

6. Hidrología

6.1. Hidrología superficial en el estado de Durango

6.1.1. Vertientes

El territorio del estado de Durango presenta tres vertientes principales: la del Golfo de México en una extensión relativamente pequeña del extremo norte; la del Océano Pacífico en la parte occidental y la del Bolsón de Mapimí en el resto del Estado

(Rouaix, 1929). Las principales vertientes constituyen la base de la división del territorio del país en Regiones Hidrológico-Administrativas reconocidas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). De acuerdo a esta división el territorio de Durango forma parte de tres regiones hidrológicas: III Pacífico Norte (46.2%); VI Río Bravo (4.7%); y VII Cuencas Centrales del Norte (49.1%) (Figura 6.1, Cuadro 6.1).

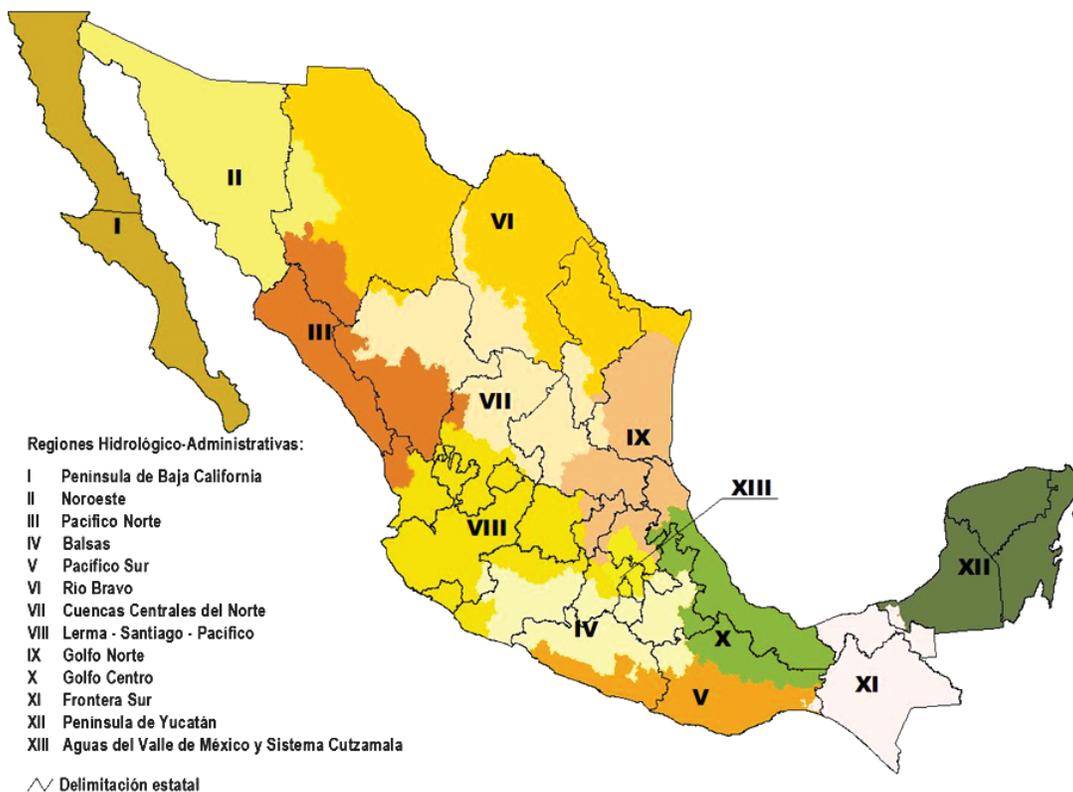


Figura 6.1. La división administrativa del país para la CNA y la CONAFOR.

6.1.2. Regiones y cuencas hidrológicas

El territorio del estado de Durango forma parte de siete regiones hidrológicas: El Salado (RH37), Nazas-Aguanaval

(RH36), Mapimí (RH35), Bravo-Conchos (RH24), Lerma-Santiago (RH12) Presidio-San Pedro (RH11) y Sinaloa (RH10). Estas siete regiones incluyen 19 cuencas hidrológicas (Cuadro 6.1, Figura 6.2).

Cuadro 6.1. *Regiones hidrológicas, cuencas y superficie relativa que ocupan en el estado de Durango.*

Región (No) (Vertiente)	Cuenca	Superficie Estatal (%)
Sinaloa (RH 10) (Pacífico)	1. Río Piaxtla-R. Elota-R. Quelite	3.13
	2. Río San Lorenzo	6.27
	3. Río Culiacán	7.59
	4. Río Fuerte	0.29
Presidio-San Pedro (RH 11) (Pacífico)	1. Río San Pedro	18.26
	2. Río Acaponeta	2.91
	3. Río Baluarte	1.82
	4. Río Presidio	2.72
Jerma Santiago (RH 12) (Pacífico)	1. Río Huynamota	3.21
Subtotal Vertiente Pacífico Norte		46.2
Bravo-Conchos (RH 24) (Golfo)	1. Río Conchos-P. de la Colina	1.16
	2. Río Florido	2.65
El Salado (RH37) (Golfo)	1. Camacho-Gruñidora	0.85
Subtotal Vertiente Río Bravo (Golfo)		4.7
Nazas-Aguanaval (RH 36) (Centro)	1. Río Nazas-Torreón	12.05
	2. Río Nazas-Rodeo	9.60
	3. Presa Lázaro Cárdenas	14.86
	4. Río Aguanaval	5.31
	5. Laguna de Mayrán y Viesca	0.20
Mapimí (RH 35) (Centro)	1. Laguna del Rey	0.21
	2. Arroyo La India-Laguna Palomas	6.91
Subtotal Vertiente Cuencas Centrales del Norte		49.1

Fuente: INEGI. Conjunto de datos geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1: 1000,000.

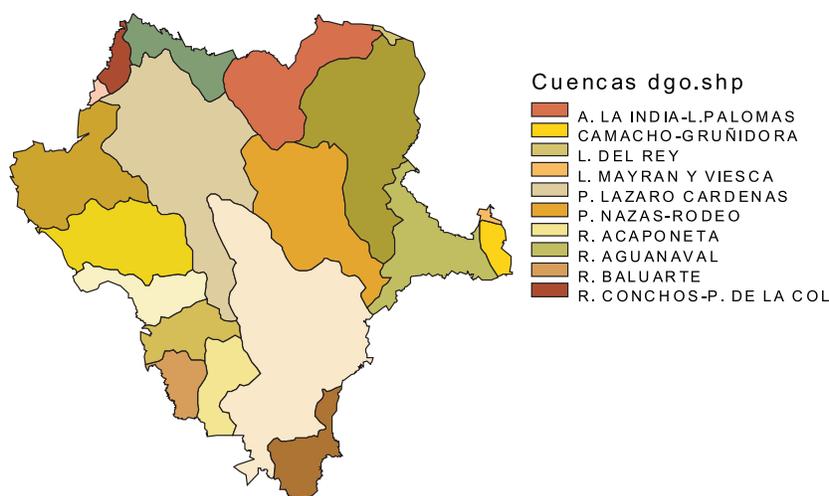


Figura 6.2. *Las cuencas hidrológicas del estado de Durango.*

6.1.3. Ríos

En las partes altas de la Sierra Madre Occidental tienen su origen numerosos ríos que van a desembocar a las tres vertientes: a) del Océano Pacífico, b) del interior y c) del Golfo de México.

La característica principal de los ríos que drenan dentro de la vertiente del Océano Pacífico es que siguen su trayecto por grandes depresiones que forman barrancas profundas y que por tal motivo impiden que sus aguas sean aprovechadas para los diferentes usos dentro del estado de Durango. Los ríos que

forman la vertiente interior del Estado atraviesan la región de los valles centrales de Durango y Chihuahua y la parte central del Altiplano Mexicano, permitiendo el aprovechamiento de su caudal para satisfacer los usos público, industrial, ambiental y agrícola dentro del Estado.

Los principales ríos que forman la vertiente del Océano Pacífico desembocan al mar por los estados de Sinaloa y Nayarit. En las partes altas, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, se presenta una precipitación media anual superior a los 1000 mm para descender esta cantidad a medida que se baja a la Planicie Costera del Pacífico, hasta alcanzar los 500-600 mm de lluvia anual en la zona de la planicie. De igual manera, la cantidad de precipitación anual desciende desde la parte alta del sistema montañoso hacia el Altiplano Mexicano hasta alcanzar los 200-300 mm en la zona noreste del Estado.

Los ríos y arroyos más importantes del Estado se presentan en la Figura 6.3. Los ríos de la vertiente occidental se describen a continuación: El Río Colorado nace en la parte norte de la sierra cerca del cerro de Chorreras y da origen al Río Humaya que desemboca en el Océano Pacífico. El Río Tamazula, otro tributario de Río Humaya está formado por dos ríos que nacen, uno en las cumbres del Valle de Topia y otro en la población de

Topia. Al Río San Lorenzo se le conoce con este nombre en el estado de Sinaloa, pero tiene su origen en la unión de las aguas de los ríos San Juan de Camarones, San Gregorio, Presidio y Remedios, de la quebrada de las Vueltas, quebrada de los Fresnos y quebrada de Durango. El Río Viborillas nace en las cumbres de Viborillas y da origen al Río Elota. El Río Piaxtla, llamado también Río de Tayoltita, tiene como principales afluentes a los ríos San Dimas y San Jerónimo. El Río Presidio tiene su origen en los ríos de El Salto, Quebrada de Ventanas y San Juan. El Río Acaponeta tiene su origen en los ríos San Vicente, San Bartolo, Espíritu Santo y San Diego. El Río Baluarte o Rosario tiene su origen en los ríos de la Quebrada de Guadalupe y Chavarría. El Río Mezquital da origen al río San Pedro y tiene sus orígenes desde la vertiente interior en Santiago Papasquiari hasta la parte oeste de Zacatecas. El Río Tunal nace en los Altos de Culebras y Cuevecillas y posteriormente toma el nombre de Río de la Casita; su principal afluente es el río Chico. Este río es importante ya que sus aguas son utilizadas para irrigar las tierras del Valle del Guadiana mediante el almacenamiento de sus aguas en la presa Guadalupe Victoria, cuyas aguas van a desembocar después al Río Mezquital. El Río Saucedo, que nace en la Sierra de la Cacaria, es otro afluente del Río Mezquital y sus aguas son aprovechadas mediante su regularización en la presa Peña del Águila.

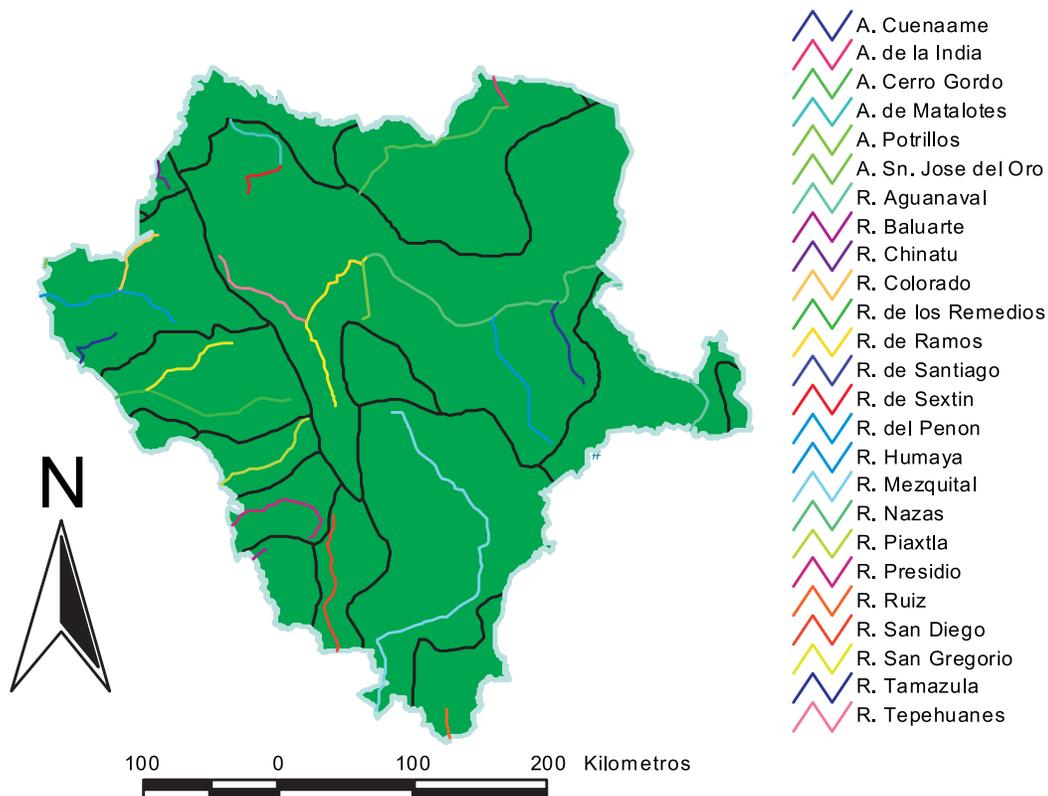


Figura 6.3. Los principales ríos que drenan las cuencas del estado de Durango.

Los ríos más importantes de la vertiente interior son el Nazas y el Aguanaval. El Río Nazas tiene su origen en la parte centro norte de la vertiente interior del Estado. Recibe diferentes nombres de acuerdo con los lugares que atraviesa: río de Las Palomas, río del Maguey, río de Santiago Papasquiari. A la altura de la población de Atotonilco se unen el Río Tepehuanes y Santiago Papasquiari y continúa con el nombre de Río Ramos para juntar sus aguas con las del Río Oro en la presa Lázaro Cárdenas, en el Palmito, Dgo; de aquí sale con el nombre de Río Nazas.

El Río Aguanaval nace en la confluencia de los Ríos Chico y de Los Lazos, en el municipio de Valparaíso, estado de Zacatecas. En su tránsito hacia su confluencia con el Río Nazas confluyen los siguientes afluentes Ríos Trujillo, Saín Alto, Santiago, y los arroyos de Reyes y Mazamitote.

El Río Florido se integra a la vertiente del Golfo de México. El río Florido nace en las laderas norte, de ramales de la Sierra Madre Occidental. Se le une el arroyo del Torreón; ahí se encuentra la Laguna de la Estancada y el Arroyo de la Parida,

que sirve de límite entre los estados de Durango y Chihuahua.

6.1.3.1. Caudales de los ríos del estado de Durango

El caudal de los ríos durante época de lluvias importantes origina problemas de inundaciones debido a la extraordinaria cantidad de agua que puede presentarse, a la topografía de los cauces y en ocasiones al deterioro que presentan las cuencas. Las zonas del estado de Durango susceptibles a sufrir inundaciones por avenidas debidas a eventos de lluvia extraordinarios son principalmente dos: las riveras del Río Nazas, donde se presentan avenidas extraordinarias, con ciclos aproximados de 20 años; y la zona del valle del Guadiana, donde confluyen los ríos La Sauceda, El Tunal y el Arroyo de la Vaca. Las avenidas que se generan causan daños en las áreas agrícolas y urbano industriales de estas zonas.

La Comisión Nacional del Agua registra continuamente los caudales de algunos ríos en varias secciones. Las estaciones hidrométricas localizadas en el estado de Durango y en regiones aledañas se presentan en la Figura 6.4.

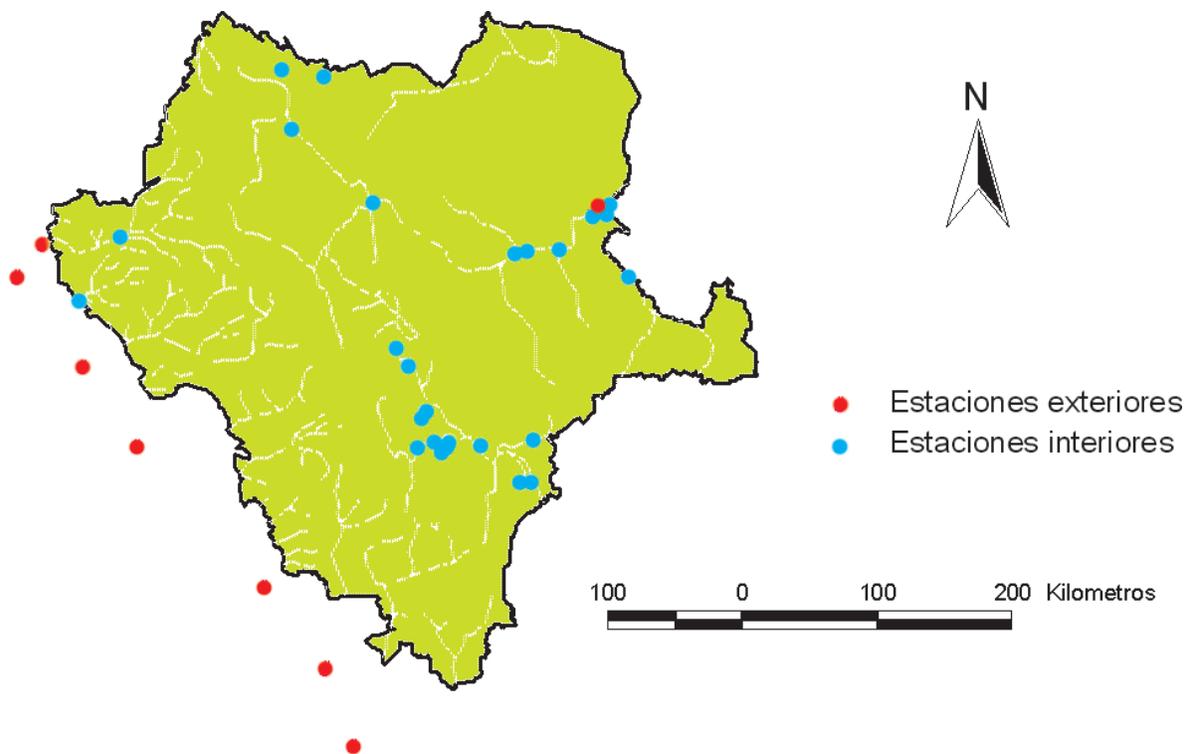


Figura 6.4. Ubicación de las estaciones hidrométricas en los ríos que drenan el estado de Durango.
Fuente: Nívar et al., Inédito elaborado con Datos de CNA.

El caudal que transita por los cauces de los principales ríos, según los registros de las estaciones hidrométricas tiene en promedio, desviación estándar e intervalo de confianza anuales de 538 M m³, 712 M m³ y 220 M m³, respectivamente (Figura 6.5 y Cuadro 6.2). La desviación estándar y los intervalos de confianza son muy altos con respecto al promedio, lo que indica que la variación espacial es muy alta. Esto obedece principalmente a la dimensión de las cuencas y al balance hidrológico determinado principalmente por la precipitación y la evapotranspiración que varían fundamentalmente en las dos vertientes divididas por el macizo montañoso.

La variación estacional es menos pronunciada, lo que se

deduce de la desviación estándar y los intervalos de confianza promedio anuales que se encuentran en el rango de 246 M m³ y 83 M m³, respectivamente.

6.1.3.2 Caudal que sale fuera del estado de Durango

Se calculó el caudal que sale fuera del estado de Durango hacia los estados de Sinaloa y Coahuila con base en registros de por lo menos 18 años y en general con registros desde 1940 hasta 1998 en las estaciones hidrométricas cercanas a los límites estatales. Las estadísticas señalan un caudal medio anual de 11,871.6 M m³, con una desviación estándar promedio de 529.5 M m³ (Cuadro 6.3).

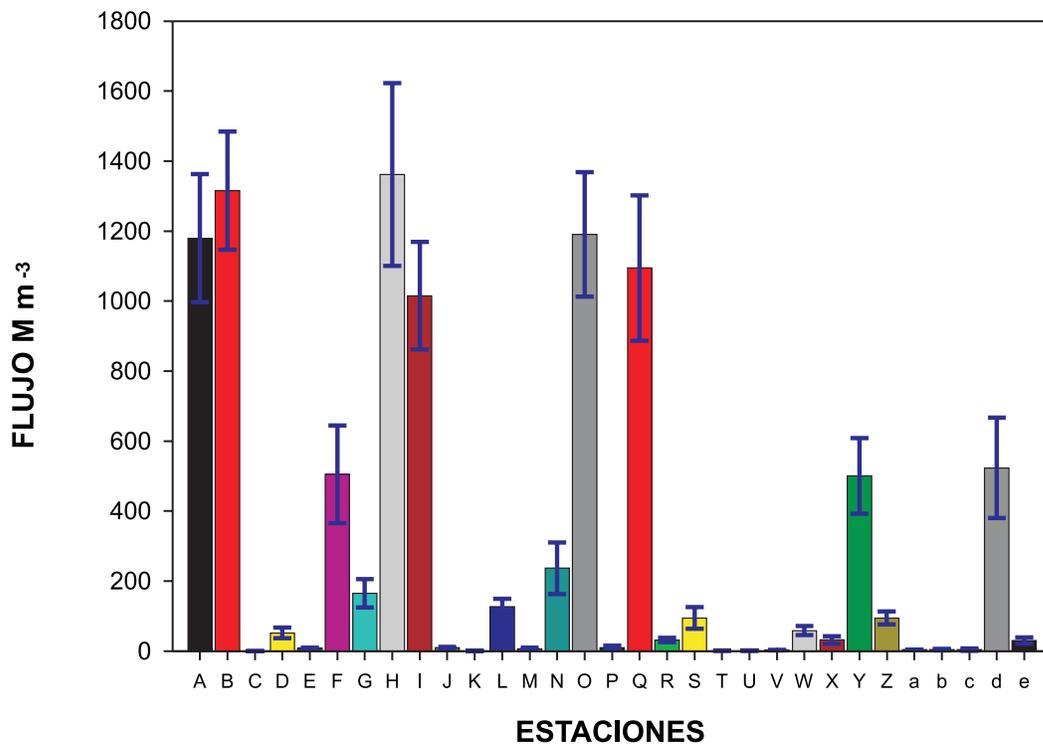


Figura 6.5. Caudal promedio e intervalos de confianza para los principales ríos con estaciones hidrométricas del estado de Durango. Fuente: Nívar et al., Inédito elaborado con Datos de CNA.

Cuadro 6.2. *Los caudales promedio, desviación estándar e intervalos de confianza para los ríos que poseen registros de caudales en estaciones hidrométricas del área de influencia y del estado de Durango.*

CORRIENTE	REGIÓN HIDROLOGICA	ESTACIÓN	REGISTROS (años)	FLUJO Mm3	DESV. EST	INT. CONF.
RIO NAZAS	RH-36	AGUSTIN MELGAR	29	1179.38	502.02	182.71
RIO LA SAUCEDA	RH-11	CABORACA	31	1315.52	479.09	168.65
RIO LA SAUCEDA	RH-11	CABORACA 2	40	0.22	0.18	0.06
RIO DURANGO	RH-11	CABORACA 3	44	52.02	50.99	15.07
RIO LA SAUCEDA	RH-11	CANATLAN	28	8.37	6.16	2.28
CAN SACRAMENTO	RH-36	COYOTE	38	505.19	439.14	139.62
CAN SACRAMENTO	RH-36	COYOTE 2	33	165.09	118.63	40.47
RIO NAZAS	RH-36	EL PALMITO	19	1361.34	580.48	261.01
RIO NAZAS	RH-36	EL PALMITO II	49	1015.49	548.25	153.51
RIO LA SAUCEDA	RH-11	EL PINO	34	9.32	8.53	2.87
ARROY. LOS MIMBRES	RH-11	EL PINO 2	37	1.05	0.89	0.29
RIO LA SAUCEDA	RH-11	EL PUEBLITO	39	127.48	69.26	21.74
RIO EL TUNAL	RH-11	EL PUEBLITO 2	37	6.55	8.21	2.64
RIO MEZQUITAL	RH-11	EL SALTITO	34	236.88	218.73	73.52
RIO NAZAS	RH-36	FERNADEZ DOS	31	1190.63	505.74	178.03
RIO SUCHIL	RH-11	GRASEROS	34	9.91	16.54	5.56
RIO CULIACAN	RH-10	LA HUERTA	28	1094.48	561.10	207.83
RIO POANAS	RH-11	N.MENDOZA	36	31.92	18.65	6.09
RIO DURANGO	RH-11	P. DEL AGUILA	43	94.94	103.99	31.08
RIO SANT. BAYAC	RH-11	PRAX. GUERR	15	1.46	0.99	0.50
RIO SANT. BAYAC	RH-11	P.NUEVO	52	1.92	1.90	0.52
RIO SANT. BAYAC	RH-11	P.NUEVO II	51	2.95	1.67	0.46
RIO DURANGO	RH-11	R. SALCIDO	54	58.92	51.22	13.66
RIO NAZAS	RH-36	RELAMPAGO	17	32.16	21.82	10.37
RIO RAMOS	RH-36	S.ACOSTA	25	500.21	275.40	107.96
RIO DURANGO	RH-11	SAN FELIPE	52	94.61	67.39	18.32
RIO NAZAS	RH-36	SAN FERNANDO	54	3.94	1.98	0.53
RIO SANTIAGO	RH-11	SANT.BAYACORA	38	4.26	8.07	2.57
RIO NAZAS	RH-36	CAN. SARDINAS	15	3.92	6.39	3.23
RIO DE ORO	RH-36	SARDINAS ORO	26	523.47	372.40	143.14
RIO NOMBRE DE DIOS	RH-11	V.GUERRERO	38	30.71	27.91	8.87
SINALOA	RH-10	SANTA CRUZ	50	1651.3	682.529	189.18
SINALOA	RH-10	TAMAZULA	36	633.9	223.194	72.90
PRESIDIO SAN PEDRO	RH-11	EL BEJUCO	36	150.0	54.5433	17.81
PRESIDIO-SAN PEDRO	RH-11	LOS HABITAS	18	2030.4	774.151	357.63
PRESIDIO-SAN PEDRO	RH-11	SAN PEDRO	50	2760.9	1003.29	278.09
NAZAS AGUANAVAL	RH-36	SANTA ROSA	32	85.9	48.9485	16.95
SINALOA	RH-10	IXPALINOS	45	1632.1	799.059	233.46
PRESIDIO-SAN PEDRO	RH-11	ACAPONETA	50	1358.9	514.513	142.61
RIO CULIACAN	RH-10	GUATENIPA II	31	1568.0	665.288	234.19

Fuente: Nívar et al., Inédito elaborado con Datos de CNA.

Destaca el caudal que sale por el río Sinaloa, según los datos de las estaciones hidrométricas Ixpalinos (1,632 M m³), Santa Cruz (1,651 M m³) y Tamazula (634 M m³). El Río Presidio-San Pedro también produce una cantidad importante de caudal anual, con aproximadamente 5,000 M m³ descargados hacia el Pacífico. Por otra parte, el Río Nazas-Aguanaval sólo descarga fuera del Estado un volumen aproximado de 100 M m³, ya que mucho de su caudal se utiliza para irrigar el

distrito de riego 017 del estado de Durango (Cuadro 6.3, Figura 6.6).

6.1.3.3. Caudal total, caudal base y caudal directo

Del caudal total que sale fuera del estado de Durango, aproximadamente el 25% es flujo base y el restante 75% es flujo directo (Cuadro 6.4)

Cuadro 6.3. Caudal registrado en las estaciones hidrométricas cercanas a los límites estatales de Durango.

CUENCA	ESTACION	FLUJO MEDIO Mm ³	DESV. EST.	REGISTROS (años)	
SINALOA	SANTA CRUZ	1651.3	682.529	50	189.18
SINALOA	TAMAZULA	633.9	223.194	36	72.90
PRESIDIO SAN PEDRO	EL BEJUCO	150.0	54.5433	36	17.81
PRESIDIO-SAN PEDRO	LOS HABITAS	2030.4	774.151	18	357.63
PRESIDIO-SAN PEDRO	SAN PEDRO	2760.9	1003.29	50	278.09
NAZAS AGUANAVAL	SANTA ROSA	85.9	48.9485	32	16.95
SINALOA	IXPALINOS	1632.1	799.059	45	233.46
PRESIDIO-SAN PEDRO	ACAPONETA	1358.9	514.513	50	142.61
RIO CULIACAN	GUATENIPA II	1568.0	665.288	31	234.19
TOTAL		11871.691	529.501756		

Fuente: Nívar et al., Inédito estimaciones con Datos de CNA.

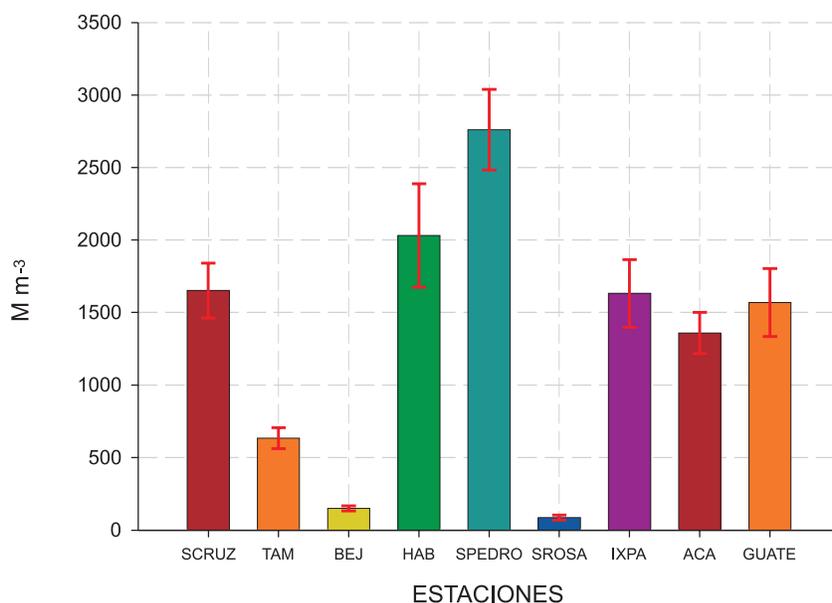


Figura 6.6. Los caudales promedio e intervalos de confianza que salen fuera del estado de Durango cada año por diversos ríos registrados en las estaciones hidrométricas cercanas a los límites estatales

6.1.4. Disponibilidad y uso de agua

En el territorio mexicano, debido a su geografía y clima, destacan dos grandes zonas de disponibilidad de agua. La primera de ellas comprende el sur y sureste, y la segunda el norte, centro y noroeste del país. La disponibilidad natural de agua en el sur y sureste es siete veces mayor que en el resto del país. En contraste, en la zona norte y centro del país, en donde se asienta el 77% de la población y se genera el 85% del PIB,

sólo se cuenta con el 32% de la disponibilidad natural media de agua.

La disponibilidad de agua total y per capita en las dos principales regiones hidrológicas administrativas del estado de Durango es de 24,839 hm y 6,038 m³ por año respectivamente en la región Pacífico Norte; mientras que estos mismos datos para la región Cuencas Centrales del Norte son bastante más bajos: 6,841 hm y 1,726 m³ respectivamente.

Cuadro 6.4. Separación de los flujos base y directo de los caudales totales registrados en las estaciones hidrométricas cercanas a los límites estatales de Durango.

Cuenca	Estación	Años	Flujo Mm ³	Desv. Est.	F. Base %	F. Directo	Vol. F. base	Vol. F. directo
SINALOA	LA HUERTA	28	1094.48	561.1	26	74	284.56	809.92
NAZ-AGUA	AGUSTIN MELGAR	29	1179.38	502.02	23	77	271.26	908.12
PRE-SANPED	EL SALTITO	34	236.88	218.73	22	78	52.1136	184.7664
NAZ-AGUA	FERNADEZ DOS	31	1190.63	505.74	23	77	273.8449	916.7851
NAZ-AGUA	EL PALMITO	19	1361.34	580.48	21	79	285.8814	
PRE-SANPED	N. MENDOZA	36	31.92	18.65	66	33	21.0672	10.5336
PRE-SANPED	P. DEL AGUILA	43	94.94	103.99	55	45	52.217	42.723
PRE-SANPED	R. SALCIDO	54	58.92	51.22	53	47	31.2276	27.6924
NAZ-AGUA	S. ACOSTA	25	500.21	275.4	25	75	125.0525	375.1575
PRE-SANPED	V. GUERRERO	38	30.71	27.91	58	42	17.8118	12.8982
SINALOA	SANTA CRUZ	50	1651.3	682.529	84	16	1387.092	264.208
SINALOA	TAMAZULA	36	633.9	223.194	25	75	158.475	475.425
PRE-SANPED	EL BEJUCO	36	150	54.5433	24	76	36	114
PRE-SANPED	LOS HABITAS	18	2030.4	774.151	29	71	588.816	1441.584
PRE-SANPED	SAN PEDRO	50	2760.9	1003.29	26	74	717.834	2043.066
PRE-SANPED	ACAPONETA	50	1358.9	514.513	26	74	353.314	1005.586
RIO CULIACAN	GUATENIPA II	31	1568	665.288	24	76	376.32	1191.68

Fuente: Nívar et al., Inédito estimaciones con Datos de CNA.

Cabe aclarar que la disponibilidad natural media de agua considera únicamente el agua renovable. Es decir, el agua de lluvia que se transforma en escurrimiento superficial y en recarga de acuíferos, y que sólo se utiliza para fines de referencia internacional. La disponibilidad para efectos administrativos es determinada conforme a la norma NOM-011-CNA-2000 que resulta de sustraer las extracciones de agua (entre otras cosas) a la disponibilidad natural media.

En cuanto al grado de presión ejercido sobre el recurso hídrico, la región Pacífico Norte tiene un volumen de 24,839 hm y concesionados 10,491, lo cual da como un indicador de presión de 42%, mientras que en la región que ocupa Durango

en Cuencas Centrales del Norte existe un volumen de 6,841 hm, con un volumen concesionado de 3,745 que representa el 55% de presión sobre el recurso agua.

En la región administrativa Pacífico Norte el 94% del agua se utiliza para fines agrícolas, el 5% para uso urbano y el 1% para uso industrial; mientras que en las Cuencas Centrales del Norte el 87% del agua es para uso agrícola, el 12% para abastecimiento público y el 2% para uso industrial, ya que las regiones industrializadas de Durango se encuentran en esta última región administrativa.

En el Pacífico Norte, el 90% (8,900 hm³) del agua utilizada proviene de las aguas subterráneas y el 10% (981 hm³) proviene

de las aguas superficiales. En la parte de la región administrativa Cuencas Centrales del Norte ocupada por el estado de Durango, el 63% (2,052 hm³) proviene de pozos y el 37% (1,223 hm³) de aguas superficiales.

6.1.5. Almacenamiento de aguas superficiales

Los principales embalses disponibles para almacenar agua en el estado de Durango son: Pesa Lázaro Cárdenas (El Palmito) con una superficie de 16,000 ha y nivel máximo ordinario de almacenamiento -NAMO- de 3,336 M m³; Presa Francisco Zarco, con una superficie de espejo de agua de 3,200 ha y NAMO de 438 M m³; Presa Santiago Bayacora, con superficie

de espejo de agua de 640 ha y NAMO de 100 M m³; Presa Guadalupe Victoria, cuya superficie de espejo de agua es de 460 ha y NAMO de 81 M m³; Presa Caboraca con una superficie de espejo de agua de 460 ha; Presa Peña del Águila con superficie de espejo de agua de 740 ha y NAMO de 32 M m³ y Presa San Gabriel con una superficie de espejo de agua de 2,100 ha y NAMO de 255 M m³. Otras presas de menores dimensiones son: Presa San Bartolo, Presa Francisco Villa, Presa El Baluarte, Presa Agua Puerca, Presa Villa Hidalgo, Presa Santa Elena y Presa Refugio Salcido. En la actualidad está en construcción la presa El Tigre. También existen algunas lagunas interiores, dentro de las cuales destacan la Laguna Santiaguillo (Cuadro 6.5).

Cuadro 6.5. Algunos embalses del estado de Durango, su ubicación y superficie del espejo del agua.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	EMBALSE	SISTEMA	SUPERFICIE (HA)
Canatlán	Bruno Martínez	San Bartola	Presa	2,400
Canatlán	Canatlán	Caboraca	Presa	460
Canatlán	El Progreso	El Baluarte	Presa	67
Canatlán	Canatlán	Los Pinos	Presa	25
Canatlán	El Progreso	J. Ma. Patoni	Presa	17
Cuencame	La Fe	Las Mercedes	Presa	70
Durango	Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	Presa	640
Durango	J.B. Cevallos	Peña Del Águila	Presa	740
Durango	El Durazno Anexo Al Tunal	Guadalupe Victoria	Presa	460
Durango	Durango	Puerto Rico	Jagüey	66
Durango	Lázaro Cárdenas	Garavitos	Presa	61
Durango	J.R. Salcido	J.R. Salcido	Presa	50
Durango	J. Ma. Morelos	La Tinaja	Presa	30
Durango	Plan De Ayala	San Lorenzo	Presa	30
Durango	Nicolás Romero	Los Castillo	Presa	15
Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	Temporales	Presa	110
Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	Granaderos	Presa	60
Hidalgo	Villa Hidalgo	Villa Hidalgo	Presa	400
Inde	El Palmito	Lázaro Cárdenas	Presa	16,000
Lerdo	Nuevo Graceros	Francisco Zarco	Presa	3,200
Mapimi	Emiliano Zapata	Agua Puerca	Presa	560
Nuevo Ideal	Fuente Del Llano	Santiaguillo	Laguna	11,500
Nuevo Ideal	Nuevo Ideal	Villa Hermosa	Presa	70
Nuevo Ideal	Nuevo Ideal	Tejamen	Presa	60
Nuevo. Ideal	Nuevo Ideal	Las Grullas	Presa	23
Nuevo. Ideal	Nuevo Ideal	Castillo Del Valle	Presa	18
Ocampo	San Gabriel	San Gabriel	Presa	2,100
Ocampo	Torreón De Cañas	Cimarrones	Presa	120
Poanas	Narciso Mendoza	Francisco Villa	Presa	640
Rodeo	Higueras	Catedral	Presa	30
San Pedro Del Gallo	Cinco de Mayo	Cinco de Mayo	Presa	ND
San Dimas	San Dimas	P. Las Truchas	Presa	61
Simón Bolívar	J. Isabel Robles	Los Naranjos	Presa	209
Vicente Guerrero	San I.de Murillos	Santa Elena	Presa	350

*ND: No disponible

Los almacenamientos de las principales presas son altamente variables principalmente por la presencia de sequías y los usos del agua. En el Cuadro 6.6 se presentan los volúmenes almacenados de algunas presas que almacenan los caudales que se generan dentro del estado de Durango.

Destaca el bajo almacenamiento en los años 1995 y 2000 cuando el norte de México se encontraba dentro de una de las sequías más intensas del último siglo. Según estos datos, el periodo seco parece haber terminado entre 2002 y 2003.

Cuadro 6.6. *Volumen almacenado en las principales presas de los ríos que drenan de las partes altas de la Sierra Madre Occidental del estado de Durango.*

Nombre		Volumen almacenado al 1 de Octubre				
Oficial	Común	1990	1995	2000	2003	2004
Adolfo López Mateos	Humaya	1794	710	773	1168	2123
Miguel Hidalgo	Mahone	2772	1183	957	582	885
Luis Donald Colosio	Huites	ND	1212	406	995	1113
José López P.	Comedero	1696	498	468	995	1449
Gustavo Díaz Ordaz	Bacurato	1148	822	639	834	1187
Sanalona	Sanalona	806	460	383	407	672
Josefa Ortiz D	Sabino	491	453	324	65	270
A.B.Vizcaíno	El Salto	ND	334	246	355	335
G. B. Aguilar	Sabinal	192	154	98	80	186
	Total	8897	5826	4292	5362	8220
L. Cárdenas	Palmito	2719	578	578	1060	1470
F. Zarco	Tórtolas	201	55	119	253	235
	Total	2920	633	697	1313	1706

6.1.5.1. Calidad de agua de las corrientes superficiales

En la figura 6.7 se presentan las estaciones de monitoreo en cuerpos de agua superficial para el estado de Durango; en el Cuadro 6.7. se presentan los parámetros relacionados con la calidad del agua superficial por estación hidrométrica. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes, destaca lo siguiente:

La concentración de arsénico es muy baja y se encuentra en niveles permisibles para consumo humano y agrícola, ya que la norma establece una concentración de 0.1 mg por litro como límite. Respecto a grasas y aceites, todas las estaciones de monitoreo de la calidad del agua se encuentran muy por debajo de las especificaciones de la Norma Oficial, ya que estas tienen un promedio de 1.2 y una desviación estándar de 0.9 mg/litro.

Las estaciones de Durango presentan concentraciones altas de coliformes fecales (1,735 NMP/100 ml) y algunas estaciones no están en los límites permisibles como son las estaciones Martínez de Abajo y los Herrera con 5,065.6 y 2,880.0 NMP/100 ml de los

ríos Tepehuanes y Santiago Papasquiario, afluentes del alto Nazas. ya que el límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

En cuanto a sólidos sedimentables, la Norma oficial marca como límite permisible 1 mg l⁻¹ como promedio diario y 2 mg l⁻¹ como promedio mensual. Las estaciones presentan concentraciones de 0.25 mg l⁻¹ ± 0.17 mg l⁻¹ en los cinco años de análisis. Los sólidos suspendidos totales rebasan en casi todos los casos la Norma, que establece como límites 75 promedios diarios y 150 promedios mensuales para uso público. Las estaciones de monitoreo presentan concentraciones en promedio de 104 mg l⁻¹, y la que presenta concentraciones menores es la estación El Palmito del municipio de Indé, Francisco Primo de Verdad y Villa Unión con valores menores de mg l⁻¹. La demanda bioquímica de oxígeno se encuentra dentro de los niveles permitidos por la norma con 2.3 de promedio en las estaciones de monitoreo, cuando esta establece valores de 7.5 para uso público del agua. El nitrógeno y el fósforo también presentan niveles aceptables en los ríos, con promedios de 0.4 y 0.3 mg l⁻¹, respectivamente.

Cuadro 6.7. *Parámetros de calidad del agua superficial por estación hidrométrica en el estado de Durango.*

ESTACIONES PARA MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL												
PARAMETRO	Agustín Melgar	Cañón	El Palmito	Salome Acosta	Sardinas	COVAD	FCO PV	Herrerías	Martínez Abajo	Rodeo	San	Villa Hidalgo
Alcalinidad Total	175.2	141.3	126.3	169.0	115.4	14.3	12.0	14.5	6.9			4.7
Bicarbonatos	198.1	151.2	141.3	183.3	127.1	310.0	362.0	138.4	218.2	149.3	134.0	255.6
Boro	175.2					281.5	343.6	114.7	206.1	125.7	127.4	249.4
Boro Disuelto	198.1						38.1	9.3	16.3	38.9	34.9	42.4
Calcio Disuelto	40.8	39.9	27.2	28.7	30.8	28.6	26.9	29.1	15.4			10.3
Carbonato	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	11.2	5.0	3.3	5.3	3.8	5.5	8.1
Cloruros	6.5	6.1	4.4	5.2	3.4	762.2	1513.0	606.7	2151.1	27.7	230.1	3166.9
Colliforme F.	252.6	31.7	5.5	1834.0	20.3	1948.9	1565.9	2880.0	5065.6	686.7		4794.2
Colliforme T.	165.0	1046.2	235.9	3892.9	488.4	10.7	10.9	10.8	16.2			13.1
Color	23.2	24.2	28.8	35.3	20.0	25.4	14.7	34.3	38.7	28.3	19.4	20.4
Conductividad	431.8	372.0	290.0	298.8	251.4	662.7	577.9	247.2	343.8	344.7	354.0	515.6
DBO5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.9	1.6	2.5	2.8		13.5	1.3
DQO	17.0	14.1	13.0	19.5	14.2	17.6	14.4	13.8	23.6	47.8	14.9	18.6
Dureza Calcio	101.9	99.6	67.9	71.9	76.9		97.0	23.0	41.0	97.0	87.2	106.0
Dureza Total	143.9	132.8	80.8	96.6	93.8	175.6	124.6	62.4	111.2	120.3	126.7	172.2
Fenoles	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0			0.2
Fluor Disuelto	0.7	0.7	0.6	1.0	0.5	3.3	2.1	1.2	0.9	0.6	0.7	0.7
Fosforo Total	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4	0.5	0.2	0.2	0.6		0.2	0.1
Gasto	31.7	44.9	38.9	2.1	0.3		0.2	1.5	0.7		1.1	0.6
Grasas Aceites	2.2	2.0	1.1	2.1	1.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.7	0.7	2.9
N Nitrito	0.8	0.9	0.6	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1			0.0
Oxígeno Disuelto	4.9	4.8	4.9	5.9	4.2	8.5	6.6	7.5	7.3	5.3	4.2	7.5

Cuadro 6.7. (Continuación) Parámetros de calidad del agua superficial por estación hidrométrica en el estado de Durango

PH Campo	8.1	8.2	8.0	8.0	8.3	7.3	7.4	7.4	7.5	8.4	8.3	7.6
PH Laboratorio	8.0	8.1	8.0	8.1	8.0	8.5	8.4	8.5	8.3	8.4	8.2	8.2
Potasio Disuelto	5.2	5.4	3.8	4.6	4.1	8.7	4.4	4.4	4.2	4.0	5.9	5.0
Sodio Disuelto	34.3	28.6	26.3	39.2	18.6	70.4	74.7	33.3	35.1	12.4	27.6	46.9
Sólidos Disueltos T	264.9	235.2	183.8	210.0	156.7	466.0	389.8	190.8	264.4	204.3	216.0	338.2
Sólidos Sedimentables	0.5	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	0.2	0.0
Sólidos Suspendedos F				521.5		47.9	7.4	46.2	71.2			9.3
Sólidos Suspendedos T	405.6	24.8	6.8	271.4	79.5	49.5	19.2	53.4	80.4	162.7	76.4	19.8
Sólidos SV				71.0		2.0	3.0	3.8	1.2			5.2
Sólidos T				788.5		515.5	401.6	252.1	353.3			361.3
Sulfato Disuelto	75.0	61.6	29.7	17.5		104.1	27.5	15.9	17.9		52.3	64.7
Temperatura	26.0	26.5	27.0	21.3	26.7	26.9	28.8	26.6	24.9	26.7	31.3	24.8
Temperatura Agua	21.2	21.7	19.9	19.0	23.6	23.9	25.4	23.5	21.2	19.3	23.7	20.5
Turbiedad	186.9	13.8	25.5	393.6	55.2	59.9	8.7	35.9	103.9	16.7	4.3	16.6

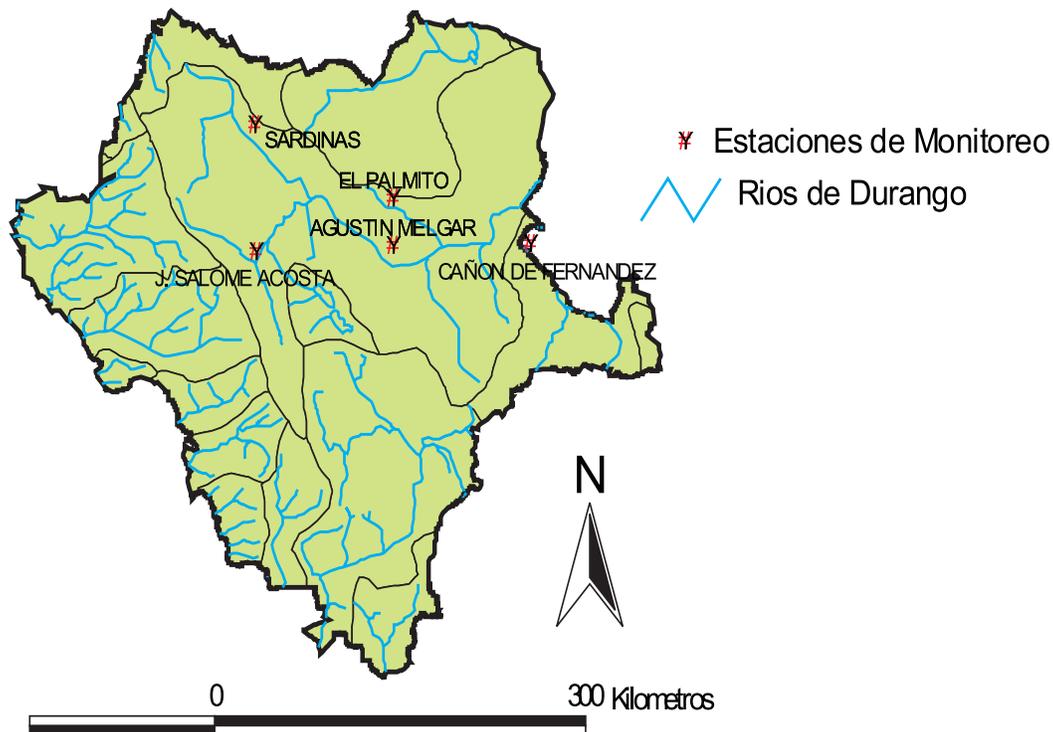


Figura 6.7. Estaciones de monitoreo en cuerpos de agua superficial para el estado de Durango
Fuente: Nívar et al., Inédito elaborado con Datos de CNA.

La contaminación de las aguas superficiales se debe principalmente a las descargas puntuales que se originan por los municipios (101 M m³ anuales), de los cuales, 84 M m³ son domésticos, 14 M m³ son industriales, 2 M m³ son del sector de servicios y la diferencia del total se descarga por el exceso de irrigación en el sector agrícola. Las aguas que se descargan a los ríos y presas reciben tratamiento a través principalmente de las lagunas de oxidación (114 de las 133 plantas de tratamiento que existen en el Estado) con un volumen tratado anual de 83 M m³.

6.2. Hidrología subterránea

6.2.1. Antecedentes

Del total de agua dulce del planeta, el 25.7 % es agua subterránea; del agua dulce no congelada de la hidrosfera, el 98.4 % se encuentra en el subsuelo en forma de acuíferos o agua del subsuelo. El agua subterránea es un recurso natural renovable. Sin embargo, la tasa a la que se repone suele ser más lenta que la tasa a la que se extrae por lo que en ocasiones es un

recurso manejado bajo conceptos no sustentables.

El agua subterránea se encuentra en los acuíferos (formación geológica que contiene agua que puede almacenarse y moverse en cantidades para permitir un aprovechamiento económico por el ser humano). La calidad del agua contenida en el acuífero depende de los estratos por donde el agua pasa o tiene contacto hasta llegar al almacenamiento o a drenar hacia el río, o el mar. También influyen en la calidad del agua de los acuíferos las fuentes de contaminación antropogénicas difusas y puntuales.

En México existen 654 acuíferos contabilizados. La importancia de los acuíferos para satisfacer las necesidades domésticas, agrícolas e industriales es notoria. A nivel nacional, los acuíferos proporcionan cerca de un 50% del agua total extraída (o sea alrededor de 36.100 millones de m³ año⁻¹). Los recursos hídricos subterráneos al igual que los superficiales se encuentran repartidos de una forma desigual en el territorio mexicano, lo que da lugar a variaciones significativas de las disponibilidades de agua subterránea según las regiones administrativas (Cuadro 6.8, Figura 6.8.).

6.2. Hidrología subterránea

6.2.1. Antecedentes

Del total de agua dulce del planeta, el 25.7 % es agua subterránea; del agua dulce no congelada de la hidrosfera, el 98.4 % se encuentra en el subsuelo en forma de acuíferos o agua del subsuelo. El agua subterránea es un recurso natural renovable. Sin embargo, la tasa a la que se repone suele ser más lenta que la tasa a la que se extrae por lo que en ocasiones es un recurso manejado bajo conceptos no sustentables.

El agua subterránea se encuentra en los acuíferos (formación geológica que contiene agua que puede almacenarse y moverse en cantidades para permitir un aprovechamiento económico por el ser humano). La calidad del agua contenida en el acuífero

depende de los estratos por donde el agua pasa o tiene contacto hasta llegar al almacenamiento o a drenar hacia el río, o el mar. También influyen en la calidad del agua de los acuíferos las fuentes de contaminación antropogénicas difusas y puntuales.

En México existen 654 acuíferos contabilizados. La importancia de los acuíferos para satisfacer las necesidades domésticas, agrícolas e industriales es notoria. A nivel nacional, los acuíferos proporcionan cerca de un 50% del agua total extraída (o sea alrededor de 36.100 millones de m³ año⁻¹). Los recursos hídricos subterráneos al igual que los superficiales se encuentran repartidos de una forma desigual en el territorio mexicano, lo que da lugar a variaciones significativas de las disponibilidades de agua subterránea según las regiones administrativas (Cuadro 6.8, Figura 6.8.).

Cuadro 6.8. Disponibilidad del agua superficial y subterránea en México por Región Administrativa.

Gerencias Regionales en México (CNA, 1998)						
Región Administrativa	Sup. (km ²)	Prec. Media (mm)	Ecurr. virgen ¹ (10 ⁶ m ³)	Recarga acuíferos ² (10 ⁶ m ³)	Extracción total (10 ⁶ m ³)	Disponibilidad per capita (1998) m ³ /hab.
I. Península de Baja California	144	147	2600	1364	4139	1432
II. Noroeste	212	367	5210	2759	7044	3419
III. Pacífico Norte	149	891	21000	1331	9557	5824
IV. Balsas	118	1129	39540	3387	8366	4397
V. Pacífico Sur	80	1445	36812	1645	1674	10034
VI. Río Bravo	377	436	6738	5269	10142	1321
VII. Cuencas Centrales del Norte	206	393	2067	1666	4084	995
VIII. Lerma-Santiago-Pacífico	192	735	14019	7044	15221	1135
IX. Golfo Norte	127	88	22860	1950	6634	5218
X. Golfo Centro	105	1932	98063	2335	4474	11076
XI. Frontera Sur	102	2362	155548	6220	1978	28383
XII. Península de Yucatán	139	1196	3250	31054	1308	10872
XIII. Valle de México	16	519	2293	712	4737	157
TOTAL	1967	772	410000	66737	79358	4977

1. Se trata del escurrimiento virgen total, incluidos los aportes procedentes de EEUU y Guatemala.
2. Dentro de la recarga de acuíferos se incluye la recarga inducida procedente de los retornos del agua de riego.

Fuente (www.fao.org/Regional/LAmerica/paises/h2o/mexico.htm)

A nivel nacional existen regiones con un déficit entre la recarga y la extracción de agua subterránea (Cuadro 6.8). De hecho, existen 97 acuíferos sobre explotados que se localizan principalmente en los Estados del norte y el centro del país: Aguascalientes Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, San Luis Potosí, Sonora, los Estados del Alto

Lerma y del Valle de México. En general se están gravando las reservas de agua de los acuíferos en 8.000 millones de m³ año⁻¹ para los diferentes usos. Este volumen no se está renovando. La sobre explotación de acuíferos ocasiona intrusiones de aguas salinas que deterioran el potencial de uso futuro del acuífero en algunas zonas próximas al mar (www.francia.org).

mx/coopcyt/CoopeAgua/AguaMexPanoSitHid.htm). Existen 18 acuíferos en las regiones cercanas a las costas que presentan esta problemática. Otro problema grave es la disminución en la tasa de la recarga por las modificaciones que están sufriendo la vegetación y el suelo de las zonas catalogadas como áreas de recarga de acuíferos.

Desgraciadamente, de los 654 acuíferos registrados en el país, solo 200 cuentan con información técnico-científica para su manejo; y se conocen los volúmenes disponibles de solo 153.

La ubicación de los acuíferos y acuíferos sobre explotados de México se muestra en la figura 6.8.



Figura 6.8. Disponibilidad relativa de agua subterránea y acuíferos sobre explotados en México
Fuente: www.fao.org/Regional/LAmerica/paises/h2o/mexico.htm.

6.2.2. Ubicación, Vulnerabilidad y Disponibilidad de los Acuíferos en el estado de Durango

El estado de Durango cuenta con 29 acuíferos identificados y uno compartido con el estado de Coahuila. El agua extraída

de éstos es utilizada en mayor proporción para riego agrícola, le siguen en proporción el uso industrial, doméstico, y en menor escala, otros servicios. Cabe mencionar que existen otros acuíferos de menor importancia, tanto interiores como compartidos con otros Estados (Figura 6.9).



Figura 6.9. Acuíferos del Estado Durango y los compartidos con el estado de Coahuila.
Fuente: Página web <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

Cuadro 6.9. Identificación de Acuíferos del Estado de Durango.

Clave	Nombre del acuífero	Área aprox. Km ²	Municipios incluidos	D.	V.	Organización de usuarios
1001	Valle de Santiaguillo	2532	*Nuevo Ideal, *Canatlán y Santiago Papasquiario	*6 y 7	7	No existe
1002	Valle de Canatlán	2563	Durango y Canatlán	5	ND	En proceso creación de COTAS
1003	Valle del Guadiana	4826	Durango	4	ND	Distrito de Riego No. 52. En proceso creación de COTAS
1004	Vicente Guerrero-Poanas	3776	*Vicente Guerrero, *Nombre de Dios, *Poanas y SÚchil	*5 y 6	7	Asociación Francisco Villa. En proceso creación de COTAS
1005	Madero-Victoria	1719	Guadalupe Victoria y Pánuco de Coronado	6	7	ND
1006	Tepehuanes-Santiago	6941	Tepehuanes, Guanaceví, Santiago Papasquiario, Nuevo Ideal, Canatlán, San Dimas y Durango	ND	ND	ND
1007	Providencia	1673	Ocampo y San Bernardo	ND	ND	ND
1008	Cabrera-Ocampo	847	Ocampo, Indé, El Oro y San Bernardo	ND	ND	ND
1009	Matalotes-El Oro	3715	Ocampo, Guanaceví, San Bernardo, El Oro e Indé	ND	ND	ND
1010	San José de Nazareno	2416	Indé, El Oro, Santiago, Coneto de Comonfort y Nuevo Ideal	ND	ND	ND
1011	Galeana-Quemado	2834	Guanaceví, San Bernardo, Tepehuanes, El Oro y Santiago Papasquiario	ND	ND	ND
1012	La Victoria	3675	Rodeo, San Juan del Río, Coneto de Comonfort, El Oro e Indé	ND	ND	ND
1013	Buenos Aires	1181	Indé, Hidalgo y El Oro	ND	ND	ND
1014	Torreón de Cañas	447	Ocampo e Hidalgo	ND	ND	ND
1015	San Fermín	840	Ocampo e Hidalgo	ND	ND	ND
1016	San Juan del Río	1591	Coneto de Comonfort, Canatlán, San Juan del Río, Pánuco de Coronado, Peñón Blanco y Guadalupe Victoria	ND	ND	ND

Cuadro 6.9. (Continuación) Identificación de Acuíferos del Estado de Durango.

Clave	Nombre del acuífero	Área aprox. Km ²	Municipios incluidos	D.	V.	Organización de usuarios
1017	Valle del Mezquital	2279	Nombre de Dios, Mezquital, Durango y Súchil	ND	ND	ND
1018	Peñón Blanco	2528	Peñón Blanco, San Juan del Río, Nazas, Guadalupe Victoria y Cuéncame	ND	ND	ND
1019	Cuauhtémoc	1022	Cuéncame y Santa Clara	ND	ND	ND
1020	Santa Clara	1060	Cuéncame y Santa Clara	ND	ND	ND
1021	Pedriceña-Velardeña	2166	Cuéncame, Lerdo, Nazas y Peñón Blanco	ND	ND	ND
1022	Villa Juárez	1522	Lerdo, Mapimí y Nazas	ND	ND	ND
1023	Ceballos	9019	Mapimí y Tlahualilo	ND	ND	ND
1024	Oriente-Aguanaval	8591	Mapimí, Tlahualilo, Lerdo, Cuéncame, Gral. Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe Santa Clara y parte de Coahuila	ND	ND	ND
1025	Nazas	1180	Mapimí y Lerdo	ND	ND	ND
1026	Vicente Suárez	4494	San Pedro del Gallo, Indé, San Luís del Cordero, Nazas, Mapimí, Lerdo, Cuéncame, Peñón Blanco, San Juan del Río y Rodeo	ND	ND	ND
1027	Cabrera	285	Indé, El Oro, Ocampo e Hidalgo	ND	ND	ND
1028	La Zarca-Revolución	2657	Indé, El Oro, Ocampo, Hidalgo, Mapimí y San Pedro del Gallo	ND	ND	ND
1029	Revolución	1935	Hidalgo e Indé	ND	ND	ND
523	Principal-Región Lagunera	14548	Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo en Durango; Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias en Coahuila	ND	ND	ND

D: disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000
V: Grado de susceptibilidad de ser contaminado, donde el 1 es el menos vulnerable.
ND: No disponible.
COTAS: Comité Técnico de Aguas Subterráneas

Fuente: Gerencia Regional Cuencas Centrales. Página web Comisión Nacional del Agua (CNA).
<http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

La presencia de los acuíferos en las vertientes interiores y la ausencia de los cuerpos de agua subterráneos en las laderas occidentales del Estado son notorias.

Existe también una contradicción a esta observación ya que la mayor parte de la escorrentía superficial se presenta en los ríos que drenan hacia el Océano Pacífico, mientras que los ríos que sirven de recarga potencial de los acuíferos existentes son los que presentan menores caudales.

Los nombres de los acuíferos, su clave, la superficie ocupada, los municipios donde se encuentran, su vulnerabilidad y su disponibilidad se presentan en el Cuadro 6.9 La explotación de los cuerpos de agua subterráneos se realiza por medio de COTAS (Comité Técnico de Aguas Subterráneas) y Distritos de Riego como entidades emergentes de la Ley de Aguas Nacionales.

De los 29 acuíferos que se tienen identificados para el Estado, solamente se conoce la disponibilidad para 5 de ellos.

La disponibilidad varía de 4 a 7 donde a mayor número, mayor reserva de agua dentro del acuífero. La vulnerabilidad se conoce para tres de ellos y su valor es constante (7); lo que significa que presentan alta posibilidad de ser contaminados.

6.2.3. Características físicas de los acuíferos

De los 29 acuíferos se reconocen a cuatro de ellos como de tipo libre o acuíferos sin confinamiento en sus tres dimensiones. Esto significa que no existen barreras que impidan el movimiento del agua en el subsuelo y que para su aprovechamiento se utilizan sistemas de bombeo. Por otra parte, cuando el acuífero presenta en algunos de sus lados materiales impermeables, se llama acuífero confinado. Dicho confinamiento puede ser de diferentes grados, de tal forma que para otros tres acuíferos del estado, su situación colinda entre ser un acuífero libre, semi-confinados o confinados. De los 22 acuíferos restantes, no se cuenta con información para identificar sus características de confinamiento (Cuadro 6.10).

Cuadro 6.10. *Características Físicas de los Acuíferos del estado de Durango.*

Nombre	Tipo	Periodo de Estudio	Profundidad del Nivel Estático (m)	Periodo de Estudio	Abatimiento del Nivel Estático (m)
Valle de Santiaguillo	Libre	Octubre 1996	Variable por área: 3-10m 12-20m 22-70m	Octubre 1981- Octubre 1996	1-20
Valle de Canatlán	Libre	Octubre 1999	Variable por área: 2-3m 4-9m 10-20 20-30	Octubre 1981- Octubre 1997	Variable por área: 0-1 1-2.05 1-10
Valle del Guadiana	Libre	Octubre 1997	Variable por área: 3-10 m 10-30m 30-65m	Octubre 1981- Octubre 1997	Variable por área: 1-3 3-6 5-10 1-13
Tepehuanes-Santiago	ND	ND	ND	ND	ND
Providencia	ND	ND	ND	ND	ND
Cabrera-Ocampo	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 6.10. (Continuación) Características Físicas de los Acuíferos del estado de Durango.

Nombre	Tipo	Periodo de Estudio	Profundidad del Nivel Estático (m)	Periodo de Estudio	Abatimiento del Nivel Estático (m)
Vicente Guerrero-Poanas	Libre y confinado	Octubre 1999	Variable por área: 7-15m 15-40m 45-63m	ND	Variable por área: 1-3 3-5 6-9 10-15
Madero-Victoria	Libre	Octubre 1997	Variable por área: 15-40 45-95	ND	Variable por área: 1-2 1-3 1-4 1-5 2-7
Matalotes-El Oro	ND	ND	ND	ND	ND
San José de Nazareno	ND	ND	ND	ND	ND
Galeana-Quemado	ND	ND	ND	ND	ND
La Victoria	ND	ND	ND	ND	ND
Buenos Aires	ND	ND	ND	ND	ND
Torreón de Cañas	ND	ND	ND	ND	ND
San Fermín	ND	ND	ND	ND	ND
San Juan del Río	ND	ND	ND	ND	ND
Valle del Mezquital	Libre y semiconfinado	ND	5-10	ND	ND
Peñón Blanco	ND	ND	ND	ND	ND
Cuahutemoc	ND	ND	ND	ND	ND
Santa Clara	ND	ND	ND	ND	ND
Pedriceña-Velardeña	ND	ND	ND	ND	ND
Villa Juárez	ND	ND	ND	ND	ND
Ceballos	ND	ND	ND	ND	ND
Oriente-Aguanaval	ND	ND	ND	ND	ND
Nazas	ND	ND	ND	ND	ND
Vicente Suárez	ND	ND	ND	ND	ND
Cabrera	ND	ND	ND	ND	ND
La Zarca-Revolución	ND	ND	ND	ND	ND
Revolución	ND	ND	ND	ND	ND
Principal-Región Lagunera	Variable por áreas: Libre a semiconfinado a confinado	1999	Variable por área: 20 < 40 < 100	1975-1999	Variable por áreas: 16-40 50-65

ND: Información no disponible

Fuente: Gerencia Regional Cuencas Centrales. Página web (CNA) <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

El nivel de los mantos freáticos es variable, los más profundos se presentan en la región de la Laguna, con valores de hasta 100 m; y los más someros, de tan solo 3 m, ocurren en el Valle de Santiaguillo, Valle de Canatlán y Valle del Guadiana. Dichos niveles varían dentro de un mismo acuífero de acuerdo a la topografía y a la cantidad de extracciones, por los conos de depresión o deformación, además de estar ligadas a situaciones de sequías. De acuerdo a esto los abatimientos del manto acuífero varían de 1 a 20 metros como en el Valle de Santiaguillo, hasta el más drástico que es el de la Laguna con 60 a 70 m de abatimiento.

6.2.4. Uso y calidad del agua de los acuíferos

A) Información general

La cantidad de agua utilizada para los diferentes fines es concesionada por el derecho público del agua: en algunos casos, la extracción es mayor al volumen concesionado, esto ocurre principalmente en los municipios del Estado con

mayor población humana y mayor utilización de agua para la agricultura como: Lerdo, Gómez Palacio, Durango, Nuevo Ideal, Canatlán, Poanas y Vicente Guerrero. Esto es un indicador de sobre explotación y son además vulnerables a contaminarse por efectos de abatimientos del manto acuífero como es caso de los municipios de la Laguna donde el arsénico de aguas profundas es un problema de salud importante y el municipio de Durango, donde las concentraciones de flúor del 95 % del agua de los pozos sobrepasan la norma para este parámetro.

El total de agua subterránea extraída anualmente de los acuíferos del estado de Durango es de 1,601 M m³ y la proporción que cada acuífero aporta esta representado en la Figura 6.10. El uso que se le da a las extracciones de agua en el estado de Durango es para la irrigación de cultivos agrícolas, cuyo sector utiliza la mayor parte (83% del total), seguido por el sector público (9.3% del total), el sector de servicios múltiples (3.45 % del total), el sector industrial (2.6 % del total), y finalmente el domestico y pecuario (1.6 % del total) Cuadro 6.11.

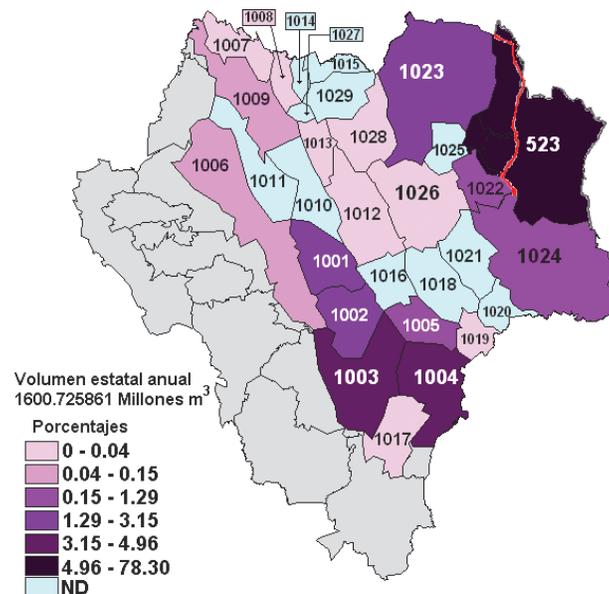


Figura 6.10. Acuíferos del Estado Durango y el agua que aportan a la extracción anual.

Fuente: Gerencia Regional Cuencas Centrales. Página web (CNA) <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

Cuadro 6.11. Volumen y porcentajes del total estatal anual de agua extraída de los acuíferos del estado de Durango.

USO	VOL (MILLONES DE m ³)	% TOTAL
AGRÍCOLA	1329	83.036
DOM/PEC	25	1.575
INDUSTRIAL	42	2.635
MÚLT/SER	55	3.445
PÚBLICO	149	9.309
VOLUMEN ESTATAL ANUAL	1601	100.000

Fuente: Gerencia Regional Cuencas Centrales. Página web (CNA) <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

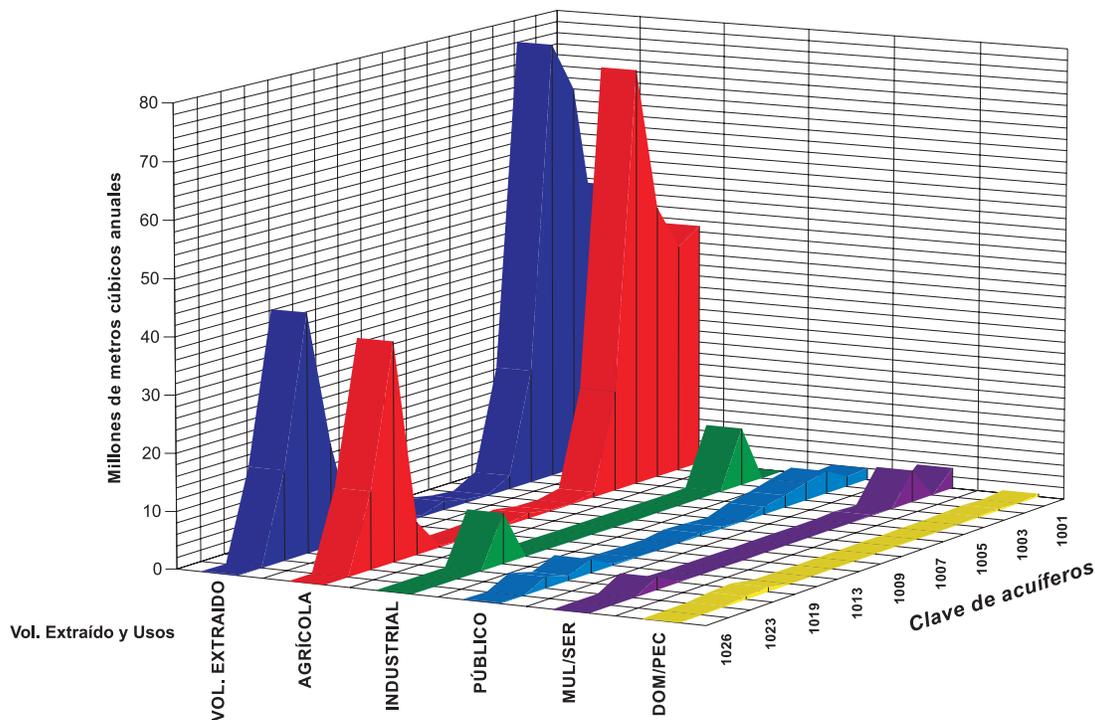


Figura 6.11. Volumen de agua extraída por acuífero y sus diferentes usos.

Estas proporciones varían por acuífero. La representación gráfica de lo anterior por acuífero se observa en la Figura 6.11.

B) Calidad del agua de los acuíferos del estado de Durango

Los criterios usados para definir calidad de agua se basan en la cantidad y tipo de parámetros (físicos, químicos, biológicos, metales pesados, elementos bencénicos, organoclorados, fosforados, etc.) presentes (Metcalf & Eddy (2003). Estos pueden ser tanto de naturaleza orgánica como inorgánica, su identificación y cuantificación permite determinar la inocuidad del agua para su uso como agua potable, o puede determinarse el tipo de tratamiento que el agua necesita para hacerla apta, lo mismo ocurre cuando se valora para ser usada en riego o en la industria. De tal forma que un agua que es apta para consumo humano puede no ser apta para riego o para ser usada en la industria, amén de que dicha agua sufra algún tratamiento.

Para definir si el agua de los acuíferos del estado de Durango es buena, regular ó mala, para los diferentes usos se utilizaron los valores reportados sobre su contenido en cuanto a sólidos disueltos, dureza, alcalinidad, flúor y arsénico; además de los parámetros de conductividad y relación de sodio (SAR). Cabe mencionar que existen otros parámetros, como pH, cloruros y bicarbonatos que para esta sección no fueron considerados.

Además, para una buena estimación de la calidad de agua hacen falta más parámetros de medición que no se encuentran disponibles como: cloro residual, contenidos de nitrógeno

en todas sus formas, fósforo, potasio, azufre, elementos traza (aluminio, berilio, cobalto, cromo, hierro, litio, manganeso, molibdeno, cobre, plomo, selenio, etc.) y microbiológicos (coliformes totales y fecales) entre otros.

Una explicación sobre el efecto que dichos parámetros tienen en el ambiente se puede consultar en el capítulo trece del libro Agua de Reuso (Metcalf & Hedí, 2003). Las cantidades que denotan la calidad utilizadas en este documento, se presentan en el Cuadro 6.12 y se basan en los criterios observados en dicho libro.

La calidad del agua de los acuíferos esta desglosada en el Cuadro 6.13, conjunto a los datos de volumen de explotación para cada uno. La información referente a calidad se tiene para 10 de los 29 acuíferos del Estado, donde para:

- Todos los usos el agua es buena en 4 de los acuíferos
- Uso agrícola: 4 de los acuíferos presenta parámetros de mala a regular calidad del agua.
- Uso industrial: solo 1 acuífero presenta parámetros de regular calidad y el resto presentan buena calidad.
- Uso público-urbano y uso domiciliario: 4 de los acuíferos presentan parámetros de mala a regular calidad.

Del resto de los acuíferos se desconoce su calidad

Cuadro 6.12. Criterio usado para determinar la calidad de agua reportada para los acuíferos de Durango.

USO	SÓLIDOS DISUELTOS mg/L	CONDUCTIVIDAD mSiemms/cm	RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO	ALCALINIDAD mg/L	DUREZA mg/L	FLÚOR mg/L	ARSÉNICO mg/L
AGRÍCOLA <i>Buena</i> <i>Regular</i> <i>Mala</i>	<450 450-2000 >2000	<0.7 0.7-3.0 >3.0	<3 3-9 >9	NC	NC	1 >1 >1	0.10 >0.10 >0.10
PÚBLICO* <i>Buena</i> <i>Regular</i> <i>Mala</i>	500	50- 2000	NC	400	NC	1.5*	0.05*
INDUSTRIAL <i>Buena</i> <i>Regular</i> <i>Mala</i>	NC	NC	NC	<40 100 >350	<1 1 >350	NC	NC

*No debe sobrepasar esta cantidad para considerarse agua potable según NOM-127-SSA1-1994;
NC = no utilizada para este rubro.

Fuente. Agua de Reuso de Metcalf & Eddy (2003).

Cuadro 6.13. Uso y Calidad del agua de los Acuíferos del estado de Durango.

CLAVE	USUARIO	VOLUMEN(Mm ³)	VOLUMEN (%)	OBRAS	CALIDAD
1001	Agrícola	25.656343	86.20	441	BUENA
	Público-Urbano	3.5	11.70	59	BUENA
	Dom. /Abrev.	0.591255	2.00	422	BUENA
	Industrial	0.017	0.10	6	BUENA
1002	Agrícola	26.45502	86.07	484	BUENA
	Dom. /Abrev.	0.3059	1.00	87	BUENA
	Público-Urbano	3.953	12.86	40	BUENA
	Industrial	0.024	0.08	2	BUENA
1003	Agrícola	48.174756	42.57	463	BUENA
	Dom. /Abrev.	1.7160545	1.52	211	MALA-REGULAR
	Público-Urbano	52.57112	46.45	212	BUENA-MALA
	Industrial	10.6739	9.43	54	MALA
	Otros	0.03	0.03	2	
1004	Agrícola	74.094205	95.66	271	BUENA
	Dom. /Abrev.	0.184533	0.24	23	MALA-REGULAR
	Público-Urbano	3.108446	4.01	53	MALA-REGULAR
	Industrial	0.065	0.08	1	BUENA
	Otros				BUENA
1005	Agrícola	16.3266	88.20	110	BUENA
	Dom. /Abrev.	0.0348	0.19	64	BUENA
	Público-Urbano	2.149	11.61	38	BUENA
1006	Público-Urbano	1.414406	59.57	36	
	Agrícola	0.90703	38.20	56	
	Dom. /Pec.	0.03816775	1.61	56	
	Múltiples	0.014596	0.61	2	
1007	Agrícola	0.12	63.00	1	
	Público-Urbano	0.057653	30.27	5	
	Dom. /Pec.	0.01282974	6.74	22	
1008	Publico	0.325217	52.51	12	
	Agrícola	0.24	38.75	2	
	Múltiples	0.006479	1.05	1	
	Dom. /Pec.	0.04768725	7.70	6	

Cuadro 6.13. (Continuación). Uso y Calidad del agua de los Acuíferos del estado de Durango

CLAVE	USUARIO	VOLUMEN (Mm ³)	VOLUMEN (%)	OBRAS	CALIDAD
1009	Agrícola	0.942383	63.17	11	
	Público-Urbano	0.53642575	35.96	21	
	Pecuario	0.005475	0.37		
	Industrial	0.0045	0.30	2	
	Servicios	0.003	0.20	1	
1012	Agrícola	0.21		1	
1013	Público-Urbano	0.016535		1	
1017	Público	1.1		2	BUENA
	Doméstico	0		23	BUENA
1019	Público-Urbano	0.340602	38.00	13	
	Agrícola	0.3216	35.88	4	
	Dom. /Pec.	0.00760122	0.85	30	
1022	Agrícola	5.713231	29.73	71	MALA
	Dom. /Pec.	0.7620105	3.97	103	REGULAR
	Industrial	8.83008	45.95	28	REGULAR
	Múltiples	1.5	7.81	1	
	Público-Urbano	2.412346	12.55	177	REGULAR
1023	Agrícola	38.211329	91.46	179	
	Dom. /Pec.	0.50609125	1.21	66	
	Múltiples	2.22219	5.32	7	
	Público-Urbano	0.841844	2.01	135	
1024	Público-Urbano	1.995832	6.26	105	BUENA
	Dom. /Pec.	16.3916	51.39	25	REGULAR
	Agrícola	13.50735	42.35	80	REGULAR
1026	Pecuario	0.02628		1	BUENA
1028	Público-Urbano	0.130142	65.69	8	
	Pecuario	0.067982	34.31	7	
*523	Agrícola	1045.2	85.55	2834	REGULAR-MALA
	Público-Urbano	127.8	10.46	349	REGULAR
	Industrial	23.1	1.89	84	BUENA
	Dom. /Pec.	22.6	1.85	291	REGULAR
	Servicios	3.1	0.25	19	REGULAR

† Datos de 1973 tómesese con la debida reserva. ND: La información no se encuentra disponible. Mm: Millones de metros.

Fuentes: Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional Cuencas Centrales.

Fuentes de Información.

Toda la información referida en la sección de agua subterránea se obtuvo de las fuentes citadas en el Cuadro 6.14.

Donde se puede observar que no se obtuvo el mismo grado de información para todos los acuíferos.

Cuadro 6.14. Fuentes de información y fechas sobre los acuíferos del estado de Durango.

FUENTES DE INFORMACIÓN			
RUBRO	ACUÍFEROS	PERIODOS	FUENTE
VOLUMENES EXTRAIDOS	1001; 1002; 1003; 1004; 1005; 1017 y 523	Abril 2002	Página web de CNA
	1006;1007; 1008; 1009; 1012; 1013; 1019; 1022; 1023; 1024, 1025; 1026 y 1028	Agosto 2005	Gerencia Regional Cuencas Centrales (Torreón Coah.)
USOS	1001; 1002; 1003; 1004; 1005; 1017 y 523	Abril 2002	Página web de CNA
	1006;1007; 1008; 1009; 1012; 1013; 1019; 1022; 1023; 1024, 1025; 1026 y 1028	Agosto 2005	Gerencia Regional Cuencas Centrales (Torreón Coah.)
CALIDADES DE AGUA	1001; 1002; 1003; 1004; 1005 Y 1017	Abril 2002	Página web de CNA
	523; 1022; 1025; 1024 y 1026	Agosto 1995 – Julio 2004	Gerencia Regional Cuencas Centrales (Torreón Coah.)