

Tabla 2.- Disponibilidad de agua en la Región Hidrológico-Administrativa II “Noroeste”, (Publicadas a noviembre-2007)

CLAVE	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
(ACUÍFERO)		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE CHIHUAHUA							
860	GUERRERO-YEPOMERA	30.00	2.00	29.78	54.20	0.00	-1.78
ESTADO DE SONORA							
2603	SONOYTA-PUERTO PEÑASCO	41.40	15.90	94.16	46.30	0.00	-68.66
2606	LOS CHIRRIONES	30.00	2.00	29.78	54.20	0.00	-1.78
2609	BUSANI	15.50	0.00	16.79	20.00	0.00	-1.29
2610	COYOTILLO	4.00	0.00	12.32	10.80	0.00	-8.32
2612	MAGDALENA	41.30	0.00	43.38	41.60	0.00	-2.08
2616	RIO SAN PEDRO	41.00	17.00	19.90	22.30	4.10	0.00
2618	ARIVAIPA	15.20	0.20	1.24	1.20	13.76	0.00
2619	COSTA DE HERMOSILLO	250.00	0.00	430.96	430.50	0.00	-180.96
2621	MESA DEL SERI -LA VICTORIA	73.00	16.00	93.69	120.00	0.00	-36.69
2624	RIO SONORA	66.60	0.00	115.43	57.10	0.00	-48.83
2625	RIO SAN MIGUEL	52.50	0.00	54.09	57.00	0.00	-1.59
2626	RIO ZANJON	76.80	0.00	90.04	109.20	0.00	-13.24
2632	RIO FRONTERA	23.80	0.00	22.67	26.70	1.13	0.00
2633	RIO MOCTEZUMA	31.00	0.00	26.05	28.00	4.95	0.00
2635	VALLE DE GUAYMAS	100.00	0.00	112.63	98.90	0.00	-12.63
2636	SAN JOSE DE GUAYMAS	4.50	0.00	19.22	8.10	0.00	-14.72
2640	VALLE DEL YAQUI	564.10	50.00	428.45	363.90	85.65	0.00
2641	COCORAQUE	198.20	20.00	103.15	70.00	75.05	0.00
2642	VALLE DEL MAYO	155.00	0.00	213.22	132.50	0.00	-58.22
2643	CUCHUJAQUI	29.00	19.50	2.50	2.00	7.00	0.00
2658	SAN BERNARDO	46.80	35.00	0.05	1.10	11.70	0.00

FUENTE: <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>

Adicionalmente, la región se encuentra expuesta a la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos como lo son los ciclones tropicales, las heladas, las granizadas, las inundaciones y las sequías. Esta última problemática, ha obligado a los habitantes de la región a extraer más agua subterránea que la que recarga a los acuíferos, provocando sobre explotación o déficit de agua (Tabla 2).

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo general es la determinación de la disponibilidad media de agua (1982-2005) en la Cuenca del Río Mátape y sus acuíferos (Mátape, Valle de Guaymas y San José de Guaymas), para una adecuada planeación y utilización del recurso.

1.2. METODOLOGÍA A UTILIZAR

1. Recopilar y analizar toda la información existente sobre el tema (tesis, estudios técnicos, publicaciones, datos de CNA, de INEGI, etc).
2. Efectuar visitas de campo a la zona de estudio para reconocer el tipo de aprovechamientos, realizar pruebas de bombeo, medición de niveles estáticos y censo de pozos, entre otros.
3. Calcular los parámetros de hidrología superficial necesarios para caracterizar la cuenca, mediante el uso de imágenes de satélite y AutoCAD.
4. Concentrar los datos del censo de aprovechamientos de agua basados en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) y los ciclos agrícolas reportados por el DR. 084, subdividirlos por acuíferos y subcuencas.
5. Obtener y analizar datos climatológicos y piezométricos de la Cuenca del Río Mátape para elaborar mapas y gráficas (polígonos de Thiessen, isoyetas, piezometría y evolución de niveles estáticos).
6. Determinar las unidades hidrogeológicas del área, mediante reconocimiento de campo, con apoyo de mapas geológicos e hidrológicos
7. Establecer la ecuación de balance hídrico integral para la Cuenca del Río Mátape y seleccionar los métodos para calcular cada parámetro.
8. Estimar las entradas, salidas y disponibilidad de agua de los acuíferos: Mátape, Valle de Guaymas y San José de Guaymas, que se ubican en la Cuenca del Río Mátape.

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo la presente investigación hidrogeológica, se plantearon los objetivos generales y específicos, que fueron de manera general, calcular la disponibilidad media de agua de la Cuenca del Río Mátape, usando una ecuación de balance hídrico integral, la que fue ajustada a la ecuación propuesta por la Norma Oficial Mexicana.

Se elaboró una guía o índice de tesis a seguir, considerando los tiempos, la profundidad de los temas y los recursos económicos con que se contaba para la realización del estudio. La investigación, análisis de la información y elaboración de conclusiones, se llevó a cabo de 2005 a 2007.

Al inicio, se efectuó una recopilación bibliográfica de los datos existentes y de los estudios técnicos realizados con anterioridad (tesis, proyectos, libros, mapas,

artículos científicos, páginas de Internet, banco de datos de dependencias, etc), con el fin de profundizar en el tema, resumir y efectuar un análisis crítico. Se estudiaron todos los conceptos relativos a balance o disponibilidad de agua en una cuenca hidrológica.

Los datos recopilados (climatología, piezometría, etc) se usaron para realizar el análisis hidráulico e hidrogeología de la cuenca, mediante la elaboración de figuras, mapas y gráficas con diversos programas de cómputo. Entre los datos, se encuentra el inventario de aprovechamientos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del cual se revisaron sus características constructivas, régimen de explotación, volúmenes de agua concesionada en los acuíferos, usos que se le dan, hidráulica de pozos y medición de los niveles estáticos de aprovechamientos subterráneos, entre otros.

De acuerdo a las características fisiográficas de la cuenca en estudio, se seleccionó una ecuación de balance hídrico integral que representara de la mejor manera las condiciones reales. El balance contempla entradas, salidas y disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea, cuyo cálculo requirió aplicar diversos métodos.

Entre las entradas y salidas superficiales de agua, se tienen la precipitación, la evapotranspiración y el escurrimiento. Para estimar el volumen de precipitación, se usaron los Polígonos de Thiessen y el Método de las Isoyetas. El volumen de evapotranspiración real se obtuvo mediante el Método de Turc, que se basa en la precipitación y la temperatura medias anuales. La diferencia de los volúmenes de lluvia y evapotranspiración da el volumen de precipitación efectiva por subcuenca, que multiplicada por los coeficientes de escurrimiento según el Apéndice Normativo "A" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 y calibrándolo con las entradas a la Estación Hidrométrica y Presa Punta de Agua así como los volúmenes retenidos por la Presa La Haciendita y varios repesos aguas arriba de la Presa Punta de Agua, resulta en el volumen escurrido.

Para obtener el coeficiente de escurrimiento, se digitalizaron en AutoCAD los mapas de Hidrología Superficial, escala 1:250,000 editados por el INEGI, los que incluyen las zonas con diferentes rangos de escurrimiento.

Entre las entradas subterráneas se tiene a la recarga vertical, que se calculó como la suma de la infiltración y de los retornos de riego. La infiltración resultó de restarle a la precipitación, la evaporación y el escurrimiento. Los retornos por riego o recarga inducida, se calcularon como un porcentaje del volumen agrícola concesionado en el REPDA y de las descargas controladas para riego de las presas y bordos de la zona.

Para calcular las entradas y salidas subterráneas horizontales, se utilizaron redes de flujo, con datos de piezometría, transmisividad y espesor aproximado de los acuíferos.

La descarga natural o salida de agua subterránea a través de manantiales, no es importante en el área estudiada por lo que no fue considerada. La extracción por bombeo fue tomada del volumen concesionado en el REPDA y la reportada por el DR 084 según los ciclos agrícolas, laminas de riego y tipos de cultivos.

Las salidas por evaporación directa de los acuíferos con niveles someros se estimó tomando en cuenta las zonas con materiales no consolidados con niveles estáticos entre 1 y 10 metros que tienen una gran cantidad de norias en

funcionamiento REPDA.

Por último, se sustituyeron todos los valores calculados en la ecuación de balance hídrico integral para obtener el cambio de almacenamiento de los acuíferos de la Cuenca del Río Mátape. La disponibilidad de agua subterránea se obtuvo mediante la fórmula de la Norma Oficial Mexicana (NOM-011-CNA-2000), que es equivalente a reagrupar algunos términos de la ecuación de balance previamente calculados.

Para apoyar todo el trabajo anterior, se procedió a elaborar diversos mapas y gráficas usando los programas Excel, Surfer y AutoCAD entre otros.

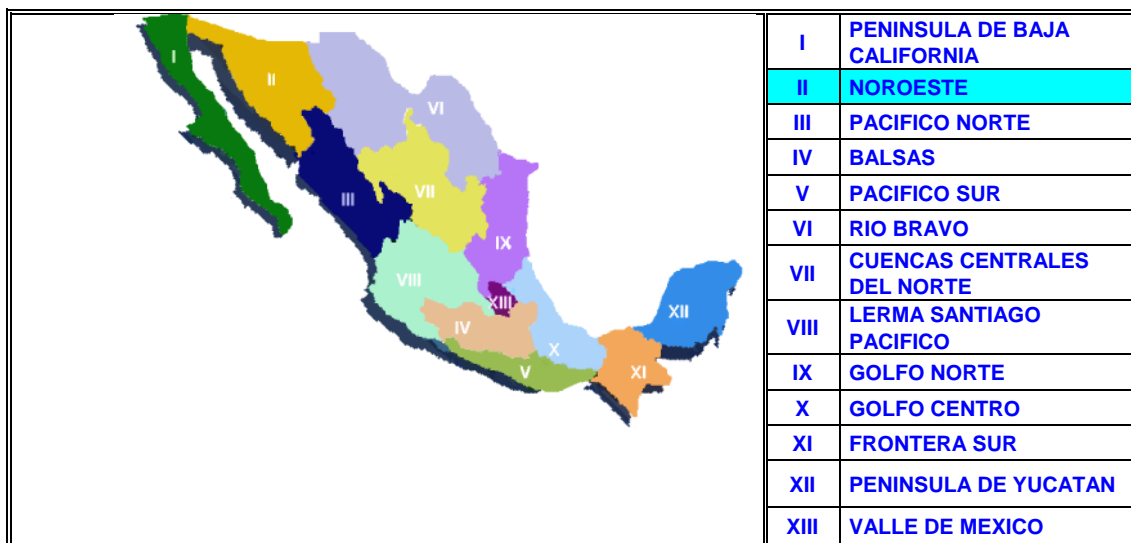
Se analizaron pruebas de conductividad eléctrica en varios pozos, determinando así hasta donde ha avanzado la intrusión salina en las zonas costeras por la excesiva extracción subterránea.

Se establecieron alternativas de explotación futura de las aguas subterráneas, determinando el volumen óptimo explotable.

1.3. LOCALIZACIÓN

La Cuenca del Río Mátape y sus acuíferos (Mátape, Valle de Guaymas y San José de Guaymas) se localizan en la Región Hidrológica No. 9 Sonora Sur, dentro de la Región II "Noroeste", en el desértico Estado de Sonora (Figura 3).

Figura 3.- División de México en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas



FUENTE: <http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Regionales/Noroeste/Siga.htm>

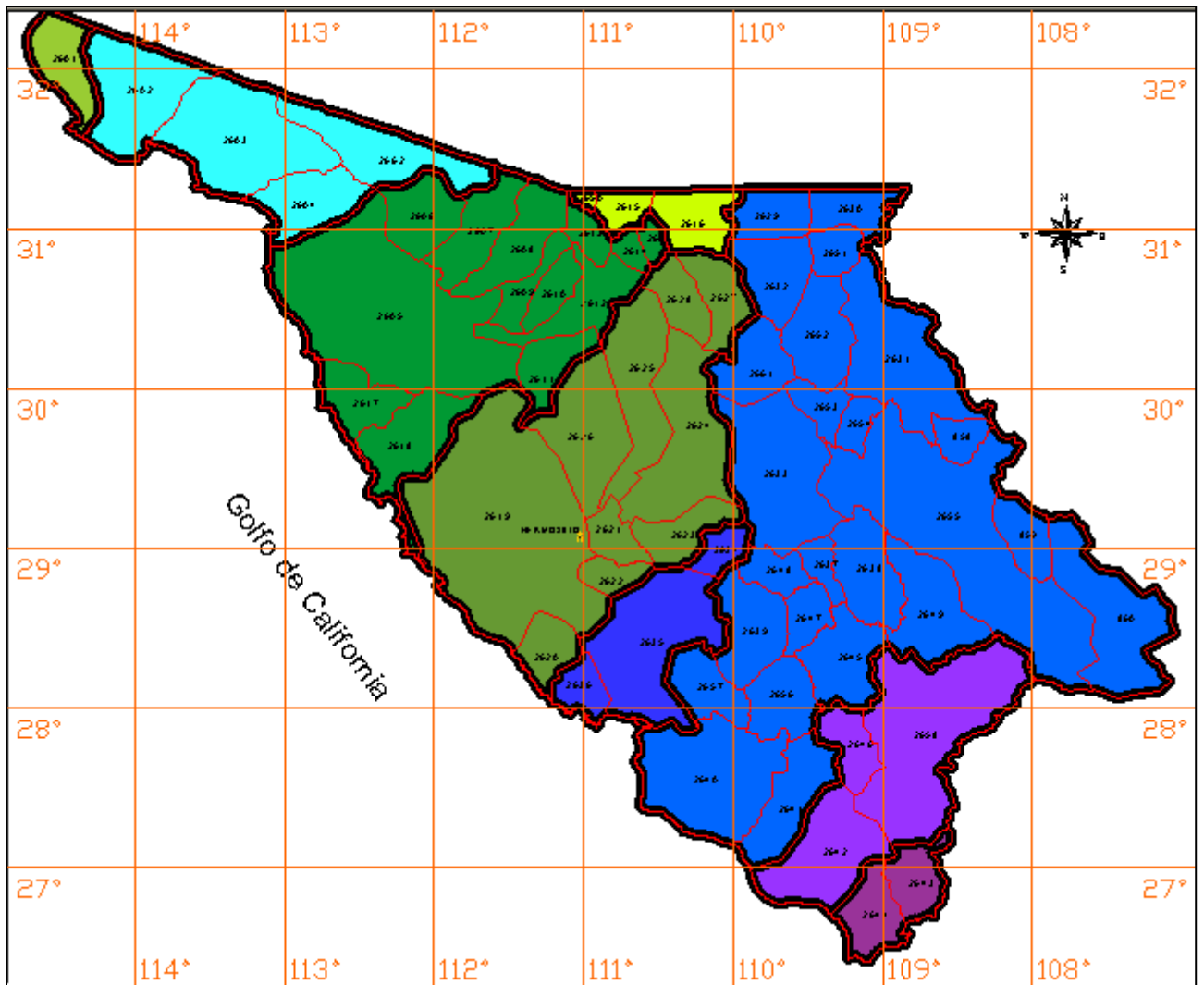
1.3.1. LIMITE DE LOS ACUIFEROS DE GUAYMAS Y DE SAN JOSE DE GUAYMAS

Las coordenadas de los polígonos que enmarcan el área de los acuíferos estudiados se muestran en las Tablas 3 y 4; estos límites están publicados en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 3.- Coordenadas de los vértices del acuífero del Valle de Guaymas

DIARIO OFICIAL Viernes 31 de enero de 2003						
LIMITES ACUIFERO 2635 VALLE DE GUAYMAS						
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	111	0	10.8	28	25	33.6
2	110	56	6	28	26	16.8
3	110	48	25.2	28	33	14.4
4	110	47	9.6	28	40	15.6
5	110	34	55.2	28	47	9.6
6	110	30	36	28	52	4.8
7	110	18	57.6	28	53	13.2
8	110	4	33.6	28	47	52.8
9	110	4	4.8	28	47	6
10	110	8	6	28	44	34.8
11	110	8	49.2	28	43	30
12	110	4	22.8	28	40	19.2
13	110	4	22.8	28	32	49.2
14	110	1	1.2	28	32	27.6
15	110	0	10.8	28	30	57.6
16	110	1	58.8	28	30	0
17	110	0	50.4	28	21	10.8
18	110	6	39.6	28	18	32.4
19	110	7	40.8	28	20	52.8
20	110	9	32.4	28	19	55.2
21	110	10	44.4	28	21	21.6
22	110	10	48	28	23	34.8
23	110	15	36	28	22	30
24	110	22	37.2	28	20	31.2
25	110	25	44.4	28	7	40.8
26	110	17	38.4	27	56	49.2
27	110	13	15.6	27	50	6
28	110	15	14.4	27	48	10.8
29	110	19	48	27	48	39.6
30	110	23	31.2	27	52	33.6
31	110	29	2.4	27	49	51.6
32	110	29	34.8	27	49	48
33	110	30	18	27	49	58.8
34	110	30	43.2	27	50	16.8
35	110	31	12	27	50	34.8
DEL 35 AL 36 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA						
36	110	48	21.6	27	55	4.8
37	110	49	30	27	56	9.6
38	110	47	16.8	28	1	19.2
39	110	56	9.6	28	19	22.8
40	110	59	31.2	28	19	26.4
1	111	0	10.8	28	25	33.6

Figura 4.- Cuencas y Acuíferos de la Región II “Noroeste”



RH-7 Río Colorado	RH-8 Río Sonoyta	RH-8 Río Concepción	RH-9 Río Sonora
RH-9 Río Mátape	RH-9 Río Yaqui	RH-9 Río Mayo	RH-10 Río Fuerte

FUENTE: <http://siga.cna.gob.mx/SIGA/Regionales/Noroeste/NW.htm> (modificado)

El Organismo de Cuenca Noroeste esta comprendido por 8 cuencas (Figura 4). Las cuales son: Río Colorado, Río Sonoyta, Río Concepción, Río Sonora, Río Mátape, Río Yaqui, Río Mayo y Río Fuerte.

Tabla 4.- Coordenadas de los vértices del acuífero de San José de Guaymas

ACUIFERO 2636 SAN JOSE DE GUAYMAS							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERV.
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	110	56	9.6	28	19	22.8	
2	110	47	16.8	28	1	19.2	
3	110	49	30	27	56	9.6	
4	110	48	21.6	27	55	4.8	DEL 4 AL 5 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
5	111	11	20.4	28	1	15.6	
6	111	10	48	28	3	21.6	
7	111	10	51.6	28	8	2.4	
8	111	7	48	28	9	43.2	
9	111	8	52.8	28	12	0	
10	111	5	6	28	13	37.2	
11	111	0	7.2	28	17	6	
12	110	59	31.2	28	19	26.4	
1	110	56	9.6	28	19	22.8	

FUENTE: CONAGUA (2004)

1.3.2. MUNICIPIOS QUE LA COMPONEN

La Cuenca del Río Mátape esta formada por tres acuíferos:

Al norte el 34 Río Mátape que abarca los municipios de Villa Pesqueira, Mazatán, La Colorada y una pequeña porción de San Pedro de la Cueva.

Al suroeste el 36 San José de Guaymas, el Río San José drena individualmente una porción costera del suroeste de la cuenca, en el Municipio de Guaymas.

Al centro y sureste el 35 Valle de Guaymas, es el acuífero más grande de la cuenca, abarca todo el Municipio de Empalme, una parte de Guaymas, La Colorada, Suaqui Grande y una pequeña porción de Bácum. Las poblaciones principales que se encuentran dentro del perímetro del acuífero, son: Empalme y localidades menores como Ortiz, Francisco Márquez, La Misa, Punta de Agua y San José de Pimas así como poblados ejidales de Santa María, Maytorena, Cruz de Piedra y José María Morelos, entre otros (Figura 5).

El acuífero Valle de Guaymas abarca la parte central y baja de la Cuenca del Río Mátape; existen 5 subcuencas hidrográficas en el acuífero Valle de Guaymas. Entre las sierras San Francisquito y Bacatete se encuentra un pequeño valle conocido como Cruz de Piedra o Boca Abierta

Figura 5. Límites superficiales de captación de las unidades hidrogeológicas que componen la Cuenca del Río Mátape



La imagen de satélite anterior nos muestra claramente los límites superficiales de captación de las unidades hidrogeológicas Mátape, Valle de Guaymas y San José de Guaymas. El acuífero de San José de Guaymas se puede estudiar por separado pues no tiene ninguna relación con el del Valle de Guaymas.

1.4. HIDROGRAFIA

1.4.1. REGION HIDROLÓGICA

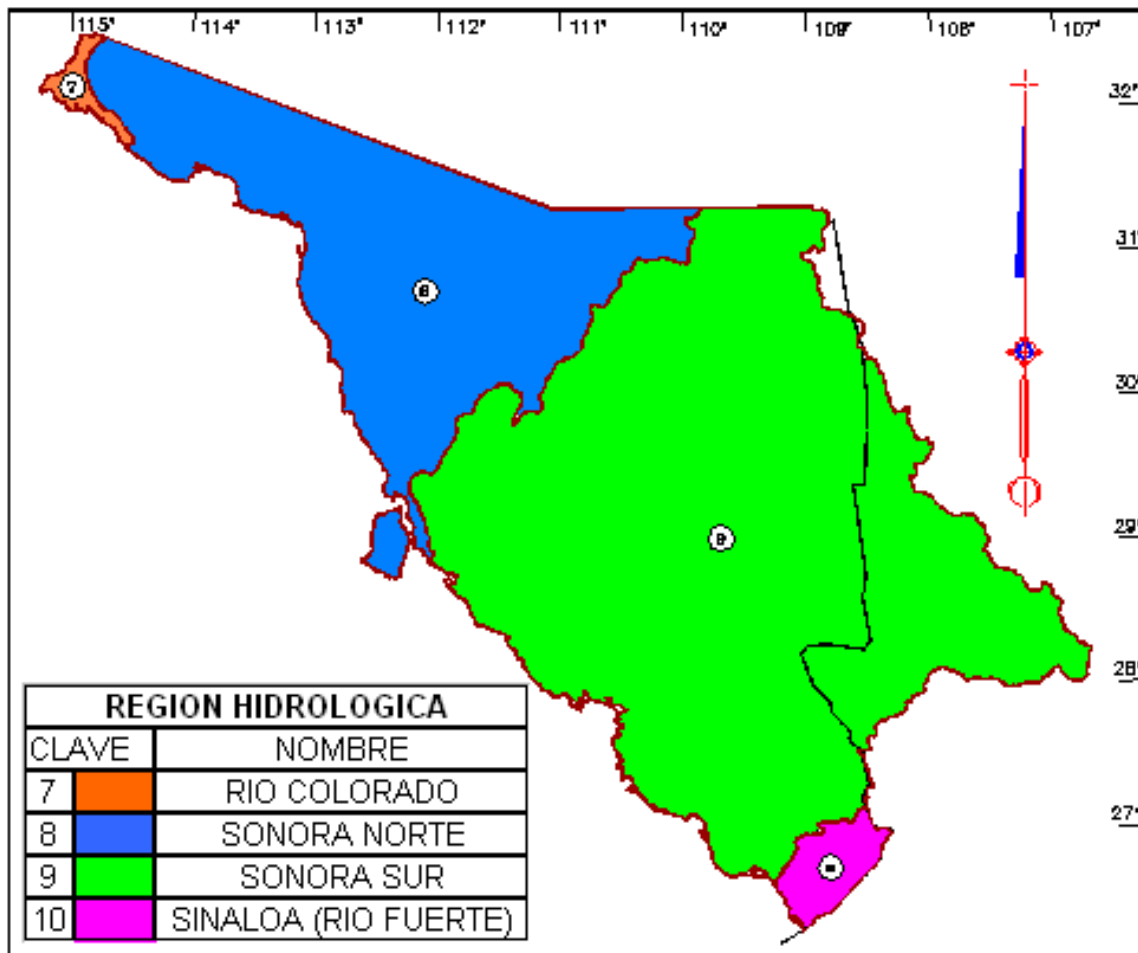
La Región II Noroeste está integrada por la región hidrológica No. 8, Sonora Norte y la No. 9, Sonora Sur, que suman una superficie hidrológica de 193,681 km² dentro del

territorio nacional (Figura 6).

● **La Región No 8** se ubica en la parte extrema del noroeste del Estado de Sonora (Figura 6), entre los meridianos 110°23' y 114°52' de longitud oeste y los paralelos 28°57' y 32° 31' de latitud norte. Abarca una superficie hidrológica de 56,177km² y comprende las cuencas de los ríos:

- Sonoyta
- Concepción

Figura 6.- Regiones hidrológicas de Sonora



FUENTE: INEGI (1993)

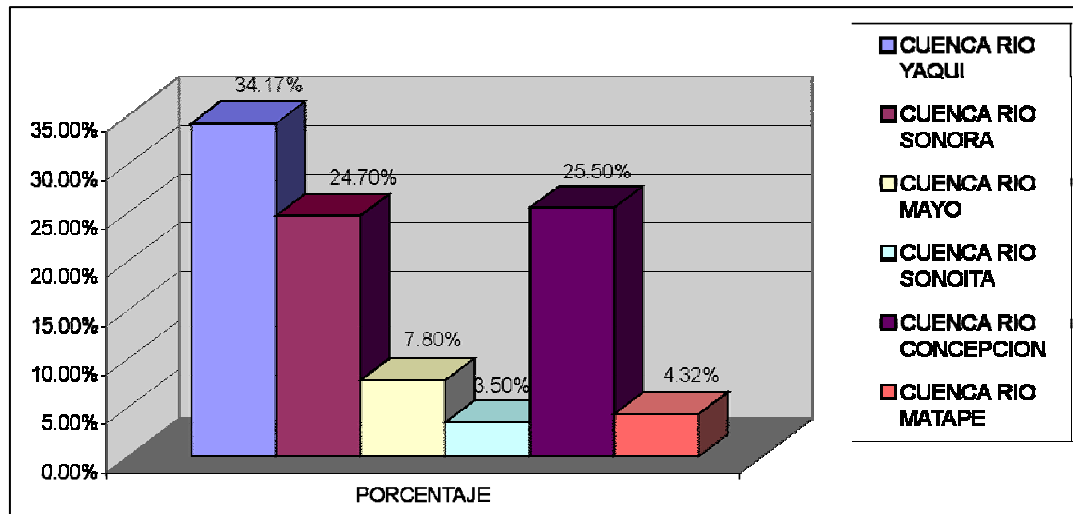
● **La Región No 9** se ubica en su mayor parte en el centro-oeste y este del Estado de Sonora y el resto pertenece al Estado de Chihuahua (Figura 6); se encuentra entre los meridianos 106° 48' y 112°06' de longitud oeste y los paralelos 26°35' y 31° 20' de latitud norte. Abarca una superficie hidrológica de 137,504km² e incluye las cuencas de los ríos:

- Sonora
- Yaqui

- Mátape
- Mayo

Las cuencas regadas por estos ríos tienen diferentes dimensiones, siendo la Cuenca del Río Yaqui la de mayor extensión, correspondiendo al 34.17% del total del estado, le sigue la Cuenca del Río Concepción con 25.50% del total del estado, y así sucesivamente, siendo la Cuenca del Río Sonoyta, la de menor extensión, cubriendo el 3.50% del territorio sonorense (Figura 7).

Figura 7.- Distribución de la superficie por cuenca hidrológica



Administrativamente la Región II Noroeste consta de 79 municipios: 72 correspondientes al Estado de Sonora y 7 al de Chihuahua.

1.4.2. CUENCA

La Cuenca del Río Mátape se encuentra en la porción central de la entidad y al oeste de la Región Hidrológica No. 9, comprende un área de 9,030 km² en su totalidad y drena un área de 7,211.97 km² excluyendo las subcuencas **(D) Guaymas** y **(F) Arroyo Tetabiate**. Se localiza íntegramente dentro del Estado de Sonora, cuenta con una precipitación media anual de 398.71 mm y una pendiente general que oscila de media a baja.

El dren principal de la cuenca es el Río Mátape, el cual tiene su nacimiento en la Sierra de Mazatán a 1,500 m.s.n.m., al noreste de Villa Pesqueira (Mátape), desde donde inicia su trayectoria de 124 km hasta descargar sus aguas en el vaso de la Presa Ignacio L. Alatorre, para posteriormente, cambiar el nombre de su cauce al de Río San Marcial, cuyas aguas son finalmente utilizadas en la zona agrícola del Valle de Guaymas.

Durante este recorrido, el Río Mátape observa una pendiente media de 0.0038 y dirección general noreste – suroeste, siendo sus afluentes una gran cantidad de arroyos de carácter intermitente. El Río Mátape tiene una longitud total aproximada desde su origen hasta su desembocadura de 197 km; tiene un escurrimiento medio anual

estimado en 61.56 Mm³, un rumbo general hacia el sur, hasta desembocar en el Golfo de California, al oriente de la bahía y puerto de Guaymas.

La Cuenca del Río Mátape está limitada entre 2 grandes cuencas (Figura 6):

Al noroeste por la Cuenca del Río Sonora (acuíferos 19 Costa de Hermosillo, 20 Sahuaral, 22 La Poza y 23 Santa Rosalía).

Al noreste con la Cuenca del Río Yaqui (acuíferos 33 Río Moctezuma, 39 Río Tecorípa, 40 Valle del Yaqui, 48 Soyopa y 57 Agua Caliente).

Al sur con el Golfo de California (Mar de Cortés).

1.4.3. SUBCUENCAS

La Cuenca del Río Mátape (C) está dividida en 6 subcuencas hidrológicas: A, B, C, D, E y F (Figura 8), sin embargo, en el presente estudio y con el fin de facilitar el cálculo de los parámetros del balance, se dividió la Subcuenca (B) Río Mátape-Presa Punta de Agua en 2 subcuencas: la (B1) Río Mátape al norte y la (B2) Río Mátape-Presa Punta de Agua al sur de la anterior (Tabla 5).

Tabla 5.- Area de las subcuencas del Río Mátape

ACUIFERO	SUBCUENCA	AREA (km ²)
Río Mátape	(B1) Río Mátape	1,124.16
	(B2) Río Mátape-Presa Punta de Agua	1,995.26
Valle de Guaymas	(A) Río Mátape-Empalme	2,886.89
	(D) Guaymas	660.69
	(E) Arroyo Chicuroso	544.97
	(F) Arroyo Tetabiate	584.33
San José de Guaymas	(C) San José de Guaymas	1,234.46
TOTAL CUENCA		9,030.76

El Río Mátape nace en la Sierra de Mazatán al norte del poblado de Villa Pesqueira (Mátape), en la denominada **Subcuenca (B1) Río Mátape**. La **Subcuenca (B2) Río Mátape-Presa Punta de Agua** recibe aportaciones del Arroyo El Garambullo por la margen derecha y por la izquierda de los arroyos Los Mautos, Las Chinchas y Agua Fría; las aguas de este último, no son registradas por la estación hidrométrica Punta de Agua.

Los principales afluentes en la **Subcuenca (A) Río Mátape-Empalme** son los arroyos El Salpullido y Seco, que confluyen al Río Mátape por su margen derecha, cerca del poblado de Ortiz. El agua superficial es captada principalmente por la Presa Ignacio L. Alatorre, también conocida como Punta de Agua, y por el Bordo de Ortiz.

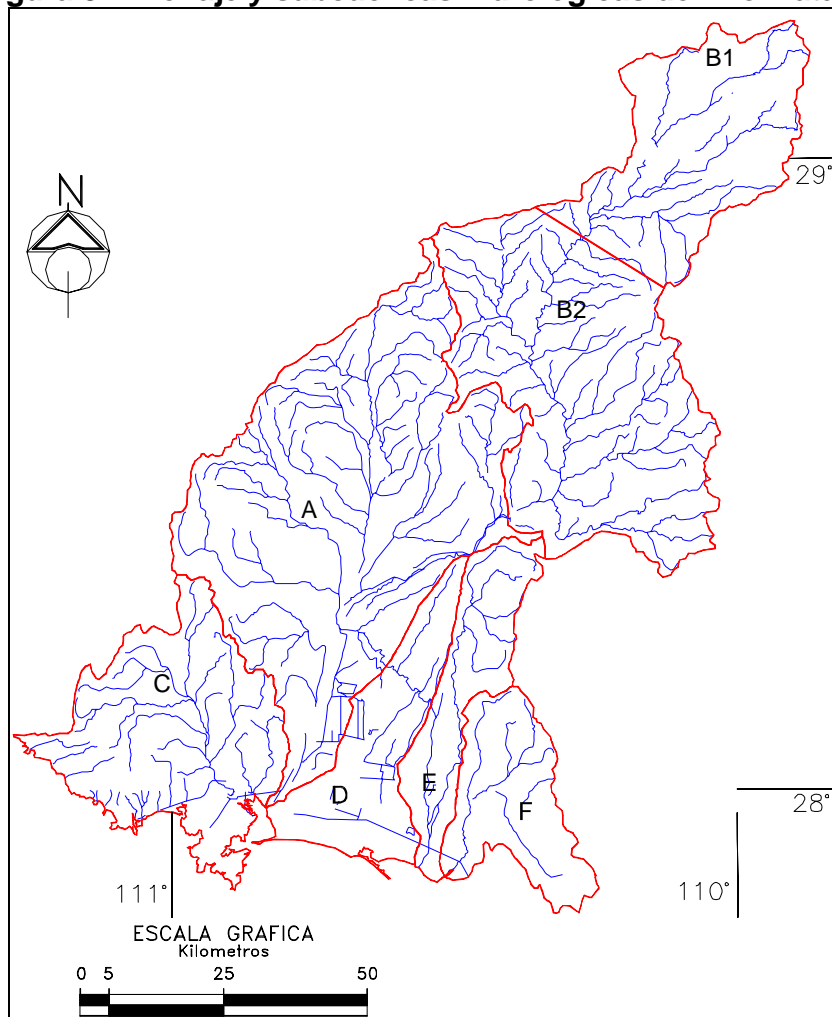
Aguas arriba del poblado de Mátape, se localiza el Represo El Horno y 6 km aguas abajo, la Presa La Haciendita, cuyo abastecimiento se usa principalmente para fines agrícolas y pecuarios de pequeña escala.

Al **Arroyo Chicuroso** en la **Subcuenca (E)** del mismo nombre, se le une por la margen derecha el Bordo Piloto y por la izquierda el Arroyo Moscobampo. Esta subcuenca se define a partir de la estación hidrométrica Punta de Agua. Nace en la estribación noroccidental de la Sierra El Bacatete, a unos 3 km de dicha estación, su rumbo es hacia el sur franco y desemboca en la Bahía de Guásimas en el Golfo de California.

La subcuenca de este arroyo, junto con la **(F) Arroyo Tetabiate**, tienen una superficie de 1,130 km² y se encuentran entre la cuenca hidrográfica del Río Yaqui al sur, y el valle de Guaymas al occidente (Figura 8).

La **Subcuenca (D) Guaymas** en la parte central del valle tiene varios arroyos pequeños, el más importante es el Arroyo Mautal, el cual es interceptado por el Bordo Piloto.

Figura 8.- Drenaje y subcuencas hidrológicas del Río Mátape



1.4.4. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES

Ubicado a 6 km al sur del parteaguas norte de la cuenca, sobre el Arroyo El Dátil, afluente del Río Mátape en el Municipio de Villa Pesqueira, se localiza el **Represo El Horno** (Figuras 9a y 9b), un aprovechamiento muy antiguo que tiene un área hasta la boquilla de 14.85 km², con un escurrimiento medio anual aproximado de 0.5 millones de metros cúbicos (Mm³).

Figuras 9a y 9b.- Obra de toma y cortina del Represo El Horno



El poblado de Mátape se localiza a 6.8 km aguas abajo del represo y a 4 km más al sur, se ubica la **Presa La Haciendita**, construida en 1955 con una capacidad aproximada de 6.9 Mm³ para el riego de 306 ha (Figuras 10 ,11 a y b).

Continuando su curso el Río Mátape recorre 18.2 km de esta presa hasta el poblado de Mazatán y 21 km aguas abajo, ya en el Municipio de La Colorada, se ubican Cobachi y La Galera; en este punto se encuentra el límite del acuífero Mátape y comienza el de Valle de Guaymas. Aproximadamente a 25 km aguas abajo se localiza el pueblo de San José de Pimas, 5 km antes de la confluencia por la margen derecha del Arroyo El Garambullo; posteriormente el Río Mátape recorre 30.81 km, durante los cuales se le unen varios arroyos por su margen izquierda (Las Avispas, Los Mautos, La Bolsa y Las Chinchas) hasta la estación hidrométrica Punta de Agua, la cual se encuentra a 7 km aguas arriba de la **Presa Ignacio L. Alatorre (Punta de Agua)**.

Entre la estación y la presa, se le une al río el Arroyo El Chololo (Agua Fría), cuyas aguas aunque no son contabilizadas por la estación hidrométrica, sí ingresan a la Presa Punta de Agua (Figuras 10 y 16). Las principales afluentes del Río Mátape son, desde su origen hasta el mar, Arroyo Los Mezcales, El Toboso y Todo Santo por la margen izquierda, Arroyo La Sierra y La Sina por la margen derecha, Arroyo Las Avispas, Las Chinchas y Agua Fría por la margen izquierda. Los afluentes anteriores constituyen los escurrimientos de entrada al vaso de la presa Punta de Agua. A partir del caudal del Arroyo Los Pocitos, todos los restantes afluentes principales del Río Mátape son por la

1.4.5. INFORMACION GENERAL DE LAS PRESAS

- **LA HACIENDITA, MPIO. DE VILLA PESQUEIRA**

Al sur de Mátape se ubica este represo pequeño en comparación con la Presa Punta de Agua. Se usa principalmente para abrevadero de ganado vacuno y para recreación de los habitantes del pueblo (Figuras 11 a y b).

a) LOCALIZACION GEOGRAFICA. La presa se ubica en las coordenadas: 109° 59' 48" de longitud oeste y 29° 05' 43" de latitud norte.

b) HIDROLOGIA. Se localiza en la Región Hidrológica No. 9 Sonora Sur, en la Cuenca (C) Río Mátape, Subcuenca (B1) Río Mátape. El área de la Cuenca del Río Mátape hasta la presa es de 114.90 km².

c) ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL: 4.08 Mm³

d) CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

Capacidad del NAMO	6.9 Mm ³
Capacidad del NAME	8.97 Mm ³
Elevación NAME	709.40 m.s.n.m.
Capacidad máxima del vertedor	1,210.00 m ³ /s
Año de inicio de operación	1955

Figuras 11 a y b.- Visita de campo a la Presa La Haciendita



- **PRESA IGNACIO L. ALATORRE (PUNTA DE AGUA)**

El aprovechamiento superficial más importante al centro de la cuenca, es la Presa Ignacio L. Alatorre, también conocida como Punta de Agua.

Cuando el Río Mátape lleva agua, recorre 120 km desde su nacimiento hasta ser interceptado por la presa, sitio a partir del cual, el río cambia de nombre a Arroyo San Marcial. La presa se destina para riego agrícola, abrevadero y otros usos secundarios, como proteger contra inundaciones a los terrenos aguas abajo.

a) LOCALIZACION GEOGRAFICA. Ubicada en las coordenadas: 110° 22' 11" longitud oeste y 28° 26' 39" latitud norte, sobre el Río San Marcial o Mátape en el Municipio de Guaymas. Partiendo de la Ciudad de Hermosillo, la Presa Ignacio L. Alatorre tiene acceso por la carretera pavimentada Hermosillo-La Colorada, para tomar enseguida el camino de terracería que se desarrolla paralelo a la vía del ferrocarril Guadalajara- Nogales, pasando por las estaciones Torres y Moreno, donde se desvía a la izquierda con rumbo a los poblados La Misa, Palo Verde y Punta de Agua, hasta llegar a la presa distante 115 km.

b) HIDROLOGIA. Se ubica en la Región Hidrológica No. 9 Sonora Sur. El área que comprende desde la parte alta de la Cuenca del Río Mátape hasta la Presa Punta de Agua es de 3,119.42 km².

c) ALMACENAMIENTO MEDIO ANUAL. Registrado por la CONAGUA (2006) en la Presa Ignacio L. Alatorre de 1982 a 2005 fue de 41.36 Mm³. El almacenamiento total en dicho período fue de 992.66 Mm³ (Tabla 6).

Tabla 6.- Registros de almacenamiento de la Presa Ignacio L. Alatorre

AÑO	ENTRADA (Mm³)	AÑO	ENTRADA (Mm³)	AÑO	ENTRADA (Mm³)
1982	32.72	1991	18.65	2000	20.13
1983	30.71	1992	10.75	2001	83.63
1984	32.92	1993	13.57	2002	8.06
1985	32.1	1994	27.54	2003	9.54
1986	17.69	1995	29.48	2004	20.43
1987	6.45	1996	12.69	2005	14.9
1988	105.02	1997	109.62	TOTAL	992.66
1989	104.78	1998	8.25	MEDIA	41.36
1990	222.12	1999	20.91		

FUENTE: CONAGUA (2006)

d) CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION. Consta de una cortina de materiales graduados, tiene una longitud de 1,015 m, una altura sobre el fondo del cauce de 21 m, un dique que cierra un puerto, una obra de toma del tipo de torre y galería, con capacidad para un gasto normal de 3.25 m³/s, obra de excedencias consistente en un vertedor de cresta libre tipo abanico con capacidad para un gasto máximo de 1,210 m³/s. La obra de toma fue modificada ya que el azolve cubrió parte de ella, reduciendo su capacidad de operación en sólo 15 años (Figuras 12, 13, 14 y 15).

Capacidad del NAMO	27.97 Mm ³
Capacidad del NAME	41.10 Mm ³
Capacidad de azolves	1.60 Mm ³
Elevación cresta vertedora	100.00 m.s.n.m.
Elevación NAME	102.65 m.s.n.m.
Elevación de la corona	105.00 m.s.n.m.
Avenida de proyecto	1,500.00 m ³ /s
Longitud del Vertedor	140.00 m
Capacidad máxima del vertedor	1,210.00 m ³ /s
Año de inicio de operación	1980

Figura 12.- Obra de toma de la Presa Punta de Agua



Figura 13.- Corte transversal de cortina y obra de toma

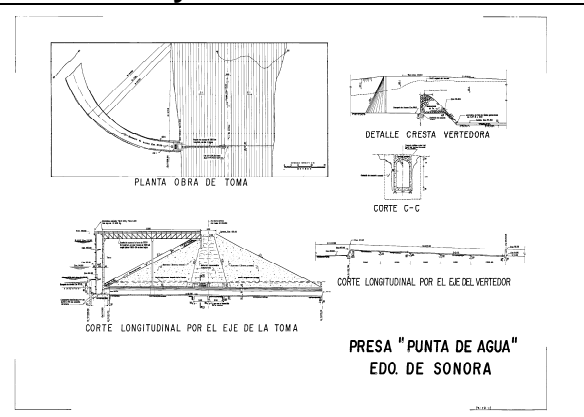
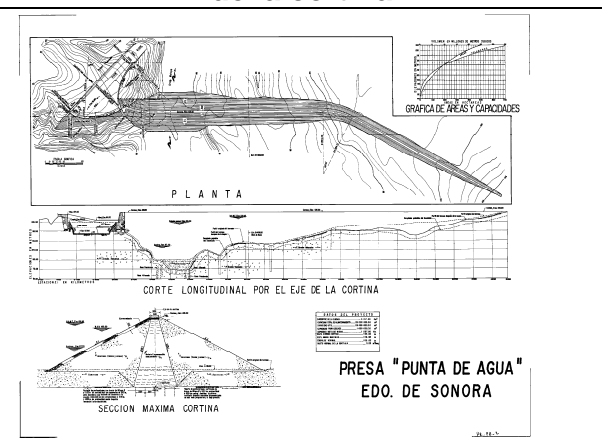


Figura 14.- Vertedor de la presa



Figura 15.- Corte longitudinal por el eje de la cortina



e) GEOLOGIA REGIONAL. La presa se ubica en la Subprovincia Fisiográfica del Desierto Sonorense, limitada al noreste por la Sierra Madre Occidental y al oeste por el Golfo de California. A unos 15 km aguas arriba de la boquilla se encuentra la zona carbonífera de San Marcial. Alrededor de la presa existen grandes cantidades de calizas paleozoicas,

paquetes interestratificados de areniscas, lutitas, limonitas, mantos de carbón y algunos conglomerados de la Formación Barranca del Triásico Superior-Jurásico Inferior, rocas de la Formación San Marcial del Jurásico Superior-Cretácico, rocas volcánicas (lavas, tobas, aglomerados) del Terciario, rocas graníticas del Terciario Medio, y rocas volcánicas y conglomerados de la Formación Báucarit de fines del Terciario. En el Cuaternario se inició el modelado de la topografía que dio al terreno su aspecto actual (Figuras 16 y 17).

Figura 16.- Vista aérea de la presa Punta de Agua (CONAGUA, 2006)



Figura 17.- Imagen de satélite de los almacenamientos superficiales



- BORDO DE ORTIZ

El Bordo de Ortiz se encuentra a 36 km aguas arriba de Empalme y su desembocadura al Golfo de California, y a 38 km aguas abajo de la Presa Ignacio L. Alatorre después de la confluencia por su margen derecha con el Arroyo Seco (Figuras 17, 18a y b, 19a y b).

El bordo tiene una longitud aproximada de 4 km, su cortina es de sección homogénea; inició su operación en 1958 con funciones de regularizar, proteger y recargar el acuífero, además de generar aguas abajo un sistema de riego por bolseo. Tiene una descarga de 60 m³/s.

Figuras 18 a y b.- Vista aérea del Bordo de Ortiz



Figuras 19 a y b.- Trabajos de reparación del bordo



1.5. CLIMA DE LA CUENCA DEL RIO MÁTAPE

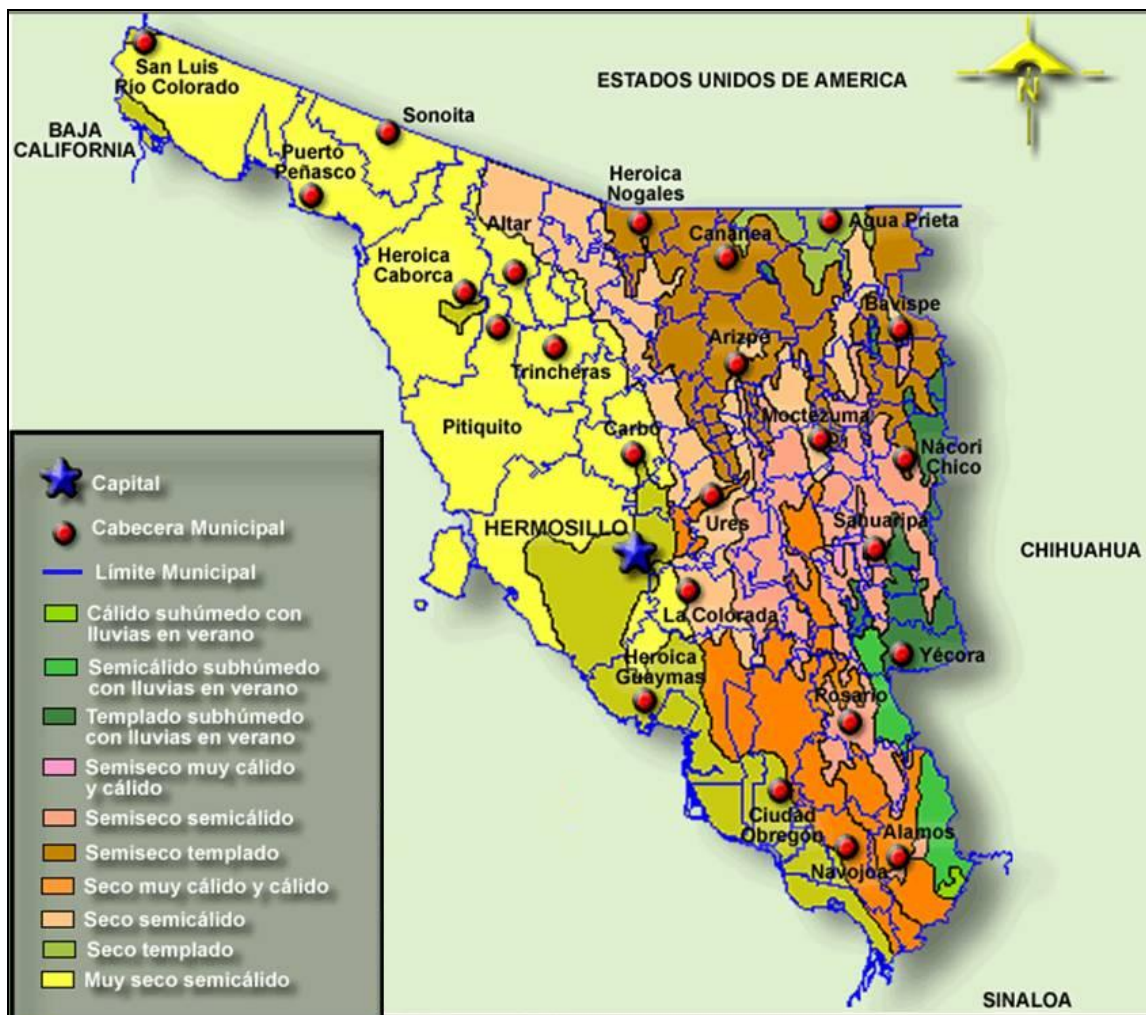
El clima general de la región está influenciado por su ubicación latitudinal, que corresponde a un cinturón de zonas áridas distribuido alrededor del mundo. Prevalece un sistema de alta presión, originado por la confluencia de masas de aire frío y tropical, lo que provoca cielos despejados, amplia exposición solar e incremento de temperaturas.

Los climas predominantes en la mayor parte del territorio sonoreense, son de carácter seco, semiseco, subhúmedos y templados, que se manifiestan a lo largo del límite oriental, en la sierra alta.

En la Cuenca del Río Mátape se tienen varios climas: el semiseco semicálido y semiseco muy cálido en los cuales su rango de temperatura media anual va de 18.0° a 22.0°C y el de precipitación total anual de 400 a 700 mm. Las poblaciones con estas características climáticas son Mátape, Tecoripa y Mazatán en la parte alta y centro.

El clima seco templado y seco muy cálido y cálido en la parte baja correspondiente al Valle de Guaymas. Este clima es de tipo semidesértico, así como la vegetación, con lluvias deficientes en todas las estaciones del año. La temperatura media anual oscila entre 15° y 30°C, presentándose la temporada cálida de Junio a Septiembre (Figura 20).

Figura 20.- Distribución del clima en Sonora



FUENTE: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/son/clim.cfm>

La precipitación media anual en el acuífero del Valle de Guaymas es de 320 mm, en tanto que la evaporación potencial media anual es del orden de 2,600 mm, la cual representa ocho veces más el valor de la precipitación.

El análisis climatológico se efectuó por medio de los datos disponibles de precipitación pluvial y temperatura registrados en 12 estaciones climatológicas de las cuales 5 se encuentran dentro de la zona del acuífero del Valle de Guaymas y 2 en el acuífero del Río Mátape, 1 en el acuífero de San José de Guaymas y 4 más fuera incluso de la Cuenca del Río Mátape, pero con influencia sobre ella. El período analizado fue de 24 años (1982-2005). De la disponibilidad de datos, se observa que la temporada de lluvias tiene lugar entre los meses de Junio a Octubre destacando el mes de Agosto como el más lluvioso del período. El otro período de lluvias se registra en invierno, entre los meses de Diciembre a Febrero, aunque con menor intensidad que en el período de verano. En los meses restantes la precipitación es prácticamente

nula.

La región se encuentra expuesta a la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos como son los ciclones tropicales, las heladas, las granizadas, las inundaciones y las sequías. Es por ello que la diversidad de climas y entornos, de algunas de las zonas de la región pueden sufrir efectos de sequías prolongadas, impactos de heladas y granizadas o la presencia de inundaciones y ciclones (Figura 21). Estos fenómenos producen grandes efectos y alteraciones en el medio natural, económico y social de la región.

Figura 21.- Ciclón Tropical “Juliette”, Empalme, Sonora

