2,654.00	1.6
Subtotal			148,953.00	43,284.00		43,554.00	
Medio Bravo	6	Palestina	13,084.00	6,240.50	0.9	3,177.20	1.1
	50	Acuña Fabón	12,904.00	1,907.00	0.2	0	0
Subtotal			25,988.00	8,147.50		3,177.20	
Bajo Bravo División San Juan	25	Bajo Río Bravo	202,548.00	194,225.00	0.4	0	0
	26	Bajo San Juan	76,689.00	56,717.00	0.5	52,559.00	0.3
	31	Las Lajas	3,852.00	943	0.6	0	0
Subtotal			283,089.00	251,885.00		52,559.00	
Total			458,030.00	303,316.50		99,290.20	

Tabla 4 - Distritos de Riego en la Región Hidrológica Número 24 Bravo - Conchos.

El volumen de agua almacenada en las presas es aprovechado principalmente por los distritos de riego, así como una pequeña cantidad de volumen extraído de los pozos profundos. Las unidades de riego utilizan aguas superficiales y subterráneas en la misma medida (DOF, 2011).

Subregión Hidrológica	Estado	Número de unidades de riego	Superficie regable
			Hectáreas
Alto Bravo Amistad - Ojinaga	Chihuahua - Coahuila	23	2,400.00
Seis Tributarios Salado y Sabinas Conchos	Coahuila - Nuevo León	585	74,700.00
	Chihuahua - Durango	831	74,700.00
Medio Bravo Álamo	Nuevo León	2	3,100.00
Bajo Bravo San Juan	Tamaulipas	140	13,500.00
	Coahuila - Nuevo León	1,116	87,000.00
Total		2,697	255,400.00

Tabla 5 - Volumen de agua almacenada por Subregión Hidrológica.

Volumen de extracción destinados para uso agrícola en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos										
Subregión Hidrológica	División	Distritos de Riego			Unidades de Riego			Totales		
		Superficial	Subterránea	Total	Superficial	Subterránea	Total	Superficial	Subterránea	Total
M illo nes de m etros cúbicos										
Alto Bravo	Única	124.89	0.00	124.89	1.04	31.23	32.27	125.93	31.23	157.15
Seis Tributarios	Conchos	1393.22	230.30	1623.52	400.33	289.50	689.83	1793.55	519.80	2313.35
	A. Vacas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.13	0.13
	San Diego	43.04	0.00	43.04	2.45	0.45	2.90	45.49	0.45	45.94
	San Rodrigo	0.00	0.00	0.00	1.40	0.75	2.14	1.40	0.75	2.14
	Escondido	0.00	0.00	0.00	1.17	21.03	22.19	1.17	21.03	22.19
Medio Bravo	Salado	259.01	0.00	259.01	131.43	170.33	301.77	390.44	170.33	560.77
	Única	37.10	0.00	37.10	38.95	77.47	116.42	76.05	77.47	153.52
Bajo Bravo	Álamo	0.00	0.00	0.00	0.00	33.11	33.11	0.00	33.11	33.11
	San Juan	569.95	0.00	569.95	445.70	381.29	828.00	1016.66	381.86	1397.95
	Bravo abajo Fabón	1229.52	0.00	1229.52	0.00	33.86	33.86	1229.52	33.86	1263.39
Total		3656.73	230.30	3887.03	1022.47	1039.15	2062.62	4680.19	1270.02	5949.64

Tabla 6 - Volumen de extracción destinados para uso agrícola en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos

Agua potable

La Subregión Hidrológica Bajo Bravo, es la que tiene un mayor uso público urbano.

Específicamente en la subcuenca del San Juan, con un 52.9% del volumen total de la región

hidrológica para este uso, y Bravo con el 20.2%. En ésta última, un tercio de 166.8 millones de metros cúbicos se pierden en su conducción al año desde Falcón hasta las localidades. Sin considerar San Juan, las pérdidas en promedio ascienden al 37% del volumen que se extrae para este sector.

El abastecimiento de agua potable para las ciudades que dependen del agua superficial como Monterrey y Chihuahua -ciudades grandes y conurbadas- es insuficiente, debido a las sequías que se presentan en toda la Región hidrológica. Saltillo tendrá problemas también en el futuro de abastecimiento de agua subterránea.

Uso Industrial

El abastecimiento de agua para la industria puede proveerse por medio de redes municipales o por fuentes independientes. El 94% de usuarios lo hacen por medio de redes municipales, sin embargo, ellos sólo extraen un 10.4 % del volumen de agua para uso industrial, el cual se estima es de 269.1 millones de metros cúbicos anuales. Así, el restante 89.6% del volumen total extraído para el sector es aprovechado por menos de 400 usuarios, los cuales cuentan con fuente propia para su abastecimiento.

En la Región Hidrológica del Río Bravo, las subregiones del Conchos y San Juan representan el 75.6% de las extracciones industriales totales (ver tabla 13).

Uso industrial abastecido por los sistemas municipales en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos		
Subregión Hidrológica	Volumen Abastecido	%
	Millones de metros cúbicos anuales	
Alto Bravo		
Amistad - Ojinaga	0.1	0.4
Seis Tributarios		
Salado y Sabinas	1.8	6.4
Conchos	10.8	38.6
Medio Bravo		
Álamo	0	0
Bajo Bravo San Juan	4.9	17.5
	10.4	37.1
Total	28	100

Tabla 7 - Uso industrial abastecido por los sistemas municipales en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos

El abastecimiento industrial con fuentes propias en las subregiones hidrológicas es de unos 360 millones de metros cúbicos. A pesar de que el número de usuarios es menor que el conectado a las redes municipales, requieren en su conjunto una extracción de agua mucho mayor, llegando a ser del orden de 241.1 millones de metros cúbicos. De este volumen, el 75.7% corresponde a aguas subterráneas (ver tabla 8).

Volumen de extracción para el uso industrial en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos				
Subregión Hidrológica	División	Aguas Superficiales	Aguas Subterráneas	Total
		Millones de metros cúbicos		
Alto Bravo	Única	0	1.524	1.524
Seis Tributarios	Conchos	2.838	23.948	26.786
	A. Vacas	0	0	0
	San Diego	0	0	0
	San Rodrigo	0	0	0.026
	Escondido	0.026	20.021	20.021
	Salado	0	18.25	18.935
Medio Bravo	Única	0.685	24.167	72.231
Bajo Bravo	Álamo	48.064	0	0
	San Juan	0	85.652	85.652
	Bravo abajo Falcón	7.004	8.892	15.928
Total		58.62	182.454	241.1

Tabla 8 - Volumen de extracción para el uso industrial en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos

Evaporación

La evaporación en la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos es de 1,141.906 millones de m³/año y resulta una pérdida en el balance de la cuenca.

Evaporación en cuerpos de agua en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos		
Subregión Hidrológica	División	Volumen en evaporado medio anual
		Millones de metros cúbicos anuales
Alto Bravo	Única	0.000
Seis Tributarios	Conchos	310.911
	A. Vacas	0.000
	San Diego	2.520
	San Rodrigo	2.851
	Escondido	0.000
	Salado	157.080
Medio Bravo	Única	329.915
Bajo Bravo	Álamo	36.000
	San Juan	302.630
	Bravo abajo Falcón	0.000
Total		1141.907

Tabla 9 - Evaporación en cuerpos de agua en la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos

2.4 Balance hídrico actual

Al comparar el agua superficial y subterránea, con las demandas, se aprecia un déficit en las subregiones San Juan y Bajo Bravo, mucho de ello producido por la evaporación en aumento.

Balances de agua en la cuenca del río Bravo					
Subregión de Planeación	Extracción	Consumo	Retorno	Agua Disponible	Diferencia
	Millones de m ³				
Conchos - Máximo	2350	1857	488	4006	1656
Alto Bravo	71	56	15	169	98
Medio Bravo	2345	1893	436	3101	756
San Juan	2014	1417	592	1923	-91
Bajo Bravo	850	639	207	131	-719
Total	7630	5862	1738	9330	
Gasto	55.08				

Tabla 10 - Balances de agua en la cuenca del Río Bravo. (Aparicio, et. al., 2009)

2.5 Importancia social y/o económica de la región

Conforme al censo del año 2000, la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, tenía una población mayor de los 9 millones de habitantes, de los cuales el 48% se concentraban en la División San Juan, perteneciente a la Subregión Hidrológica Bajo Bravo, donde se localiza Monterrey, la tercera ciudad más grande del país.

Considerando como población urbana aquella que se concentra en centros con más de 2,500 habitantes, la población urbana de la región era de casi 8.5 millones de habitantes, de los cuales nuevamente el 48% se concentraba en la División San Juan.

Población y densidad de población en la Región Hidrológica número 24 Bravo – Conchos						
Subregión Hidrológica	División	Población			Superficie	Densidad
		Total	Rural	Urbana	Km ²	Habitantes/Km ²
Alto Bravo	Única	1,237,754	16,662	1,221,092	7,082	175
Subtotal		1,237,754	16,662	1,221,092	7,082	175
Seis Tributarios	Conchos	1,254,823	211,741	1,043,082	65,770	19
	Resto	576,881	46,324	530,557	71,034	8
Subtotal		1,831,704	258,065	1,573,639	136,804	13
Medio Bravo	Única	631,033	29,340	601,693	39,726	16
Subtotal		631,033	29,340	601,693	39,726	16
Bajo Bravo	Álamo	14,103	7,388	6,715	4,297	3
	San Juan	4,340,235	217,317	4,122,918	34,293	127
	Bravo abajo Falcón	1,043,356	83,557	959,799	4,073	256
Subtotal		5,397,694	308,262	5,089,432	42,663	127
Total		9,098,185	612,329	8,485,856	226,275	40

Tabla 11 - Población y densidad de población en la Región Hidrológica número 24 Bravo – Conchos (DOF, 2011)

Se estima que en la década del 2000 al 2010 la población crecerá en más de un millón de habitantes, pasando de 9'098,185 a 10'141,891 habitantes. Finalmente, las proyecciones hacen esperar una población de 11'640,052 habitantes para el 2025.

La densidad de población es de 40 habitantes por kilómetro cuadrado, menor a la media nacional de 46 habitantes por kilómetro cuadrado.

Sin embargo, existen grandes diferencias a nivel de subregión. La de mayor densidad se presenta en la Subregión Hidrológica Alto Bravo con 175 habitantes por kilómetro cuadrado, seguida por la Bajo Bravo con 127 habitantes por kilómetro cuadrado; en contraste la Subregión Hidrológica Seis Tributarios que sólo tiene una densidad de 13 habitantes por kilómetros cuadrados. La Tabla 11, muestra la densidad de población en la región hidrológica (DOF, 2011).

2.6 Efectos esperados del cambio climático.

La temperatura y la precipitación del sur y del sudoeste de Estados Unidos, han tenido aumentos en los últimos años, tanto así que la región de la cuenca del Río Bravo se ha convertido en una de las regiones más vulnerables ante el cambio climático, ya que se han observado calentamientos con mayor rapidez en los últimos 40 años (Von der Meden, et. al., 2010).

En México, si la precipitación disminuye entre 70 mm. y 130 mm., y la temperatura aumenta entre 1.6°C y 2.0°C, se pronostica que las especies cambiarán en un 40% , además de que aumentarán las migraciones y las extinciones.

A nivel regional, la temperatura ha incrementado en 1°C desde 1970, con un calentamiento mayor al promedio mundial. Esto, a corto plazo provocará un aumento de lluvias intensas, sequías más severas y veranos más calurosos. Además, ha habido una disminución en la cantidad de nieve que hay en las Montañas Rocallosas, lugar de donde se surte de agua la parte alta del Río Grande (Von der Meden, et. al., 2010).

Al aumentar las lluvias intensas en periodos más cortos, el número de inundaciones en el país aumentará y el encajonamiento del cauce de los ríos será cada vez más estrecho y profundo, debido a la acumulación de sedimentos.

Sin embargo, los mayores impactos del cambio climático se esperan en las zonas agrícolas fronterizas, lo que se ve ilustrado en el estudio del INECC sobre escenarios con diferentes anomalías de temperatura del impacto del cambio climático. (Figuras 24 – 27).

Con una anomalía de 2°C, la evaporación podría incrementar en un 7%, el agua almacenada de las presas se reduciría en un 10% y se tendría que aumentar en 11% el

volumen de agua aplicado a los cultivos. En total habría una reducción de 20% en la disponibilidad del agua en la cuenca.

A pesar de los posibles escenarios negativos, existen varias áreas de oportunidad para satisfacer las demandas crecientes del agua en la cuenca del Río Grande-Bravo:

1. Aumentar 40% del agua potable y 20% de la tratada para satisfacer las demandas del consumo humano.
2. Optimizar el uso del agua en la agricultura a través del cambio de métodos por unos más eficientes.
3. Contabilizar el uso del agua superficial y subterráneo como un solo presupuesto de agua para asegurar su uso sustentable.
4. Monitorear física y químicamente los cuerpos de agua.
5. En los ríos de esta cuenca se debe asegurar la asignación efectiva e inmediata del uso ambiental del agua como una medida adaptativa clave ante el cambio climático.

Ante el cambio climático se hace todavía más importante realizar acciones concertadas en contra de la pérdida de suelo y agua (Von der Meden, et. al., 2010).