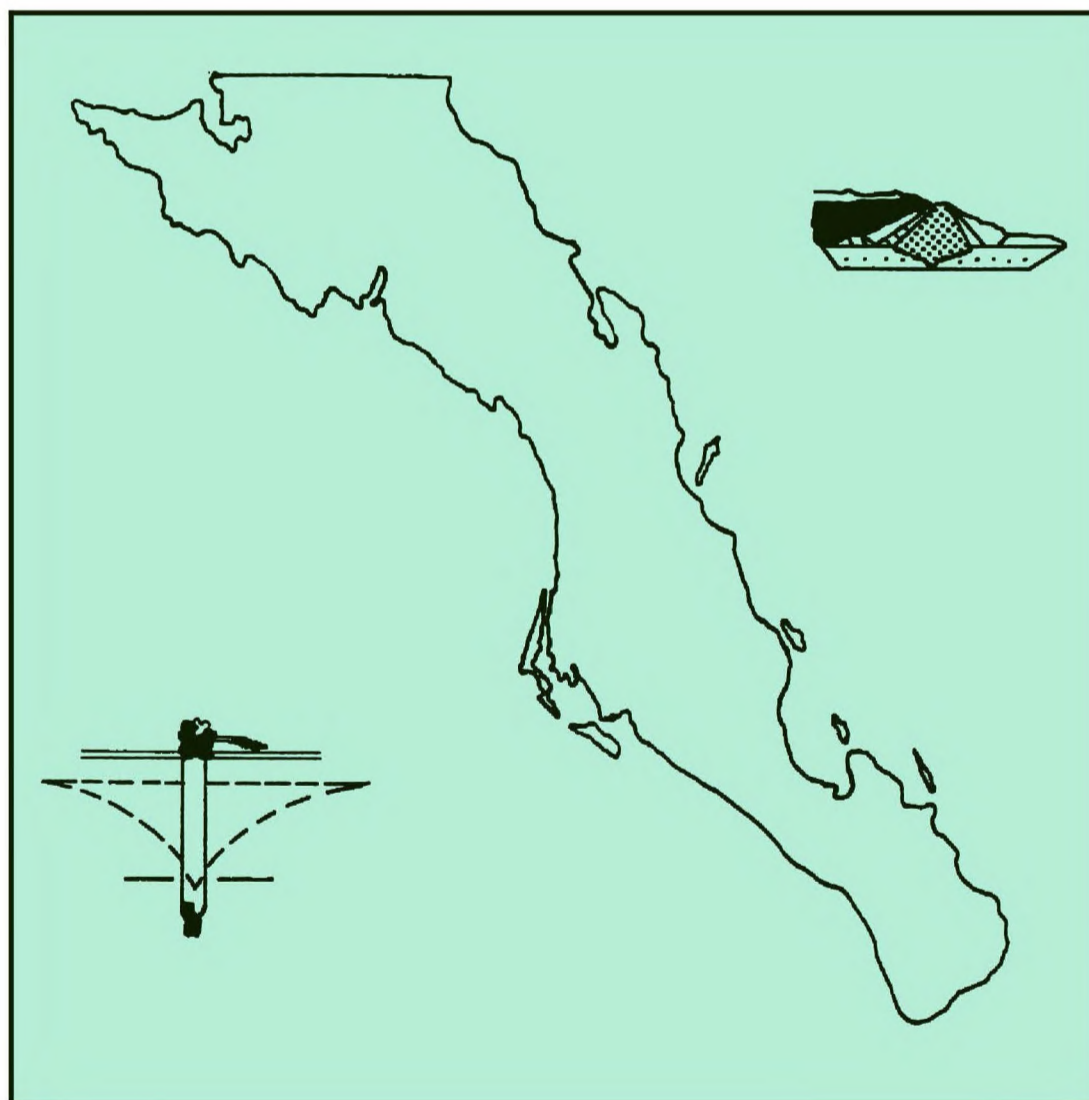
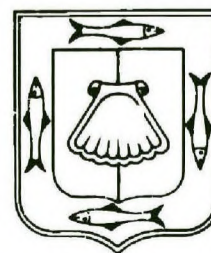


# ESTUDIO HIDROLOGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

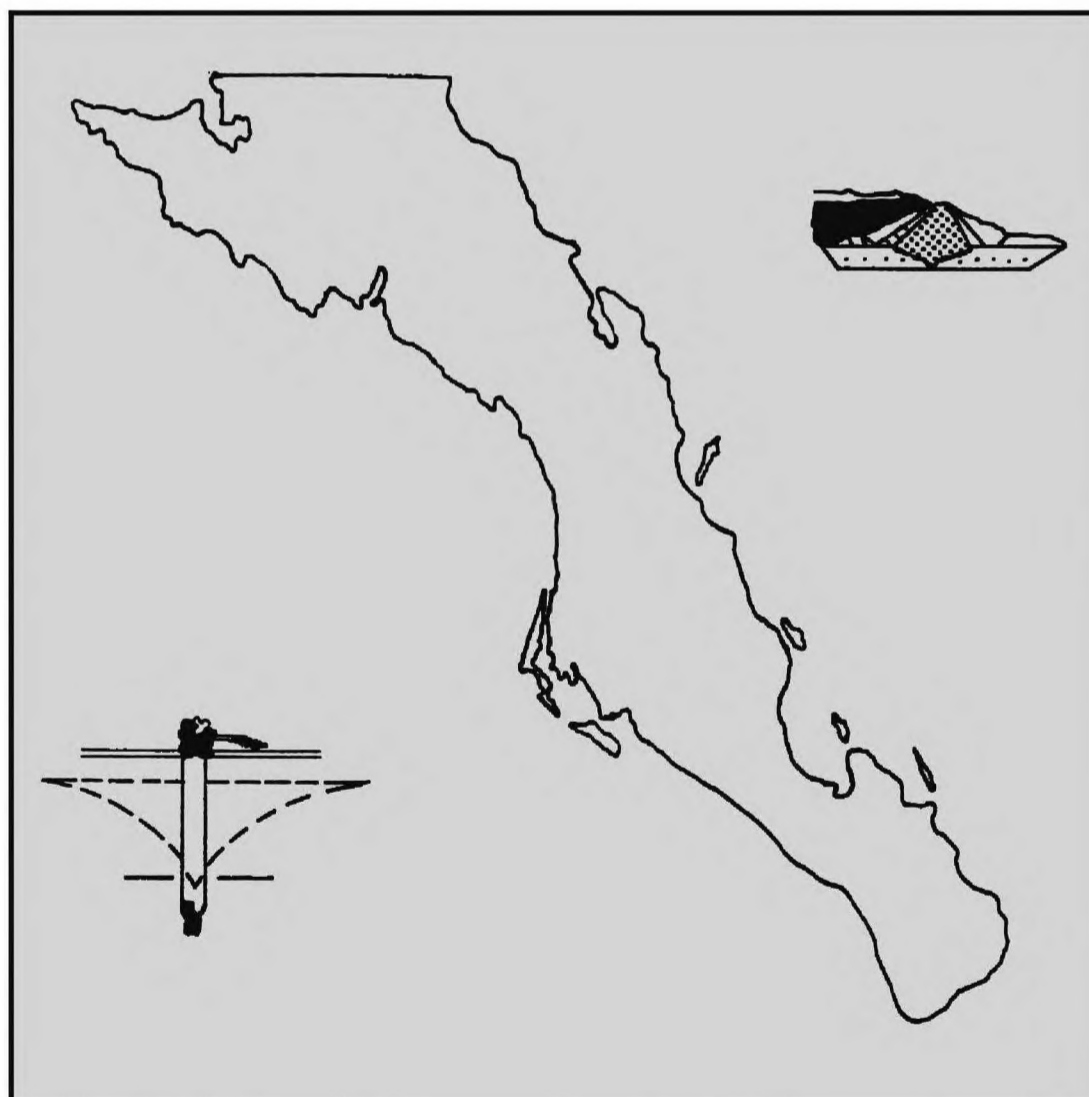


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA  
GEOGRAFIA E INFORMATICA

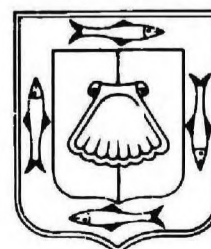


GOBIERNO DEL ESTADO DE  
BAJA CALIFORNIA SUR

# ESTUDIO HIDROLOGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA  
GEOGRAFIA E INFORMATICA



GOBIERNO DEL ESTADO DE  
BAJA CALIFORNIA SUR

DR © 1996, **Instituto Nacional de Estadística,  
Geografía e Informática**  
Edificio Sede  
Av. Héroe de Nacozari Núm. 2301 Sur  
Fracc. Jardines del Parque, CP 20270  
Aguascalientes, Ags.

**Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur**

Impreso en México  
ISBN 970-13-0797-6

Esta publicación consta de 500 ejemplares y se terminó de imprimir en el mes de enero de 1996 en los talleres gráficos del **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**  
Av. Héroe de Nacozari Núm. 2301 Sur, Acceso 11, P.B.  
Fracc. Jardines del Parque, CP 20270  
Aguascalientes, Ags.  
**México**

## Presentación

---

El **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)** presenta la publicación del **Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur**. Documento que forma parte de una serie de estudios hidrológicos por entidades federativas estatales.

Esta publicación y la serie de estudios en su conjunto ofrecen información sobre los factores más importantes del Ciclo Hidrológico, la cual permite descender a un detalle particular y adecuado para poder planear estrategias en la optimización del recurso agua, complementándolo con una serie de tablas, gráficas y planos.

Estos estudios integran y difunden el conocimiento de las aguas superficiales y subterráneas en el país, debido a la necesidad de obtener este vital elemento con una mayor disponibilidad y una mejor calidad, tanto para el consumo doméstico como para el uso industrial y agrícola.

De esta forma el **INEGI** resume, por entidades federativas estatales, el cúmulo de información hidrológica que por 20 años ha elaborado; contando con tres versiones del panorama hidrológico nacional: la cartografía en escala 1: 1 000 000, la cartografía en escala 1: 250 000 y esta serie de Estudios Hidrológicos Estatales.

Esta publicación integra también información de diversas instituciones de gobierno por lo que se manifiesta un reconocimiento a ellas.

## Instituciones que Proporcionaron Información

---

### Siglas Utilizadas

- COMISION NACIONAL DEL AGUA  
GERENCIA REGIONAL NOROESTE  
GERENCIA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR (CNA)
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH)
- GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR  
DIRECCION SECRETARIA DE DESARROLLO, DE PLANEACION,  
PROGRAMACION Y EVALUACION
- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
DELEGACION DE LA PROCURADURIA FEDERAL  
DE PROTECCION AL AMBIENTE (SEDESOL)
- CENTRO DE INVESTIGACION BIOLOGICA (CIB)
- UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR (UBCS)
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES (CRM)
- ESTE TRABAJO FUE REALIZADO EN LA DIRECCION REGIONAL  
NOROESTE DEL INEGI, POR CONDUCTO DE LA DIRECCION  
DE GEOGRAFIA

## Indice

---

INTRODUCCION	XIII
OBJETIVOS	XV
METODOLOGIA	XVII
1. GENERALIDADES	1
1.1 Localización, Límites y Extensión	1
1.2 Panorama Demográfico	1
1.3 Las Comunicaciones	2
2. MARCO FISIOGRAFICO GENERAL	3
2.1 Fisiografía	3
2.2 Tipos de Suelo: Características Generales y Grado de Permeabilidad	3
2.3 Características Biogeográficas: Uso del Suelo y Vegetación	4
3. CLIMA	5
3.1 Distribución y Variación Climática	5
3.2 Temperatura, Precipitación, Evaporación y Corrientes Marinas	7
3.3 Consecuencias Hidrológicas del Régimen Climático	8
4. GEOLOGIA	9
4.1 Estratigrafía	9
4.2 Geología Histórica	10
4.3 Geología Estructural	11
4.4 Unidades Geohidrológicas	11
5. HIDROLOGIA SUPERFICIAL	13
5.1 Panorama General del Agua Superficial en el Estado de Baja California Sur	13
5.2 Región Hidrológica 2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno)	13
5.2.1. Cuenca San Miguel-Arroyo Del Vigía (B)	14
5.2.2. Cuenca Laguna San Ignacio-Arroyo San Raymundo (A)	14
5.3 Región Hidrológica 5, Baja California Centro-Este (Santa Rosalía)	14
5.3.1. Cuenca Arroyo La Trinidad-Arroyo Mulegé (A)	14
5.3.2. Cuenca Arroyo Santa Isabel y Otros (B)	15
5.4 Región Hidrológica 6, Baja California Sur-Este (La Paz)	15

5.4.1	Cuenca La Paz-Cabo San Lucas (A)	15
5.4.2	Cuenca Loreto-Bahía La Paz (B)	15
5.4.3	Cuenca Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno (C)	16
5.5	Región Hidrológica 3, Baja California Sur-Oeste (Magdalena)	16
5.5.1	Cuenca Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria (A)	16
5.5.2	Cuenca Arroyo Venancio-Arroyo Salado (B)	17
5.5.3	Cuenca Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú (C)	17
5.6	El Escurrimiento en el Estado de Baja California Sur	18
5.6.1	Cálculo de Escurrimiento: Metodología	18
5.6.2	Los Factores: Permeabilidad, Cubierta Vegetal y Precipitación en el Estado	18
5.6.3	El Coeficiente y Las Unidades de Escurrimiento	19
5.7	Uso del Agua para el Sector Urbano (Doméstico y Comercial)	19
5.8	Uso del Agua para el Servicio Industrial y Minero	20
5.9	Problemática Estatal del Sector Hidráulico	20
5.10	Calidad del Agua Superficial	20
6.	HIDROLOGIA SUBTERRANEA	23
6.1	Panorama General del Agua Subterránea en el Estado de Baja California Sur	23
6.2	Zonas Geohidrológicas	24
6.2.1	Valle El Vizcaíno	24
6.2.2	Valle Las Vírgenes	24
6.2.3	Valles Del Noreste	24
6.2.4	Valle De Mulegé	25
6.2.5	Valle San Juan B. Londo	25
6.2.6	Valle Loreto-Puerto Escondido	26
6.2.7	Valle De Santo Domingo	27
6.2.8	Valle El Conejo-Los Viejos	28
6.2.9	Valle De La Paz	28
6.2.10	Valle El Carrizal	29
6.2.11	Valle De San Juan De Los Planes	29
6.2.12	Valle La Matanza	30
6.2.13	Valles Del Suroeste	30
6.2.14	Valle De Santiago	31
6.2.15	Valle De San José Del Cabo	32
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
7.1	Conclusiones	33
7.2	Recomendaciones	35
	FUENTES CARTOGRAFICAS Y ESTADISTICAS	37
	BIBLIOGRAFIA	41

## Índice de Figuras, Planos y Cuadros

---

<b>1.</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>45</b>
1.1	Figura Localización Geográfica (1: 7 000 000 y 20 000 000)	47
1.2	Figura Orografía (1: 3 500 000)	48
1.3	Figura División Geoestadística Municipal (1: 3 500 000)	49
1.4	Figura Infraestructura para el Transporte (1: 3 500 000)	50
1.A	Cuadro Indicadores de Fuerza de Trabajo	51
1.B	Cuadro Distribución de Población Ocupada por Ocupación Principal según Sexo, 1990	52
1.C	Cuadro Principales Localidades por su Número de Habitantes y por su Rango Según el Porcentaje de Población Municipal que Concentran	53
1.D	Cuadro Incremento de Población en el Período 1980-1990 y Porcentaje de Participación en el Total del Estado	54
1.E	Cuadro Densidad de Población por Municipio	54
<b>2.</b>	<b>MARCO FISICO GENERAL</b>	<b>55</b>
2.1	Figura Marco Fisiográfico Nacional (1: 19 000 000)	57
2.2	Figura Fisiografía (1: 3 500 000)	58
<b>3.</b>	<b>CLIMA</b>	<b>59</b>
3.1	Figura Climas (1: 3 500 000)	61
3.2	Figura Isotermas (1: 3 500 000)	62
3.3	Figura Isoyetas (1: 3 500 000)	63
3.4	Gráfica: Incidencia Anual de Ciclones con influencia en Baja California Sur	64
3.5	Gráfica: Incidencia Mensual de Ciclones con influencia en Baja California Sur Período 1960-1992	65
3.A	Cuadro de Estaciones Climatológicas en el estado de Baja California Sur	66
3.B	Cuadro Características de los Climas en Baja California Sur	75
3.C	Cuadro Perturbaciones Atmosféricas que influyeron en el estado de Baja California Sur de 1971 a 1977	76
<b>4.</b>	<b>GEOLOGIA</b>	<b>77</b>
4.1	(A y B) Plano Geología (1:1 200 000)	79
4.2	(A y B) Plano Unidades Geohidrológicas (1: 1 200 000)	81
<b>5.</b>	<b>HIDROLOGIA SUPERFICIAL</b>	<b>83</b>
5.1	Figura Regiones Hidrológicas a Nivel Nacional (1: 18 000 000)	85
5.2	Figura Regiones y Cuencas Hidrológicas (1: 3 500 000)	86



5.3	Figura (A,B,C,D,E) Características Principales de las Cuencas Dentro del Estado	87
5.4	Figura Distrito de Riego (1: 3 500 000)	92
5.4.A	Figura Distrito de Riego Cultivo (Aprox. 1: 250 000)	93
5.4.B	Figura Distrito de Riego Infraestructura Hidráulica (Aprox. 1: 250 000)	94
5.5	Planos (A y B) Unidades de Escurrimiento (1: 1 200 000)	95
5.6	Figura Acueducto San Carlos (Aprox. 1: 250 000)	97
5.7	Figura Acueducto San Juan B. Londo-Loreto-Nopolo (Aprox. 1: 250 000)	98
5.8	Figura Vizcaíno-Pacífico Norte (Aprox. 1: 1 000 000)	99
5.9	Figura Acueducto Primer Acueducto Sta. Anita-Cabo San Lucas (Aprox. 1: 250 000)	100
5.10	Figura Acueductos 1, 2, 3, Municipio La Paz (Aprox. 1: 46 800)	101
5.A	Cuadro Presas del Estado de Baja California Sur	102
5.B	Cuadro Estaciones Hidrométricas	104
5.C	Cuadro Relación Permeabilidad-Densidad de Vegetación	106
5.D	Gráfica para la determinación del Coeficiente de Escurrimiento	107
5.E	Cuadro Características del Distrito de Riego	108
5.F	Cuadro Volúmenes de Escurrimiento	109
5.G	Cuadro Características de las Corrientes Superficiales del Estado de Baja California Sur	110
5.H	Cuadro Características de Acueductos del Edo. de BCS	113
5.I	Cuadro Sistema de Agua Potable	114
5.J	Cuadro Plantas de Tratamiento	115
<b>6.</b>	<b>HIDROLOGIA SUBTERRANEA</b>	<b>117</b>
6.1	Figura Zonas Geohidrológicas (1: 3 500 000)	119
6.2	Figura Manantiales (1: 3 500 000)	120
6.3	Plano Elevación del Nivel Estático (1991) en el Valle El Vizcaíno (1: 250 000)	121
6.4	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle El Vizcaíno (1: 250 000)	122
6.5	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle El Vizcaíno (1: 250 000)	123
6.6	Plano Evolución del Nivel Estático (1983-1992) en el Valle El Vizcaíno (1: 250 000)	124
6.7	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en el Valle Las Vírgenes (1: 250 000)	125
6.8	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en el Valle Las Vírgenes (1: 250 000)	126
6.9	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles del Noreste "San Lucas-San Bruno" (1: 50 000)	127
6.10	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles del Noreste "San Marcos-Palo Verde" (1: 50 000)	128
6.11	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en los Valles Del Noreste "San Lucas-San Bruno" (1: 50 000)	129

6.12	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en los Valles Del Noreste "San Marcos-Palo Verde" (1: 50 000)	130
6.13	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en los Valles Del Noreste "San Lucas-San Bruno" (1: 50 000)	131
6.14	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en los Valles Del Noroeste "San Marcos-Palo Verde" (1: 50 000)	132
6.15	Plano Sólidos Totales Disueltos (1982) en los Valles Del Noreste "San Lucas-San Bruno" (1: 50 000)	133
6.16	Plano Sólidos Totales Disueltos (1982) en los Valles Del Noreste "San Marcos-Palo Verde" (1: 50 000)	134
6.17	Plano Elevación del Nivel Estático (1986) en el Valle de Mulegé (1: 50 000)	135
6.18	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle De Mulegé (1: 50 000)	136
6.19	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle De Mulegé (1: 50 000)	137
6.20	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle De Mulegé (1: 50 000)	138
6.21	Plano Elevación del Nivel Estático (1986) en el Valle San Juan B. Londo (1: 50 000)	139
6.22	Plano Profundidad al Nivel Estático (1986) en el Valle San Juan B. Londo (1: 50 000)	140
6.23	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle San Juan B. Londo (1: 50 000)	141
6.24	Plano Sólidos Totales Disueltos (1985) en el Valle San Juan B. Londo (1: 50 000)	142
6.25	Plano Elevación del Nivel Estático (1982) en el Valle Loreto (1: 50 000)	143
6.26	Plano Elevación del Nivel Estático (1982) en el Valle Loreto - Puerto Escondido (1: 50 000)	144
6.27	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en el Valle Loreto - Puerto Escondido (1: 50 000)	145
6.28	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en el Valle Loreto - Puerto Escondido (1: 50 000)	146
6.29	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en el Valle Loreto - Puerto Escondido (1: 50 000)	147
6.30	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en el Valle Loreto - Puerto Escondido (1: 50 000)	148
6.31	Plano Elevación del Nivel Estático (1992) en el Valle De Santo Domingo (1: 250 000)	149
6.32	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle De Santo Domingo (1: 250 000)	150
6.33	Plano Evolución del Nivel Estático (1982-1992) en el Valle De Santo Domingo (1: 250 000)	151
6.34	Plano Evolución del Nivel Estático de la Cota "Cero" (1960-1992) en el Valle De Santo Domingo (1: 250 000)	152
6.35	Plano Sólidos Totales Disueltos (1992) en el Valle De Santo Domingo (1: 250 000)	153
6.36	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle El Conejo - Los Viejos (1: 250 000)	155
6.37	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle El Conejo - Los Viejos (1: 250 000)	156

6.38	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en el Valle El Conejo - Los Viejos (1: 250 000)	157
6.39	Plano Elevación del Nivel Estático (1992) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	159
6.40	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	160
6.41	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	161
6.42	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1992) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	162
6.43	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	163
6.44	Plano Sólidos Totales Disueltos (1986) en el Valle De La Paz (1: 50 000)	164
6.45	Plano Elevación del Nivel Estático (1992) en el Valle El Carrizal (1: 100 000)	165
6.46	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle El Carrizal (1: 100 000)	166
6.47	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle El Carrizal (1: 100 000)	167
6.48	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle El Carrizal (1: 100 000)	168
6.49	Plano Elevación del Nivel Estático (1992) en el Valle De San Juan De Los Planes (1: 50 000)	169
6.50	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle De San Juan De Los Planes (1: 50 000)	170
6.51	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle De San Juan De Los Planes (1: 50 000)	171
6.52	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle De San Juan De Los Planes (1: 50 000)	172
6.53	Plano Sólidos Totales Disueltos (1986) en el Valle De San Juan De Los Planes (1: 50 000)	173
6.54	Plano Elevación del Nivel Estático (1991) en el Valle La Matanza (1: 50 000)	174
6.55	Plano Profundidad al Nivel Estático (1991) en el Valle La Matanza (1: 50 000)	175
6.56	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1991) en el Valle La Matanza (1: 50 000)	176
6.57	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Todos Santos-Cañada Honda" (1: 50 000)	177
6.58	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Todos Santos-Cañada Honda" (1: 50 000)	178
6.59	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1982) en los Valles Del Suroeste "Todos Santos-Cañada Honda" (1: 50 000)	179
6.60	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Pescadero" (1: 50 000)	181
6.61	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Pescadero" (1: 50 000)	182
6.62	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1982) en los Valles Del Suroeste "Pescadero" (1: 50 000)	183

6.63	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Plutarco Elías Calles" (1: 50 000)	184
6.64	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Plutarco Elías Calles" (1: 50 000)	185
6.65	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1982) en los Valles Del Suroeste "Plutarco Elías Calles" (1: 50 000)	186
6.66	Plano Elevación del Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Migriño" (1: 50 000)	187
6.67	Plano Profundidad al Nivel Estático (1981) en los Valles Del Suroeste "Migriño" (1: 50 000)	188
6.68	Plano Evolución del Nivel Estático (1981-1982) en los Valles Del Suroeste "Migriño" (1: 50 000)	189
6.69	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en los Valles Del Suroeste "Migriño" (1: 50 000)	191
6.70	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en los Valles del Suroeste "Pescadero" (1: 50 000)	193
6.71	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en los Valles Del Suroeste "Plutarco Elías Calles" (1: 50 000)	194
6.72	Plano Sólidos Totales Disueltos (1981) en los Valles Del Suroeste "Migriño" (1: 50 000)	195
6.73	Plano Elevación del Nivel Estático (1986) en el Valle De Santiago (1: 100 000)	197
6.74	Plano Profundidad al Nivel Estático (1986) en el Valle De Santiago (1: 100 000)	198
6.75	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle De Santiago (1: 100 000)	199
6.76	Plano Sólidos Totales Disueltos (1974) en el Valle De Santiago (1: 100 000)	200
6.77	Plano Elevación del Nivel Estático (1986) en el Valle De San José Del Cabo (1: 100 000)	201
6.78	Plano Profundidad al Nivel Estático (1992) en el Valle De San José Del Cabo (1: 100 000)	202
6.79	Plano Evolución del Nivel Estático (1978-1986) en el Valle De San José Del Cabo (1: 100 000)	203
6.80	Plano Evolución del Nivel Estático (1990-1992) en el Valle De San José Del Cabo (1: 100 000)	204
6.A	Cuadro Zonas Geohidrológicas	205
6.B	Cuadro Zonas de Veda	206

## Introducción

---

La extensión y diversidad geográfica del Territorio Nacional dan como resultado una distribución restrictiva e irregular del agua; restrictiva porque aproximadamente la mitad norte del país experimenta un déficit constante de precipitaciones, mientras en el sur y sureste, éstas son abundantes. Irregular porque los niveles de concentración demográfica y de los distintos sectores de actividad económica no se corresponden, por lo general, las áreas favorecidas con mayor disponibilidad o facilidad en el aprovechamiento de este recurso.

Un bien indispensable, pero escaso y desigualmente repartido ha propiciado en México una constante y creciente explotación hidráulica, muchas veces en forma incontrolable e incluso perjudicial para la recuperación del equilibrio en el ciclo natural del agua.

La importancia extrema de esta problemática ha motivado la consideración del agua, entre otras, dentro de todo plan de desarrollo, en un apartado específico que responde a la política sectorial tendiente al óptimo aprovechamiento de este recurso.

Se requiere, sin duda, un conocimiento real y estricto del panorama y las condiciones de la mayor parte de los factores que intervienen en el comportamiento del agua y su renovación, así como la perspectiva espacial de todo ello a distintas escalas, de acuerdo con los requerimientos del planteamiento. Por esta razón, si bien es cierto que un estudio hidrológico no debiera circunscribirse a unidades espaciales con límite político-administrativos, porque la naturaleza marca los suyos propios, también es verdad que las necesidades del hombre para la buena gestión de los recursos que el medio ofrece, exigen establecer fronteras que permiten el estudio, conocimiento y toma de decisiones sobre un espacio determinado.

Lo anterior responde, precisamente, la serie de ESTUDIOS HIDROLOGICOS ESTATALES que tienen la intención de ofrecer, a cualquier lector interesado en la problemática nacional del agua y sus variaciones, un acervo de información, sintetizada e integrada, sobre los elementos más importantes del ciclo y dinámica hidrológica, tanto físicos como humanos en nuestro país.

Un trabajo de esta naturaleza requiere de recopilación, análisis y síntesis de muy variada información que permite contemplar con rigor la situación de un espacio determinado - el Estado - respecto al comportamiento superficial y subterráneo del agua, para culminar en una serie de observaciones y recomendaciones, derivadas de las consecuencias hidrológicas de las particulares características de cada unidad de estudio, a fin de optimizar y buscar la mejor manera de ejecutar las actividades de aprovechamiento del agua en cada Estado de la Federación.

El INEGI, como Servicio Cartográfico Nacional, da respuesta, de este modo, a las crecientes necesidades de investigación práctica y producción cartográfica para el mejor conocimiento de los problemas que de forma directa afectan al desarrollo equilibrado de nuestra Patria.

Se concreta, asimismo, en unidades político-administrativas el cúmulo de información hidrológica que a lo largo de casi veinte años ha venido elaborando esta Institución y que cubrirá los tres niveles básicos para el estudio, conocimiento y mejor administración del agua, así como para la concientización real respecto a su problemática: la cartografía 1: 250 000 que permite descender al detalle que escapa a la escala 1: 1 000 000, cuyo objetivo es la visión globalizante, se complementa ahora con el ESTUDIO HIDROLOGICO ESTATAL que hace posible la caracterización y consiguiente tipificación de cada espacio, objeto de actuación estratégica, al tiempo que permite ofrecer al ciudadano una guía sintética y accesible respecto a las peculiaridades de cada Estado, dentro del marco de una gran profusión gráfica, como corresponde a una publicación de esta naturaleza.

## Objetivos

---

Se han esbozado, hasta aquí, los objetivos generales de este trabajo, conviene ahora señalar, puntualmente, a los propósitos específicos en que aquellos se concretan, desde dos perspectivas complementarias: la meta de producción y publicación cartográfica de la Dirección General de Geografía (DGG), y la finalidad última de una investigación hidrológica práctica.

Dada la importancia del agua en México y la urgencia de información precisa, a distintos niveles, el INEGI se ha propuesto ofrecer una publicación útil que permita:

1. Disponer, en un solo estudio, de la información hidrológica, realidades y perspectivas de gestión más importantes del agua en cada Estado.
  2. Suministrar esta información -resultados de recopilación y análisis de manera sintética, accesible y gráfica- para facilitar su comprensión y aplicación.
  3. Proveer así de un compendio hidrológico estatal que satisfaga, en la medida de sus posibilidades, las necesidades del planeamiento, de la toma de decisiones y de concientización respecto a la problemática del agua en cada Estado y la obligada racionalización de su consumo.
  4. Brindar una aportación al conocimiento geográfico del país y su cartografía.
  5. Ofrecer un producto de utilidad a estudiantes de nivel medio y superior o a cualquier ciudadano interesado en conocer mejor su región.
- En cuanto al estudio hidrológico en sí mismo, éste pretende:
1. Examinar de la manera más detallada posible, las condiciones generales de los factores que inciden de forma directa en el ciclo del agua en cada Estado, esto es, los componentes del medio físico y humano que actúan como variables interdependientes; se consideró de este modo, el crecimiento de la población, la estructura económica, los niveles de concentración y las comunicaciones (accesibilidad), en razón de la incidencia que contienen sobre el uso y distribución del recurso; se examinó al tiempo, el impacto del relieve, el suelo, la vegetación, el clima y la geología sobre la disponibilidad del agua.
  2. Analizar en profundidad los elementos responsables del comportamiento, uso y calidades del agua, tanto superficial como subterránea; también se aplicaron los esquemas de análisis de Hidrología Superficial y Subterránea con objeto de:
    - 2.1 Definir las condiciones naturales del agua en la superficie a partir del análisis de las cuencas, red hidrográfica, los patrones de avenamiento.
    - 2.2 Considerar el aprovechamiento actual, a través de la infraestructura hidráulica existente y en proyecto.
    - 2.3 Determinar los rasgos definitivos del escurrimiento a fin de establecer, en conjunto, los niveles de disponibilidad de agua.
    - 2.4 Describir las condiciones hidráulicas en el subsuelo respecto a la dirección de flujos, detección de áreas con mayores posibilidades de extracción de agua y caracterización del comportamiento natural e inducido de sus acuíferos.
    - 2.5 Analizar el censo de aprovechamientos y con base en los niveles dinámico y estático obtenidos de los pozos de observación, establecer la evolución del balance hidráulico con la finalidad de conocer el grado de explotación de los acuíferos, sus congruencias y tendencia general.
  3. En virtud de las consecuencias hidrológicas que comportan las características analizadas, una vez definido el panorama estatal en cuanto a disponibilidad y explotación, usos actuales y alternativas, así como calidades del agua, proporcionar recomendaciones y observaciones de tipo práctico que contribuyan a fomentar el óptimo aprovechamiento y cuidado de este recurso, ofrezcan opciones válidas ante los problemas existentes o permitan evitar su agravamiento y, en definitiva, prevenir que una gestión reiteradamente inadecuada conduzca a la escasez.

## Metodología

---

Como ha sido costumbre en la elaboración de la cartografía Hidrológica, tanto superficial como subterránea; el estudio Hidrológico Estatal conjuga, a un tiempo, el análisis de gabinete y el reconocimiento de campo, de acuerdo con los objetivos planteados, ambas actividades dieron como resultado un enorme esfuerzo de recopilación, análisis y síntesis de la información disponible, generada por diversas instituciones y fundamentalmente por la propia Dirección General de Geografía.

Esto permitió establecer los tres niveles cognoscitivos que implica un estudio Hidrológico: en primer lugar, una descripción integrada de las condiciones y situación actual; en segundo término, una explicación fundamentada de la realidad, así como de las perspectivas futuras y, finalmente aportar recomendaciones encaminadas a la consecución del óptimo aprovechamiento de un bien escaso e indispensable como el agua.



# Capítulo 1. Generalidades

## 1.1 LOCALIZACION, LIMITES Y EXTENSION

El estado de Baja California Sur, se localiza en la península de Baja California, en el noroeste de la República Mexicana (figura 1.1), se sitúa entre los paralelos 22°52'40" a 28°00'00" de latitud norte y entre los meridianos 109°25'28" a 115°04'45" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Al norte limita con el estado de Baja California (paralelo 28°), al sur y al oeste con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de California, abarca una extensión de ambos litorales de 2 200 km. Cuenta con una superficie de 70 470.98 km<sup>2</sup> y ocupa el doceavo lugar como entidad federativa en función de su extensión, misma que representa el 3.76% del Territorio Nacional y el 51.2% de la correspondiente península; su longitud promedio es de 750 km, su anchura máxima es de 100 km en la región de Vizcaíno y mínima de 42 km; en una zona localizada a 55 km al norte de la ciudad de La Paz; la topografía presente alcanza alturas que van desde la zona litoral hasta las estribaciones de las sierras que reportan alturas de 2 080 msnm (figura 1.2).

## 1.2 PANORAMA DEMOGRAFICO

De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda, de 1990, el estado de Baja California Sur, cuenta con 317 764 habitantes.

El porcentaje de hombres es casi igual al de mujeres, corresponde el 50.9% (161 833) a la población masculina, mientras que la femenina es el 49.1% (155 931), es la entidad con menos habitantes en el país (0.4% de la población total del país).

La tasa de crecimiento estimada para la última década (1980-1990) fue de 4.1% la cual es superior a la tasa nacional (2.6%), esto quiere decir que de mantenerse ésta, se requerirá un período de 17 años para que Baja California Sur duplique su población. Además, el estado continúa siendo predominantemente joven: más de la tercera parte es menor de 15 años (36.4%) y sólo el 3.4% tiene 65 años y más.

En el aspecto productivo se reportan 221 997 habitantes mayores de \*12 años (cuadro 1.A), de estos se consideran 102 763 como población ocupada, misma que se distribuye en los diferentes sectores productivos; 61 118 en el sector terciario que representa el 59.48% de la población y está concentrada en actividades de comercio (cuadro 1.8), servicios, gobierno y transportes; el sector secundario con 19 318 (18.79%)

personas empleadas en minería, industria de la transformación y construcción, electricidad, agua y luz; el sector primario con una población de 18 820 (18.3%) destinada a las actividades: agrícola, ganadera, silvicultura, caza y pesca; y la población con actividad no especificada con 3 507 (3.41%). En general en el estado se tiene una tasa de ocupación del 97.9% contra el 2.1% de desocupación.

En Baja California Sur, la población se distribuye de manera irregular, cuenta con 2 308 localidades de las cuales 12 se consideran urbana y 2 296 rurales (cuadro 1.C); se tiene 248 665 habitantes como urbana que representa el 78.25% de la población total del estado y el resto 21.74% (69 099 habitantes) se clasifica rural; ésta da como consecuencia el fenómeno de urbanización.

Además se tiene el fenómeno migratorio que define en parte la actual situación demográfica en la entidad. Así se tiene que el 31.5% (98 676) del total de la población (317 764) que reside provienen de otras entidades del país, de tal manera que el 14.0% de la migración proviene de Sinaloa, 8.9% del Distrito Federal, 8.3% de Michoacán, 8.1 de Baja California, 8.0% de Jalisco, 6.8% Durango, otras entidades el 44% y de otros países el 1.9%.

La división político-administrativa vigente en el estado, contempla \*\*5 municipios (figura 1.3), que pueden ser catalogados de acuerdo a su tendencia general de crecimiento (cuadro 1.D). Los cuales presentan las siguientes tasas de crecimiento Mulegé 4.27%, Comondú 2.87% y La Paz 2.37%.

Analizando la aportación poblacional de cada municipio, para conformar el total de la población en el estado se observan el de La Paz 50.66%, Comondú 23.39%, Los Cabos y Mulegé con 13.83% y 12.12% respectivamente (cuadro 1.D).

Dentro del panorama demográfico resulta importante contar con el desglose municipal de la densidad poblacional (habitantes/km<sup>2</sup>), lo que permite observar los lineamientos y tendencias antes descritas (cuadro 1.E).

\* Resultados Definitivos; Tabulados Básicos. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

\*\* Para algunos cálculos, no se utilizaron los municipios de Los Cabos y Loreto.

### 1.3 LAS COMUNICACIONES

Por su ubicación geográfica Baja California Sur, se encuentra relativamente aislada del resto del país y esto aunado a la distribución irregular de la población; ha condicionado una difícil integración en las vías de comunicación (figura 1.4).

La red de carreteras es de 6 485.8 km, con 1 576 km pavimentados, 2 040.4 revestidos y 2 869.4 de brecha. La más importante es la federal No.1 Transpeninsular (Benito Juárez); esta vía atraviesa al estado de noroeste a sureste, desde Guerrero Negro hasta Cabo San Lucas, con una longitud aproximada de 990 km (figura 1.4).

Existen otras tres carreteras federales de las cuales sobresale la No.19 que va de San Pedro-Todos Santos-Cabo San Lucas con una distancia de 132 km.

La infraestructura portuaria, permite las actividades de tipo industrial, pesquera, turística, pasaje, carga general y militar; y se llevan a cabo por medio de tres puertos de altura que son San Carlos, Pichilingue e Isla San Marcos (figura 1.4), 14 de cabotaje y 35 locales.

La infraestructura aérea cuenta con tres aeropuertos internacionales (figura 1.4), el de Loreto, La Paz y San José del Cabo y cuatro de largo alcance localizados en Bahía Tortugas, Santa Rosalía, Constitución y Cabo San Lucas, además de otros 48 conocidos como aeródromos que se utilizan para fumigación aérea, transporte de carga y pasaje.

Los sistemas masivos de comunicación lo constituyen; televisoras, teléfono, telex, postal, red telegráfica, radiodifusoras y periódicos, que contribuyen a la optimización de la comunicación.

## Capítulo 2. Marco Fisiográfico General

---

### 2.1 FISIOGRAFIA

Las características orográficas en Baja California Sur, están representadas por la provincia fisiográfica Península de Baja California (según el marco fisiográfico de la DGG, 1981, (figura 2.1).

Provincia Península de Baja California, en sí define el 100% de los rasgos fisiográficos de la entidad. Estos son descritos en la subprovincia Sierra de la Giganta y en las discontinuidades del desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de La Magdalena y la Discontinuidad del Cabo (figura 2.2).

Las elevaciones topográficas varían desde el nivel del mar hasta los 2 080 msnm, elevación máxima que corresponde a la sierra La Laguna.

La discontinuidad del desierto de San Sebastián Vizcaíno, describe las características fisiográficas del extremo noroeste del estado. En esencia define una extensa llanura con desarrollo de dunas que han evolucionado sobre un suelo altamente salino que en los últimos milenios ha estado sujeto a transgresiones y regresiones.

Las serranías y mesetas localizadas al norte de Bahía Ballenas esculpidas en rocas volcánicas terciarias y los lomeríos y sierras con desarrollo de cañadas labradas en secuencias sedimentarias del Mesozoico que conforman la sierra Placeres, rompen el paisaje físico del desierto de Vizcaíno.

Subprovincia Sierra de La Giganta, describe aproximadamente el 45% del territorio, conformada por gran parte de los rasgos fisiográficos del flanco este del estado de Baja California Sur. Las topofomas más distintivas, pertenecen a sierras altas que incluyen en menor medida topofomas de mesetas, además quedan incluidas zonas de menor relieve, tales como bajadas con lomeríos y lomeríos con bajadas.

Las topofomas de sierras y sus respectivas asociaciones tienen un claro dominio hacia el flanco este de esta subprovincia, que alcanzan la zona costera del Golfo de California.

Las topofomas de mesetas con asociación de cañadas que presentan escasas mesetas, lomeríos y bajadas, se asientan al flanco oeste de la subprovincia sierra

de La Giganta, da por terminada la presencia de topofomas altas en esta subprovincia.

Discontinuidad Llanos de La Magdalena, se ubica hacia la parte central del estado y específicamente de frente al Océano Pacífico. Las topofomas más sobresalientes, pertenecen a llanuras comúnmente con desarrollo de dunas, evolucionadas sobre suelo salino, así mismo una extensión importante de éstas se han expandido sobre suelo regularmente cementado que constituye relieves bajos complejos.

Conforme la elevación topográfica aumenta hacia el este, las topofomas también varían, así de esta manera, hacia la frontera con la subprovincia sierra de La Giganta, se tienen lomeríos, mesetas y bajadas, el grado geomorfológico menos avanzado permite caracterizarlos con relieve alto y en ocasiones complejo.

La discontinuidad del Cabo, expresa los detalles fisiográficos de la porción del extremo sureste del estado de Baja California Sur. La continua evolución geológica que experimenta la zona peninsular se ve reflejada en la constitución geomorfológica y en consecuencia su caracterización en topofomas.

Las topofomas de mayor presencia en esta discontinuidad, pertenecen a sierras altas ocasionalmente asociadas a lomeríos hacia la zona costera, estas sierras con lomeríos asociadas con laderas bajas y tendidas. Asimismo, en esta discontinuidad es importante la presencia de lomeríos, mesetas, bajadas y llanuras, los cuales se han conformado en las estructuras graben, producto de fallamiento normal.

### 2.2 TIPOS DE SUELO: CARACTERISTICAS GENERALES Y GRADO DE PERMEABILIDAD

La constitución geológica, aunada a las condiciones topográficas y climáticas, son principalmente los elementos claves en la conformación de los suelos en Baja California Sur.

El suelo de mayor abundancia en el estado es el regosol, se distribuye a lo largo de toda la entidad. En la mayoría de los casos presenta fase física de tipo lítico, muestra textura gruesa en las zonas topográficas altas y de textura media cuando ésta disminuye. Comúnmente son regosoles eútricos y de manera escasa calcáricos. Estos suelos la permeabilidad que presentan es alta. Los regosoles generalmente están asociados a yermosoles háplicos y lúvicos además del fluvisol eútrico y litosol.

En orden de importancia, siguen los suelos tipo yermosol con un claro dominio de yermosol háplico, lúvico y en medida cálcico, generalmente presentan fases físicas petrocálcicas y líticas. La permeabilidad de estos suelos es de media a media alta. Los suelos asociados al yermosol, son el regosol y el vertisol crómico.

Los suelos vertisol, se encuentran en gran medida en el flanco oeste de la sierra La Giganta y son eminentemente de carácter crómico, como suelo asociado al vertisol, se tiene al yermosol háplico, le sigue el regosol y en menor importancia el litosol. La permeabilidad de los vertisoles es de baja a baja media.

Litosol, éste cubre la menor extensión de aquellos suelos de mayor importancia en el estado de Baja California Sur. Se localizan principalmente hacia la vertiente del Golfo de California; mismos que tienen un espesor de 10 cm, por lo que descansan directamente sobre la roca. Los litosoles presentan asociaciones con regosoles eútricos y calcáricos y escasamente vertisoles crómicos.

Existen otros tipos de suelos presentes en el estado, tales como cambisol, xerosol y solonchak, pero la superficie que cubren es reducida, y obedecen a condiciones fisiográficas muy específicas, tales como zonas costeras, cañadas y estrechos valles.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS: USO DEL SUELO Y VEGETACION

El estado de Baja California Sur presenta una flora característica, consecuencia de las condiciones especiales del clima y su enclave fisiográfico. Las comunidades vegetales más sobresalientes son: matorral sarcocaulé, matorral sarco-crasicaulé de neblina, matorral sarco-crasicaulé, vegetación halófila, vegetación de desierto arenoso, selva baja caducifolia, bosque de encino-pino y bosque de encino.

Matorral Sarcocaulé, esta comunidad es la más importante y de mayor distribución, prácticamente se encuentra en todo el estado. Las especies más representativas son: *Bursera hindsiana* (Copal), *Bursera microphylla* (Torote colorado), *Bursera odorata* (Torote blanco), *Jatropha cinerea* (Lomboy), *Jatropha cuneata* (Matacora), *Ambrosia dumosa* (Hierba del burro), *Cercidium floridum* (Palo verde), *Encelia farinosa* (Incienso), *Fouquieria* spp. (Ocotillo, Palo adán), *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Olneya tesota* (Palo fierro), *Opuntia cholla* (Choya), *Pachycereus pringlei* (Cardón), entre otros.

Matorral Sarco-Crasicaulé de Neblina, esta congregación vegetal está constituida por especies típicas del

matorral crasicaulé y del matorral sarcocaulé, los cuales alcanzan su desarrollo, gracias a los vientos húmedos del Pacífico. Esta comunidad se establece hacia la parte central de la entidad y de frente a la vertiente del Pacífico. Las especies más comunes son: Cactáceas; *Pachycereus pringlei* (Cardón), *Machaerocereus gummosus* (Pitahaya agria), *M. eruca* (Chirinda), *Lophocereus schottii* (Senita), *Opuntia* spp. (Choyas), *Stenocereus thurberi* (Pitahaya dulce). Especies características sarcocaulés; *Jatropha cinerea* (Lombay), *Bursera* spp. (Torote), *Pachycormus discolor* (Copalquín), *Fouquieria peninsularis* (Palo adán). Asimismo, complementan a la comunidad de Matorral Sarco-Crasicaulé de Neblina otras especies, tales como *Prosopis* spp. (Mezquital), *Cercidium* spp. (Palo verde), *Ramalina reticulata* y *Rocella* spp.

Matorral Sarco-Crasicaulé, esta comunidad se caracteriza por especies de tallos carnosos, gruesos y jugosos. Las especies más sobresalientes son: *Fouquieria colemnaris* (Cirio), *Pachycereus pringlei* (Cardón), *Pachycormus discolor* (Copalquín, Elefante), *Ambrosia* spp., *Pedilanthus macrocarpus* (Candelilla), *Opuntia acanthocarpa*, *Opuntia* spp., *Agave* spp., entre otros.

Vegetación Halófila, este tipo se desarrolla en la parte noroeste del estado, en suelos con alto contenido en sales. Las especies más representativas son: *Atriplex* spp. (Chamizo), *Suaeda* spp. (Jauja o Saladillos), *Batis maritima* (Vidrillo), *Salicornia* spp., *Sarcobatus* spp., *Frankenia* spp. (Yerba reuma), *Limonium californicum* (Lavanda del Mar), *Abronia maritima* (Alfombrilla), *Allenrolfea occidentalis*, *Sesuvium portulacastrum*, entre muchas más.

Vegetación de Desiertos Arenosos, esta asociación se encuentra presente en el extremo noroeste del estado en el desierto del Vizcaíno. Las especies presentes son: *Prosopis* spp. (Mezquite), *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Opuntia* spp. (Nopales), *Atriplex* spp. (Saladillo), *Ambrosia dumosa* (Hierba del Burro), *Hilaria rigida*, *Hymenoclea monogyra*.

Selva Baja Caducifolia. Se encuentra presente al extremo sureste de la península donde las condiciones climáticas permiten su desarrollo, las especies de mayor presencia son: *Bursera* spp. (Chupandía), *Lysiloma* spp. (Tepeguajes), *Ipomoea* spp. (Cazahuates), *Erythrina* spp. (Colorín), *Ceiba* spp. (Pochote).

Bosques Encino-Pino y Pino. Estos dos tipos de comunidades se encuentran presentes en el extremo sureste del estado de Baja California Sur, circundado por la comunidad de la selva baja caducifolia. Los géneros de mayor presencia son pocos, pero característicos, tal como *Pinus* (pino) y *Quercus* (encino).

## Capítulo 3. Clima

---

Las peculiaridades del clima en Baja California Sur, presenta muchas variantes por su especial configuración, y por su posición con respecto al resto de la República Mexicana. De manera particular está el factor topográfico, ya que el relieve de la península está conformado de una cadena montañosa a lo largo de su flanco oriental y a las corrientes marinas.

Estas condiciones se reflejan claramente en elementos tales como: temperatura, precipitación y evaporación, que son los que determinan los diferentes tipos de climas.

### 3.1 DISTRIBUCION Y VARIACION CLIMATICA

Los distintos tipos de clima existentes en el estado, están regidos en gran medida por el sistema de alta presión semipermanente del Pacífico nororiental que proporciona lluvia los meses invernales y la influencia de la celda de alta presión de las Bermudas-Azores. Sin embargo, de manera indirecta, se hacen sentir los sistemas nubosos convectivos con desarrollos verticales que precipitan grandes volúmenes de agua en el noroeste del país, durante los meses de verano y otoño e incluso llegan a convertirse en perturbaciones atmosféricas denominadas chubascos.

De igual forma se deja sentir la influencia marítima, caracterizada por la corriente oceánica fría de California que condiciona las características templadas en la porción occidental de la entidad.

El Golfo de California, por otro lado (como cuenca de evaporación, donde la dirección del balance neto de energía va de la atmósfera al océano), interviene de manera diferente en la porción noroeste de la entidad (desierto de Vizcaíno).

Las lluvias son escasas en casi la totalidad del estado; la mayor incidencia de precipitación, es en toda la franja montañosa que conforma el estado, primordialmente en la porción sur-sureste del estado, en la sierra de La Laguna con un registro medio anual cercano a los 600 mm.

Una de las particularidades más relevantes en la climatología de Baja California Sur es la existencia de climas de tipo templados subhúmedos con lluvias en verano en la porción sur-sureste particularmente en la sierra de La Laguna.

Para la descripción de climas se tomó como base la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (1973), mismo que permite seleccionar para el estado dos grandes grupos: los secos y los templados, que a su vez se subdividen en tres tipos; tomando en cuenta la ocurrencia de lluvia (invierno y verano) (figura 3.1 y cuadro 3.B).

### GRUPOS: CLIMAS SECOS/CON LLUVIAS EN VERANO

Aquí queda incluida la mayor parte de la entidad, las altitudes en las que se manifiestan las características de este grupo van desde el nivel del mar hasta 1 650 msnm.

La temporada de lluvias (agosto-octubre) capta aproximadamente 85% de la precipitación total anual. Para este grupo se distinguen 3 tipos, sobresalen los denominados muy secos.

### TIPO MUY SECOS/GENERALIDADES

Estos climas se distribuyen en la mayor parte de la superficie del territorio de la entidad; en todos ellos la precipitación es escasa, menor a 300 mm, salvo el sureste de la entidad, donde excede a los 300 mm anuales.

Son climas extremos con temperaturas máximas diurnas principalmente los meses julio, agosto y septiembre; en donde la evaporación excede en gran medida a la precipitación.

Las dos variantes de mayor distribución más importantes son los subtipos.

### CLIMA MUY SECO SEMICALIDO (SUBTIPO)

El más cálido de los climas muy secos con lluvias en verano, la temperatura media anual oscila de 18° a 22°C.

La precipitación total anual es menor a los 300 mm en las porciones de mayor elevación, y de 200 a 100 mm en las partes más bajas en la cual prevalece este clima, se distribuye en toda la franja costera; tanto del Océano Pacífico como el Golfo de California, englobando las laderas de las sierras hasta los 700 m como altura máxima.

Los meses de mayor precipitación son: agosto y septiembre con promedio de 50 a 60 mm para cada

mes; abril, mayo y junio son los más secos con precipitaciones en orden de décimas de milímetros.

En cuanto a la temperatura, las medias mensuales, más elevadas se presentan en agosto y septiembre y van de 29° a 35°C (33.57°C), mientras que el mes más frío es enero, con media mensual entre 8° y 10°C (8.28°C).

**CLIMA MUY SECO MUY CALIDO Y CALIDO (SUBTIPO)**  
Estos se distribuyen por una parte, a lo largo de la parte central de la entidad; desde 15 km al noroeste del poblado La Purísima hasta el final de la península a elevaciones no mayores a los 500 msnm y por la franja costera del Golfo de California.

La temperatura media anual es entre 22° a 24°C. La media mensual más alta oscila entre 27° a 30°C y se presenta los meses de agosto y septiembre; el mes más frío es enero, donde la media es aproximadamente 17°C.

La precipitación más alta se da en los meses de agosto a septiembre con medias de 45 a 49 mm, y las mínimas se registran en abril, mayo y junio, son inferiores a los 4 mm.

#### TIPO SECO/GENERALIDADES

En este tipo, la mayor disposición es al sureste de la entidad y en las porciones de mayor elevación que componen la franja montañosa, ubicada desde el paralelo 28° a 26° en la sierra La Giganta; en elevaciones superiores a los 900 msnm.

Son climas con precipitación total anual de 200 a 450 mm, donde el período de mayor precipitación es en verano. Se presentan 3 subtipos:

#### CLIMA SECO SEMICALIDO (SUBTIPO)

Se distribuye en la porción sureste de la entidad en elevaciones que oscilan entre 200 y 1 000 msnm, en las laderas del sistema de sierras que comprende esta parte. La precipitación total anual oscila entre 300 y 500 mm.

El mes de mayor precipitación es septiembre con promedio de 110 a 125 mm, mayo es el más seco con promedio de milésimas de mm.

En cuanto a la temperatura, las medias mensuales más altas se presentan en julio y agosto, superiores a 25°C, mientras que el mes más frío es enero con una media entre 12° y 18°C.

#### CLIMA SECO TEMPLADO (SUBTIPO)

Este tipo de clima se dispone en la franja montañosa que se constituye en la entidad, en elevaciones superiores a 900 msnm, por encima de los climas muy seco semicálido (subtipo) y para la porción sureste de la

ciudad de La Paz, bordeado por el clima seco-semicálido (subtipo) en elevaciones superiores a los 700 msnm.

La temperatura media anual oscila entre 18° y 16°C, con media mensual más alta de 28.6°C en julio y 12 a 18°C para el mes de enero, el más frío.

La precipitación más alta se tiene los meses de agosto y septiembre con medias mensuales alrededor a los 50 mm. Las mínimas se registran de abril a mayo con medias menores a 1 mm.

#### CLIMA SECO MUY CALIDO Y CALIDO (SUBTIPO)

Se ubica al sureste de la entidad, en las laderas orientales del sistema montañoso, abarca desde 10 km al oeste del poblado Buenavista hasta la localidad de San José del Cabo, en alturas que van de 150 a 600 msnm.

Los registros de temperaturas de las estaciones situadas en zonas donde prevalece este clima, muestran promedios anuales que van desde 22° y 23°C (22.59° temp. media anual) mientras que la temperatura media mensual más alta se presenta en julio y promedia más de 28°C, la mínima es en enero entre 8° y 16°C.

La precipitación total anual promedio registrada es de 350 a 450 mm, aunque la mayoría rebasa los 400 mm. Durante la temporada lluviosa, septiembre es el mes de mayor precipitación (alrededor de 150 mm), y mayo por otro lado el menos lluvioso (menor a 1 mm).

#### TIPO SEMISECO/GENERALIDADES

Este tipo de climas se distribuye únicamente en el sureste de la entidad, con precipitación que oscila de 450 a 600 mm como total anual, rodea a los climas templados, presenta sólo un subtipo, semiseco semicálido en la entidad.

#### CLIMA SEMISECO SEMICALIDO (SUBTIPO)

La temperatura media anual manifestada se encuentra en un orden de 18° a 22.5°C con temperatura media del mes más caliente de 32.65°C (julio-agosto), mientras que el mes más frío es enero con 9.6°C, como temperatura media.

El mes de mayor precipitación es septiembre con 125 mm aproximadamente, y mayo, el más seco (menor de 4 mm), encontrándose con alturas superiores a los 400 msnm.

#### GRUPO: CLIMAS TEMPLADOS/CON LLUVIAS EN VERANO

En este grupo se incluyen solamente el subgrupo de templados. Se localizan en elevaciones superiores a los 1 000 msnm de la porción sureste de la entidad en una franja orientada casi norte sur.

Son las únicas áreas de la entidad en que el suelo prevalece más tiempo húmedo (julio a noviembre). El régimen de lluvias es en verano.

## TEMPLADO SUBHUMEDO CON LLUVIA EN VERANO (TIPO)

Se encuentra bordeado por climas de tipo semisecos. La temperatura media anual oscila entre 18° y 14°C (14.7°C), junio es el mes con la media más elevada (25.4°C) y la mínima en enero (11.1°C como media).

La temporada de mayor precipitación son los meses de agosto y septiembre con promedio de 170 a 190 mm, para cada mes, aunque en algunas porciones donde se presenta este clima rebasan los 200 mm, y mayo el de menor ocurrencia de precipitación (milésimas de mm). La precipitación total anual entre 500 y 700 mm (cuadro 3.B).

## CICLONES

Las tormentas tropicales que tienen su origen en el Océano Pacífico comúnmente denominados ciclones, son perturbaciones atmosféricas intensas que pueden aparecer en cualquier punto de la costa occidental; de Baja California Sur, durante los meses de mayo a noviembre, acompañado de una lengua de aire húmedo que se extiende en el Territorio Nacional y provoca lluvias abundantes en la porción sur de éste.

Los ciclones tropicales se originan en los mares cálidos del planeta, en donde la temperatura del agua superficial es mayor a 27°C, se desplazan en su primera etapa en dirección este-oeste, a bajas latitudes, con la influencia de los vientos alisios. Estos aportan el vapor de agua necesario para que se generen las lluvias convectivas, desarrolladas en la mayor parte del país; los meses de verano a otoño. En la primera etapa culmina un desplazamiento con tendencia al noreste, alcanzando un punto en su trayectoria denominado punto de curva.

Regularmente las perturbaciones atmosféricas del Océano Pacífico oriental no rebasan la latitud 30° N. Tal límite es debido a que su corriente oceánica fría de California deja de proporcionar una superficie cálida que mantenga la inestabilidad de la corriente aérea tropical y sobre todo, porque la contribución de agua de vapor disminuye. La ausencia de vapor corta rápidamente el suministro de calorías que estos meteoros liberan al condensarse y que constituye la energía para su desplazamiento.

Aunque podría decirse que la trayectoria final de los meteoros que se aproximan a la península es oeste-noroeste, la misma quedaría condicionada a la ubicación de las celdas de alta presión que tienen influencia en la zona.

Por un lado, la influencia de la celda de alta presión de las Bermudas-Azores, forzaría la dirección del meteorito en dirección este-oeste; y por otro el sistema de alta presión ubicado en el Pacífico oriental impedirá su desplazamiento más al norte.

El cuadro 3.C resume la información recopilada acerca de los meteoros que han influido en el estado desde 1951 a 1977, en las gráficas 3.4 y 3.5 nos muestran la incidencia de ciclones calculado por año y por mes.

## 3.2 TEMPERATURA, PRECIPITACION, EVAPORACION Y CORRIENTES MARINAS

Con el fin de dar una descripción de estas variables se hará uso de la figura 2.2, en el que se delimitan las principales provincias fisiográficas en la entidad.

### TEMPERATURA

Con lo que respecta a la temperatura media anual se ha observado que los valores de la carta de isotermas medias anuales muestran variación, tanto en la zona costera del Pacífico como la del Golfo de California, así como en la porción sureste, donde existen las zonas de mayor altura snm, como se puede apreciar en la figura 3.2.

En la Discontinuidad del Cabo, las isotermas medias anuales de menor valor son 16° y 18°C (las más bajas en la entidad); en los sitios de mayor elevación del sistema montañoso que conforma esta discontinuidad; también se tiene la presencia de las isotermas medias anuales 20° a 24°C, ésta última es la de mayor valor en el estado, localizada en dos partes:

Una en el área de la bahía San Lucas y la otra en la porción norte de esta discontinuidad, que abarca el norte de la ciudad de La Paz y Punta Coyotes.

En la discontinuidad Llanos de La Magdalena el intervalo de la temperatura media anual es de 20° a 24°C de temperatura media anual. La isoterma media anual de 20°C se localiza únicamente al noroeste de esta Discontinuidad, mientras que la de 24°C, al sureste, alrededor de la ensenada de La Paz.

Subprovincia Sierra de La Giganta; en esta porción las isotermas medias anuales oscilan de 22° a 16°C, las más bajas se encuentran en las partes más elevadas del sistema montañoso mientras las de mayor valor, en las partes bajas de este sistema; principalmente en la franja costera del Golfo de California.

En la discontinuidad Desierto San Sebastián Vizcaíno, la fluctuación de las isotermas es de 20° a 22°C, siendo la de 22°C poco común.

### PRECIPITACION

La precipitación ocurre de manera irregular en la entidad; los registros pluviométricos promedian anualmente valores mayores en el sureste de la entidad y conforme se asciende de la costa a la sierra, las precipitaciones máximas mensuales son en los meses de agosto y septiembre y el período de menor precipitación se presenta de abril a junio.

El valor de las isoyetas se incrementa hacia las áreas de mayor altura, por lo tanto, es directamente proporcional a la altura.

En la discontinuidad del Cabo, es la porción donde se tienen las mayores precipitaciones en la entidad, varía desde 180 mm hasta mayor de los 700 mm anuales (figura 3.3).

En la discontinuidad Llanos de La Magdalena, la precipitación total anual en ésta, es mayor de 50 mm, hasta cercano a los 300 mm para la porción sur-sureste de esta discontinuidad.

Subprovincia Sierra de La Giganta, la precipitación anual oscila de mayor de 45 mm hasta alrededor de 350 mm para las porciones de mayor altura.

En la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno, es el área en donde ocurren las menores precipitaciones dentro de la entidad y van de mayor a los 25 mm a no mayor a los 110 mm anuales.

#### EVAPORACION

La evaporación cambia a medida que se aleja tanto de las costas del Pacífico como del Golfo de California.

No existen datos precisos de la mayoría de las estaciones de monitoreo y las existentes lo son en períodos muy cortos, así se tiene que la estación Santa Agueda es la que registra el valor de evaporación máximo con 2 838.272 mm en el período 1976 a 1987, para la porción noreste del estado; en tanto la estación Gustavo Díaz Ordaz, situada al noroeste de la entidad, para el período (1979-1987) se tiene una evaporación media de 2 079.415 mm por año; para la porción central de la entidad se tiene la estación Villa Morelos que durante el período (1974-1985), se obtuvo una evaporación media anual de 2 472.097 mm. En el sureste se cuenta con la estación Los Planes, registró una evaporación media anual de 2 248.48 mm en el período (1952-1987). Y al suroeste por la vertiente del Pacífico, la estación Todos Santos, que durante su evaluación señala una evaporación media anual de 1 758.56 mm para el período (1961 a 1987).

#### CORRIENTES MARINAS

En las costas occidentales de América del Sur y Centroamérica, se lleva a cabo el desarrollo de dos corrientes

que se mueven de oriente a poniente; son las corrientes ecuatoriales del norte y sur, separadas por una contracorriente que viaja de oeste a este y penetra en América Central; a esta corriente se le denomina corriente del Niño (Enso-El Niño-oscilación del sur), se manifiesta en superficie, tratándose como una corriente subsuperficial. En las costas de Norteamérica entra como corriente caliente; toma dirección, hacia el sur bordea las costas de Estados Unidos y la porción noroeste de Baja California Sur.

Aquí por ir de lugares más fríos o más calientes, se presenta como corriente fría, denominada corriente de California, que provoca variación en la temperatura, y neblina en amplia cobertura en la porción noroeste de la entidad. Posteriormente retorna hasta la zona ecuatorial para cerrar el circuito que de ésta se establece.

#### 3.3 CONSECUENCIAS HIDROLOGICAS DEL REGIMEN CLIMATICO

Como se ha descrito, por la posición geográfica que guarda la entidad; hace propicia la generación de condiciones climáticas que se traducen en elementos meteorológicos, da lugar a que las precipitaciones sean escasas la mayor parte del año y la ocurrencia de neblina en la porción noroeste del estado.

En verano Baja California Sur, está sujeta a la acción de tormentas tropicales y ciclones; en gran parte de su territorio; aunada a los frentes fríos que ocurren en invierno. Producen precipitaciones muy intensas aunque de poca duración y extensión, esta diversidad de condiciones meteorológicas produce escurrimientos extremos e inundaciones.

Para mitigar los daños causados por las inundaciones se han desarrollado las medidas estructurales, constituidas por obras hidráulicas destinadas para el control de inundaciones, tal es el caso de presas, pequeños bordos y encauzamiento de arroyos (cuadro 5.A) que evitan en gran parte, se aneguen zonas urbanas y agrícolas.

Otra consecuencia es la alta evaporación que se presenta en toda la franja costera, primordialmente en el noroeste de la entidad, propicio para el desarrollo de suelos con alto contenido en sales y bancos salinos, lo que hace necesario un mayor esfuerzo para la incorporación de estos terrenos a la producción agrícola.



## Capítulo 4. Geología

---

En el estado de Baja California Sur, existen gran diversidad de rocas, tanto metamórficas, ígneas como sedimentarias, mismas que relatan la historia geológica desde el Triásico al Reciente (planos 4.1A y 4.1B).

### 4.1. ESTRATIGRAFIA

#### MESOZOICO

A esta Era corresponden una amplia secuencia de rocas, las más antiguas están agrupadas en la formación San Hipólito y consiste en una alternancia detrítico-calcareas que presenta pillow lavas de composición máfica a la base, e intercalación de conglomerados y aglomerados localizados dentro de la serie antes mencionada.

Las rocas sedimentarias están constituidas por lutitas, areniscas (calcareas, litarenitas, arcosas, grauvacas); brechas sedimentarias calcáreas; calizas con textura micrítica, biocalcirudítica y biomicrítica; calizas macro y microfósilíferas en donde se hallan restos de braquiópodos, briozoarios, ostrácodos, corales, espículas de esponja, radiolarios y oolitas. Existen además estratos de pedernal con gran cantidad de radiolarios (géneros *Triactis* y *Lithostrobis*); esta secuencia es interpretada como base para considerarla del Triásico Superior (Pessagno et al; en Gastil, R., 1979).

En este capítulo la unidad litológica de la formación San Hipólito a sido considerada del Jurásico para el fin cartográfico correspondiente.

Al Jurásico Superior pertenecen rocas del complejo ofiolítico, formado por rocas metamórficas e ígneas; tales como serpentinita, gabro, basaltos, rocas volcánicas y detríticas.

La serpentinita está formada en intrusivos ultramáficos altamente serpentinizados y asociada a un melange de brecha de serpentinita y material alóctono compuesto por esquistos verdes, peridotitas, gabros serpentinizados; la presencia de fragmentos de esquistos azules y tonalitas son menos abundantes aunque representativos.

El melange es una clara evidencia de una estructura de corrimiento que coloca al complejo ofiolítico en una situación de aloctonía y posiblemente corresponda propiamente a una napa.

Las ofiolitas anteriormente descritas, se distribuyen en el suroeste y sur del desierto de Vizcaíno. El complejo ofiolítico que aflora en la isla Margarita está formado por serpentinita, gabro metamorfoseado, protomilonita, diorita, esquistos verdes de biotita, asimismo se observan sedimentos altamente silicificados.

La mineralogía de este complejo ofiolítico, es muy variada, encontrándose minerales, como: circón, ópalo, esfena, epidota, hematita, calcita, granate, piritita, muscovita, principalmente. Algunos registros de esta unidad fueron fechados radiométricamente, y dieron como resultado una edad promedio de  $154 \pm 5$  millones de años (Traughton, 1974, mencionados en Rangin, 1979).

El Cretácico se caracteriza por dos tipos de rocas; las sedimentarias, que abarcan desde el Cretácico Inferior al Cretácico Superior y rocas ígneas que tienen un alcance desde el Cretácico Superior al Terciario Inferior.

Las rocas sedimentarias afloran al oeste y sur del desierto de Vizcaíno, constituidos por sedimentos detríticos los de mayor importancia. La formación Eugenia (Mina 1957), considerada como grupo por Barnes y Berry, 1979, es una secuencia donde dominan las areniscas, con intercalaciones de lutitas, limolitas y conglomerados; los clastos gruesos (en areniscas y conglomerados) son en gran parte de origen volcanoclástico y volcánico.

La edad de la formación Eugenia (o grupo), se ha especulado que probablemente tiene una edad que va desde el Jurásico al Cretácico, pero autores como Bales y Hickey (1979), le han asignado edades entre el Tithoniano al Valanginiano y Aptiano-Albiano en base al contenido de radiolarios.

La formación Salitral o llamada formación Valle (Mina, 1957), está conformada por una secuencia sedimentaria de paquetes de lutitas-areniscas, areniscas-conglomerados y lutitas-areniscas. La edad de esta formación se considera Albiano-Cenomaniano, pero es probable que alcance hasta el Campaniano (Mina 1957).

Entre el Jurásico y Cretácico, está representado por rocas ígneas intrusivas de composición intermedia, los afloramientos se muestran tanto al norte como al sur de la sierra Placeres. Las rocas más sobresalientes son tonalitas y en menor medida granodioritas y granitos;

emplazamientos menores de la misma composición se exponen en forma de diques y sills.

Los afloramientos de mayor extensión en el estado de Baja California Sur pertenecen al Cenozoico, tales como: rocas sedimentarias, volcánicas de composición intermedia y máfica, además de una gran variedad de suelos y rellenos aluviales.

Las secuencias sedimentarias y volcanosedimentarias, tienen una edad que abarca del Terciario Medio al Terciario Superior y se constituye por areniscas, limolitas, lutitas, conglomerados, tobas y derrames lávicos; además existen depósitos clasto-carbonatados cuyos afloramientos están intensamente ligados a los afloramientos de lutitas y limolitas.

Esta litología cenozoica, da evidencia de una sedimentación de origen marino con aporte clástico, desarrollado en aguas someras; las trazas líticas tanto en areniscas como en los conglomerados, de fragmentos de rocas volcánicas, con minerales como: feldespatos, plagioclasas, piroxenos, micas, que evidencian poco transporte y escaso retrabajo.

La sedimentación de origen continental es menos representativa y está estrechamente relacionada a un ambiente volcanoclástico. El volcanismo está caracterizado por derrames andesíticos, dacitas, riolitas, brechas volcánicas de composición intermedia (andesíticas) y tobas líticas félsicas.

En el Terciario Superior, la litología dominante es de tipo volcánico de composición máfica y en menor importancia intermedia.

Las rocas máficas están formadas por derrames basálticos, brechas basálticas, tobas máficas. En los derrames de composición intermedia, es común las tobas y brechas andesíticas; las tobas son generalmente líticas con xenolitos dacíticos, además existen, aunque en menor medida, brechas de composición andesítica.

El Terciario Superior sedimentario está representado principalmente por areniscas y conglomerados; complementan a esta litología, limolitas, lutitas, arcillas, depósitos yesíferos y formaciones coquináceas. El medio ambiente imperante fue principalmente marino, lagunar (evaporítico) y en menor medida en zona continental cercana a la costa.

Durante el Cuaternario las rocas más comunes son areniscas, conglomerados, escasas limolitas y depósitos carbonatados, la secuencia forma por lo general bancos de terrazas. El medio ambiente de formación fue marino a continental y su litología, muestra evidencia de transgresiones y regresiones marinas consecuencia de períodos de glaciación ocurridos. Asimismo, durante el Cuaternario se reactivó el magmatismo

máfico que caracterizó gran parte del Terciario Superior; las rocas volcánicas más sobresalientes son derrames y brechas basálticas. Complementan al volcanismo Cuaternario, areniscas volcánicas, tobas de origen félsico, máfico y esporádicamente andesíticas.

El Cuaternario finaliza con la depositación de arenas, gravas y arcillas, elementos constituyentes de los distintos suelos que cubren la superficie de Baja California Sur, además de ser formadores de los principales depósitos acuíferos.

## 4.2 GEOLOGIA HISTORICA

### MESOZOICO

En el Mesozoico da inicio la historia geológica de Baja California Sur; la presencia de unidades ofiolíticas, la aloctonía que les caracteriza y la sedimentación de plataforma carbonatada de edad Triásica relacionada, dan evidencia de la existencia, de un basamento oceánico y una cobertura sedimentaria carbonatada desarrollada al oeste de la zona continental Norteamericana, las trazas clásticas de origen volcánico ponen en claro la existencia de actividad magmática efusiva durante el Triásico y posibles procesos de convergencia y subducción.

Las unidades ofiolíticas y las secuencias de plataforma, son acrecionadas al borde oeste continental durante el proceso orogénico Nevadiano de edad Jurásico Superior.

Jurásico Tardío-Cretácico Temprano. Durante este lapso, la convergencia de la placa oceánica de Farallón y la placa continental, continua; este proceso geodinámico genera magmatismo, mismo que culmina en la edificación de un arco volcánico, conocido como complejo volcánico San Andrés.

Durante el Cretácico se lleva a cabo el evento orogénico Mesocretácico; causante de la acreción del complejo volcánico San Andrés al borde oeste de la placa Norteamericana.

Cretácico-Terciario Temprano, durante este intervalo, tuvo lugar un evento magmático de carácter intrusivo, representado por las unidades granodioríticas que caracterizan la porción sur del estado; este magmatismo es consecuencia del proceso orogénico Laramídico, causante de las grandes intrusiones características de la porción noroeste del país.

Terciario, se caracteriza por secuencias netamente volcanosedimentarias; la sedimentación fue marina, en cuyas cuencas se depositaron clastos, producto de la erosión de rocas volcánicas, además la aportación de material de precipitación química y biógena. El volcanismo es esencialmente piroclástico y marcadamente félsico.

En el Terciario Superior, la dorsal del Pacífico es subducida bajo la placa Norteamericana y crea un ambiente estructural que permite la creación de una estructura pull-apart, que más tarde generaría el actual Golfo de California. Este ambiente tectónico, forma primeramente fallamiento normal y lateral, y seguido de un volcanismo máfico y en menor medida intermedio y félsico.

### 4.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Cada unidad litológica es clara evidencia de un ambiente formacional específico y en consecuencia de una constitución estructural definida, es objetivo de este capítulo, hacer solamente mención de los rasgos estructurales más importantes que caracterizan al estado de Baja California Sur.

Existen dos rasgos estructurales de gran relevancia en la entidad. El primero de ellos es el correspondiente a la relación alóctona de los complejos ofiolíticos, la evidencia más clara de eso, son los melanges asociados a los mismos.

La edad del emplazamiento de las napas ofiolíticas, fue probablemente durante el Jurásico Superior y atribuible al proceso orogénico Nevadiano; los napas quizá tuvieron un segundo corrimiento hacia el Cretácico Medio en lo que fue la orogénia Mesocretácica. La vergencia estructural de las napas, indican esfuerzo N-S y estructuras con rumbo E-W.

El segundo rasgo estructural es el expuesto por fallamiento normal, fracturamiento y fallamiento lateral. Estas estructuras son de edad Cenozoica y su origen se atribuye a los procesos de la apertura del Golfo de California, además de la conformación misma de la península Baja Californiana.

El fallamiento normal es el causante de los rasgos geomorfológicos del sur del estado. Los grabens de La Paz-El Carrizal, Los Planes y el de los valles Santiago-San José del Cabo son consecuencia de este tipo de fallamiento. La orientación de tales estructuras normales, son principalmente Norte-Sur en la porción sur del estado y NW-SE en el resto.

Los movimientos distensivos y laterales a que está sujeta la península de Baja California, han propiciado fracturamiento intenso en las distintas unidades litológicas, con direcciones preferenciales NW-SE y N-S, y en menor medida NE-SW. Estructuras circulares, símbolo de calderas, se aprecian al noreste de la entidad en lo que es en la zona volcánica de Tres Vírgenes.

El fallamiento lateral es evidente al norte del estado en la zona del Vizcaíno y al sur en la zona del Cabo; con orientación dominante NNW-SSE y refleja los movi-

mientos laterales a que está sujeta la península de Baja California, producto del proceso geodinámico que la transporta hacia el noroeste del macizo Continental Norteamericano.

### 4.4 UNIDADES GEOHIDROLOGICAS

Con el fin de determinar la extensión del agua del subsuelo del estado de Baja California Sur, se estudiaron las distintas unidades litológicas, con la finalidad de entender sus propiedades geohidrológicas (planos 4.1A y 4.1B). La conformación de los depósitos acuíferos es regida por tres propiedades importantes. La primera es la porosidad; segunda la permeabilidad y la tercera es la capacidad volumétrica de la unidad litológica contenedora. La unión de estas tres propiedades, definen formalmente las distintas unidades geohidrológicas (planos 4.2A y 4.2B).

#### UNIDAD DE MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS

Esta unidad incluye las formaciones litológicas compuestas por areniscas y conglomerados terciarios, areniscas del Cretácico Superior, areniscas y tobas arenosas del Terciario. Estas rocas presentan buena permeabilidad, debido a la mala compactación que tienen los materiales clásticos, además de su inmadurez textural y mala clasificación. Esta unidad aflora principalmente en la sierra Placeres, alrededores de laguna San Ignacio, en los poblados Cadeje del Pacífico, La Purísima y El Pabellón.

La zona de mayor extensión cartografiada, se ubica en gran parte de la sierra de La Giganta, principalmente en el flanco este, hacia el Golfo de California.

#### UNIDAD DE MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS

La unidad aflora en áreas muy reducidas, tanto en la parte norte como en el centro de la entidad. Las rocas que presentan este comportamiento, son principalmente de tipo sedimentario; tales como areniscas y conglomerados terciarios.

La mala compactación, mala clasificación e inmadurez textural en las areniscas, dan como resultado una permeabilidad de media a baja. Además, de rocas sedimentarias que pertenecen a esta unidad, se tienen rocas volcánicas máficas, principalmente basaltos, brechas basálticas y tobas de la misma composición, que generalmente se encuentran con fracturamiento moderado y relacionados a edificaciones volcánicas.

#### UNIDAD DE MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS

Es la unidad de mayor extensión cartografiada. Está constituida por rocas ígneas y metamórficas de distintas edades y en menor medida se tienen rocas

sedimentarias, del Jurásico al Terciario. La permeabilidad de estas rocas, es casi nula, aunque existe fracturamiento significativo, este es generalmente de manera megascópica, que no generó una permeabilidad secundaria importante, pero es de detallarse la existencia de manantialismo.

#### UNIDAD DE MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS

Esta unidad, es la más extensa de materiales no consolidados, está expuesta en la porción suroeste del desierto de Vizcaíno, en los alrededores de bahía Ballenas, en los valles Santo Domingo, La Paz-El Carrizal, San Juan de los Planes y los valles San José del Cabo-Santiago; de hecho todos los valles de la entidad están constituidos por este tipo de material. Litológicamente esta unidad se constituye por todo tipo de suelos, de diferentes texturas y de diferentes fases químicas, desarrollada en

el Cuaternario. La inmadurez textural y la mala clasificación de los clastos, le dan una permeabilidad de buena a regular, de tal manera que es esta unidad la que aloja a la gran mayoría de los depósitos acuíferos.

#### UNIDAD DE MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS

La unidad aflora únicamente en la zona noreste del desierto de Vizcaíno, así como al sur del poblado El Vizcaíno. La litología más sobresaliente es de sedimentos areno-arcillosos y en menor medida conglomeráticos.

La permeabilidad es moderada; aunque la litología presenta inmadurez textural y los clastos están mal clasificados, lo que indicaría condiciones aptas para una excelente permeabilidad, el contenido de material limo-arcilloso impide su desarrollo.

## Capítulo 5. Hidrología Superficial

En los apartados anteriores se describió el marco físico de la entidad y su panorama demográfico, ambos enlazados en el acontecer del ciclo hidrológico de la entidad. Corresponde ahora la descripción del comportamiento del agua superficial, se toman como base dos aspectos fundamentales: En primer término se hace un análisis de la red hidrológica como elemento natural y como segundo aspecto, la descripción de las obras y actividades que lleva a cabo el hombre para la utilización del recurso.

El inicio lo constituye el encuadre del estado, con la división hidrológica de la República Mexicana hecho por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y adecuado por la Dirección General de Geografía (INEGI), a fin de estudiar cada región hidrológica de manera más detallada, es necesario recurrir a otro nivel de información que es el de cuenca (figura 5.1).

A partir del análisis por cuenca es posible una mejor descripción de las características hidrológicas del medio, así como de su infraestructura, lo que permite dimensiones de manera más real la capacidad potencial de escurrimiento\*. La zonificación de la entidad de acuerdo a su rango de escurrimiento, constituye un medio clave en la captación de agua superficial.

### 5.1 PANORAMA GENERAL DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

La entidad está enmarcada en las siguientes regiones hidrológicas: 2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno); 3, Baja California Sur-Oeste (Magdalena); 5, Baja California Centro-Este (Santa Rosalía) y 6, Baja California Sur-Este (La Paz); las cuales forman parte de la vertiente del Océano Pacífico y Golfo de California (figura 5.2).

De las anteriores regiones hidrológicas la de mayor importancia para el estado es la número 3, Baja California Sur-Oeste (Magdalena); localizada en la parte central y oeste de Baja California Sur en toda su extensión.

Las corrientes superficiales son de carácter intermitente (arroyos) ocasionadas por la escasa precipitación pluvial, orografía, permeabilidad y pendiente del suelo, lo que origina corrientes superficiales de rápido escur-

rimiento; las de mayor importancia son los arroyos: San Pablo, San Ignacio en la región hidrológica 2, La Purísima, La Soledad, Santo Domingo y El Salado en la región hidrológica 3, La Paz, El Cajoncito, San José y Santiago en la región hidrológica 6.

Las corrientes que desembocan en el Golfo de California, son de corto recorrido y de pendiente fuerte, producto del relieve escarpado de esta vertiente. En cambio las que vierten al Océano Pacífico, en la porción central y norte del estado son de mayor longitud y menor pendiente propicio para que los escurrimientos sean menos caudalosos y mayor duración.

En general los escurrimientos producidos por el régimen de lluvias normales, se infiltran a lo largo de los cauces, por lo que no llegan al mar o apenas descargan al mismo, caudales insignificantes; por el contrario las lluvias ciclónicas originan grandes avenidas que desembocan al mar.

La región hidrológica 2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno), presenta menor importancia, que las demás debido al escaso escurrimiento superficial e infraestructura hidráulica con que cuenta.

En la actualidad, vivir en este estado, con una de las más altas carencias de agua en el mundo, es aceptar un reto que la naturaleza impuso a la población de Baja California Sur. En ellos ha de estar siempre presente, que la técnica aún no es suficiente para aliviar este grave problema, pero si la conciencia.

Para el aprovechamiento del agua superficial, el estado cuenta con una infraestructura de 4 presas para el control de avenidas y recarga de acuíferos, 9 presas derivadoras destinadas a la agricultura, 66 bordos para la captación de los escurrimientos, 26 manantiales que son utilizados para uso doméstico, abrevadero y riego; 234 diques de gavión para el control de avenidas y azolves (cuadro 5.A).

### 5.2 REGION HIDROLOGICA 2, BAJA CALIFORNIA CENTRO-OESTE (VIZCAINO)

Tiene una extensión de 25 924.539 km<sup>2</sup> en el estado, de los 41 667.893 km<sup>2</sup> de la superficie total que conforman esta región hidrológica, se encuentra entre 28°00'00" a 26°38'30" de latitud norte y los 114°12'23" a 112°05'27" de longitud oeste dentro de la entidad (figura 5.2).

\* El escurrimiento se determina a partir de un método indirecto, empleado por la Dirección General de Geografía. (Descripción y uso en el apartado 5.6).

Esta se caracteriza por corrientes que descienden de las sierras: El Serrucho, San Francisco, El Chiltepín, San Alberto, San Pedro, entre otras.

El drenaje es poco definido, siendo en algunas porciones dendrítico y en otras subparalelo, conformado por corrientes intermitentes que descienden con tendencia a desembocar y en ocasiones desaguan en el Océano Pacífico.

Dentro de la entidad se haya distribuida gran parte de la cuenca B (San Miguel-Arroyo del Vigía) y en su totalidad la cuenca A (Laguna San Ignacio-Arroyo San Raymundo).

### **5.2.1 Cuenca San Miguel-Arroyo del Vigía (B)**

Esta cuenca se ubica en la porción noroeste de la entidad y en la parte central de la región hidrológica 2, tiene una superficie de 16 730.997 km<sup>2</sup> de los cuales 11 258.437 km<sup>2</sup> pertenecen a Baja California Sur, la ocurrencia de precipitación media anual, oscila alrededor de 118.848 mm dentro del estado. La cuenca posee una pendiente general de media a baja (plano 5.3.A).

La corriente principal de esta cuenca, dentro del estado es el arroyo San Pablo, que tiene su origen al noreste de la sierra San Francisco a 1 400 msnm, su pendiente media es 1.93% con dirección preferencial al noroeste para finalizar al suroeste, en el desierto de Vizcaíno con recorrido total de 69.934 km. Durante su trayecto recibe dos afluentes importantes; por la margen derecha el arroyo Prosperidad, que tiene su origen con la confluencia de las corrientes Las Parras y Buenos Aires a 0.3 km al noreste de la localidad Prosperidad; y por la margen izquierda el arroyo El Cañoncito (cuadro 5.G). El uso principal del agua superficial es pecuario y recarga al acuífero.

La cuenca cuenta con la estación hidrométrica San Pablo, en el arroyo San Pablo, cerca del poblado Las Palomas (cuadro 5.B).

El volumen anual precipitado es de 1 338.046 millones de m<sup>3</sup>, con un coeficiente de escurrimiento de 5.35%, mismos que determinan un volumen anual drenado de 71.599 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5.F y plano 5.5 A).

### **5.2.2 Cuenca Laguna San Ignacio-Arroyo San Raymundo (A)**

Esta se localiza en la parte noroeste de la entidad, limita al este con la cuenca A (Arroyo La Trinidad-Arroyo Mulegé) de la región hidrológica 5; al sureste con la cuenca C (Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú) de la región hidrológica 3; al oeste con el Océano Pacífico y al noroeste con la cuenca B (San Miguel-Arroyo del Vigía) de esta región, abarca un área de 14 666.102 km<sup>2</sup> con presencia de precipitación media anual de 70.653 mm, y una pendiente general media.

El arroyo San Ignacio representa una de las corrientes superficiales más importantes de esta cuenca, tiene su origen en la sierra La Yegua a 800 msnm, recorre 93.825 km desde su inicio hasta su desembocadura, en la laguna San Ignacio, Océano Pacífico, con pendiente media de 0.84% y dirección preferencial al suroeste.

En su nacimiento se le conoce como arroyo Mezquital con dirección hacia el noroeste hasta el poblado El Mezquital, posteriormente cambia al suroeste y toma el nombre de arroyo Las Calabazas hasta la localidad de Regis donde recibe por la margen derecha al arroyo Santa María, sigue su curso aguas abajo, recibe por la margen izquierda a la corriente San Luis y luego al arroyo La Saya, hasta llegar a la población de San Ignacio, donde se le une por la margen derecha el afluente El Chaparral, y posteriormente vertir a la laguna San Ignacio (cuadro 5.G y plano 5.3 B). El uso primordial es agrícola, pasando en segundo orden el pecuario.

Para esta cuenca se obtuvo un coeficiente de escurrimiento de 3.59%, con un volumen medio anual precipitado de 1 036.215 millones de m<sup>3</sup>, que relacionado con el coeficiente de escurrimiento determina un volumen drenado de 37.29 millones de m<sup>3</sup>, anuales (cuadro 5.F y plano 5.5 A).

## **5.3 REGION HIDROLOGICA 5, BAJA CALIFORNIA CENTRO-ESTE (SANTA ROSALIA)**

Esta región engloba una superficie de 12 700.522 km<sup>2</sup>, de los cuales 4 884.76 km<sup>2</sup>, comprenden en su totalidad a la cuenca A (Arroyo La Trinidad-Arroyo Mulegé) y parte de la cuenca B (Arroyo Santa Isabel y otros), ubicadas en la porción noreste de Baja California Sur, entre las coordenadas 28°00'00" a 26°37'09" de latitud norte y los 112°57'10" a 112°02'27" de longitud oeste (figura 5.2).

### **5.3.1 Cuenca Arroyo La Trinidad-Arroyo Mulegé (A)**

Esta cuenca se ubica en su totalidad dentro del estado y abarca 4 665.937 km<sup>2</sup> de superficie, su forma es alargada con orientación sureste-noroeste, tiene las siguientes colindancias: Al noroeste y oeste con las cuencas A (Laguna San Ignacio-Arroyo San Raymundo) y B (San Miguel-Arroyo del Vigía) de la región hidrológica 2, al norte con la cuenca B (Arroyo Santa Isabel y otros) de esta región, al sur-suroeste con las cuencas C (Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú) y C (Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno), de las regiones hidrológicas 3 y 6, y por el este con el Golfo de California (figura 5.3 B).

La determinación de la precipitación media anual es de 159.26 mm, con una pendiente general media. Es drenada en su totalidad por pequeñas corrientes tales como los arroyos San Gregorio, San Carlos, Santa Agueda, y el río Mulegé, el de mayor importancia (cuadro 5.G).

La corriente Mulegé tiene su origen al suroeste de la sierra Jacalón a 1 000 msnm. Durante su inicio la

corriente presenta dirección hacia el oeste con 5.5 km de recorrido, posteriormente cambia su rumbo hacia el norte donde se le unen los arroyos San Patricio y San Dieguito, por la margen izquierda, antes de cruzar el poblado Romerial y posteriormente el arroyo Año Nuevo; en esta confluencia la corriente cambia de rumbo hacia el este, pasando por el poblado de Mulegé y finalmente desemboca al este de Mulegé en el Golfo de California, con 39.745 km de recorrido total, pendiente 2.51 % y de 100 a 150 lps de gasto promedio.

El uso primordial del agua superficial es pecuario y doméstico. Considerando las características hidrológicas se evaluó un coeficiente de escurrimiento de 5.61% que relacionados con los 743.101 millones de m<sup>3</sup>, anuales precipitados determinan un coeficiente de escurrimiento de 41.721 millones de m<sup>3</sup> (plano 5.5 A y cuadro 5.F).

### **5.3.2 Cuenca Arroyo Santa Isabel y Otros (B)**

Esta cuenca se distribuye entre los estados de Baja California y Baja California Sur, abarca un área total de 3 740.871 km<sup>2</sup>, de los cuales 218.825 km<sup>2</sup> pertenece al estado de Baja California Sur, su precipitación media anual es de 96.428 mm, presenta forma alargada con orientación sureste-noroeste, su pendiente general es media.

Es drenada por corrientes de tipo intermitente de poca importancia dentro del estado. No existen estaciones hidrométricas y el uso del agua es pecuario.

La cuantificación del recurso agua para esta cuenca, arrojó un volumen medio precipitado de 21.101 millones de m<sup>3</sup> anuales y un coeficiente de escurrimiento de 0.84%, lo que representa un volumen total escurrido de 4.018 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5.F y plano 5.5 A).

## **5.4 REGION HIDROLOGICA 6, BAJA CALIFORNIA SUR-ESTE (LA PAZ)**

Tiene una extensión de 11 426.126 km<sup>2</sup>, se encuentra entre los 26°51'53" a 22°52'13" de latitud norte y los 112°00'22" a 109°57'43" de longitud oeste, ocupa la parte sur y sureste del estado (figura 5.2).

Está caracterizada por corrientes de escasa longitud y descienden del flanco oriental de las sierras: Las Tarabillas, Las Cruces, Mata Gorda, entre otros rasgos orográficos.

El drenaje se define de paralelo a subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes que desembocan en el Golfo de California.

Se encuentra constituida en su totalidad por las cuencas A (La Paz-Cabo San Lucas), B (Loreto-Bahía La Paz) y C (Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno) todas en Baja California Sur.

### **5.4.1 Cuenca La Paz-Cabo San Lucas (A)**

Se ubica en la porción sur-sureste de la entidad y en la parte sur de la región hidrológica 6, cuenta con una superficie de 6 802.689 km<sup>2</sup>, la ocurrencia de precipitación media anual oscila alrededor de 336.44 mm y pendiente general de media a alta (plano 5.3 E).

Existen varias corrientes en esta cuenca, pero la principal es el río San José, que nace en la sierra San Fernando a 1 550 msnm. Los primeros 28 km la corriente presenta dirección ligeramente al sureste, seguidamente la corriente se vuelve sinuosa con direcciones de norte a sur y de oeste a este, hasta llegar a la localidad La Malda, donde define su rumbo hacia el sur. Aguas abajo de esta localidad la corriente recibe dos afluentes importantes de la margen derecha conformados por los arroyos San Pedro y San Pablo, La Palma y posteriormente por la margen izquierda la corriente Migriño, después sigue su curso hasta desembocar en la bahía San José del Cabo en el Golfo de California con 68.196 km, de recorrido y pendiente media de 2.27% (cuadro 5.G).

En la cuenca existen 7 estaciones hidrométricas, de estas, la estación San Antonio ubicada en el municipio de La Paz y sobre el arroyo San Antonio consigna un volumen medio anual de 121.125 m<sup>3</sup> durante el período 1983-1987, la estación Los Encinos sobre el arroyo Los Encinos reporta un volumen medio de 184.9 m<sup>3</sup> anuales durante el período 1983-1986, la estación Cajón de Yeneka que se haya instalada en el arroyo La Palma municipio de Los Cabos afora 5 894.800 m<sup>3</sup>, para el período 1983-1986 (cuadro 5.B y plano 5.3 E).

Las principales obras hidráulicas son las presas San Lázaro (en proceso constructivo), sobre el arroyo San Lázaro y La Buena Mujer en la corriente Caomito (plano 5.3 E y cuadro 5.A).

El agua superficial se destina preferencialmente para el uso agrícola y el de menor escala está el doméstico y pecuario.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento anual de 136.883 millones de m<sup>3</sup>, procedentes de un volumen medio precipitado de 2 288.745 de m<sup>3</sup> por año y un coeficiente de escurrimiento de 5.98% (cuadro 5.F y plano 5.5 B).

### **5.4.2 Cuenca Loreto-Bahía la Paz (B)**

Se encuentra en la porción oriental central del estado, colinda al norte-noroeste con la cuenca C (Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno) de esta misma región, al este con la cuenca B (Arroyo Venancio-Arroyo Salado) y A (Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria) de la región hidrológica 3, al sureste con la cuenca A (La Paz-Cabo San Lucas) de la región hidrológica 6; y al este con el Golfo de California. Esta cuenca cuenta con una superficie total de

2 220.36 km<sup>2</sup>, con una precipitación total anual promedio de 201.125 mm, y pendiente general de media a baja alta (planos 5.3 D y 5.3 E).

Los rasgos hidrográficos están constituidos por una gran cantidad de arroyos provenientes de los flancos orientales de las sierras: Los Filos de los Treinta y Cinco, Tarabillas y La Giganta entre otros rasgos orográficos. Estas corrientes son de corta trayectoria y de pequeños cauces que desembocan en el Golfo de California.

En la cuenca existe únicamente la estación hidrométrica Las Parras en el arroyo Las Palmas municipio de Comondú (cuadro 5. B y plano 5.3 D).

El uso exclusivo para este recurso es en las labores pecuarias. El volumen medio anual precipitado en la cuenca es de 446.561 millones de m<sup>3</sup>, con un coeficiente de escurrimiento de 6.06%, la escorrentía disponible para esta zona es de 27.060 millones de m<sup>3</sup> anuales (cuadro 5.F y planos 5.5 A y 5.5 B).

#### **5.4.3 Cuenca Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno (C)**

Se localiza en la parte oriental de la entidad, limita al oeste y suroeste con la región hidrológica 3 con las cuencas: C (Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú) y B (Arroyo Venancio-Arroyo Salado) al noroeste con la cuenca A (Arroyo La Trinidad-Arroyo Mulegé) de la región hidrológica 5, al sureste con la cuenca B (Loreto-Bahía La Paz) de esta misma región hidrológica 6, y al este con el Golfo de California; esta cuenca tiene un área de 2 403.124 km<sup>2</sup> con una precipitación media anual de 122.509 mm, y pendiente general de media a alta (plano 5.3. C).

El arroyo Cadegé representa la corriente principal de esta cuenca (cuadro 5.G), tiene su origen aproximadamente a 20 km al noroeste del poblado Cadegé, en el cerro Prieto a una altura de 550 msnm, recorre 23.239 km, desde su inicio hasta su desembocadura en bahía Concepción. Presenta una pendiente de 2.37% con dirección preferencial noroeste-sureste.

El uso primordial es pecuario. Para esta cuenca se obtuvo un coeficiente de escurrimiento de 4.50% de un volumen medio anual precipitado de 294.405 millones de m<sup>3</sup>, que determinan un volumen drenado de 13.264 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5.F y plano 5.5 A).

### **5.5 REGION HIDROLOGICA 3, BAJA CALIFORNIA SUR-OESTE (MAGDALENA)**

Es la que queda más al sur de la península, sobre la vertiente del Océano Pacífico entre los 26°08'38" a 22°52'13" de latitud norte y los 112°04'54" a 109°57'43" de longitud oeste, con una superficie total de 28 235.481 km<sup>2</sup>.

Está caracterizada por corrientes caudalosas y de mayor longitud en el estado con drenaje de tipo subparalelo a subdendrítico.

El régimen de escurrimiento se caracteriza por tener definido tanto el período de avenidas como el de secas. El período de lluvias son los meses de julio, agosto, septiembre e inicios de octubre; el mes de mayor precipitación es septiembre. El período de estiaje comprende desde noviembre a junio, en el que los escurrimientos son inexistentes.

Se constituye por las cuencas: A (Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria), B (Arroyo Venancio-Arroyo Salado), y C (Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú) (figura 5.2).

#### **5.5.1 Cuenca Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria (A)**

Abarca una superficie de 7 942.308 km<sup>2</sup>, en la porción sureste del estado y sureste región hidrológica 3, limita al oriente con las cuencas A (La Paz-Cabo San Lucas) y B (Loreto-Bahía La Paz) de la región hidrológica 6, al noroeste con la cuenca B (Arroyo Venancio-Arroyo Salado) de esta región y al oeste con el Océano Pacífico, su precipitación media anual es de 215.219 mm; es de forma alargada con orientación noroeste-sureste, la pendiente general es media (plano 5.3 E).

Es drenada por corrientes de tipo intermitente; el arroyo Venancio es uno de los más importantes, su origen es al oeste de la localidad Evaristo a 850 msnm. Los primeros 5 km, la corriente es sinuosa con direcciones de norte a sur y de este a oeste, posteriormente adquiere rumbo hacia el suroeste, y es llamado arroyo La Palmilla hasta el rancho Corral de Piedra, donde toma el nombre de La Soledad sigue su curso hacia el suroeste y recibe un afluente importante por la margen izquierda denominada Santa Rita del Coyote. A partir de esta confluencia, la corriente se le llama Las Pocitas hasta la localidad del mismo nombre, aguas abajo de este poblado, la corriente se designa como El Colorado, que recibe un tributario importante por la margen izquierda llamado arroyo San Hilario, la corriente sigue su curso hacia el suroeste donde tiene confluencia el arroyo Las Liebres por la margen derecha y es llamado arroyo Venancio hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (cuadro 5.G). Hace un recorrido total de 122.059 km, con pendiente de 0.70% y dirección preferencial hacia el suroeste.

En la cuenca se hayan 5 estaciones hidrométricas, las más importantes son: El Triunfo, que reporta un volumen de 1 18.920 m<sup>3</sup> en el período de 1983-1987; La Muela, se encuentra en el arroyo La Muela municipio de La Paz, consigna un volumen medio anual 1 985.320 m<sup>3</sup>, y La Matanza, ubicada en el arroyo San Jacinto que reporta para el período 1983-1987 un volumen medio anual de 3 648.740 m<sup>3</sup> (cuadro 5. B y plano 5.3 E). Y una obra hidráulica importante que es la presa General



Agustín Olachea A. (Santa Inés), ubicada en el arroyo Grande, con capacidad de almacenamiento útil de 10 millones de m<sup>3</sup> (plano 5.3 E y cuadro 5. A).

Dentro de los usos del agua superficial destacan el agrícola y pecuario. Para esta cuenca se obtuvo un coeficiente de escurrimiento medio de 7.61% y un volumen medio anual drenado de 130.106 millones de m<sup>3</sup>, de un volumen medio precipitado de 1 709.335 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5. F y plano 5.5 B).

### **5.5.2 Cuenca Arroyo Venancio-Arroyo Salado (B)**

Se encuentra en la parte central del estado y de la región hidrológica 3, su superficie es de 15 325.499 km<sup>2</sup>, con precipitación media anual de 131.819 mm, su geometría es de forma rectangular con orientación hacia el noroeste, encontrándose limitado por el norte con la cuenca C (Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú), al sur con la cuenca A (Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria) de esta misma región, al este con la cuenca B (Loreto-Bahía La Paz) de la región hidrológica 6, y al oeste con el Océano Pacífico (figura 5.3.D). La pendiente general en la parte alta de la cuenca es media, mientras que para la porción central y línea de costa es baja. Los arroyos Santo Domingo y Bramonas son las corrientes más importantes en esta cuenca, por su longitud y por los numerosos afluentes que tienen (cuadro 5.G).

Arroyo Santo Domingo, el nacimiento es a 3 km al noroeste de la localidad Las Parras a 600 msnm, al inicio de esta corriente la dirección es con tendencia al sur-suroeste hasta el poblado Rancho Viejo donde su rumbo es hacia el sur, aguas abajo del rancho San Javier recibe un afluente importante por la margen izquierda nombrado arroyo El Triunfo, posteriormente recibe otro afluente por la misma margen denominado arroyo El Peloteado, a partir de esta confluencia la corriente cambia su curso hacia el suroeste pasa por los poblados Pozo Teresa, Palmita, San Ignacio hasta recibir un atributo por la margen derecha llamado arroyo El Canelo, a partir de esta convergencia la corriente toma el nombre de Santo Domingo hasta desembocar cerca de la boca Santo Domingo, hace un recorrido total de 99.671 km, con pendiente de 0.60%.

Arroyo Bramonas, el origen de esta corriente es a 4 km, al noroeste del poblado de Santa Marta a 500 msnm, en las faldas del cerro Prieto y toma el nombre de San José hasta la confluencia del arroyo San Antonio por la margen izquierda, donde toma el nombre de Los Cedritos, la corriente hace un recorrido de 11 km, aguas abajo del poblado del mismo nombre y recibe por la margen izquierda el arroyo Batequito, a partir de esta confluencia recibe el nombre de arroyo Bramonas y cambia su rumbo hacia el oeste, al seguir su curso recibe por la margen derecha el arroyo El Quepo y posteriormente por la margen izquierda al arroyo Pico-ta, hasta desembocar en el estero Bramonas, con un

recorrido total de 143.778 km y una pendiente media de 0.35%.

En la cuenca se hayan 6 estaciones hidrométricas, la de mayor importancia es San Ignacio de Los Romero, ubicada en el arroyo Santo Domingo con un volumen medio anual de 3 037.770 m<sup>3</sup> durante el período 1983-1986 y la estación El Paso de Iritu que consigna para el período 1984-1987 un volumen medio anual escurrido de 2 121.950 m<sup>3</sup> (plano 5.3 D y cuadro 5.B).

Como obra hidráulica se cuenta con la presa Ihuajil, localizada en el arroyo San Luis con 5 millones de m<sup>3</sup> de capacidad útil (plano 5.3 D y cuadro 5.A).

El distrito de riego 66 Santo Domingo se localiza en la parte baja y central de la cuenca, con superficie total de 67 728 has, en el municipio de Comondú (plano 5.4). Los cultivos característicos del distrito de riego son: maíz, garbanzo, frijol, cítricos, hortalizas y trigo (plano 5.4 A y cuadro 5.E). La infraestructura hidráulica para este distrito se puede apreciar en el plano 5.4 B y cuadro 5.E.

Dentro de los usos principales del agua superficial destacan el agrícola, pecuario y doméstico.

Para esta cuenca se obtuvo un coeficiente de escurrimiento medio de 5.303% y un volumen medio anual drenado de 107.243 millones de m<sup>3</sup>, de un volumen medio precipitado de 2 020.205 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5.F y plano 5.5 B).

### **5.5.3 Cuenca Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú (C)**

Se ubica en la porción noroeste de la región hidrológica 3, limita al este con la cuenca C (Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno) de la región hidrológica 6, al noroeste con la cuenca A (Laguna San Ignacio-Arroyo San Raymundo) de la región hidrológica 2, al sureste con la cuenca B (Arroyo Venancio-Arroyo Salado) de esta región y al oeste con el Océano Pacífico, tiene una superficie total de 4 967.674 km<sup>2</sup> (plano 5.3 C). Con una precipitación media anual de 178.244 mm, la pendiente fluctúa de moderada a baja, el rasgo hidrográfico más sobresaliente es el arroyo La Purísima.

Esta corriente tiene su inicio en la sierra La Giganta a 800 msnm. Inicia su recorrido con el nombre de arroyo La Redonda con dirección hacia el noroeste, su primer atributo importante es el arroyo Las Cañadas por la margen derecha, a partir de dicha confluencia toma el nombre de Comondú Viejo, posteriormente recibe un afluente importante a 2.5 km, al noreste del poblado de Calagua, por la margen derecha denominado arroyo Las Cruces, a partir de esta unión la corriente toma dirección al oeste, y recibe dos afluentes importantes por la margen derecha llamadas arroyo Todo El Día y arroyo San Vicente. A la altura del rancho La Pintada cambia su curso hacia el sur y a partir del poblado de

San Isidro define su curso hacia el suroeste hasta desembocar al este de la Punta San Juanico, posee una pendiente media de 0.72% y una longitud total de 110.982 km (cuadro 5.G).

En la cuenca existe una estación hidrométrica denominada La Pintada (Huerta Vieja) con un volumen medio anual drenado de 4 579.850 m<sup>3</sup>, en el período 1983-1987, ubicada sobre el arroyo La Purísima (plano 5.3 C y cuadro 5.B).

El uso más común es el agrícola y pecuario. La evaluación del agua superficial está en función del volumen medio anual precipitado que es aproximadamente de 885.460 millones de m<sup>3</sup> calculándose un coeficiente de escurrimiento de 4.42% y un volumen total drenado de 39.135 millones de m<sup>3</sup> (cuadro 5.F y plano 5.5 A).

## **5.6 EL ESCURRIMIENTO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Como se ha descrito previamente el agua superficial ha sido un elemento indispensable y escaso en esta entidad, útil para el desarrollo agrícola, industrial y urbano; razón que fortalece a su estudio y análisis para su mejor aprovechamiento, así como una distribución más equitativa, acorde a las necesidades requeridas por el estado.

La escasa precipitación en la entidad, aunado a su posición geográfica determinan que la mayor parte del año el agua no fluya, acto que sumado a otros factores, complica el establecimiento de una red permanente de monitoreo y estudio, motivo que dificulta la medición directa de escurrimiento lo que obliga al uso de métodos indirectos en el cálculo del escurrimiento.

### **5.6.1 Cálculo de Escurrimiento: Metodología**

En la dirección general de geografía (INEGI, 1983); se ha elaborado un método indirecto para cuantificar el escurrimiento de un área específica.

De esta manera es posible caracterizar las unidades de escurrimiento en la cartografía hidrológica de Aguas Superficiales a escala 1: 250 000.

Este método involucra 3 parámetros, fundamentales; la permeabilidad de suelos y rocas, la densidad de cubierta vegetal y la distribución de lluvia, todo ello permite obtener un coeficiente de escurrimiento, mismo que muestra el porcentaje de agua precipitada que escurre o se acumula superficialmente.

Las unidades de escurrimiento manejadas en este método, agrupan el coeficiente de escurrimiento en rangos definidos de 0-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% y mayor 30%.

El procedimiento inicia con el empleo de la permeabilidad y la densidad de vegetación del área en cuestión; la permeabilidad se determina con la observación directa del campo, mientras que la densidad de vegetación, se logra obtener de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación escala 1: 1 000 000 (INEGI), asociando comunidades vegetales que tienden a representar densidad homogénea (esto se lleva a cabo con tablas de correspondencia); una vez definida la permeabilidad y la densidad de vegetación en términos de baja, media y alta, es posible su interrelación (cuadro 5.C), para encontrar el valor k, se utiliza la gráfica 5.D, se observa un coeficiente de escurrimiento de 7.3%, y queda dentro de la unidad de escurrimiento cuyo rango va de 5-10%; la información topográfica se aprovecha para definir los rangos con valores al límite superior o inferior.

### **5.6.2 Los Factores: Permeabilidad, Cubierta Vegetal y Precipitación en el estado**

#### **PERMEABILIDAD**

La permeabilidad en el terreno es un factor importante para el cálculo del escurrimiento, en virtud de que su litología y su control estructural inciden directamente en el volumen de los mismos, por lo que los materiales se clasifican como de permeabilidad baja, media y alta.

En el rango de permeabilidad baja, incluyen todos los materiales con alto contenido en arcilla, escaso fracturamiento y poros incomunicados; este tipo de materiales se encuentra representado en la mayor parte de los afloramientos rocosos distribuidos a lo largo del estado.

Se considera de permeabilidad baja a las rocas ígneas clasificadas como: Granodiorita, tonalita, granito, monzonita, dorita y gabros; de igual manera las rocas ígneas extrusivas representadas por: Andesitas, tobas, basaltos, brecha volcánica y riolitas; así como también los depósitos de caliza intercalaciones de lutita-caliza, lutita y rocas metamórficas representadas por esquistos, gneis, pizarras, mármoles y cuarcita.

Estas unidades litológicas son de estructura masiva en su mayoría representan fracturamiento de moderado a intenso con relleno arcilloso, también se catalogan de permeabilidad baja los suelos de origen palustre y lacustre, ubicados en la planicie y línea de costa del estado (planos 4.2 A y 4.2 B). De permeabilidad media se consideran los depósitos detríticos del Terciario, constituidos por conglomerados, areniscas y limolitas, así como las rocas volcánicas de fracturamiento moderado a alto, que se hayan dispersas en toda la entidad (planos 4.2 A y 4.2 B).

La permeabilidad alta se le asignó a las unidades del Cuaternario, cuyas características les confiere dicha

permeabilidad (mal consolidados, suelos con alta porosidad, alta transmisibilidad), aquí se incluyen los depósitos de materiales detríticos sueltos representados por conglomerados, suelos de tipo aluvial litosol y eólico, que se encuentran como rellenos de los valles de la entidad, también quedan incluidos en este rango, los basaltos muy fracturados e intemperizados. Estas unidades se localizan principalmente en la porción costera del Pacífico y Golfo de California, así como también en valles intermontanos (planos 4.2 A y 4.2 B).

#### LA CUBIERTA VEGETAL

La cubierta vegetal es un factor considerado en la evaluación de las unidades de escurrimiento, por lo que su correcta clasificación permite obtener resultados confiables en la aplicación del método respectivo, la densidad y tipo de cubierta vegetal intervienen en la cantidad de escurrimiento, al actuar como retardador de éste o bien propiciando la infiltración.

La diversidad de vegetación existente en Baja California Sur, está ligada a la variabilidad climática y con los cambios de latitud. En esta entidad se clasifican en tres rangos de densidad: alta, media y baja.

La vegetación de alta densidad está representada por los bosques de Pino-Encino, Encino-Pino y Encino, distribuidos en la porción sur del estado, en las sierras de La Victoria, La Laguna, San Lorenzo; dispuestas de norte a sur, en alturas mayores a los 500 msnm.

Con densidad media se tiene el Matorral Sarcocaulle, distribuido en todo el estado desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm caracterizado por arbustos de tallos carnosos, gruesos, frecuentemente retorcidos; el matorral sarco-crasicaule, desarrollado en la parte central de Baja California Sur, se caracteriza por tallos carnosos, gruesos y jugosos, distribuidos desde el nivel del mar hasta 1200 msnm. El matorral Sarco-Crasicaule de Neblina localizado en la vertiente del Pacífico desde el paralelo 26° 30' hasta la bahía Santa María. Se incluyen en este rango la superficie comprendida al distrito de riego 66 y los valles de cultivo.

En el rango de baja densidad quedan englobadas la vegetación de Desiertos Arenosos, Matorral desértico Micrófilo y Matorral Inerme, de la porción noroeste de la entidad. La vegetación Halófila, y de Dunas Costeras, esta distribuida en la franja costera del estado.

#### PRECIPITACION

Es el elemento esencial para que se lleve a cabo el escurrimiento, ya que depende de la intensidad y frecuencia, la rapidez con que el suelo se satura y da principio la escorrentía.

En la entidad se definen dos regímenes de lluvias: uno comprende de los meses de julio a octubre, en el

que se concentra 75% de la precipitación total anual; y el 25% restante se concentra en los meses de diciembre, enero y febrero.

La precipitación más abundante es debido a las tormentas o chubascos derivados de ciclones tropicales que se presentan en la costa occidental del centro o sur de la República Mexicana. Durante los meses de agosto y septiembre; estos se originan en latitudes bajo 15° de latitud norte, con una dirección noroeste y siguen por el Pacífico hacia Norteamérica; ocasionalmente recurvan hacia el continente y los que llegan a tocar la península directamente provocan lluvias torrenciales y vientos fuertes con características de huracán.

Estos penetran por la costa este de la península y aportan la mayor cantidad de lluvia que se presenta en el estado. La precipitación media anual varía de 585.3 mm en la estación Sierra de La Laguna durante el período (1970-1987) a 26.215 mm en la estación Punta Eugenia durante el período (1980-1991) en el municipio de Mulegé.

#### 5.6.3 El Coeficiente y las Unidades de Escurrimiento

Se toma en consideración la permeabilidad del terreno, el uso que se le da, y la precipitación media anual, así como la metodología empleada en la elaboración de la cartografía hidrológica de aguas superficiales a escala 1: 250 000 de la Dirección General de Geografía (INEGI 1982), se identificaron en la entidad dos unidades de escurrimiento (planos 5.5 A y 5.5 B) cuyas características se describen a continuación mientras que los valores por cuenca se expresan (cuadro 5.F), en la unidad de escurrimiento cuyo rango oscila entre 10 y 5%, se encuentra distribuida en todo el estado principalmente en donde existen estratos rocosos en superficie y pendientes fuertes.

Para la unidad de escurrimiento que posee un coeficiente menor a 5%, los materiales son altamente permeables, con escasa vegetación de baja y mediana densidad y una precipitación menor a los 200 mm; esta unidad se distribuye principalmente, en las líneas de costa y valles intermontanos y en zonas en donde existe material rocoso altamente fracturado y alterado.

#### 5.7 USO DEL AGUA PARA EL SECTOR URBANO (DOMESTICO Y COMERCIAL)

En la entidad, durante 1992 el suministro de agua se realizó a través de 171 fuentes de abastecimiento (161 pozos profundos, 4 manantiales y 6 plantas desaladoras), la cobertura estatal del agua potable fue alrededor del 90% con un volumen total de 154.07 miles de m<sup>3</sup> por día (cuadro 5.I).

Se cuentan 15 localidades con servicio de alcantarillado y únicamente en 13 de ellas se trata el agua residual. Para ello se tienen 16 plantas de tratamiento, de las cuales 13 están en servicio (cuadro 5.J).

De las 68 479 viviendas existentes en 1992, 56 466 contaban con agua potable y 44 249 conectadas a la red de drenaje.

El transporte del agua potable se realiza a través de varios sistemas: En el valle de La Paz, destaca el sistema de captación de la capital del estado, constituido por una batería de 21 pozos que surten un volumen de 28 382 400 de m<sup>3</sup> por año (900 lps), mediante 3 acueductos interconectados, cuyos datos generales se consignan en el cuadro 5.H y su ubicación en la figura 5.10, además de algunos pozos activos en la ciudad.

Es importante también el sistema que aprovisiona a la zona del corredor turístico San José del Cabo-San Lucas; compuesto por 12 pozos, localizados en el valle de San José y formado por dos acueductos (Santa Anita-Los Cabos 1 y 2), que surten 17 344 800 de m<sup>3</sup> por año (550 lps) con una conducción de 47 km de longitud (figura 5.9).

Otro sistema regional es el denominado Vizcaíno Pacífico Norte, que proporciona a las comunidades pesqueras asentadas en la franja costera, comprendida entre las localidades de Bahía Tortugas y Punta Abrejos, un volumen aproximado 1 955 232 de m<sup>3</sup> por año (62 lps) (figura 5.8).

Posteriormente se tiene el acueducto San Carlos, que lleva el vital líquido desde el valle de Santo Domingo al Puerto San Carlos, su volumen transportado es de 1 419 120 m<sup>3</sup> por año, equivalente a 45 lps (figura 5.6).

Las poblaciones de la zona turística de Loreto-Nopolo son abastecidas por medio de un acueducto de 34.42 km de longitud (Acueducto San Juan B. Londo-Loreto-Nopolo) que transporta 9 460 800 m<sup>3</sup> por año (300 lps) de 10 pozos con gasto de 30 lps cada uno (figura 5.7 y cuadro 5.H).

El sistema de potabilización con que cuenta la entidad se hace por soluciones de hipoclorito, cloro (gas) en cada una de las fuentes de extracción para agua potable. Para el aprovechamiento de las aguas residuales, está en operación desde 1988 el proyecto "Aguas Negras del Valle de La Paz", que tiene como objetivo el intercambio de aguas residuales por agua de pozo, preservando esta última para uso doméstico. El proyecto contempla una superficie total a regar de 821 has para un gasto de 2 100 lps. En una primera etapa se contemplan 432 has, y a la fecha está pendiente la construcción de la zona de riego, sin embargo con una infraestructura provisional se aprovechan las aguas residuales para el riego de 210 has.

## **5.8 USO DEL AGUA PARA EL SERVICIO INDUSTRIAL Y MINERO**

El agua que se utiliza para este fin, es para trabajos de explotación minera y en menor proporción en pequeñas industrias en el estado.

El volumen total para la satisfacción de la demanda es de 1 181 000 de m<sup>3</sup> anuales, del cual 1 178 900 m<sup>3</sup> es obtenido del subsuelo y 11 000 m<sup>3</sup> de agua superficial.

Del total del volumen explotado, 247 000 m<sup>3</sup> es destinada para el uso industrial y 934 000 m<sup>3</sup> para la explotación minera.

## **5.9 PROBLEMATICA ESTATAL DEL SECTOR HIDRAULICO**

Los problemas más serios son: La escasa precipitación pluvial (menor 180 mm anuales). Las condiciones de sobreexplotación o equilibrio de cuencas geohidrológicas, que están sujetas a veda de tipo rígido o con restricción, así como la contaminación por agua de mar, debido a que los principales acuíferos son costeros.

Respecto al agua del subsuelo, ésta ha sufrido un incremento en la demanda para los sectores urbano y turístico, principalmente, motivando competencia con el sector agrícola.

Las demandas más frecuentes están enfocadas a la dotación de agua potable y alcantarillado presentándose la misma situación para los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales. En relación al riego agrícola, grandes volúmenes se desperdician por falta de riego presurizado.

Las principales fuentes generadoras de contaminación, son las descargas residuales originadas por las poblaciones, las infiltraciones de fosas sépticas y los tiraderos de basura en lugares inadecuados y a cielo abierto; esto provoca alteraciones en la calidad del agua de los acuíferos.

Las poblaciones del estado con mayores problemas de este tipo son La Paz y Cd. Constitución, debido al volumen generado, cuyos cuerpos receptores son los acuíferos de La Paz y Santo Domingo.

## **5.10 CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL**

La descripción de la calidad del agua es en base a los análisis químicos, realizados a muestras tomadas de: canales, bordos, presas, ríos, arroyos y lagunas (datos obtenidos de cartas hidrológicas superficiales (INEGI 1983), y otras dependencias enfocadas al estudio del agua dentro del estado.

Para la porción noroeste y norte de la entidad se concluye que la calidad del agua para fines de riego es tolerable y por lo tanto cumple los requisitos necesarios para utilizarse para fines agropecuarios.

Las muestras que resultaron con alto contenido en sólidos totales disueltos corresponden a zonas de esteros, cuyo principal uso es la piscícola.

Para la parte central del estado la calidad presenta variaciones de dulce a salada, con valores de sólidos totales disueltos que oscilan de 394 mg/l a 49 897 (en esteros) mientras que para la parte sur varía de 255 mg/l a 706 mg/l en las muestras analizadas (arroyos y manantiales).

Referente a la principal fuente de abastecimiento en el estado (agua subterránea), los resultados obtenidos en los aprovechamientos destinados para agua potable, su calidad es aceptable de acuerdo a la norma establecida de 1 000 ppm de sólidos totales disueltos, sin embargo existen algunos aprovechamientos que han rebasado el límite permisible, sobre todo los ubicados en la zona costera.

Las 10 cuencas hidrológicas alojan acuíferos costeros, sujetos a la acción de mareas y de la intrusión salina, y causa con ello el deterioro de la calidad del agua.

En la actualidad existen zonas restringidas, debido a la sobreexplotación y a efectos de la intrusión salina, mencionada con anterioridad.

El programa se implementó el día 5 de abril 1991 por el presidente de la República; que establece una serie de estrategias para prevenir la contaminación del agua en nuestro país; en Baja California Sur se inició en 1991, fecha en la que sólo se cloraban 4.0 litros por segundo (lps) y para diciembre del mismo año se tenía un caudal desinfectado de 1 365 lps, para beneficiar a 280 034 habitantes de 40 localidades con sistema de agua potable.

En la actualidad se realiza muestreo semanal en tomas domiciliarias para la detección de cloro residual y análisis bacteriológico, en su caso; así como también en empresas envasadoras de agua purificada; vigilancia en superficies con aguas tratadas y el inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales.

## Capítulo 6. Hidrología Subterránea

El recurso agua es un elemento indispensable para el desarrollo de cualquier comunidad. En el estado de Baja California Sur, el agua es escasa y está en función directa de las precipitaciones que se presentan; gran porcentaje de éstas se evapotranspiran y escurren al mar y la escasa agua que permanece en el continente se infiltra al subsuelo para recarga de acuíferos; son estos el único abastecedor permanente de agua. Así, el futuro de las comunidades de la entidad, estarán en función del conocimiento pleno que tengan del agua subterránea y de su adecuada explotación.

Este capítulo proporciona suficientes elementos, para entender la situación y comportamiento hidráulico de los depósitos subterráneos de agua. Y se divide en dos apartados: el panorama general y zonas geohidrológicas.

En el panorama general, se hace referencia a datos estadísticos, generalidades físicas y piezométricas más relevantes de los depósitos subterráneos; incluyéndose infraestructura instalada, capacidad de extracción, recarga, dinámica hidráulica y calidad del agua en la entidad.

En zonas geohidrológicas, se definen las características en particular, para cada acuífero. En el medio físico, se apunta el confinamiento estructural, litología, permeabilidad y transmisibilidad.

En infraestructura, número y tipo de obras, extracción, diámetro de tuberías, recarga y uso. En dinámica hidráulica, se proporciona la profundidad al nivel estático, así como la elevación y evolución de los mismos y en calidad del agua, se define las trazas químicas del agua, en particular al concentrado de sólidos totales disueltos, lo que permite clasificar las aguas en buenas (dulces), tolerables y malas (saladas)\*.

### 6.1 PANORAMA GENERAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

En este apartado, se incluyen todas las zonas geohidrológicas de la entidad (plano 6.1), mas sin

embargo, sólo se describen las zonas geohidrológicas que tienen historial geohidrológico, mientras el resto se enlistan en el cuadro 6.A, donde se proporcionan características, tales como: número de obra de explotación, extracción, recarga y condición de explotación.

La gran mayoría de los depósitos del agua subterránea en el estado de Baja California Sur, poseen comportamiento geohidrológico de tipo libre aunque, existen en menor medida, depósitos de tipo confinado y semiconfinado.

Litológicamente los acuíferos están incluidos en secuencias granulares no consolidadas y en material consolidado constituido por rocas sedimentarias y volcanoclásticas; geocronológicamente, estos materiales contenedores tienen una edad del Terciario-Reciente. Esencialmente el agua del subsuelo, se destina al sector agropecuario y en menor volumen al uso doméstico y turístico. La extracción de agua para 1991, fue de 633.3 millones de m<sup>3</sup>, mediante el funcionamiento de 2 243 obras hidráulicas. La recarga anual estimada fue de 391.1 millones de m<sup>3</sup> lo que generó una sobreexplotación de 242.2 millones de m<sup>3</sup>.

Las condiciones piezométricas en los distintos valles del estado; sean estos de profundidad y elevación del nivel estático, permiten concluir un abatimiento generalizado de los niveles del agua subterránea, lo que es un fiel reflejo de la excesiva sobreexplotación a que han sido sujeto los acuíferos.

La calidad del agua en los acuíferos está definida por la concentración de sólidos totales disueltos, los cuales variaron en un rango modal de 600 a 1 600 mg/l, lo que da evidencia de aguas de calidad tolerables a salada.

El manantialismo en Baja California Sur está presente en las zonas montañosas, en formaciones rocosas, donde la permeabilidad secundaria permite la infiltración del agua precipitada, que posteriormente es liberada de manera gradual hacia zonas topográficas más bajas. Así la distribución de los manantiales está plasmada en el plano 6.2, donde además, se indica la calidad de sus aguas. El manantialismo no aporta volúmenes significativos, pero sus alumbramientos son un importante aliciente para aquellas comunidades que no tienen obras hidráulicas.

El cuidado y preservación de este recurso, corresponde a la Secretaría de Agricultura y Recursos

\* Clasificación de la calidad del agua, según INEGI: Agua dulce, menor de 525 mg/l de sólidos totales disueltos. Agua tolerable, de 525 a 1400 mg/l de sólidos totales disueltos. Agua salada, mayor de 1400 mg/l de sólidos totales disueltos.

Hidráulicos, y actualmente a la Comisión Nacional del Agua, quien ha decretado a través del tiempo una serie de vedas, con el propósito de evitar y controlar las extracciones del agua subterránea, delimitación y fecha (cuadro 6.B).

## 6.2 ZONAS GEOHIDROLOGICAS

### 6.2.1 Valle el Vizcaíno

Este valle, queda ubicado al noroeste del estado de Baja California Sur, al sur del paralelo 28°; geográficamente queda limitado por las siguientes coordenadas: Paralelos 26°54'00" y 28°00'00" de latitud norte, y meridianos 112°57'00" y 115°04'00" de longitud oeste.

Litológicamente el acuífero se incluye dentro de una secuencia sedimentaria formada en un medio ambiente marino-continental. La litología está constituida por estratos de arena, arcillas, areniscas, tobas, evaporitas, conglomerados compactos y areniscas fosilíferas. Estas unidades rocosas presentan buena permeabilidad con una transmisibilidad que varía entre  $0.5$  a  $97.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  son comunes los valores entre  $18$  a  $30 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Por la constitución lito-estratigráfica, el acuífero hace posible que su funcionamiento sea de un acuífero de tipo libre.

El valle El Vizcaíno, contaba para el año de 1991, con una infraestructura extractiva de aguas subterráneas, de total de 164 obras, equipada con bombas que operan con descarga de 20.3 a 25.4 cm de diámetro (8" a 10"). La capacidad instalada, hace posible extraer 41.9 millones de  $\text{m}^3$  de agua al año, sin embargo, la recarga estimada es de 40.0 millones de  $\text{m}^3$ , generando con ello un déficit de 1.9 millones de  $\text{m}^3$ , por lo que el acuífero está sobreexplotado.

El agua del subsuelo se destina, en un 86% al sector agrícola y el resto a actividades industriales, turísticas y urbanas.

Las condiciones piezométricas en el valle El Vizcaíno, es como sigue: La elevación del nivel estático para el año 1991 varió de 10 a 37 msnm, lo que permitió delinear un flujo normal del agua subterránea, es decir de la zona continental al mar (plano 6.3). La profundidad al nivel estático del año 1992 indicó cambios desde 10.5 a 49.5 m, la cual varía en relación directa a la elevación topográfica (plano 6.4). La diferencia de los niveles estáticos en dos períodos distintos, demuestran abatimientos continuos, la evolución de los niveles estáticos, de los años de 1978 a 1986 se registraron abatimientos de 1.0 a 5.0 m (plano 6.5), mientras el correspondiente de los años 1983 a 1992 indicó de 1.0 a 10.7 m (plano 6.6).

La calidad del agua en la zona del Vizcaíno, según levantamiento hidroquímico para el año 1983, en la cual se apreció una concentración de 500 a 1 250 mg/l de sólidos totales disueltos; indica que estas aguas son de

calidad dulce a tolerable. De acuerdo con la clasificación de Palmer-Piper la familia de agua que predomina es la sódica, magnésica-clorurada y en menor proporción magnésica-bicarbonatada, clorurada; y en donde el potencial de hidrógeno (pH) manifiesta la existencia de aguas agresivas e incrustantes.

### 6.2.2 Valle las Vírgenes

Se ubica al noreste del estado de Baja California Sur y forma parte de los valles de la vertiente del Golfo de California. Geográficamente el área se establece en el rectángulo de las siguientes coordenadas: Paralelos 27°15'00" y 27°35'00" de latitud norte; y meridianos 112°12'00" y 112°36'00" de longitud oeste.

Geológicamente, el acuífero del valle Las Vírgenes, está en depósitos de origen aluvial que se encuentran bajo los arroyos; el material dominante son arenas y gravas. Mas sin embargo, existen unidades rocosas con permeabilidad secundaria y con posibilidad acuífera, tales como rocas volcánicas (andesitas, basaltos e ignimbritas) y las rocas volcanoclásticas de la formación Comondú; donde hay obras hidráulicas sobre estas unidades, alcanzan los 70 y 250 m de profundidad.

La infraestructura en el valle Las Vírgenes en el año de 1991, fue de 53 obras, que en conjunto con los pequeños valles de Santa Rosa y Santa Agueda, hicieron posible una extracción de 0.4 millones de  $\text{m}^3$ , la recarga calculada para esta zona fue de 1.6 millones de  $\text{m}^3$ , lo que generó un acuífero sobreexplotado.

En el valle de Las Vírgenes sólo fue posible obtener la piezometría de profundidad al nivel estático del año de 1981, y fluctuó de 5.0 a 90.0 m, profundidad que aumentó, conforme a la elevación topográfica (plano 6.7).

La calidad del agua, según el estudio geoquímico del año de 1981, mostró concentraciones de sólidos totales disueltos del orden de 800 a 1 600 mg/l, lo que refleja aguas de calidad tolerable a salada (plano 6.8).

### 6.2.3 Valles del Noreste

Se sitúa al noroeste del poblado de Mulegé, en la vertiente del Golfo de California. Los valles del Noreste incluyen a los siguientes valles: San Lucas, San Bruno y San Marcos-Palo Verde; localizados al interior del cuadrángulo geográfico, delimitado por las siguientes coordenadas: Paralelos 26°55'00" y 27°10'00" de latitud norte, y meridianos 111°15'00" y 112°27'00" de longitud oeste.

En los valles del Noreste, los acuíferos, están conformados por depósitos aluviales. La litología está formada por material de arenas, gravas y arcilla, presenta una buena permeabilidad, caracterizada por un coeficiente de transmisibilidad de  $2.8 \times 10^{-3}$  a  $50 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  y un comportamiento geohidrológico de tipo libre.

La infraestructura asentada en los valles del Noreste, es de 53 obras activas (según el censo de 1991), equipadas con tuberías de descarga de 10.2 a 15.2 cm de diámetro (4" a 6"). La extracción anual es de un total de 7.4 millones de m<sup>3</sup>, y la recarga calculada es de 10.7 millones de m<sup>3</sup>.

El balance hidráulico en los acuíferos es de subexplotación. El uso del agua se destina principalmente a actividades agropecuarias y en menor medida al uso doméstico. En lo que respecta al comportamiento piezométrico, se tiene que la elevación del nivel estático del año de 1981 fue de la siguiente manera: En el valle San Lucas los niveles se situaron desde el nivel de mar, los 3 msnm; en San Bruno entre 0 y 5 msnm (plano 6.9); en el valle San Marcos-Palo Verde de 0 a 3 msnm (plano 6.10).

Esto permitió definir la dirección del flujo del agua subterránea, del continente al mar. La profundidad del nivel estático en el año de 1992, fluctuó de 6.0 a 4.0 m en San Lucas, San Bruno de 4.0 a 12.0 m (plano 6.11) y para el valle de San Marcos-Palo Verde la profundidad varió de 5.0 a 20.0 m (plano 6.12).

La evolución de los niveles estáticos desde el año de 1990 a 1992 fue el siguiente; abatimiento general de 0.2 a 3.0 m en San Lucas y abatimientos de -1.21 m y recuperaciones de 0.5 m en San Bruno (plano 6.13); mientras, en San Marcos los abatimientos alcanzaron 0.4 m y recuperaciones de 0.3 m, y en la zona Palo Verde los abatimientos fueron del orden de 0.2 m y desarrollos positivos de 0.5 m (plano 6.14).

Aunque la configuración de elevación del nivel estático del año de 1981 no indica niveles bajo la superficie del mar y el balance hidráulico muestra una zona de subexplotación; se debe tomar en cuenta que en repetidas ocasiones la elevación del nivel estático se ha situado bajo el nivel medio del mar, como el caso del año de 1974, por lo que es necesario que el carácter de subexplotación sea manejado muy cuidadosamente en lo que a política de explotación se refiere.

El agua del subsuelo de los valles del Noroeste presentó en el año de 1982, concentraciones del orden de 600 a 6 000 mg/l de sólidos totales disueltos, las concentraciones más comunes superan los 1 000 mg/l (planos 6.15 y 6.16), esto permite catalogarlas en aguas de calidad tolerable a salada. Según Palmer-Piper la familia de agua dominante es mixta-bicarbonatada, clorurada con tendencia a ser magnésica; y en donde el potencial de hidrógeno (pH) indica la presencia de aguas incrustantes.

#### **6.2.4 Valle de Mulegé**

El valle de Mulegé, se encuentra en la vertiente del Golfo de California, hacia la porción oeste del poblado de Mulegé; geográficamente queda limitado por las siguientes coordenadas: Paralelos 26°50'00" y 26°57'00"

de latitud norte, y meridianos 111°57'00" y 112°07'00" de longitud oeste.

El acuífero está en sedimentos clásticos de edad cuaternaria, principalmente gravas y arenas, mismas que tienen buena permeabilidad con un coeficiente de transmisibilidad de  $8.23 \times 10^{-2}$  a  $2.9 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, las características litológicas y de transmisibilidad indican a un acuífero geohidrológicamente de tipo libre.

Para el año de 1991, en el valle de Mulegé, existían 49 obras hidráulicas para fines de extracción de aguas subterráneas, con tuberías de descarga desde 2.5 a 20.3 cm de diámetro (1" a 8"), lo que hace notar el dominio de éstos últimos. También se obtuvo una extracción de 5.9 millones de m<sup>3</sup>; para una recarga calculada equivalente a 5.4 millones de m<sup>3</sup> de agua, que generó un balance negativo y en consecuencia un acuífero sobreexplotado.

El agua subterránea del valle de Mulegé, se destina esencialmente al sector agropecuario y en menor escala al uso doméstico.

Las condiciones piezométricas en el valle de Mulegé, es como sigue: La elevación del nivel estático del año de 1986, se situó entre 3 y 10 msnm, los niveles más bajos se establecieron hacia el este, hasta las cercanías del poblado de Mulegé; en tanto los más altos se ubicaron al oeste, en las zonas más altas (topográficamente) (plano 6.17); esto hizo posible delinear un flujo del agua subterránea, del continente al mar, y seguir el patrón normal del drenaje superficial.

La profundidad del nivel estático en el año de 1992 mostró que variaban de 4.0 a 29.0 m, profundidades que aumentaron conforme a la elevación topográfica (plano 6.18).

La evolución de los niveles estáticos del período de 1978 a 1992 dieron a conocer un abatimiento continuo; y de 1978 a 1986 los niveles estáticos se abatieron de 1.0 a 5.0 m (plano 6.19) y en el lapso del año de 1990 a 1992 fue de 0.2 a 1.4 m (plano 6.20).

Los análisis químicos, llevados a cabo en el año de 1981, en el valle de Mulegé dieron como resultado concentraciones de 569 a 3 896 mg/l de sólidos totales disueltos en las muestras de agua colectadas, así, de esta manera la calidad del agua en el valle de Mulegé, fue de tolerable a salada. De acuerdo con la clasificación de Palmer-Piper, la familia de agua que se tiene es magnésica, sódica, cálcica, clorurada, bicarbonatada y sulfatada; mientras la relación del pH o potencial de hidrógeno confirma la existencia de aguas incrustantes y agresivas.

#### **6.2.5 Valle San Juan B. Londo**

Se ubica en los alrededores de San Juan B. Londo,



principalmente al noroeste del mismo, este valle pertenece a los valles desarrollados hacia la vertiente del Golfo de California. Geográficamente se encuentra al interior del cuadrángulo delineado por las siguientes coordenadas: Paralelos 26°10'00" y 26°20'00" de latitud norte; y meridianos 111°27'00" y 111°35'00" de longitud oeste.

Geológicamente el acuífero está incluido en sedimentos clásticos pleistocénicos y estructuralmente definido por un graben, producto de fallamiento normal. Los sedimentos están conformados por conglomerados semiconsolidados, gravas, arenas y material limo-arcilloso.

Por sus características el acuífero explotado recientemente, es de tipo semiconfinado y llega a alcanzar hasta los 100 m de espesor. Un segundo acuífero ha sido detectado sobre el anterior y el límite entre ellos, es una capa de arcilla; es de tipo confinado, poco explotado y alcanza un espesor aproximado de 50 m. Las pruebas de transmisibilidad indican coeficiente de  $3.1 \times 10^{-4}$  a  $7 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, indican de esta manera buenas condiciones de permeabilidad.

El valle de San Juan B. Londo, posee una infraestructura hidráulica para extracción de aguas subterráneas, de 44 obras, con tuberías de descarga de 20.3 cm de diámetro (8"), este equipamiento hizo posible para el año de 1991, una extracción de 6.9 millones de m<sup>3</sup> que en relación a la recarga calculada de 10 millones de m<sup>3</sup> y al historial extractivo del valle, genera un balance de disponibilidad comprometida.

El uso del agua, se destina principalmente al sector agropecuario y en segundo al doméstico.

El estado que guarda la dinámica piezométrica se refleja con las siguientes configuraciones: La elevación del nivel estático del año de 1986 se situaba entre 10 y 30 msnm con pendiente que permite un flujo de agua subterránea de manera normal (plano 6.21).

La profundidad al nivel estático en el año de 1986, se encontraba de 10.0 a 25.0 m, mismos que aumentan de sureste a noroeste (plano 6.22). La evolución del nivel estático en el período de 1978 a 1986, dio como resultado, la existencia de un generalizado abatimiento de 1.0 a 5.0 m, es significativa la conformación de un cono de abatimiento en las cercanías del lugar conocido como lote 8 (plano 6.23).

Los ensayos químicos del agua subterránea, realizados en el valle de San Juan B. Londo en el año de 1985, dieron a conocer, la existencia de agua y concentraciones de 500 a 1 700 mg/l de sólidos totales disueltos, que son símbolo de agua de calidad dulce a salada (plano 6.24). Según Palmer-Piper el agua presenta los iones

predominantes de sodio y cloro; y respecto al potencial de hidrógeno (pH) destaca la presencia de aguas incrustantes.

#### **6.2.6 Valle Loreto-Puerto Escondido**

Se localiza en las cercanías de las poblaciones de Loreto y en la zona de Puerto Escondido, pertenece a los valles costeros del Golfo de California, geográficamente se enmarca dentro del cuadro geográfico que conforman las siguientes coordenadas: Paralelos 25°45'00" y 26°04'00" de latitud norte, y meridianos 111°15'00" y 111°30'00" de longitud oeste.

Geológicamente, el acuífero se encuentra en la parte superior de la formación Comondú de edad miocénica. Litológicamente está constituido por rocas volcánicas de composición andesítica y basáltica; al interior de la secuencia, presenta intercalación de estructuras lenticulares de aglomerados andesíticos y tobas líticas. El grado de alteración, la porosidad y permeabilidad secundaria que presenta, permiten la conformación del acuífero, aunque su rendimiento es sumamente variable, según el nivel de emplazamiento del pozo. La parte superior del acuífero está estructurada, principalmente por tobas, volcanoclásticas con derrames andesíticos intercalados; en conclusión la permeabilidad de estas rocas es de regular a buena. La porción media se constituye por toba arcillosa y arenosa que geohidrológicamente se comportan como unidad semi-impermeable. La unidad inferior del acuífero está formada por aglomerados alterados y altamente fracturados, que le proporcionan una excelente permeabilidad, que permite a esta unidad, albergue a la zona acuífera más importante. El comportamiento geohidrológico del acuífero de Loreto-Puerto Escondido, se considera de tipo libre en la parte superior del horizonte de toba arcillosa y confinado en la parte inferior de éstos.

En el valle de Loreto-Puerto Escondido, para el año de 1991, la infraestructura para la extracción de aguas subterráneas, tenía 120 aprovechamientos, conformado por pozos profundos, norias y pozos de baja profundidad, equipado con equipo de bombeo, mediante los cuales fue posible obtener una extracción de 2.1 millones de m<sup>3</sup> al año; la recarga, producto de infiltración, fue del orden de los 2.3 millones de m<sup>3</sup>, estableciéndose un balance en equilibrio.

El uso del agua es absorbido casi enteramente por el sector turístico y de servicios de Loreto, fraccionamiento Nopolo y los centros campestres de Puerto Escondido.

La geodinámica del agua subterránea es entendible de acuerdo a su comportamiento piezométrico; así la elevación del nivel estático del año de 1982, en la zona de Loreto, los niveles se situaron entre 1 mbnm a 2 msnm; la porción oeste de la población de Loreto, muestra la zona más crítica con elevaciones de 1 mbnm y demuestra un flujo del agua subterránea del mar al continente; además, estas condiciones son símbolo

inequívoco del avance de salinización del manto acuífero. En la zona del fraccionamiento turístico Nopolo, la elevación del agua del subsuelo se establece sobre el nivel del mar, indica una normalidad en la dirección de descarga del agua del acuífero y no existe peligro de intrusión salina (plano 6.25). En lo referente al área de Puerto Escondido, los niveles se encontraban en 1 msnm, fue posible reconocer una normalidad en el flujo del agua del subsuelo, con destino final hacia el mar (plano 6.26). La profundidad del nivel estático en el año de 1981 osciló en el rango de 4.0 a 40.0 m; en la zona de Loreto, varió de 4.0 a 30.0 m, en la correspondiente a El Vivero de 5.0 a 40.0 m (plano 6.27); en el área de Puerto Escondido, las profundidades son significativamente más someras, han alcanzado de 4.0 a 10.0 m (plano 6.28).

El análisis geoquímico del año de 1981, hizo posible conocer la calidad del agua en el valle de Loreto-Puerto Escondido, los resultados indicaron concentraciones de sólidos totales disueltos, en un rango que va de 500 a 5 000 mg/l, prevaleció una calidad de tolerable a salada. La zona más afectada, pertenece a la establecida al oeste de Loreto donde se alcanzó los 5 000 mg/l, correspondientes a la zona piezométrica que se ubica bajo el nivel del mar y por consecuencia al proceso de intrusión salina; misma que disminuye hacia el oeste llega a tener concentraciones de 500 mg/l; en la localidad El Vivero, el agua es medianamente salina con 700 y 1 500 mg/l (plano 6.29). En lo que toca en la zona Puerto Escondido, el parámetro de salinidad se situó de 2 000 a 2 700 mg/l, por lo que la calidad del agua es salada (plano 6.30).

### **6.2.7 Valle de Santo Domingo**

Se localiza al noroeste de la ciudad de La Paz, específicamente al noroeste y alrededor de Ciudad Constitución, geográficamente el área queda circunscrita al cuadrángulo geográfico que definen las siguientes coordenadas: Paralelos 24°25'15" y 26°00'00" de latitud norte, y meridianos 111°04'40" y 112°51'58" de longitud oeste.

El acuífero se encuentra en la secuencia litoestratigráfica de la formación Salada, que está constituida por areniscas, calizas impuras y limolitas; además, presenta aunque en menor escala, conglomerados, calizas fosilíferas. Esta litología, en conjunto presenta buena permeabilidad y un coeficiente de transmisibilidad de  $0.42 \times 10^{-3}$  a  $14.8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, los más comunes son alrededor de  $3.0 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. Este acuífero se clasifica geohidrológicamente como de tipo libre.

El valle de Santo Domingo, es el valle agrícola más grande y más importante en Baja California Sur, el agua subterránea es el principal abastecedor, por lo que su infraestructura es también de suma importancia. De acuerdo al censo hidráulico del año de 1992, se re-

portaron 776 pozos, de los cuales 706 corresponden a uso agrícola y bajo control de la gerencia del Distrito de Riego Número 66; 26 al sistema de agua potable, 39 para abrevadero y 5 para uso industrial.

El equipo de bombeo está equipado en su mayoría, con tubería de descarga de 20.3 cm de diámetro (8") existen además de 10.2 y 15.2 cm (4" y 6").

La gran demanda de agua para la actividad agrícola, ha generado una desmedida sobreexplotación del acuífero; así la extracción del año de 1992, fue de 264 405 millones de m<sup>3</sup> contra 170.0 millones de m<sup>3</sup> de recarga.

El alarmante estado de sobreexplotación del acuífero del valle de Santo Domingo, se observa de mejor manera en su comportamiento piezométrico.

La elevación del nivel estático del año de 1992, conforme a la configuración cartográfica, hace posible apreciar curvas de igual elevación, con valores extremos de 20 msnm a 40 msnm; la configuración, indica un flujo anormal del agua subterránea, contrario al drenaje superficial, que converge de todas direcciones hacia el centro del valle (plano 6.31). La profundidad al nivel estático del año de 1992 fluctuó de 25.0 a 70.0 m; la profundización de los niveles estáticos se da genéricamente hacia el centro del valle, y aumentan por los flancos este y oeste, la profundidad obedece a zonas de alta explotación agrícola (plano 6.32).

La intensa explotación se traduce directamente en la evolución de los niveles estáticos, en el período del año de 1982 a 1992 el nivel estático se ha abatido paulatinamente, desde 3.0 a 20.0 m, la mayor parte de los abatimientos osciló de 6.0 a 12.0 m, los descensos más altos, entre 15.0 y 20.0 m se dieron hacia el centro del valle. En sí, en el valle de Santo Domingo se configura un gran cono de abatimiento, como claramente lo muestra el plano 6.33.; aunque, también se refleja en la emigración de la cota "cero" en referencia al nivel del mar; de esta manera en los últimos 32 años, la misma que ha emigrado desde el extremo oeste del valle, hasta el extremo este (plano 6.34). La situación piezométrica tan crítica que impera en el acuífero, no ha repercutido en la calidad del agua subterránea, sobre todo por el efecto de intrusión salina que se ha retardado por el frente impermeable que existe entre el mar y el acuífero.

La calidad del agua en el valle de Santo Domingo es de dulce a salada, el estudio geoquímico del año de 1992, mostró de 320 a 3 200 mg/l de sólidos totales disueltos (plano 6.35). Las altas concentraciones (3 200 mg/l) de salinidad, son producto de la escasa circulación del agua subterránea y de la constitución misma de la litología que da cobijo al acuífero.

De acuerdo a la clasificación de Palmer-Piper, las familias de agua que se encuentran son mixta-bicarbonatada,

clorurada con tendencia a sódica; en tanto su potencial de hidrógeno (pH) revela la presencia de aguas incrustantes y en menor medida de tipo agresivas.

### **6.2.8 Valle El Conejo-Los Viejos**

Se localiza en la porción suroeste del estado de Baja California Sur y forma parte de los valles de la vertiente del Océano Pacífico. Geográficamente se encuentra limitado por las siguientes coordenadas: Paralelos 23°38'00" y 24°04'00" de latitud norte; y meridianos 110°21'00" y 110°45'00" de longitud oeste.

El acuífero se encuentra en el interior de una secuencia definida por estratos de areniscas y lutitas, probablemente estos depósitos corresponden a los de la formación Salada, pero su real correspondencia es aún incierta. La estratigrafía hace posible definir dos tipos de acuíferos, separados por un horizonte limo-arcilloso situado a una profundidad de 100 m. El acuífero superior es de comportamiento libre, y el inferior, ubicado bajo el horizonte limo-arcilloso es de tipo hidrodinámico de carácter confinado, el cual no ha sido explotado plenamente.

El valle El Conejo-Los Viejos registraba en el año de 1991 un total de 52 obras hidráulicas, equipadas con tuberías de descarga con diámetro de 15.2 a 20.3 cm (6" a 8"), mediante los cuales fue posible obtener una extracción anual de 1.7 millones de m<sup>3</sup>, mientras la recarga anual es de 3.5 millones de m<sup>3</sup>, situación que hace posible en contar con un acuífero subexplotado. El uso del agua se orienta en primer plano a la actividad agropecuaria y segundo al uso doméstico.

El registro piezométrico disponible, marca que la profundidad al nivel estático del año de 1992 fluctuaba de 9.0 a 66.0 m, siguió un patrón de profundización según el aumento de la elevación topográfica (plano 6.36). La variación del nivel estático, muestra que en el período del año de 1990 a 1992, se obtuvieron recuperaciones de 0.3 m y abatimientos máximos de 10.0 m, las recuperaciones se desarrollaron hacia la zona costera y obedecen en esencia al paro de equipo de bombeo, debido al agua de calidad salada. Los abatimientos piezométricos se presentaron tierra adentro y su magnitud aumenta directamente según se aleja de la costa, indicativo esto de una explotación más intensiva (plano 6.37).

La calidad del agua en el valle El Conejo-Los Viejos para el año de 1981 fue de tolerable a salada, presentó concentraciones de 500 a 5 000 mg/l de sólidos totales disueltos, siendo las concentraciones más comunes sobre los 1 000 mg/l, mientras que las más altas se sitúan hacia el límite costero y sus valores reflejan el avance hacia el continente de la frontera de la interface de salinidad (plano 6.38).

### **6.2.9 Valle de La Paz**

Se localiza al suroeste de la ciudad de La Paz, capital del estado de Baja California Sur, el área en estudio queda delimitada por el cuadrángulo geográfico que tiene las siguientes coordenadas: Paralelos 24°00'00" y 24°10'00" de latitud norte, y los meridianos 110°17'00" y 110°27'00" de longitud oeste.

Geológicamente, el acuífero del valle de La Paz se encuentra confinado tectónicamente debido a una estructura de graben; producto de un fallamiento de tipo normal. Litológicamente está constituido por sedimentos clásticos, tales como gravas y arenas con presencia de horizontes y estructuras lenticulares de material limo-arcilloso.

La permeabilidad de estos sedimentos es buena y hacen posible un acuífero de regular rendimiento, con coeficiente de transmisibilidad de 0.0005 a 0.03 m<sup>2</sup>/s. La condición estratigráfica y la génesis estructural que delinea al acuífero permite catalogarlo de tipo libre.

El valle de La Paz, para el año de 1991 albergaba un total de 157 obras hidráulicas, equipadas con sistemas de descarga de 15.2 a 20.3 cm de diámetro (6" a 8") en la mayoría de los casos, aunque existen algunas instalaciones con descargas de 2.5 a 12.7 cm de diámetro (1" a 5").

Esta infraestructura hizo posible una explotación anual de 32.1 millones de m<sup>3</sup> de agua, que en comparación a la recarga estimada de 30.0 millones de m<sup>3</sup>, generaron un acuífero en franca sobreexplotación. El destino final del agua es en primer plano el sector agropecuario seguido del doméstico y en último grado de prioridad el sector turístico e industrial.

Las condiciones del agua en el subsuelo están bien representadas, según el conocimiento piezométrico. Así la elevación del nivel estático del año de 1992, dio como resultado una piezometría de 10 m bnm a 5.5 msnm; la mayoría de las mediciones piezométricas fluctuaron de 0.20 a 7.0 m bnm, el flujo del agua subterránea se ha invertido, éste es del mar al continente, la presencia de la intrusión salina es un hecho y algunos pozos quedaron fuera de uso. Las escasas elevaciones sobre el nivel del mar se asientan hacia la costa, en obras abandonadas han permitido que los niveles se recuperen (plano 6.39).

La profundidad al nivel estático del año de 1992 fluctuó de 10.0 a 40.0 m y aumenta de norte a sur según la elevación topográfica (plano 6.40).

La evolución de los niveles estáticos de acuerdo a tres configuraciones distintas, dan evidencia de un abatimiento sostenido. Así durante el período del año de 1978 a 1986 los niveles se abatieron de 1.0 a 5.0 m,

conformando dos conos de abatimiento de 5.0 m (plano 6.41); en el lapso del año de 1981 a 1992 los abatimientos son un claro dominio y alcanzan los 14.0 m, sin embargo en la zona de alta densidad de pozos estos abatimientos varían de 0.3 a 4.5 m; las esporádicas recuperaciones son del orden de 2.5 a 4.0 m y corresponden a obras que han estado inactivas (plano 6.42). La evolución del nivel estático del año de 1990 a 1992 dio como resultado un abatimiento significativo de 0.25 a 1.0 m; la configuración en este período fue la de mayor importancia desde el año de 1978, en lo que a recuperaciones se refiere, alcanzando de 0.3 a 0.8 m (plano 6.43).

La calidad del agua para el del año 1986 en la zona del valle de La Paz, fue de calidad tolerable a salada pero ésta es utilizada en la agricultura, el parámetro de sólidos totales disueltos, indicó concentraciones de 500 y 3 000 mg/l y aumenta conforme a la cercanía de la costa (plano 6.44). La configuración del año de 1986, no expone la zona de alta salinidad de la porción costera, donde algunas obras inactivas contienen concentraciones de hasta 30 000 mg/l, con ello refleja una completa invasión de agua marina al acuífero. Las familias predominantes según la clasificación de Palmer-Piper es mixta-bicarbonatada, clorurada; en donde el potencial de hidrógeno (pH) indica la existencia del predominio de agua incrustante y en menor medida de carácter agresiva.

#### **6.2.10 Valle El Carrizal**

Se ubica al sur de la ciudad de La Paz y se extiende a los lados del arroyo El Carrizal; que pasa por el poblado del mismo nombre. El área estudiada, se localiza hacia el interior del enrejado geográfico que establecen las siguientes coordenadas: Paralelos 23°40'00" y 23°55'00" de latitud norte, y meridianos 110°10'00" y 110°20'00" de longitud oeste.

La conformación geomorfológica del valle El Carrizal, indica un origen tectónico, relacionado a dislocamiento cortical como el graben que da alojamiento a los sedimentos de relleno aluvial del acuífero del valle. El material que caracteriza a la zona acuífera, son arenas, gravas, guijaros y sedimentos limo-arcillosos; ubicados estratigráficamente en niveles superiores en estratos de poco espesor, que generalmente tienden a constituyen estructuras lenticulares.

La permeabilidad de la litología antes descrita, es buena y presenta un coeficiente de transmisibilidad de  $0.64 \times 10^{-3}$  a  $30.34 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, los valores más comunes, son de  $5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. El acuífero según su columna estratigráfica se considera de un funcionamiento geohidrológico de tipo libre.

La capacidad instalada, destinada a la extracción del agua del subsuelo, conforme al registro levantado en el año de 1991, fue de 70 obras hidráulicas con descargas

de 15.2 a 20.3 cm de diámetro (6" a 8") y una extracción anual de 12.9 millones de m<sup>3</sup>. La recarga calculada para ese año fue de 16 millones de m<sup>3</sup>, por lo que el acuífero fue subexplotado.

El agua fue utilizada principalmente por el sector agropecuario con un 98% del total, el resto se consumió en las actividades domésticas.

La inercia de los niveles estáticos en el valle El Carrizal, es como sigue: la elevación del nivel estático para el año de 1992 fue de 150 a 170 msnm, y presenta normalidad en la dirección del flujo del agua subterránea, siguen el patrón del drenaje superficial (plano 6.45).

La profundidad al nivel estático del año de 1992 se estableció de 25.0 a 70.0 m y aumenta gradualmente según la elevación topográfica (plano 6.46). La evolución del nivel estático del año de 1978 a 1986 fue de un absoluto abatimiento, los valores fluctuaron desde 1.0 a 5.0 m constituyendo, además un cono de abatimiento con magnitud máxima de 5.0 m (plano 6.47).

En la evolución del período de 1990 a 1992 se apreciaron abatimientos que variaron de 0.7 a 3.7 m y recuperaciones de 0.5 a 1.1 m (plano 6.48). En conclusión el acuífero del valle El Carrizal se abatió en un balance general, desde 1978 a 1992.

El estudio geoquímico del agua del valle El Carrizal, llevado a cabo en el año de 1980, dio a conocer la existencia de concentraciones de sólidos totales disueltos en el rango de 385 a 3 850 mg/l como valores extremos, y más comunes de 710 a 1 016 mg/l, lo que equivale a un dominio de aguas de tolerable calidad.

La familia de agua dominante, según la clasificación de Palmer-Piper es bicarbonatada, clorurada-magnésica, sódica.

#### **6.2.11 Valle de San Juan de los Planes**

Se localiza aproximadamente a 50 km al sureste de la ciudad de La Paz, el valle se extiende en los alrededores del poblado de San Juan de Los Planes. Geográficamente está limitado por las siguientes coordenadas: Paralelos 23°54'00" y 24°00'00" de latitud norte; y meridianos 109°53'00" y 109°58'00" de longitud oeste.

La litología que contiene al acuífero, son areniscas con limolitas, lutitas intercaladas, además la presencia de conglomerados y capas de caliche que corresponden a la parte superior de la formación Salada.

El basamento del acuífero presenta fallamiento normal, el criterio estratigráfico hace posible definir un acuífero de tipo libre a semiconfinado. Las rocas presentan una regular permeabilidad y coeficiente de transmisibilidad de  $0.2 \times 10^{-3}$  a  $10 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, los valores más comunes son alrededor de  $3 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

El valle de San Juan de Los Planes, tenía el año de 1991 con un total de 65 obras para de explotación del agua subterránea; el equipo de descarga era de 15.2 a 20.3 cm de diámetro (6" a 8").

La extracción anual fue de 11.2 millones de m<sup>3</sup> y la calculada de 8.5 millones de m<sup>3</sup>, así el balance hidráulico es de una clara sobreexplotación. El uso del agua subterránea se destina a las actividades agropecuarias y en menor medida el uso doméstico.

El comportamiento piezométrico es como sigue: La elevación del nivel estático del año de 1992 varió de 18 mbnm a 13 msnm, los valores de elevaciones más sobresalientes se situaron alrededor de 0.5 a 11 mbnm, el flujo del agua subterránea converge hacia el valle, la barrera impermeable existente entre el valle y el mar ha impedido que el agua de mar avance hacia el acuífero evitando así la intrusión salina (plano 6.49).

La profundidad al nivel estático del año de 1992 se estableció de 15.0 a 55.0 m y aumentó del norte al sur (plano 6.50).

La evolución del nivel estático del año de 1978 a 1992 tuvo un desarrollo desfavorable; en el período del año de 1978 a 1986, los niveles piezométricos sufrieron un abatimiento de 1.0 a 5.0 m (plano 6.51), y en el lapso del año de 1990 a 1992 los abatimientos alcanzaron los 5.5 m, aunque en este espacio de tiempo fueron posibles recuperaciones que alcanzaron los 4.0 m (plano 6.52).

La calidad del agua en el valle de San Juan de Los Planes está dada por las concentraciones de sólidos totales disueltos, así el levantamiento geoquímico del año de 1986, presentó concentrados de 500 a 2 000 mg/l, la calidad del agua se ubica en el rango de tolerable a salada (plano 6.53).

Según la clasificación de Palmer-Piper las familias de aguas varían de bicarbonatada clorurada-cálcica sódica a sulfatada clorurada mixta.

### **6.2.12 Valle La Matanza**

Se ubica en la zona La Matanza, del poblado La Matanza y a los lados del arroyo del mismo nombre. La localización geográfica se define por las siguientes coordenadas: Paralelos 23°35'00" y 23°42'00" de latitud norte; y meridianos 110°13'00" y 110°20'00" de longitud oeste.

El acuífero está en depósitos de origen continental, los sedimentos más sobresalientes son: arenas, gravas y material limo-arcilloso en forma de estructuras lenticulares. La permeabilidad de estos sedimentos es excelente y proporciona un acuífero de alto rendimiento y de un funcionamiento geohidrológico de tipo libre.

El valle La Matanza, para el año de 1991, contaba con un total de 33 aprovechamientos, cuyas tuberías de

descarga eran en promedio de 10.2 cm de diámetro (4"). Este equipo permitió una extracción anual de 2.8 millones de m<sup>3</sup> de agua, la recarga anual calculada fue de 3.5 millones lo que resultó en un balance de subexplotación para el acuífero. El uso del agua se destinó a las actividades agropecuarias y doméstico.

La elevación del nivel estático en el año de 1991 se situó de 150 a 165.8 msnm, con variaciones según la elevación topográfica, así el flujo del agua subterránea, siguió el sentido y dirección del drenaje superficial, por lo que el flujo fue de carácter normal (plano 6.54). La profundidad al nivel estático varió en el año de 1991 de 13.5 a los 36.0 m (plano 6.55), en tanto la evolución de los mismos en el período del año de 1981 a 1991 fue de un completo abatimiento, fluctuó de 0.5 a 4.5 m (plano 6.56).

### **6.2.13 Valles del Suroeste**

Se localizan en la porción suroeste del estado de Baja California Sur, y culminan en la vertiente del Océano Pacífico. Constituyen, los siguientes valles: Valles de Cañada Honda, Todos Santos, Pescadero, Plutarco Elías Calles y Migrifño. Estos se encuentran en el área que enmarcan las siguientes coordenadas geográficas: Paralelos 23°00'00" y 23°40'00" de latitud norte; y meridianos 110°00'00" y 110°20'00" de longitud oeste.

Geológicamente los acuíferos de estos valles, se hayan en depósitos sedimentarios de origen aluvial y confinado a rellenos entre montañosos y de tipo costero. La litología característica consiste en: arenas, limo-arcilloso, y estructuras lenticulares de gravas y boleos. La permeabilidad es buena, lo que permite contar con un acuífero de buen rendimiento.

Los valles del Suroeste, presentaban una infraestructura hidráulica de 110 obras en el año de 1990, compuesta por un sistema de bombeo con tubería de descarga de 5.1 a 15.2 cm de diámetro (2" a 6"). La explotación anual alcanzó 7 millones de m<sup>3</sup>, mientras la recarga fue de 9 millones de m<sup>3</sup>. Así el balance hidráulico fue en conjunto de subexplotación; el agua del subsuelo, se destina en orden de importancia al sector agropecuario, seguido del doméstico y turístico. La piezometría, en el valle de Todos Santos-Cañada Honda registró, una elevación del nivel estático, que para el año 1981 fue desde el nivel del mar a 100 msnm, configurando un flujo normal del agua subterránea en descarga natural hacia el mar (plano 6.57). En la zona de Cañada Honda, la elevación del nivel estático se situó de 3 mbnm a 30 msnm y la corriente subterránea de carga se alteró, permitió la introducción del agua marina al continente y contaminó parcialmente del acuífero (plano 6.57).

La profundidad al nivel estático para el año de 1981 fluctuó de 5.0 a 40.0 m en Todos Santos-Cañada Honda (plano 6.58) y para el año de 1992 los niveles oscilaron

de 3.0 a 23.0 m fueron de 3.4 a 10.0 m. Las más sobresalientes de 3.4 a 10.0 m. La evolución del nivel estático para el período de 1981 a 1982 indica una recuperación de 0.1 a 1.60 m (plano 6.59) y en el lapso de 1990 a 1992 se obtuvieron abatimientos de 1.40 y recuperaciones de 0.20 m.

**Piezometría, Valle de Pescadero.**- La elevación del nivel estático del año de 1981 fue de 1 a 120 msnm, configurando un flujo normal en la circulación del agua subterránea (plano 6.60), mientras en el levantamiento del año de 1991 la elevación fue de 19 mbsm a 64 msnm y elevaciones comunes de 0.4 a 50 msnm.

La profundidad del nivel estático en el año de 1981 fue de 5.0 a 30.0 m (plano 6.61) y de 2.0 a 28.0 m en el año de 1991. La evolución del nivel estático en el período del año de 1981-1982 fue de plena recuperación, éstos presentaron de 0.1 a 0.4 m (plano 6.62) y en el intervalo del año de 1990 a 1991 se obtuvieron abatimientos máximos de 6.6 m y esporádicas recuperaciones que alcanzaron 0.2 m, fue claro el dominio de abatimientos de 0.1 a 0.6 m.

**Piezometría, Valle Plutarco Elías Calles.**- La elevación del nivel estático del año de 1981 fue de 1 a 5 msnm y delineó un flujo normal del agua subterránea (plano 6.63); la elevación en el año de 1992 fue de 11 mbsm a 1.68 msnm y una elevación modal de 0.14 a 0.84 msnm.

La profundidad del nivel estático en el año de 1981 varió de 5.0 a 40.0 m (plano 6.64) y de 3.4 a 17.0 m en el año de 1992. La evolución del nivel estático del año de 1981 a 1982 fue de una recuperación de 1.0 a 3.0 m (plano 6.65), mientras en el período del año de 1991 a 1992 mostró abatimientos de 0.55 m y recuperación de 4.9 m.

**Piezometría, Valle de Migriño.**- La elevación del nivel estático del año de 1981 varió de 1 y 2 msnm, configurando en el subsuelo, normalidad en el flujo del agua subterránea (plano 6.66).

La profundidad del nivel estático del año de 1981 osciló de 5 a 10 m (plano 6.67), los niveles estáticos más profundos, se situaron hacia la costa y los más someros hacia el interior del valle. La evolución del nivel estático del año de 1981 a 1982 presentó una notable recuperación de 2.0 a 4.0 m (plano 6.68).

**Calidad del agua.**- El análisis geoquímico del año de 1981 realizado en los valles del Suroeste, permitió definir aguas de calidad dulce a salada, conclusiones que se desprenden según la concentración de sólidos totales disueltos, los cuales se comportaron de la siguiente forma: Cañada Honda de 200 a 600 mg/l (dulce a tolerable) y de 300 a 2 400 mg/l en Todos Santos (dulce a salada) (plano 6.69). En el valle de Pescadero

de 400 a 1 000 mg/l (tolerable) (plano 6.70). En el valle de Plutarco Elías Calles de 400 a 1 500 mg/l (dulce a salada) (plano 6.71) y en el valle de Migriño de 500 a 1 500 mg/l (dulce a salada) (plano 6.72). Según los diagramas de Palmer-Piper la familia de agua para estos valles es mixta-bicarbonatada con tendencia a clorurada.

#### **6.2.14 Valle de Santiago**

Se ubica en la zona conocida como Santiago-Los Cuervos y la cuenca geohidrológica que lo contiene, pertenece a la vertiente del Golfo de California. El valle se localiza en el cuadrángulo que trazan las siguientes coordenadas: Paralelos 23°21'00" y 23°39'00" de latitud norte, y meridianos 109°28'00" y 110°02'00" de longitud oeste.

Litológicamente el valle se encuentra en depósitos sedimentarios de origen aluvial, compuesto por gravas, arenas y sedimentos limo-arcillosos en menor volumen; constituidos por estratos de poco desarrollo; en sí el depósito está confinado a un relleno intermontano bajo el cauce del arroyo Santiago.

La litología que caracteriza al acuífero, presenta buena permeabilidad y está definida por un coeficiente de trasmisibilidad de 0.0001 a 0.5 m<sup>2</sup>/s.

El valle de Santiago, contaba en el año de 1991, con una capacidad instalada de 88 obras hidráulicas con tuberías de descarga de 15.2 y 20.3 cm de diámetro (6" y 8"). La extracción anual fue de 8.4 millones de m<sup>3</sup> y la recarga estimada de 25 millones de m<sup>3</sup>, así el balance hidráulico es claramente de subexplotación. El uso del agua, es principalmente para el sector agropecuario y en menor medida al doméstico y turístico.

La situación piezométrica es como sigue: La elevación del nivel estático del año de 1986, fluctuó de 1 a 110 msnm, y presentó normalidad en el flujo del agua subterránea (plano 6.73). La profundidad al nivel estático del año de 1986 varió de 5.0 a 20.0 m (plano 6.74) y la evolución del nivel estático del año de 1978 a 1986 fue de abatimientos de 2.0 a 5.0 m, conformó 2 conos de abatimiento, uno de 2.0 m al sur de poblado la Ribera y otro de 5.0 m en la porción norte de la localidad La Cueva (plano 6.75).

En el año de 1990-1992 las diferencias piezométricas indicaron un claro abatimiento de 0.13 a 3.83 m, salvo escasas recuperaciones de 2.0 a 9.0 m.

La calidad del agua en el valle de Santiago en el año de 1974, era en general dulce, las concentraciones modales de sólidos totales disueltos indican que éstas, variaron de 380 a 450 mg/l, aunque en el levantamiento completo ésta cambió de 200 a 2 000 mg/l (plano 6.76).

Las familias de agua representativas según Palmer-Piper son mixta-cálcica sódica y clorurada bicarbonatada-cálcica sódica.

### **6.2.15 Valle de San José del Cabo**

Se localiza en la parte sur del estado de Baja California Sur, en la región del Cabo; el valle se extiende a las márgenes del arroyo San José del Cabo, incluye además, la población del mismo nombre. Geográficamente el valle y la cuenca geohidrológica, se ubican al interior del cuadrángulo que limitan las siguientes coordenadas: Paralelos 23°00'00" y 23°25'00" de latitud norte; y meridianos 109°35'00" y 110°00'00" de longitud oeste.

El acuífero de San José del Cabo se halla en depósitos clásticos de origen aluvial, que rellena una fosa tectónica, producto de fallamiento normal. Litológicamente está constituido por sedimentos de grava, arena, limo y arcilla. La permeabilidad de estos sedimentos es excelente y está caracterizado por un coeficiente de transmisibilidad de 0.07 m<sup>2</sup>/s, las propiedades litológicas y su estratigrafía muestran acuífero de tipo libre.

La infraestructura instalada en el año de 1991 en el valle de San José del Cabo, era de 119 obras hidráulicas; con equipo de bombeo de descarga de 20.3 a 25.4 cm de diámetro (8" a 10"). La extracción anual fue de 17.2 millones de m<sup>3</sup> y la recarga calculada de 23.8 millones de m<sup>3</sup>, que permitió contar con un acuífero subexplotado. El agua subterránea se utilizó princi-

palmente en el sector agropecuario, seguido del turístico y doméstico.

Las condiciones del nivel estático en el valle, es como sigue: Las elevaciones del nivel estático del año de 1986, se encontró de 5 a 60 msnm, las máximas alturas se situaron al norte del poblado de Santa Anita y los mínimos hacia el poblado de San José del Cabo; así el flujo del agua subterránea se comportó con normalidad (plano 6.77).

La profundidad del nivel estático del año 1992 fue de 1.4 a 4.0 m hacia la localidad Santa Anita y de 10.0 a 23.0 m en la porción de San José del Cabo. La evolución del nivel estático en el período del año de 1978 a 1986 fue desde diferencias de 0 en la piezometría, hasta abatimientos de 2.0 m, presentados cerca de San José del Cabo (plano 6.79); en el período del año de 1990 a 1992 las evoluciones correspondieron en abatimientos máximos de 6.0 m y en recuperaciones máximas de 1.6 m (plano 6.80).

La calidad del agua en el año de 1980, del valle de San José del Cabo, fue de calidad tolerable, con una moda en las concentraciones de alrededor de 647 mg/l de sólidos totales disueltos, sin embargo, los análisis químicos mostraron concentraciones extremas de 105 a 3 064 mg/l.

Según la clasificación de Palmer-Piper la familia de agua dominante es la clorurada bicarbonatada-cálcica sódica, con variaciones a sódica y a mixta.

## Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

#### GENERALIDADES

- 1.- El estado de Baja California Sur, se ubica al noroeste de la República Mexicana, posee una superficie de 70 470 km<sup>2</sup>, y ocupa el doceavo lugar como entidad federativa en función de su extensión, misma que representa el 3.76 % del Territorio Nacional.
- 2.- De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda de 1990, el estado cuenta con 317 764 habitantes; corresponde a la población masculina el 50.9 % (161 833) y el 49. % (155 931) a la población femenina. En el período comprendido de 1980 a 1990, la entidad tuvo una tasa de crecimiento del 4.1 %, la cual es superior a la tasa nacional (2.6 %).
- 3.- En el aspecto productivo se reportan 221 997 habitantes en edad de trabajar (12 años o más), de los cuales se tiene lo siguiente: 102 763 población económicamente activa; 115 627 inactiva y 3 507 no se determinó su ubicación económica. De lo anterior, se concluye que la entidad tiene una tasa de ocupación de 97.9 % contra el 2.1 % de desocupados.
- 4.- El grupo de la población económicamente activa y ocupada, se emplea en forma preferente en la actividad del sector terciario (comercio y servicios), seguido de los sectores secundario (industrial) y primario (agrícola, pesquero, ganadero y silvicultura).
- 5.- El estado de Baja California Sur, cuenta con 2 308 localidades de las cuales 12 se consideran población urbana que representan el 78.25 % de la población total del estado y el resto 21.74 % se encuentra distribuida en 2 296 localidades rurales.
- 6.- En el estado se presenta el fenómeno migratorio ya que el 31.5 % del total de la población proviene de otras entidades del país.
- 7.- La división política-administrativa de Baja California Sur, contempla 5 municipios; mismos que presentan las siguientes tasas de crecimiento: Mulegé 4.27 %, Comondú 2.87 % y la Paz 2.37 %. Los municipios de los Cabos y Loreto, sin tasa definida.
- 8.- En lo referente a la comunicación, el estado se encuentra relativamente aislado del resto del país; cuenta con carreteras, puertos y aeropuertos. Tiene otros sistemas de comunicación como: telefonía, télex, servicio postal, red telegráfica, radiofonía y televisora, así como los periódicos, todo ello contribuye a la optimización de la comunicación.

#### MARCO FISICO GENERAL

- 1.- Los rasgos fisiográficos del estado de Baja California Sur, se incluyen dentro de la provincia peninsular de Baja California descrita detalladamente en la subprovincia Sierra de la Giganta y en las discontinuidades del desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de la Magdalena y la discontinuidad del Cabo. Las elevaciones topográficas incluyen desde el nivel del mar, en la zona costera, hasta los 2 080 msnm, que corresponde a la Sierra La Laguna.
- 2.- En lo que a tipo de suelo se refiere, el regosol es el de mayor distribución, seguido del yermosol y vertisol. Suelos tales como el cambisol, xerosol y solonchak se aprecian en áreas reducidas y restringidas a zonas costeras, cañadas y estrechos valles.
- 3.- En relación a las comunidades vegetales y uso del suelo; se tiene que la de matorral sarcocaula es la de mayor dominio en la entidad; se presentan en menor proporción las de matorral sarcocrascaule de neblina, matorral sarco-crasicaule, vegetación halofila, vegetación de desierto arenoso, selva baja caducifolia, bosque de encino-pino y bosque de encino.

#### CLIMAS

- 1.- El clima en el estado de Baja California Sur, presenta muchas variantes, producto de su configuración y su posición, con respecto al resto de la República Mexicana. De manera particular está el factor topográfico y las corrientes marinas.
- 2.- Se reconocieron dos grandes grupos climáticos: Los secos y los templados.
- 3.- Las temperaturas en el estado oscilan de 22° a 14°C.
- 4.- Las precipitaciones máximas mensuales se presentan entre agosto y septiembre, mientras que el período de mayor precipitación es de abril a junio.



- 5.- En verano, Baja California Sur está sujeta a la acción de tormentas tropicales y ciclones en gran parte de su territorio.

## GEOLOGIA

- 1.- El territorio de Baja California Sur, presenta amplia gama de unidades rocosas que narran su interesante evolución geológica. Las rocas más antiguas de Baja California Sur, son de edad Mesozoica y están representadas por dos secuencias: una de carácter detrítico-carbonatada y otra de tipo ofiolítico, las cuales varían en un rango de edad Triásico-Jurásico. Hacia el Cretácico, rocas sedimentarias y volcanosedimentarias, al finalizar el Cretácico e inicio del Terciario la actividad ígnea intrusiva se hace más importante.
- 2.- El Cenozoico está representado por rocas sedimentarias, volcánicas de composición intermedia y máficas; esta Era culmina con suelos y rellenos aluviales que simbolizan el constante proceso de erosión y transporte.
- 3.- La evolución tectónica de la zona peninsular, inicia desde el Mesozoico, cuando los complejos ofiolíticos, secuencias sedimentarias, volcanosedimentarias y volcánicos se acrecionan al margen continental, producto de los procesos orogénicos Nevadiano y Mesocretácico.
- 4.- La actual conformación peninsular, evolucionó desde el Terciario Medio cuando la dorsal del Pacífico empieza a subducirse bajo la placa continental Norteamericana, esto permite la creación de una zona de apertura continental tipo pull-apart que en principio constituiría un protogolfo en sí, y en una extensión territorial unida al continente. La historia final de la Península de Baja California, será su completa separación del Continente y probablemente en algunos millones de años, este territorio se situará frente a las costas del estado de California (USA).
- 5.- En cuanto al comportamiento geohidrológico de las distintas unidades rocosas, las unidades clásticas son las que presentan posibilidades altas, como contenedoras de acuíferos; las rocas clásticas cuyo contenido de limos y arcillos es significativo, reducen su posibilidad a un rango medio, en tanto las rocas cristalinas y volcánicas presentan bajas posibilidades como conductoras y almacenadoras de agua.

Las unidades geohidrológicas más favorables, es decir, las que presentan posibilidades altas, son la gran mayoría de los suelos y rellenos aluviales, que se caracterizan por presentar fases físicas; en tanto

aquellas cuyas fases químicas son significativas, reducen sus posibilidades a un rango medio.

## HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- 1.- El estado de Baja California Sur, está comprendida en las regiones Hidrológicas: 2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno); 3, Baja California Sur Oeste (Magdalena); 5, Baja California Centro-Este (Sta. Rosalía); y 6, Baja California Sur-Este (La Paz).
- 2.- El volumen medio anual precipitado, se estima en 10,783.175 millones de m<sup>3</sup> anuales.
- 3.- El agua es escasa en cualquier parte del territorio y con deficiente distribución.
- 4.- En 1992, el porcentaje de viviendas con agua entubada es de 82.45 % y con drenaje 64.6 %.
- 5.- Se cuenta con una infraestructura de 4 presas para el control de avenidas y recarga de acuíferos.
- 6.- Para 1992, el abastecimiento de agua potable en el estado se proporcionó a través de 171 fuentes de abastecimiento (161 pozos, 4 manantiales y 6 plantas desaladoras) con una cobertura del 90 %, el volumen abastecido es de 154 070 m<sup>3</sup> por día.
- 7.- El estado tiene 15 localidades con servicio de alcantarillado de éstas 13 cuentan con agua residual.
- 8.- Los aprovechamientos destinados para el abastecimiento del agua potable es buena, se localiza en los límites permisibles (1 000 ppm de STD).
- 9.- Las fuentes generadoras de contaminación son las descargas residuales municipales, son las poblaciones de la ciudad de la Paz y Cd. Constitución las de mayor aporte.
- 10.- Las demandas ciudadanas más frecuentes están enfocadas a la dotación de agua potable y alcantarillado, asimismo se presenta para los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

## HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- 1.- El agua del subsuelo se destina principalmente a las actividades agropecuarias, domésticas, turísticas e industriales.
- 2.- La extracción anual, alcanza 633.3 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 264.405 millones de m<sup>3</sup> corresponden al Valle de Santo Domingo.
- 3.- La explotación de los acuíferos se realizan mediante la operación de 2 243 obras, de las cuales 776 corresponden al acuífero del Valle de Santo Domingo.

- 4.- La recarga anual estimada, se calcula en 391.1 millones de m<sup>3</sup>, lo que da evidencia de una clara sobreexplotación de 242.2 millones de m<sup>3</sup>, respecto a la extracción total.
- 5.- La evolución de los niveles estáticos bajo los acuíferos presentan un generalizado abatimiento, incluso situándose bajo el nivel medio del mar.
- 6.- Calidad del agua: La concentración de sólidos totales disueltos presentes en las aguas del subsuelo de Baja California Sur, varía en un rango promedio de 100 a 6 000 mg/l, mismo que las ubica de dulce a salada.

## 7.2 Recomendaciones

Los siguientes comentarios tienen como finalidad enmarcar los aspectos claves que favorecen el óptimo aprovechamiento del agua, sea ésta superficial o subterránea, se tiene en cuenta que algunas de las siguientes consideraciones ya son llevadas a la práctica o bien existen planes para ello; siempre en la inteligencia de que su ejecución en la mayoría de las veces es costosa, paulatina y de carácter secuencial.

- Estimular el aumento de saneamiento; siendo más eficaz las plantas de tratamiento existentes y fomentar el reuso en la agricultura, intercambiándola por agua de pozos.
- Incrementar la producción agrícola, promover el uso pleno de la infraestructura hidráulica existente, así como rehabilitación y mejoramiento de áreas productivas; impulsar la alta tecnificación y mejorar la infraestructura existente de saneamiento de aguas residuales.
- Promover la desalación de agua de mar, sobre todo en el sector turístico e industrial, como fuente alterna de abastecimiento.
- Dar prioridad a la demanda con fines de agua potable y a las actividades que generan mayor ingreso por m<sup>3</sup> de agua como son los casos de turismo y acuacultura.
- Hacer cambio en el patrón de cultivos por aquellos de menor consumo de agua.
- Otorgar el apoyo técnico y la asesoría necesaria a efecto de fortalecer a los organismos operadores del sistema de agua potable y alcantarillado en la planeación, diseño, construcción y operación de obras.
- Implementar mecanismos para la detección y corrección de fugas en el sistema de agua potable y mejorar su mantenimiento, así como también garantizar niveles óptimos en la continuidad de su abastecimiento.
- Impulsar acciones orientadas a modificar la conducta de desperdicio y derroche de los usuarios de agua potable, establecer una red de monitoreo permanente para controlar la calidad del recurso que abastece los sistemas de distribución.
- Crear un programa de construcción de infraestructura para el control de avenidas y la protección de inundaciones de acuerdo a una planeación integral de cuencas.
- Apoyar y/o proponer proyectos encaminados a la extracción, administración y tratamiento del agua.
- Levantar de manera periódica y detallada el control piezométrico, para de esta manera conocer:
  - a) Profundidad al nivel estático
  - b) Elevación del nivel estático
  - c) Evolución del nivel estático
- Instrumentar políticas para el óptimo uso del agua, con la finalidad de reducir el volumen de extracción, de ser posible equiparar el volumen teórico de recarga.

## Fuentes Cartográficas y Estadísticas

---

### FUENTES CARTOGRAFICAS

- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Cartas Geológicas escala 1:250 000: G11-3, G12-1, G12-4, G12-5, G12-7-8, G12-10-11, G12-12, F12-2-3-5-6.
- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Cartas Hidrológicas de Agua Superficial escala 1:250 000: G11-3, G12-1, G12-4, G12-5, G12-7-8, G12-10-11, G12-12, F12-2-3-5-6.
- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Cartas Topográficas escala 1:250 000: G11-3, G12-1, G12-4, G12-5, G12-7-8, G12-10-11, G12-12, F12-2-3-5-6.
- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Cartas Hidrológicas de Agua Subterránea escala 1:250 000: G11-3, G12-1, G12-4, G12-5, G12-7-8, G12-10-11, G12-12, F12-2-3-5-6.
- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Cartas escala 1:1 000 000, hoja La Paz, de los temas: Geología, Hidrología, Aguas Superficiales, Hidrología Aguas Subterráneas, Uso del Suelo, Edafología, Fisiografía, Climas, Precipitación Total Anual, Temperatura Media Anual, Topografía, Evapotranspiración y Déficit de Agua.
- D.G.G.-I.N.E.G.I.** Superficie de la República Mexicana por estado, Inédito (Dcto. 6233.233/91).

## Fuentes Estadísticas

---

- I.N.E.G.I.** - XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; Resultados Definitivos, Tabulados Básicos, de Baja California Sur.
- I.N.E.G.I.** - XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; Resultados Definitivos, Datos por Localidad (Integración Territorial), de Baja California Sur.
- I.N.E.G.I.** - GOB. DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, Anuario Estadístico del Estado de Baja California Sur, 1992.
- S.A.R.H.** - COMISION NACIONAL DEL AGUA  
GERENCIA REGIONAL NOROESTE  
GERENCIA ESTATAL DE BAJA CALIFORNIA SUR  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DEL AGUA  
DISTRITO DE RIEGO 66, SANTO DOMINGO

## Bibliografía

---

Davis, S. y De Wiest, R., 1971 *Hidrología*, Ediciones Ariel, Barcelona, España.

I.N.E.G.I. 1982, *Metodología de elaboración de la Carta Geológica 1:250 000*, México, D.F.

I.N.E.G.I. 1982, *Metodología de elaboración de las Cartas Hidrológicas de Aguas Subterráneas y Superficiales a escala 1:250 000*.

I.N.E.G.I.-U.N.A.M., 1984 *Geología de la República Mexicana*, México, D.F.

I.N.E.G.I., 1993, *Estudio Hidrológico de Baja California*, (Inédito).

S.A.R.H., 1971, *Boletín de las Regiones Hidrológicas 7,1,4,2,5,3,6*.

C.N.A., 1992, *Programa Estatal de Aprovechamiento del Agua (1992-1994)*.

**Gobierno Constitucional del Estado de Baja California Sur, Secretaría de Desarrollo en el Area de la Dirección de Planeación y Evaluación.** *Datos Básicos Estadísticos del Estado de Baja California Sur 1988-1989 y 1992.*

## Relación de Estudios Hidrológicos

---

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1977-1979,** *Estudio integral para la rehabilitación del valle de Santo Domingo., Baja California Sur.*

**Clarlón, S.A. 1980-1981,** *Actualización del estudio geohidrológico de la cuenca de Mulegé, Baja California Sur.*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1979,** *Informe final sujeto a revisión del estudio geohidrológico del valle El Carrizal, Baja California Sur.*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1974,** *Informe final del estudio geohidrológico del valle El Vizcaíno, Territorio de Baja California.*

**I.N.G.E.O.S.C., 1980,** *Estudio de prospección y levantamiento geológicos y geofísicos, en la zona de Cabo Pulmo, estado de Baja California Sur.*

**I.E.P.S.A., 1984,** *Informe parcial preliminar del estudio: Análisis del comportamiento de los acuíferos del desarrollo turístico de Loreto, Baja California Sur.*

**Clarlón, S.A., 1980,** *Estudio de prospección geohidrológico de la cuenca de San Ignacio, Baja California Sur.*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1977,** *Informe final del "Estudio Preliminar de Prospección Hidrogeológica en el área de San Ignacio, estado de Baja California Sur".*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1977,** *Informe final del "Estudio Hidrogeológico de Prospección en el valle de La Purísima, Baja California Sur".*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1977,** *Informe final del "Estudio Hidrogeológico de Prospección en el valle Paralelo 28, estado de Baja California Sur".*

**R.O.A.S.A., 1980,** *Actualización del estudio geohidrológico de la cuenca de San José del Cabo, Baja California Sur.*  
**Técnicas Modernas de ingeniería, S.A., 1977,** *Informe final del "Estudio Hidrológico de Prospección en el área del Mezquital Seco, Baja California Sur".*

**Clarlón, S.A., 1980,** *Estudio de prospección geohidrológico de la cuenca El Conejo-Los Viejos.*

**ACUAPLAN, 1981,** *Actualización del estudio geohidrológico de la cuenca de "El Conejo-Los Viejos", municipio de La Paz, Baja California Sur.*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1974,** *Informe final del "Estudio geohidrológico del valle de Todos Santos, Territorio, Baja California".*

**S.A.R.H.-U.N.A.M., 1987,** *Estudio geohidrológico-geofísico, en las cuencas San Juan Bautista Londo, municipio de Comondú, Baja California Sur.*

**Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1977,** *Informe final del estudio hidrológico de prospección en el valle de San Hilario, Baja California Sur.*

**T.A.C.S.A., 1983,** *Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca "El 130-Los Pocitos-San Hilario", municipio de La Paz, Baja California Sur.*

- T.A.C.S.A., 1981,** *Actualización del estudio geohidrológico preliminar de la cuenca "Valles del Noreste", Baja California Sur.*
- R.O.A.S.A., 1980,** *Actualización del estudio geohidrológico de la cuenca de Santiago, Baja California Sur.*
- Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1974,** *Estudio geohidrológico del valle de Santiago, en el Territorio de Baja California.*
- Clarlón, 1980,** *Estudio de prospección geohidrológico de la cuenca "Alfredo V. Bonfil", Baja California Sur.*
- DISTRITO DE RIEGO No. 66, 1992,** *Resultados obtenidos del paro general de equipos de bombeo, efectuado del 25 al 30 de Septiembre de 1992.*
- R.O.A.S.A., 1981,** *Estudio geohidrológico del valle de La Paz-El Carrizal, en estado de Baja California Sur.*
- U.N.A.M.-U.A.B.C.S.-S.A.R.H., 1987,** *Estudio geohidrológico complementario de la cuenca La Paz-El Carrizal, para ciudad de La Paz, Baja California Sur.*
- Geofísica del Noroeste, 1983,** *Actualización del estudio geohidrológico del valle de Sebastián Vizcaíno, Baja California Sur.*
- ACUAPLAN, 1981,** *Actualización del Estudio Geohidrológico de la cuenca de Loreto-Puerto Escondido, Municipio de Comondú, en el estado de Baja California Sur.*
- FONATUR, 1984,** *Estudio geofísico de la zona Puerto Escondido.*
- R.O.A.S.A., 1981,** *Servicios de prospección y levantamiento geológico y geofísicos, en la zona de la cuenca de Las Vírgenes, en la porción noroeste del Estado de Baja California Sur.*
- Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., 1981,** *Estudio geohidrológico de San José del Cabo, Baja California Sur.*
- ACUAPLAN, 1981,** *Estudio geohidrológico de la cuenca de "Valles del Suroeste", Baja California Sur.*
- Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A.,** *Informe final sujeto a revisión del Estudio Geohidrológico del Valle "Coyote" en el Estado de Baja California Sur.*
- S.A.R.H.-C.N.A., 1991,** *Sinopsis Geohidrológica del Estado de Baja California Sur.*

# 1. Generalidades



# LOCALIZACION GEOGRAFICA

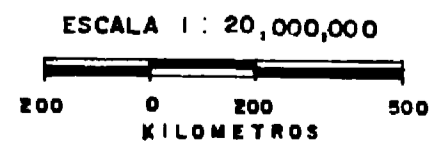
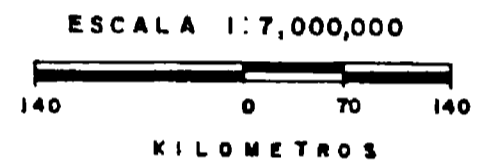
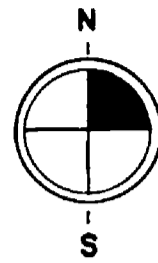
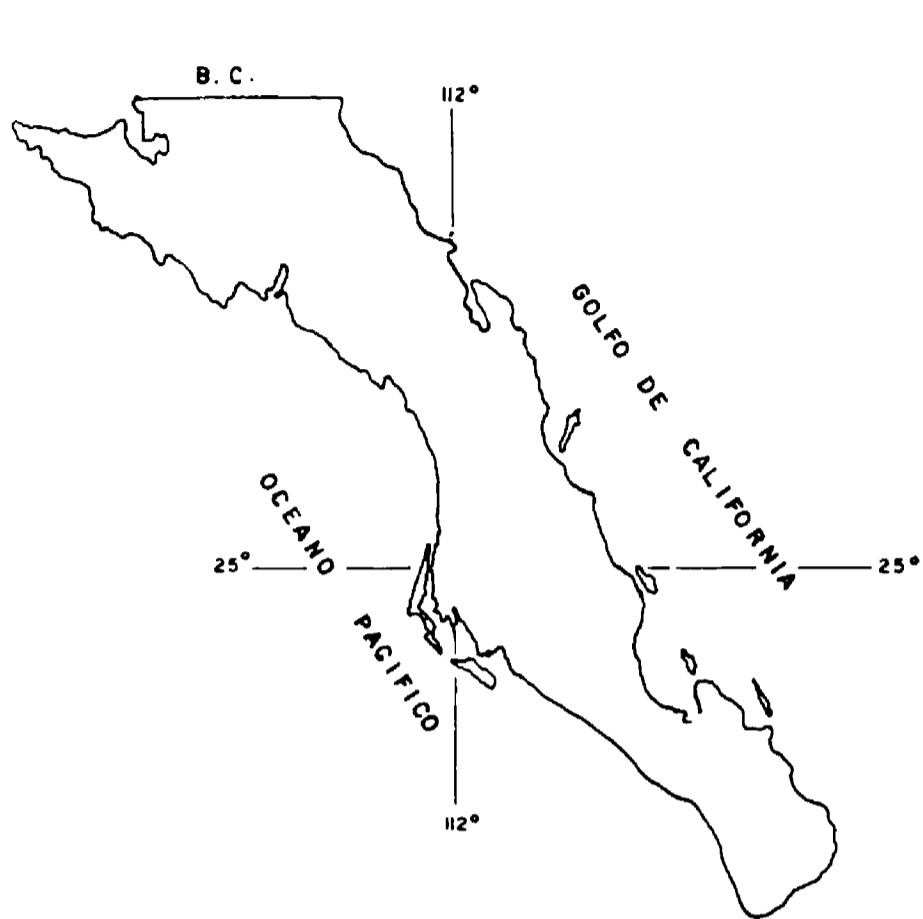


FIG. I. I

# OROGRAFIA

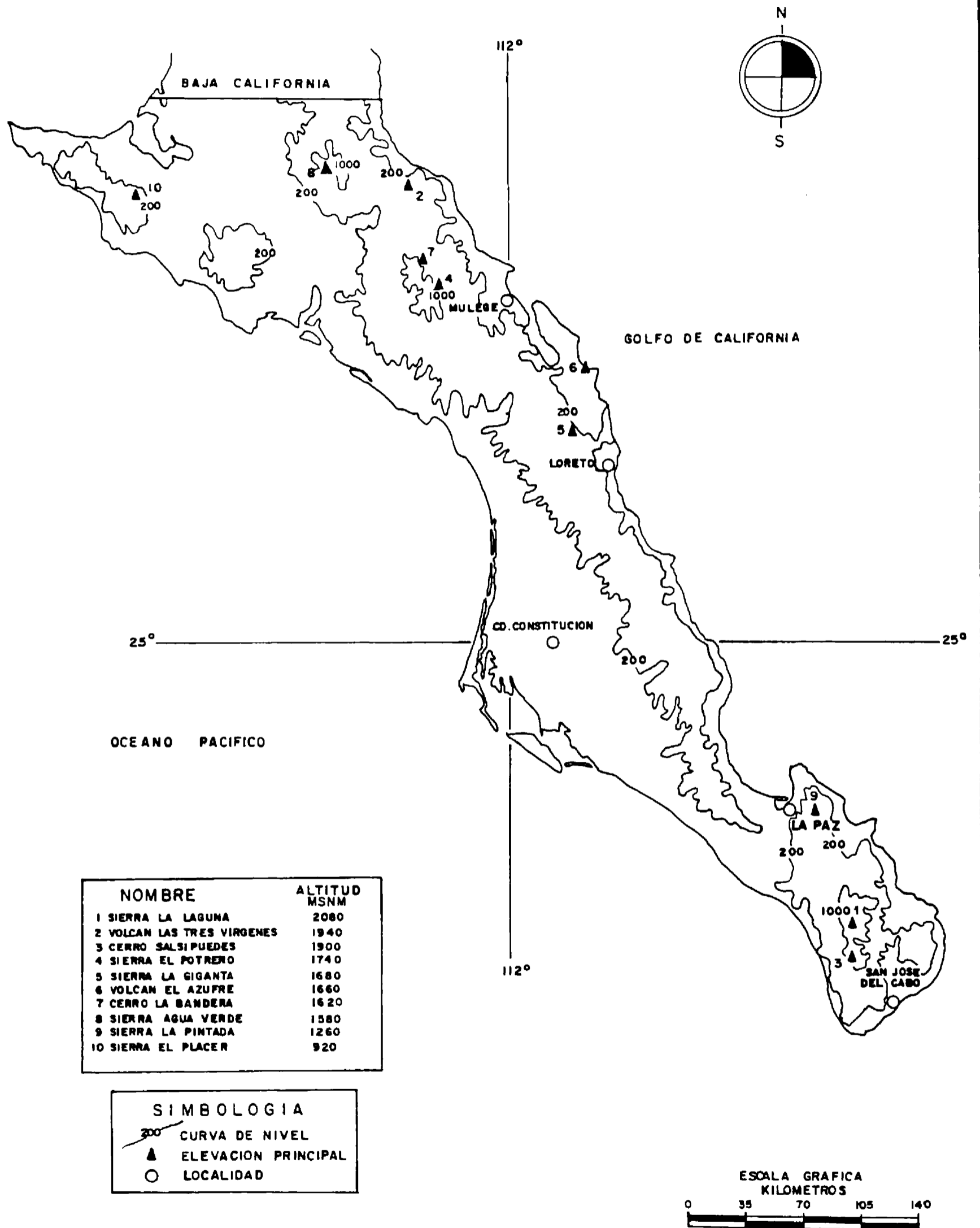


FIG. L2

# DIVISION GEOESTADISTICA MUNICIPAL

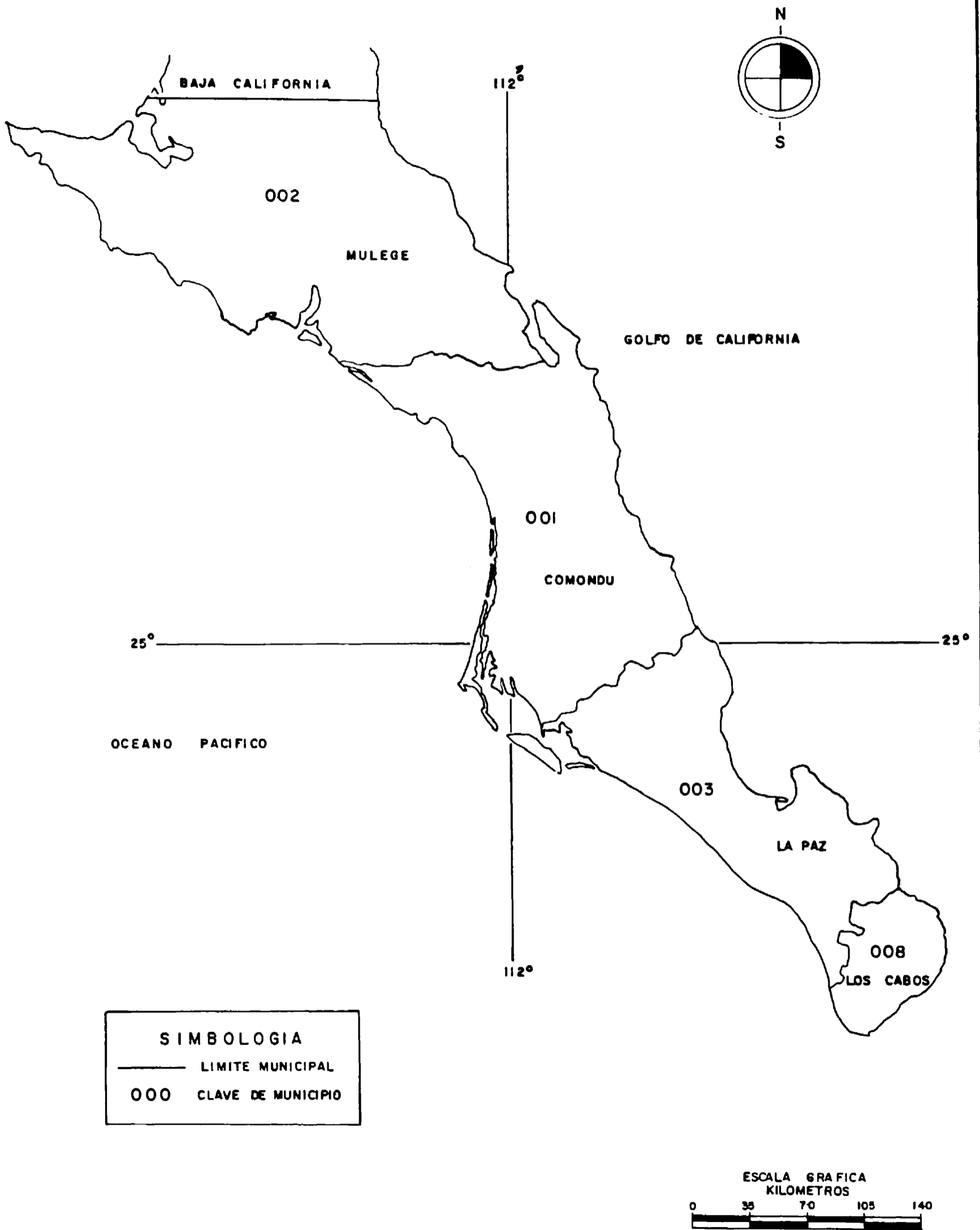


FIG. 1.3

# INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE

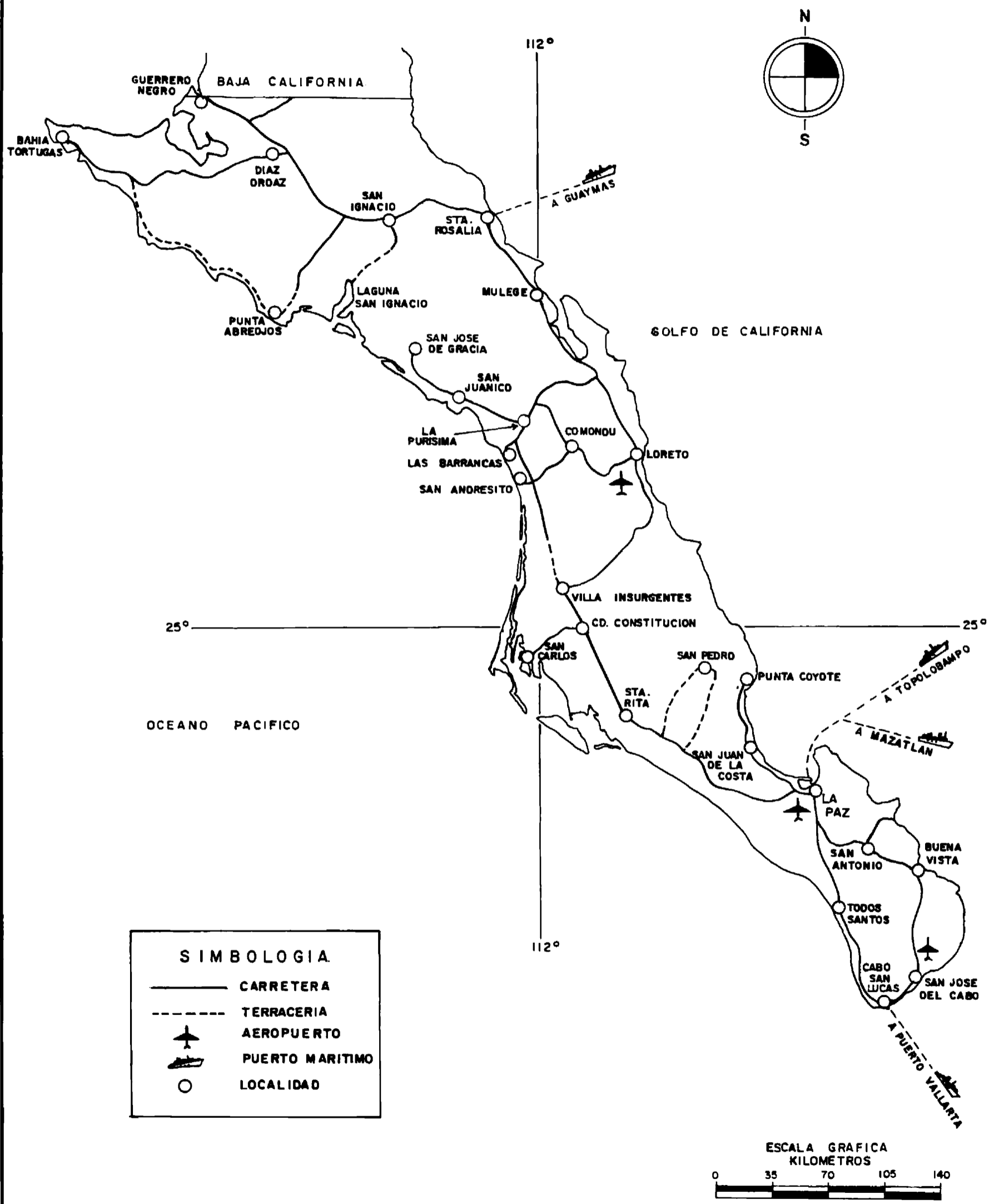


FIG. 1.4

# INDICADORES DE FUERZA DE TRABAJO

Cuadro 1.A

Concepto	Total	Hombres	Mujeres
Población de 12 Años y más	221 997	112 986	109 011
Población Económicamente Activa	104 980	80 351	24 629
Ocupados	102 763	78 593	24 170
Desocupados	2 217	1 758	459
Tasa de Ocupación	97.9	97.8	98.1
Tasa de Desocupación	2.1	2.2	11.9

FUENTE: Indicadores Sociodemográficos, XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

**DISTRIBUCION DE POBLACION OCUPADA POR OCUPACION PRINCIPAL  
SEGUN SEXO, 1990**

Cuadro 1.B

Ocupación Principal	Total	Hombres	Mujeres
<b>Total</b>	<b>102 763</b>	<b>78 593</b>	<b>24 170</b>
Profesionales	2 452	1 890	562
Técnicos	4 800	2 853	1 947
Trabajadores de la Educación	4 083	1 951	2 132
Trabajadores del Arte	982	868	114
Funcionarios y Directivos	3 343	2 719	624
Trabajadores Agropecuarios	17 278	16 190	1 088
Inspectores y Supervisores	1 325	1 192	133
Artesanos y Obreros	16 522	15 102	1 450
Operadores de Maquinaria Fija	1 773	1 053	720
Ayudantes y Similares	4 468	3 896	572
Operadores de Transporte	6 179	6 129	50
Oficinistas	12 471	5 778	6 693
Comerciantes y Dependientes	9 271	6 387	2 884
Trabajadores Ambulantes	1 218	1 021	197
Trabajadores en Servicio Público	8 447	5 934	2 513
Trabajadores Domésticos	1 998	108	1 890
Protección y Vigilancia	4 016	3 919	97
No Especificado	2 107	1 603	504

FUENTE: Indicadores Sociodemográficos; XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

**PRINCIPALES LOCALIDADES POR SU NUMERO DE HABITANTES Y POR SU RANGO  
SEGUN EL PORCENTAJE DE POBLACION MUNICIPAL QUE CONCENTRAN**

Cuadro 1.C

Rango	Localidad	Número de Habitantes	Población Total	Porcentaje en Concentración
1	Paz, La	137 641	160 970	85.50
2	Cd. Constitución	34 692	74 346	46.66
3	Cabo San Lucas	16 059	43 920	36.56
4	San José del Cabo	14 892	43 920	33.90
5	Santa Rosalía	10 190	38 528	26.44
6	Cd. Insurgentes	8 463	74 346	11.38
7	Loreto	7 239	74 346	9.73
8	Guerrero Negro	7 231	38 528	18.76
9	Todos Santos	3 384	160 970	2.10
10	Puerto San Carlos	3 123	74 346	4.20
11	Heroica Mulegé	3 111	38 528	8.123
12	Bahía Tortugas	2 640	38 528	6.85

**NOTA:** Se tomaron en cuenta poblaciones con mayor o igual que 2 500 habitantes.

**FUENTE:** Resultados Definitivos: Datos por Localidad (Integración Territorial). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

**INCREMENTO DE POBLACION EN EL PERIODO 1980-1990 Y PORCENTAJE DE PARTICIPACION EN EL TOTAL DEL ESTADO**

Cuadro 1.D

Municipio	Habitantes 1980	Habitantes 1990	Tasa de Incremento Anual	Porcentaje con Respecto al Estado
Cabos, Los*	-	43 920	-	13.83
Comondú	57 729	74 346	2.87	23.39
Loreto*	-	-	-	-
Mulegé	26 983	38 528	4.27	12.12
Paz, La	130 427	160 970	2.34	50.66
Total en el Estado	215 139	317 764	4.77	100.00

\* Por decreto presidencial fueron creados los municipios de: Los Cabos en 1980 y Loreto en 1992.

**FUENTE:** Anuario Estadístico de Baja California Sur, 1984, INEGI-Gob. del Estado de Baja California Sur.

Resultados Definitivos: Datos por Localidad (Integración Territorial). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

**DENSIDAD DE POBLACION POR MUNICIPIO**

Cuadro 1.E

Municipio 1990	Habitantes 1980	Habitantes 1990	Superficie km <sup>2</sup>	Densidad has/km <sup>2</sup>
Cabos, Los*	-	43 920	3 451.42	12.72
Comondú	57 729	74 346	6 858.30	4.41
Loreto*	-	-	-	-
Mulegé	26 983	38 528	33 92.21	1.16
Paz, La	130 427	160 970	20 274.98	7.93
Total en el Estado	215 139	317 764	73 676.91	4.31

\* Por decreto presidencial fueron creados los municipios de: Los Cabos en 1980 y Loreto en 1992.

**FUENTE:** Resultados Definitivos: Datos por Localidad (Integración Territorial). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

Anuario Estadístico de Baja California Sur, 1984, INEGI-Gob. del Estado de Baja California Sur.



## 2. Marco Físico General

# MARCO FISIOGRAFICO NACIONAL



## PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

- I.- Península de Baja California
- II.- Llanura Sonorense.
- III.- Sierra Madre Occidental.
- IV.- Sierras y Llanuras del Norte.
- V.- Sierra Madre Oriental
- VI.- Gran Llanura de Norteamérica
- VII.- Llanura Costera del Pacífico.
- VIII. Llanura Costera del Golfo Norte.
- IX.- Mesa del Centro.
- X.- Eje Neovolcánico
- XI.- Península de Yucatán
- XII.- Sierra Madre del Sur
- XIII.- Llanura Costera del Golfo Sur
- XIV.- Sierras de Chiapas y Guatemala.
- XV. Cordillera Centroamericana.

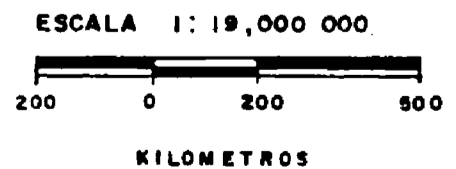


FIG. 2.1

# FISIOGRAFIA

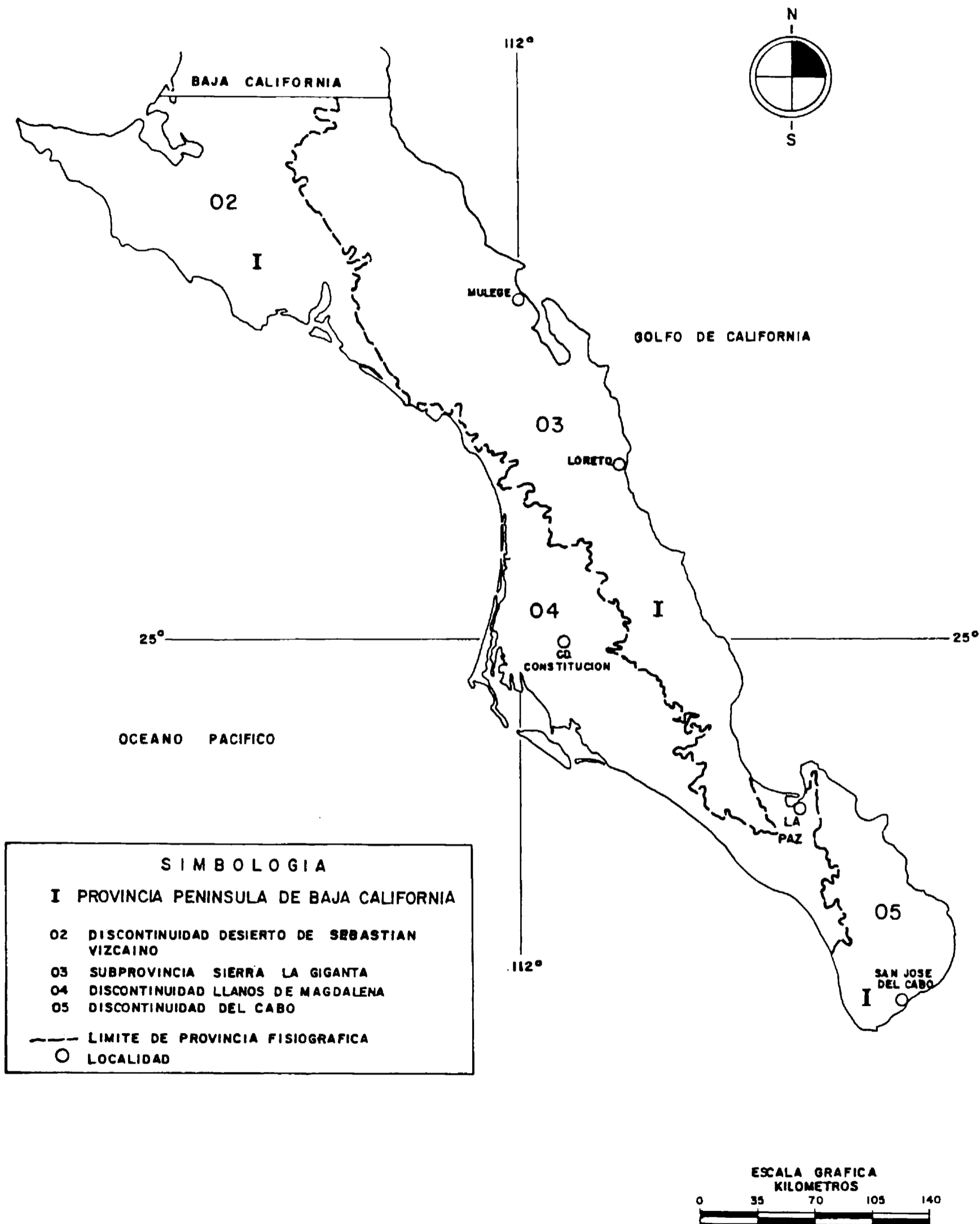


FIG. 2.2

## 3. Clima

# CLIMAS

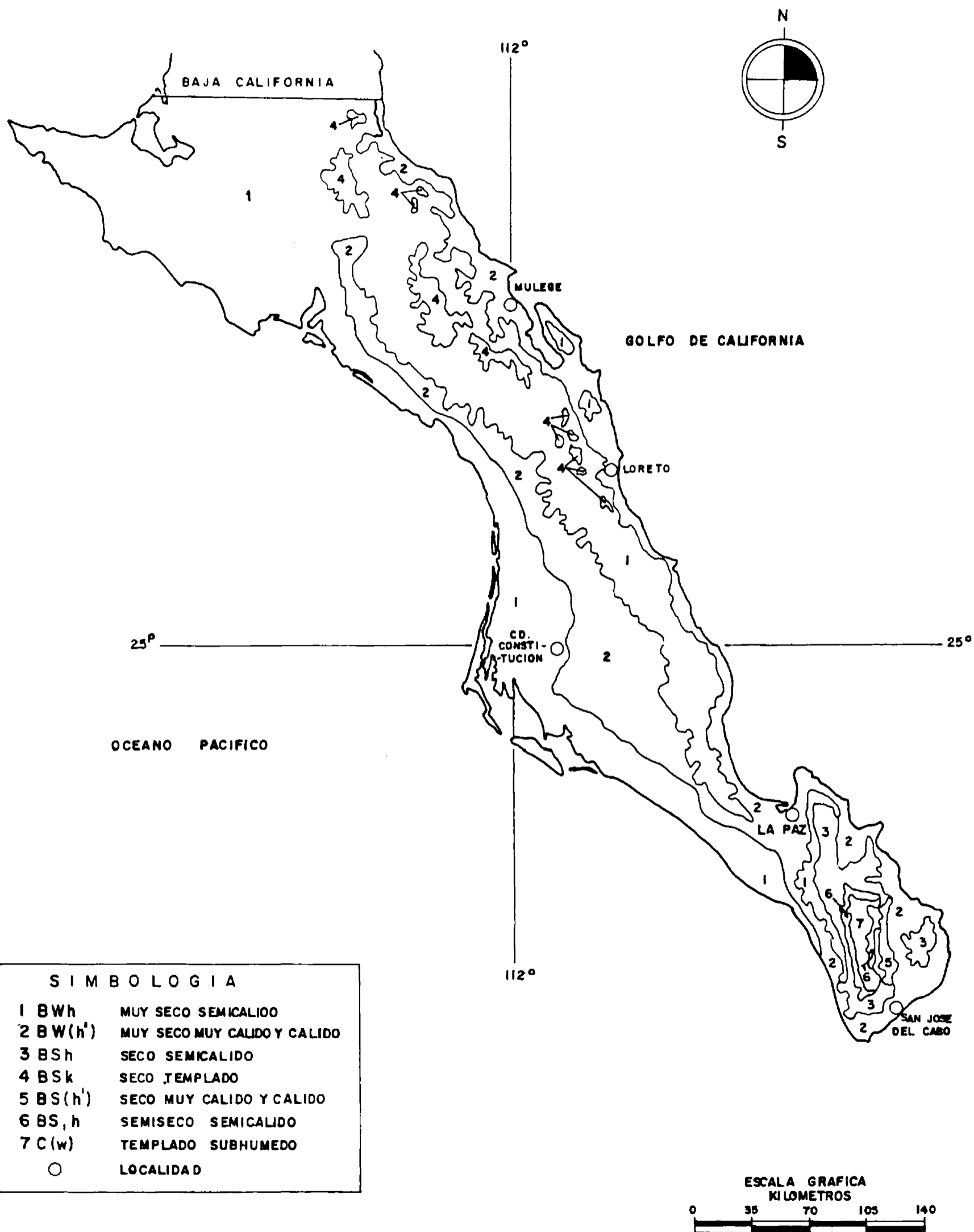


FIG. 3.4

# ISOTERMAS

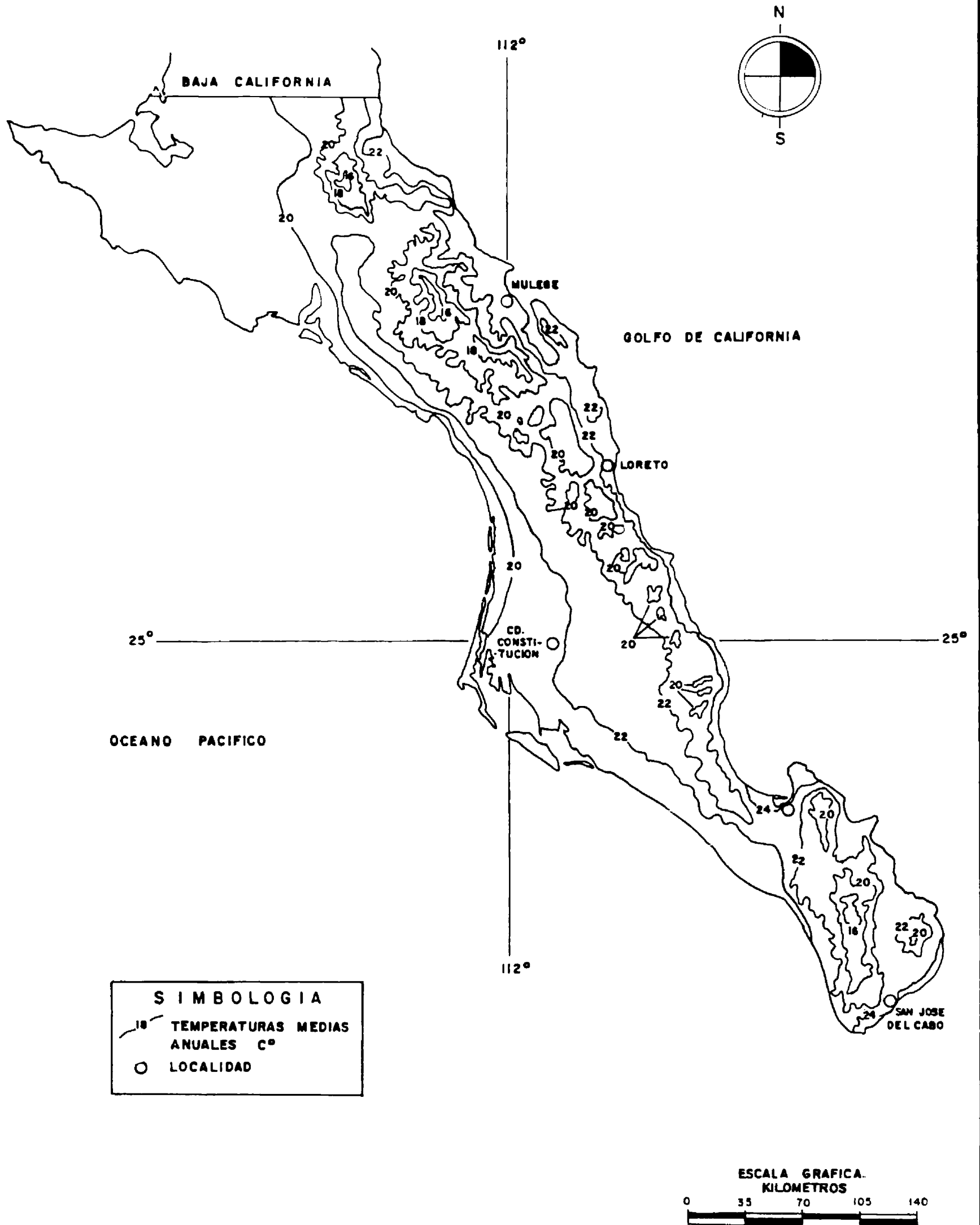


FIG. 3.2

# ISOYETAS

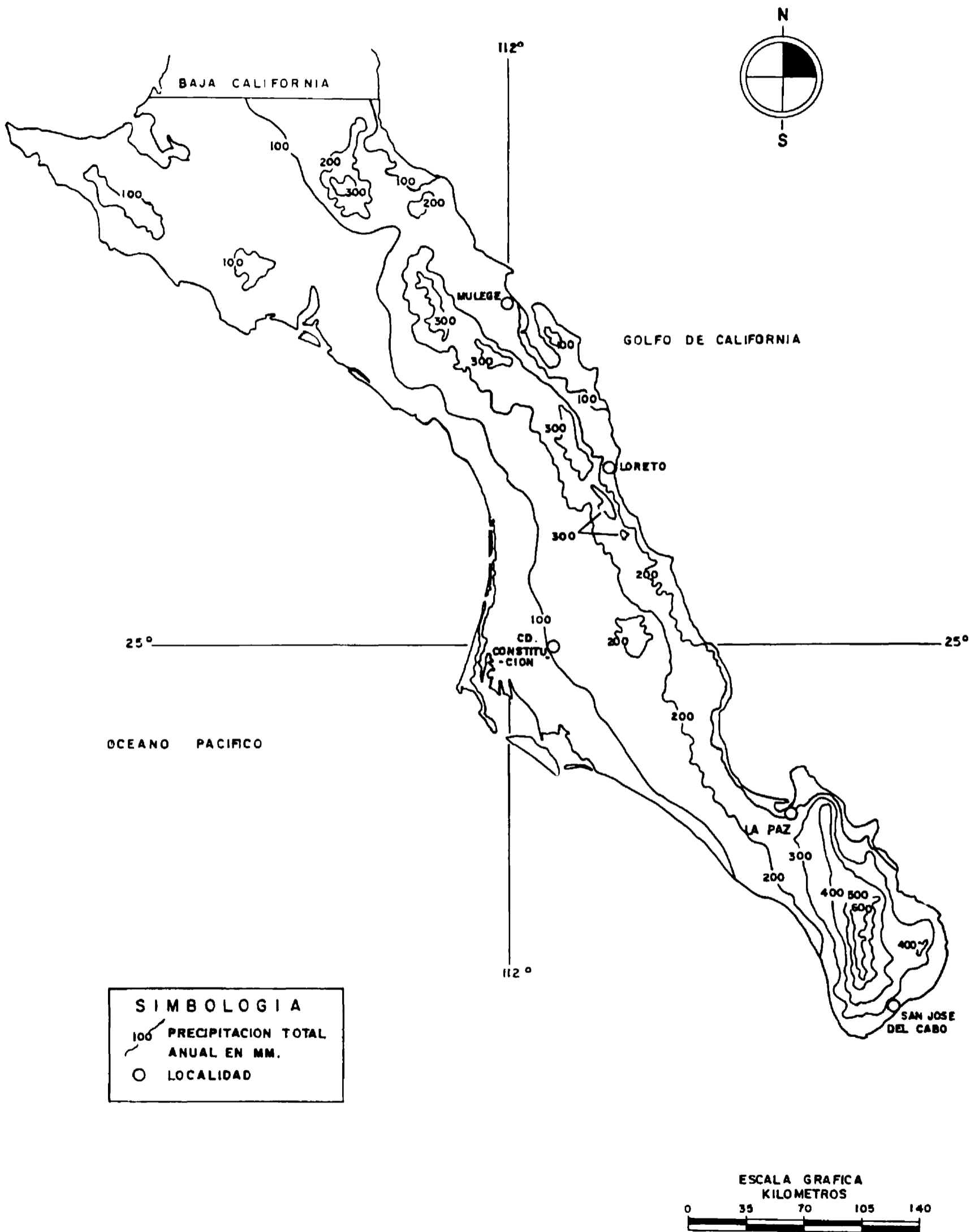
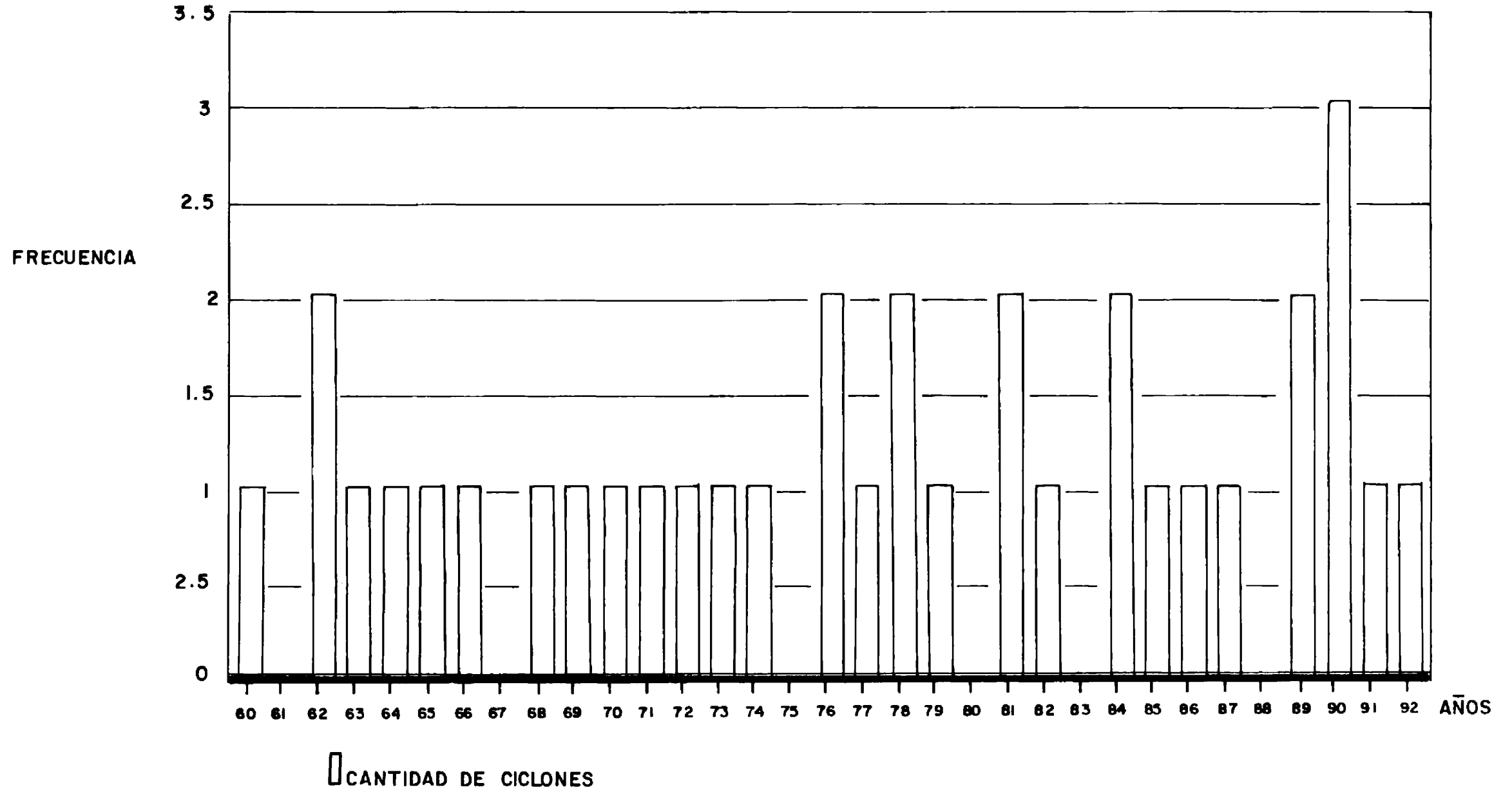


FIG. 3.3

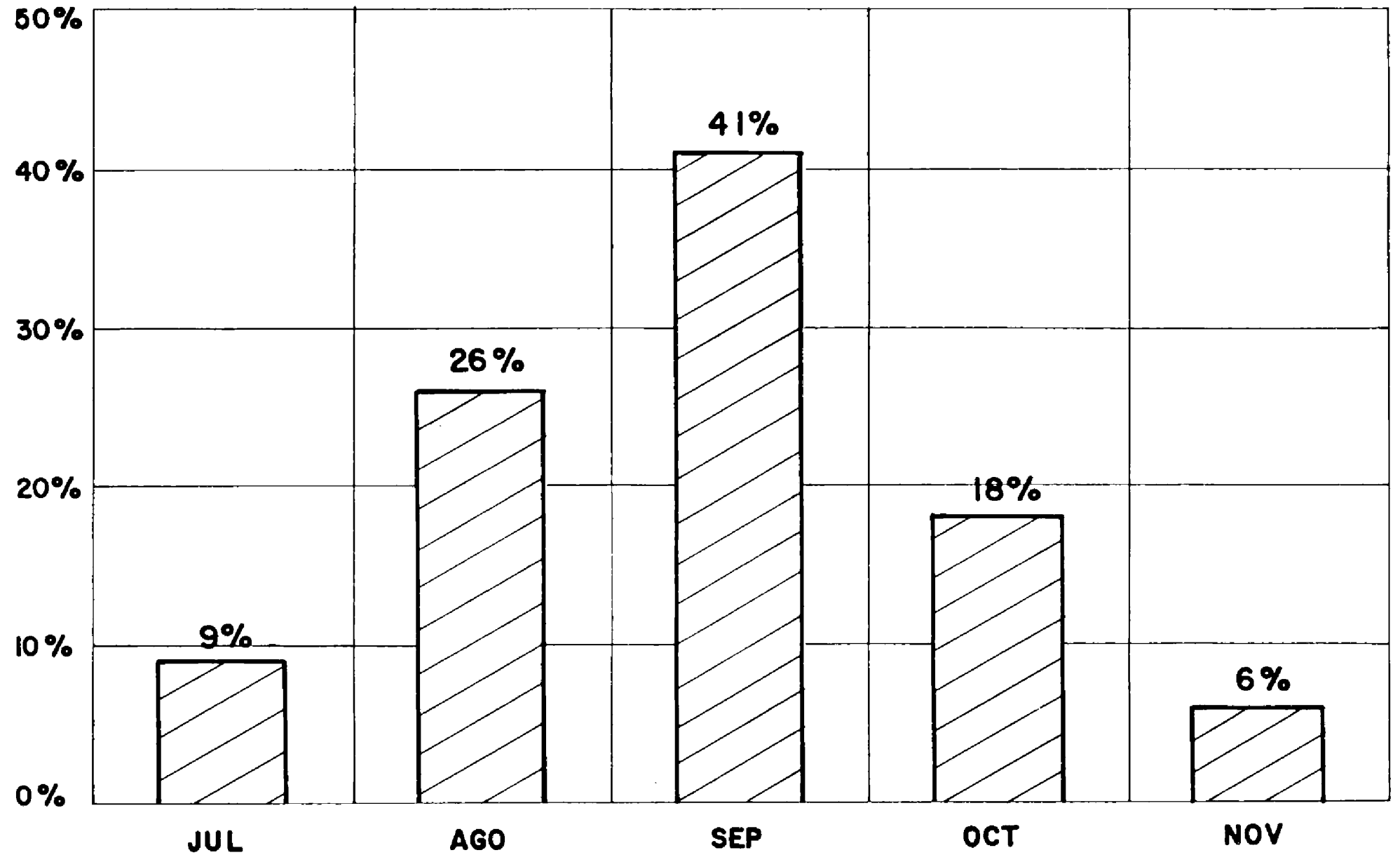
# INCIDENCIA ANUAL DE CICLONES CON INFLUENCIA EN BAJA CALIFORNIA SUR



GRAFICA 3.4



# INCIDENCIA MENSUAL DE CICLONES CON INFLUENCIA EN BAJA CALIFORNIA SUR



PERIODO 1960 - 1992

GRAFICA 3.5

**ESTACIONES CLIMATOLOGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
Guerrero Negro 1C	A	27°58'05"	114° 02'45"	10	17.916 (83-91)				
Benito Juárez 2C	A	27°53'50"	113°46'40"	55	20.08 (80-90)	106.500 (80.90)			
Punta Eugenia 3C	A	27°50'50"	114°04'40"	15	18.336 (80-91)	26.215 (80-91)			
Guillermo Prieto 4C	A	27°50'20"	113°19'15"	200	20.599 (79-91)	112.363 (79-91)	2 079.415 (79-87)		
Bahía Tortugas 5C	A	27°41'20"	114°53'50"	15	18.353 (70-91)	93.159 (58-91)			
Gustavo Díaz Ordaz 6C	A	27°38'50"	113°26'35"	80	20.200 (71-91)	111.051 (71-91)	2 079.415 (79-87)		
Emiliano Zapata 7C	A	27°32'55"	113°23'20"	60	20.239 (70-91)	116.918 (70-91)	1 855.625 (70-91)		
Santa María 8C	A	27°32'55"	112°58'30"	700	21.340 (87-90)	85.800 (87,89,90)			
San José del Pacífico 9C	A	27°32'15"	114°28'20"	380	19.790 (74-87)	81.190 (74-87)	1 842.005 (75,76,79,80)	Suspendido en octubre de 1987	
El Mezquital 10C	A	27°24'40"	112°34'40"	450	20.530 (79-91)	155.969 (79-91)			
Santa Rosalía 11C	A	27°19'45"	112°15'30"	30	23.199 (69-91)	67.365 (69-91)			
Los Laureles 12C	A	27°19'05"	113°29'30"	65	19.136 (70-82)	38.009 (70-92)	1 906.845 (70-82)		
San Ignacio de los Romero 13C	A	27°17'55"	112°52'30"	150	23.057 (47-91)	100.940 (47-91)			
Santa Agueda 14C	A	27°15'30"	112°21'10"	155	23.671 (76-91)	160.268 (76-91)	2 838.272 (76-87)		

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
San Bruno 15C	A	27°09'15"	112°09'10"	20	21.348 (74-90)	189.770 (74-90)	2 671.433 (74-87)		
Bahía Asunción 16C	A	27°08'30"	114°17'35"	16	19.520 (80-91)	69.420 (80-91)			
San Zacarías 17C	A	27°08'15"	112°54'20"	90	19.900 (72-82)	78.300 (72-82)			
San José de Magdalena 18C	A	27°03'40"	112°14'20"	230	22.354 (74-91)	141.552 (74-91)	2 473.294 (74-87)	No existe lectura para 1980	
Guadalupe 19C	A	26°55'20"	112°24'30"	720	21.431 (47-91)	420.877 (81-91)		No existe lectura para 86 y 87	
Mulegé 20C	A	26°53'20"	111°59'04"	35	21.869 (70-91)	123.176 (70-91)			
El Dátil 21C	A	26°53'00"	112°36'55"	450	21.441 (80-91)	342.841 (80-91)			
Patrocinio 22C	A	26°49'15"	112°47'50"	192	21.171 (47-91)	113.173			
El Coyote 23C	A	26°43'25"	111°54'35"	5	24.415 (72-91)	150.452 (72-91)	2 190.370 (72-91)		
San Miguel 24C	A	26°43'15"	112°18'20"	450	21.438 (80-91)	277.316 (80-91)			
Punta Abreojos 25C	A	26°42'40"	113°34'00"	10	19.980 (70-91)	88.570 (70-91)			
San Martín 26C	A	26°37'45"	112°19'58"	350	21.560 (80-87)	203.830 (80-87)			
San José de Gracia 27C	A	26°35'20"	112°43'20"	165	20.505 (47-90)	107.018 (38-90)	2 061.742 (61-91)		
San Nicolás 28C	A	26°32'40"	111°33'05"	15	23.599 (79-91)	138.149 (79-91)	2 311.018 (70-91)		

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
Los Dolores 29C	B	26°31'35"	112°39'00"	120	22.65 (74-87)	92.23 (74-87)			
San Antonio de la Sierra 30C	B	26°31'15"	112°30'15"	160	22.887 (80-91)	145.272			
El Rosarito 31C	B	26°27'25"	111°38'50"	122	23.36 (70-91)	122.37 (70-91)			
San Raymundo 32C	B	26°22'50"	112°35'55"	40	20.979 (80-91)	95.714			
Cadege 33C	B	26°22'37"	112°30'45"	60	21.258 (56-91)	81.194 (54-91)			
San J. Guajademi 34C	B	26°20'55"	112°10'15"	195	22.214 (82-91)	144.166 (82-90)			No se tienen datos de 1987
La Pintada (Ojo de Agua) 35C	B	26°18'00"	112°00'10"	160	21.282 (41-91)	164.021 (41-87)			
San Juanico 36C	B	26°15'20"	112°28'30"	20	19.722 (60-91)	72.453 (58-91)			
San Juan Londo 37C	B	26°15'00"	111°30'50"	45	22.896 (60-91)	190.291 (74-91)			
La Purísima 38C	B	26°10'55"	112°04'40"	95	22.729 (39-91)	111.120 (39-91)			
San Antonio Norte 39C	B	26°08'30"	111°27'20"	100	24.8 (78-87)	205.4 (78-87)			
San José de Comondú 40C	B	26°03'30"	111°03'30"	260	22.09 (38-91)	208.883 (38-91)	1 465.044 (57-87)		
Loreto 41C	B	26°00'55"	111°20'55"	15	23.774 (41-87)	147.862 (41-91)	1 943.139 (56-88)		
El Pabellón 42C	B	25°57'33"	112°04'55"	40	21.456 (81-91)	110.909 (81-91)			

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
San Javier 43C	B	25°51'55"	111°32'40"	440	18.829 (53-91)	233.014 (53-91)			
La Poza Grande 44C	B	25°45'40"	112°02'15"	25	19.392 (40-91)	46.141 (40-91)			
Ligui 45C	B	25°44'05"	111°16'10"	10	23.463 (79-91)	134.007 (79-91)			
San Lucas 46C	B	25°36'50"	111°32'40"	200	22.325 (79-87)	188.38			
Huatamote 47C	B	25°35'50"	111°20'10"	342	22.315 (76-91)	235.59 (76-91)			
San Ignacio de los Romero 48C	B	25°35'15"	111°38'30"	140	23.057 (47-91)	100.947 (47-91)			
Santo Domingo 49C	B	25°29'25"	111°54'55"	18	20.889 (53-91)	137.091 (53-91)	1 902.354 (57-87)		
Las Cruces 50C	B	25°23'50"	111°45'18"	40	21.8549 (57-91)	113.346 (57-91)	2 348.29 (70-87)		
La Poza Honda 51C	B	25°22'05"	111°31'10"	80	21.537 (57-91)	149.437 (57-91)			
La Poza Delton 52C	B	25°21'45"	111°10'20"	360	21.213 (70-91)	191.864 (70-91)	2 341.774 (70-91)		
Ley Federal de Aguas #1 53C	B	25°20'06"	111°38'10"	40	21.875 (90-91)	175.5 (90-91)			
San Ramón 54C	B	25°16'45"	111°17'07"	200	23.672 (80-91)	260.803 (80-91)			
Villa Insurgentes 55C	B	25°15'50"	111°46'35"	35	21.09 (68-91)	158.613 (67-91)	1 936.33 (68-87)		
Tijuana 56C	B	25°12'30"	111°07'35"	290	22.253 (79-91)	237.641 (79-91)			

**ESTACIONES CLIMATOLOGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
Ley Fed. de Aguas #3 57C	B	25°12'05"	111°33'35"	50	21.372 (88-91)	216.325 (88-91)	2 020.830 (88-91)		
Adolfo López Mateos 58C	B	25°11'45"	112°06'40"	10	17.841 (61-91)	83.005 (61-87)			
Los Cerritos 59C	B	25°11'20"	111°24'40"	130	23.110 (77-91)	226.670 (77-91)			
Ramaditas 60C	B	25°07'15"	111°57'15"	30	20.336 (79-90)	106.947 (79-90)			
Buenavista 61C	B	25°07'15"	111°48'48"	30	19.617 (61-90)	107.006 (61-90)	1 540.200 (82-85)		Incompleto 1987
Ley Fed. de Aguas #5 62C	B	25°05'40"	111°30'30"	50	22.780 (80-90)	113.440 (80-90)			Incompleto 1986 y 1987
Tepentu 63C	B	25°05'30"	111°19'32"	180	22.017 (61-90)	113.580 (61-90)			
La Angostura 64C	B	25°03'12"	111°07'20"	280	23.825 (61-90)	192.898 (61-90)			
Ciudad Constitución 65C	B	25°00'05"	111°39'40"	45	21.3988 (72-91)	118.973 (72-91)			
Josefa O. de Domínguez 66C	B	25°00'02"	111°50'20"	70	21.5 (88-89)	113.000 (88-89)			
Villa Morelos 67C	B	24°56'00"	111°37'40"	45	21.438 (74-90)	159.785 (74-90)	2 472.097 (74-89)		
San Luis Gonzaga 68C	B	24°54'25"	111°17'00"	160	22.287 (79-90)	155.050 (79-90)			
San Pedro de la Presa 69C	C	24°50'40"	110°59'25"	240	22.366 (72-87)	215.413 (72-87)	2 228.530 (72-87)		
El Aguajito 70C	C	24°50'20"	111°67'38"	200	23.630 (57-90)	210.660 (57-90)			

**ESTACIONES CLIMATOLOGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
El Molino 71C	C	24°50'13"	111°47'00"	20	21.966 (88-90)	61.766 (88-90)			
Iraky 72C	C	24°49'43"	111°13'08"	120	22.403 (61-91)	185.05 (61-91)			
La Soledad Norte 73C	C	24°48'45"	110°48'50"	380	22.219 (61-91)	270.795 (61-90)			
Puerto San Carlos 74C	C	24°47'30"	112°06'40"	10	20.185 (67-90)	93.268 (67-90)			
El Refugio 75C	C	24°47'08"	111°45'40"	23	21.347 (61-87)	76.832 (61-87)			
El Paso de Iritu 76C	C	24°46'47"	111°09'00"	140	21.881 (61-91)	204.085 (61-91)			
La Fortuna 77C	C	24°39'05"	111°12'55"	60	22.4 (86-91)	227.4 (86-91)			
Los Cantilitos 78C	C	24°35'38"	110°59'30"	160	23.961 (78-90)	180.553 (78-90)			
Santa Rita 79C	C	24°35'25"	111°27'50"	45	22.166 (78-91)	112.708 (78-91)	2 496.36 (78-86)		
El Pilar 80C	C	24°28'30"	111°00'05"	90	21.856 (70-90)	174.3425 (70-90)			
Las Pocitas 81C	C	24°23'30"	111°06'30"	50					
Gpe. de la Herradura 82C	C	24°20'10"	110°55'00"	160	22.518 (86-91)	180.966 (86-91)			
Santa Fe 83C	C	24°18'15"	111°12'45"	40	23.296 (80-91)	139.875 (80-91)			
Pichilingue 84C	C	24°16'10"	110°19'15"	12	23.8 (70-87)	176.66 (70-87)			

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
Alfredo V. Bonfil 85C	C	24°09'55"	110°34'00"	78	24.4 (78-91)	151.02 (78-91)			
San Agustín 86C	C	24°09'30"	110°55'25"	100	20.6423 (79-87)	91.22 (79-87)			
El Cajoncito 87C	C	24°09'00"	110°13'05"	180	23.506 (64-90)	181.7 (64-90)			
La Paz 88C	C	24°08'05"	110°20'10"	16	23.5329	188.16			
El Sargento 89C	C	24°04'15"	109°59'30"	20	23.778 (81-87)	206.88 (81-87)			
Los Robles 90C	C	24°02'10"	110°07'30"	665	21.3875 (74-91)	313.94 (74-91)			
Lagunillas 91C	C	24°00'50"	110°21'20"	36					
Los Planes 92C	C	23°58'05"	109°56'10"	40	23.266 (52-87)	216.58 (52-87)	2 248.48 (52-87)		
San Pedro 93C	C	23°55'30"	110°15'50"	190	22.9126 (51-91)	322.175 (44-91)	2 167.534 (69-76)		
Los Divisaderos 94C	C	23°53'35"	110°08'35"	490	21.9604 (70-91)	403.44 (70-91)			
San Antonio 95C	C	23°48'25"	110°03'30"	375	23.1 (38-76)	455.2 (38-76)	2 026.9 (56-76)		
El Triunfo 96C		23°48'05"	110°06'33"	432	19.7 (88-90)	530.66 (88-90)			
El Carrizal 97C	C	23°45'20"	110°16'14"	180	22.097 (61-90)	249.753			
San Bartolc 98C	C	23°44'30"	109°50'25"	395	22.664 (57-91)	357.502 (57-91)			



**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Continuación

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Periodo de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
Valle Perdido 99C	C	24°41'45"	110°07'10"	450	21.604 (86-91)	335.866 (86-91)			
Las Palmas 100C	C	23°40'50"	109°41'50"	15	24.5725 (88-91)	313.75 (88-91)			
Junta de los Arroyos 101C	C	23°39'55"	110°04'30"	500	21.951 (81-91)	382.416 (81-91)			
El Crucero 102C	C	23°36'20"	110°04'10"	500	22.1138 (86-91)	330.06 (86-91)			
Santa Gertrudis 103C	C	23°36'00"	110°04'30"	460	22.095 (61-91)	420.959 (61-91)			
La Ribera 104C	D	23°35'50"	109°35'10"	15	22.3135 (70-91)	247.80 (70-91)			
La Mueia 105C	C	23°34'55"	110°13'15"	140	22.068 (84-91)	175.512 (84-91)			
Sierra de la Laguna 106C	C	23°32'55"	109°58'45"	1800	12.075 (70-87)	585.30 (70-87)			
Santa Inés 107C	C	23°32'45"	110°09'08"	300	21.423 (85-90)	245.955 (85-90)			
Las Cuevas 108C	D	23°32'20"	109°40'35"	105	22.805 (74-91)	226.66 (74-91)	2 085.47 (74-87)		
Santiago 109C	D	23°28'50"	109°42'50"	125	23.512 (50-91)	324.876 (50-91)	1 783.43 (70-87)		
Las Barrancas 110C	D	23°28'20"	109°27'10"	12	22.499 (70-91)	282.357 (70-91)			
Todos Santos 111C	C	23°27'00"	110°13'10"	40	21.570 (61-91)	150.205 (61-91)	1 753.564 (61-87)		
Agua Caliente 112C	D	23°26'28"	109°47'40"	195	24.945 (88-91)	455.8 (88-91)			

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.A  
Conclusión

Clave o Nombre de la Estación	Mun.	Coordenadas		Altura msnm	Temperatura Media Anual °C	Precipitación Media Anual mm	Evaporación Media Anual mm	Período de Observación (Anual)	Observaciones (Equipamiento)
		Latitud Norte	Longitud Oeste G.						
El Pescadero 113C	C	23°21'50"	110°09'55"	60	20.941 (74-91)	179.399 (74-91)	1 712.733 (74-87)		
Mangle 114C	D	23°20'45"	109°38'45"	285	23.710 (82-90)	495.8 (82-90)			
Caduanó 115C	D	23°19'55"	109°46'50"	180	22.915 (61-90)	514.074 (61-90)			
Boca del Salado 116C	D	23°17'15"	109°26'05"	12	22.358 (50-91)	203.90 (50-91)			50-87 se tuvo una P. media = 213.172
Yeneka 117C	D	23°16'15"	109°46'45"	205	22.756 (62-91)	411.269 (62-91)	1 970.27 (64-87)	Faltan datos p/año 89 de T y P	
San Jacinto 118C	C	23°14'45"	110°04'05"	95	21.960 (61-91)	230.857 (61-91)			
Colonia Plutarco Elías Calles 119C	C	23°13'15"	110°08'04"	10	21.323 (78-91)	175.95 (78-91)			
Santa Anita 120C	D	23°10'40"	109°42'00"	120	23.972 (74-91)	398.132 (74-91)			
San Vicente de la Sierra 121C	D	23°10'20"	109°59'10"	550	21.96 (87-90)	542.822 (87-90)			
La Soledad Sur 122C	D	23°08'10"	110°00'28"	380	21.738 (78-87)	488.77 (78-87)		Datos Incompletos los años 88, 89, 90, 91	
San Felipe 123C	D	23°06'30"	109°51'55"	195	22.052 (61-91)	387.059 (61-91)			
La Candelaria 124C	D	23°04'30"	110°01'33"	380	23.447 (78-90)	302.346 (78-90)			
San José del Cabo 125C	D	23°04'10"	109°42'25"	40	22.801 (50-91)	274.879 (50-91)	1 967.24 (70-87)		
Cabo San Lucas 126C	D	22°52'55"	109°54'45"	15	23.177 (70-91)	263.91 (70-91)			

**Elementos**

- |                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| 1.- (Pluviómetro)             | A.- Mulegé    |
| 2.- (Termómetro)              | B.- Comondú   |
| 3.- (Evaporómetro)            | C.- La Paz    |
| 4.- Veleta                    | D.- Los Cabos |
| 5.- Con estación hidrométrica |               |
| 6.- Suspendida                |               |

**CARACTERISTICAS DE LOS CLIMAS EN BAJA CALIFORNIA SUR**

Cuadro 3.B

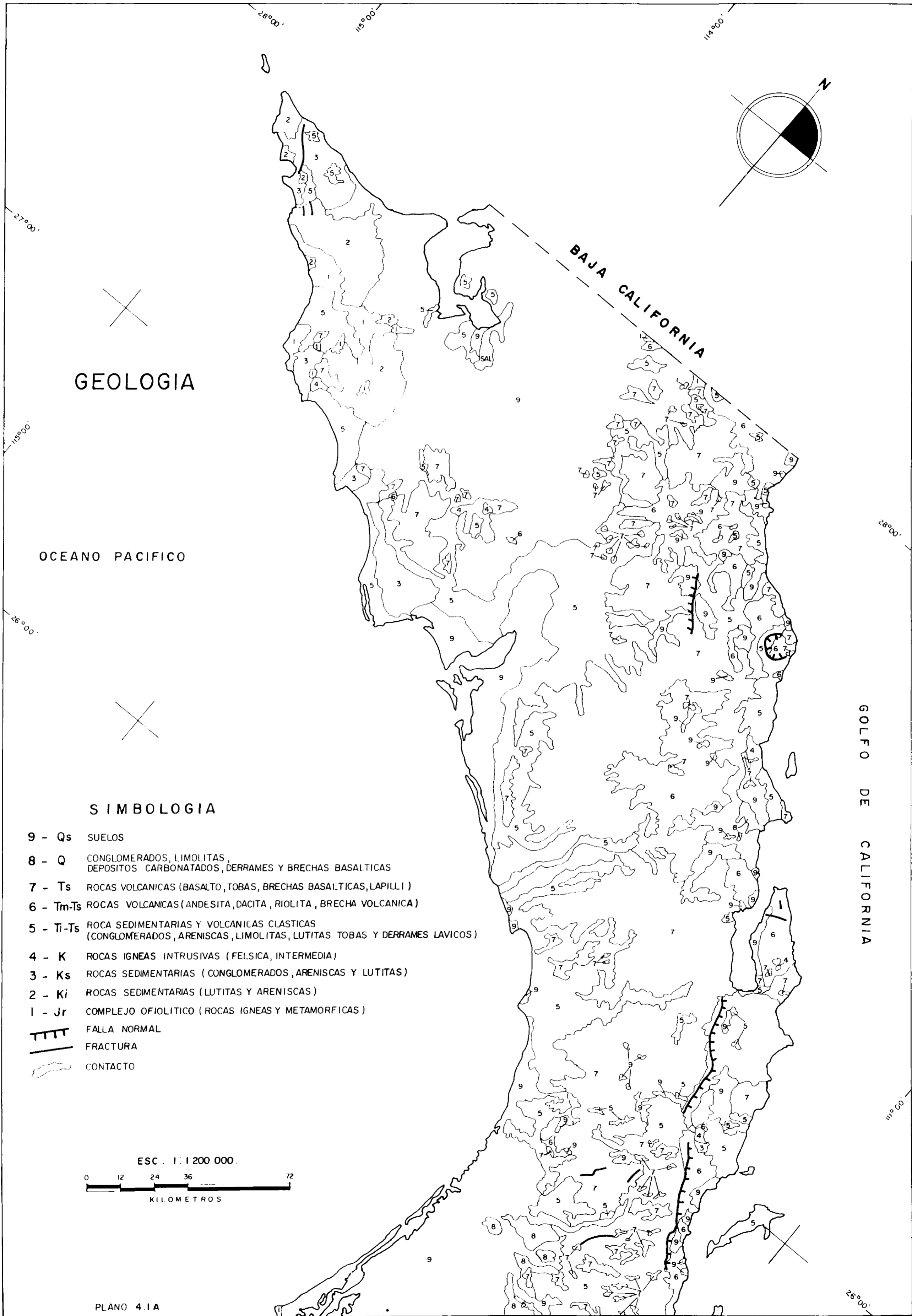
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipos	Prec. mm Media Anual	Temperatura °C			Altura msnm	% de Lluvia Invernal	Observaciones
					TM Anual	TM Máx.	TM Min.			
S		Muy secos	Muy secos semicálidos	< 300 -	18 a 22 (20.40)	33.57	8.283	500 a 700	Entre 5 y 10.2 invierno fresco	Lluvias en el verano e invierno, pero escasas todo el año
		Muy secos	Muy secos muy cálidos y cálidos	< 300	22 a 24 (22.29)	27 a 30	17	100 a 500	Mayor a 10.2 invierno cálido	
E		Secos	Secos semicálidos	300 < 500 -	18 a 22 (21.8)	27.8	12 a 18 (15.7)	200 a 100	De 0 a 10.2 invierno fresco y tibio	Con lluvias en verano y escasas a lo largo del año
C		Secos	Secos templados	>200 < 400 -	18 a 16	28.6	12 a 18	900 a 1 650	Mayor a 10.2 verano cálido	
O		Secos	Secos muy cálidos y cálidos	>350 < 450 - -	(22.59)	36.3	8.29	150 a 600	Entre 5 y 10.2 invierno cálido	
S		Semisecos	Semisecos semicálidos	>450 < 600 - -	22.5 a 18	32.65	9.6	400 a 1 000	Entre 5 y 10.2 invierno fresco	
Tem- plados	Tem- plados	Templados subhúmedo con lluvias en el verano		>450	18 a 14 (14.7)	25.4	11.1	>1000	Entre 5 y 10.2	Precipitación del mes más seco menor a los 40 mm

**PERTURBACIONES ATMOSFERICAS QUE INFLUYERON EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR DE 1971 A 1977**

Cuadro 3.C

Nombre del ciclón	Zona de influencia	Año	Lluvia (mm)	Velocidad máxima km/hr.	Número Total de Ciclones /año	Índice relativo
s/d	Bahías Tortugas	1951 a 1960	15.6	s/d	6	0.16
s/d	Puerto Arreojos		15.0	s/d		
s/d	Emiliano Zapata		6.0	s/d		
s/d	San Ignacio		5.0	s/d		
s/d	Guerrero Negro		7.0	s/d		
Paulina	Bahía Tortugas	1961	15.6	95	6	0.16
	S. Vizcaíno					
Claudia	Punta Arreojos	1962	42.0	110	3	0.32
	San Ignacio		27.0			
	Guerrero Negro		30.1			
	Bahía Tortugas					
Tillie	Punta Arreojos	1964	37.0	80	3	0.33
Helga	Punta Arreojos	1966	7.0	140	5	0.20
	Establón		26.5			
	San Ignacio		51.6			
Helga	Patrocinio	1966	69.4	140	5	0.20
	San Zacarías		29.0			
	San José de Gracia		33.0			
	Cadeje		25.0			
Katrina	Patrocinio	1967	30.4	100	4	0.25
	San José de Gracia		73.0			
	Punta Abreojos		90.5			
	San Zacarías		40.0			
	Cadeje		56.5			
	Mulegé	96.0				
Mónica	Punta Abreojos	1971	15.5	s/d	7	0.29
Olivia	Punta Abreojos	1971	9.0	s/d	7	0.29
	Guerrero Negro		5.0			
Joane	Bahía Tortugas	1972	16	s/n	3	0.33
Katleen	Bahía Tortugas	1976	77.5	130	4	0.25
Doreen	Bahía Tortugas	1977	105.0	120	2	0.25

## 4. Geología






# GEOLOGIA

OCEANO PACIFICO

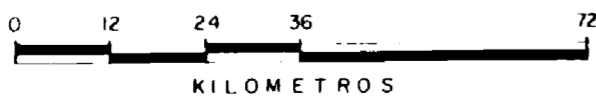
BAJA CALIFORNIA

GOLFO DE CALIFORNIA

## SIMBOLOGIA

- 9 - Qs SUELOS
- 8 - Q CONGLOMERADOS, LIMOLITAS, DEPOSITOS CARBONATADOS, DERRAMES Y BRECHAS BASALTICAS
- 7 - Ts ROCAS VOLCANICAS (BASALTO, TOBAS, BRECHAS BASALTICAS, LAPILLI)
- 6 - Tm-Ts ROCAS VOLCANICAS (ANDESITA, DACITA, RIOLITA, BRECHA VOLCANICA)
- 5 - Ti-Ts ROCA SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS CLASTICAS (CONGLOMERADOS, ARENISCAS, LIMOLITAS, LUTITAS TOBAS Y DERRAMES LAVICOS)
- 4 - K ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (FELSICA, INTERMEDIA)
- 3 - Ks ROCAS SEDIMENTARIAS (CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LUTITAS)
- 2 - Ki ROCAS SEDIMENTARIAS (LUTITAS Y ARENISCAS)
- 1 - Jr COMPLEJO OFIOLITICO (ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS)
-  FALLA NORMAL
-  FRACTURA
-  CONTACTO

ESC . 1 : 200 000 .


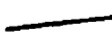



# GEOLOGIA

OCEANO PACIFICO

GOLFO DE CALIFORNIA

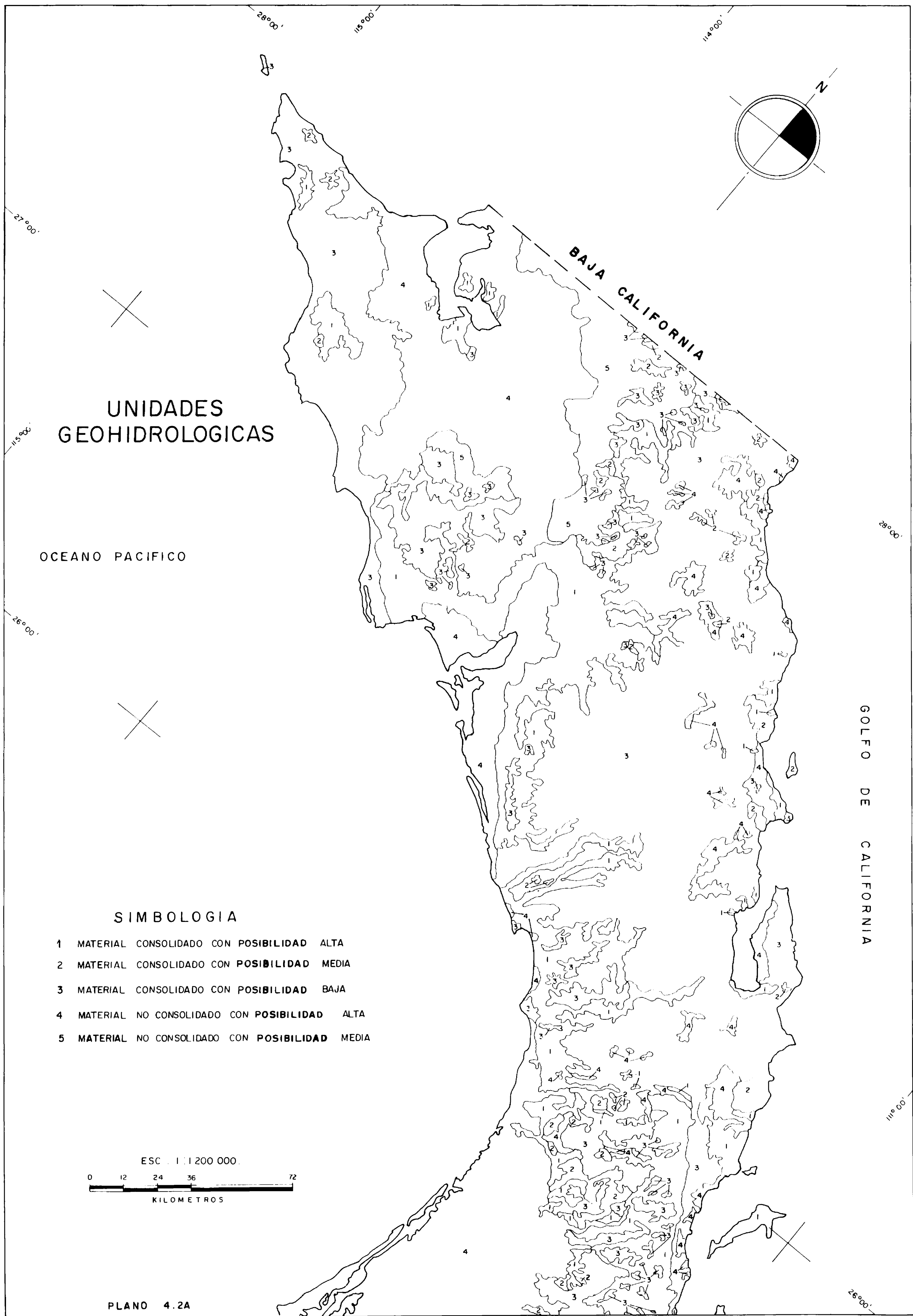
## SIMBOLOGIA

- 9 - Qs SUELOS
- 8 - Q CONGLOMERADOS, LIMOLITAS, DEPOSITOS CARBONATADOS, DERRAMES Y BRECHAS BASALTICAS
- 7 - Ts ROCAS VOLCANICAS (BASALTO, TOBAS, BRECHAS BASALTICAS, LAPILLI)
- 6 - Tm-Ts ROCAS VOLCANICAS (ANDESITA, DACITA, RIOLITA, BRECHA VOLCANICA)
- 5 - Ti-Ts ROCA SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS CLASTICAS (CONGLOMERADOS, ARENISCAS, LIMOLITAS, LUTITAS TOBAS Y DERRAMES LAVICOS)
- 4 - K ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (FELSICA, INTERMEDIA)
- 3 - Ks ROCAS SEDIMENTARIAS (CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LUTITAS)
- 2 - Ki ROCAS SEDIMENTARIAS (LUTITAS Y ARENISCAS)
- 1 - Jr COMPLEJO OFIOLITICO (ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS)
-  FALLA NORMAL
-  FRACTURA
-  CONTACTO

ESC 1 : 1 200 000



PLANO 4.1B



# UNIDADES GEOHIDROLOGICAS

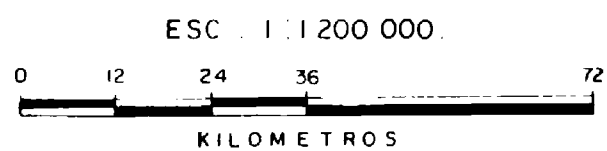
BAJA CALIFORNIA

OCEANO PACIFICO

GOLFO DE CALIFORNIA

## SIMBOLOGIA

- 1 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD ALTA
- 2 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD MEDIA
- 3 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD BAJA
- 4 MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD ALTA
- 5 MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD MEDIA





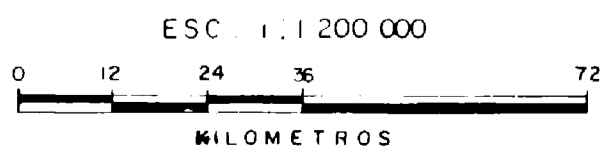
# UNIDADES GEOHIDROLOGICAS

OCEANO PACIFICO

GOLFO DE CALIFORNIA

## SIMBOLOGIA

- 1 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD ALTA
- 2 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD MEDIA
- 3 MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD BAJA
- 4 MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD ALTA
- 5 MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDAD MEDIA



PLANO 4.2B

# 5. Hidrología Superficial

# REGIONES HIDROLOGICAS



FIG. 5.1

# REGIONES Y CUENCAS HIDROLOGICAS

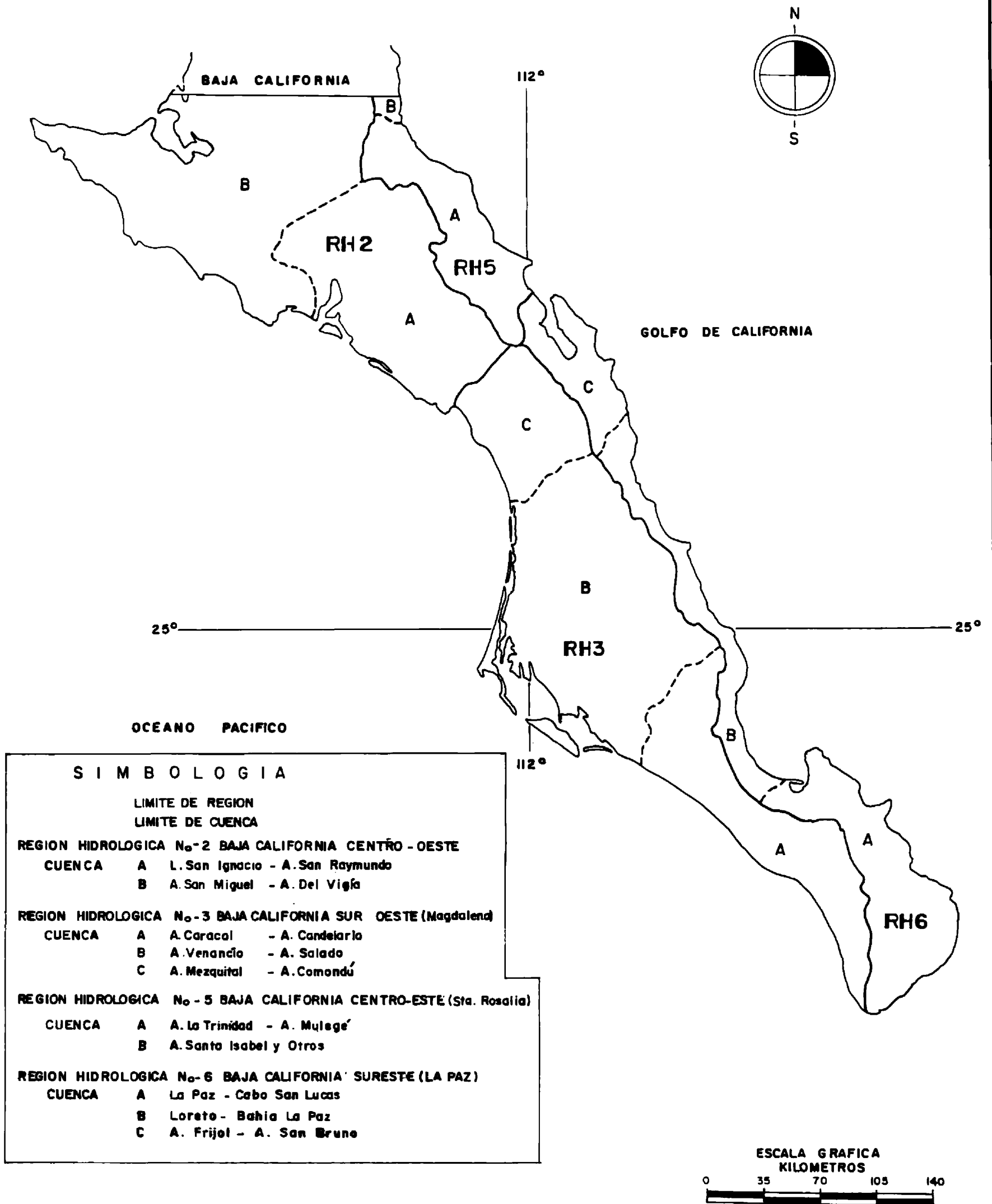
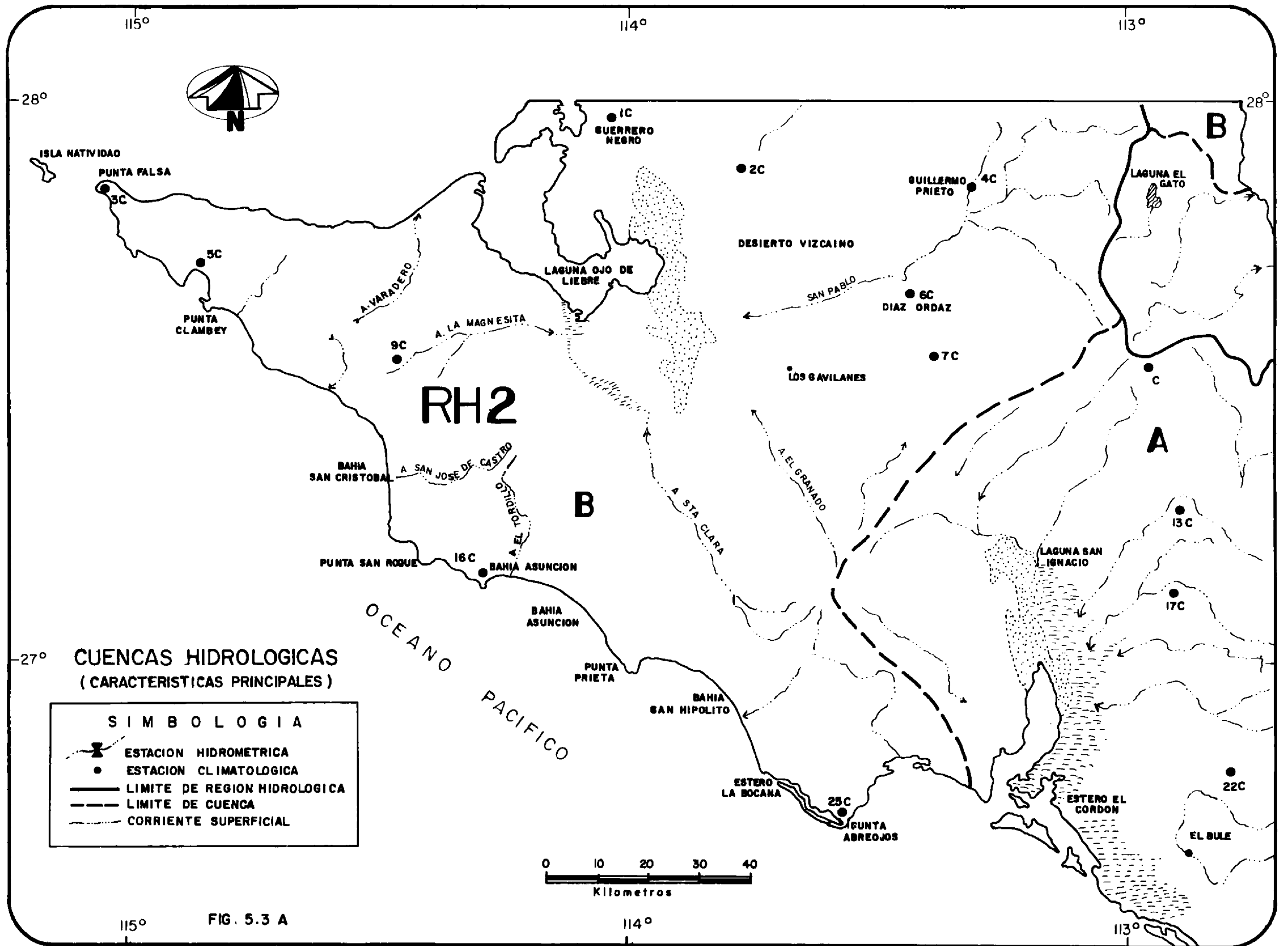


FIG. 5.2



**CUENCAS HIDROLOGICAS  
(CARACTERISTICAS PRINCIPALES)**

SIMBOLOGIA	
	ESTACION HIDROMETRICA
	ESTACION CLIMATOLOGICA
	LIMITE DE REGION HIDROLOGICA
	LIMITE DE CUENCA
	CORRIENTE SUPERFICIAL

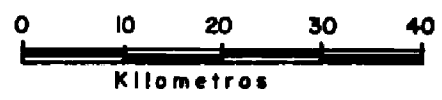
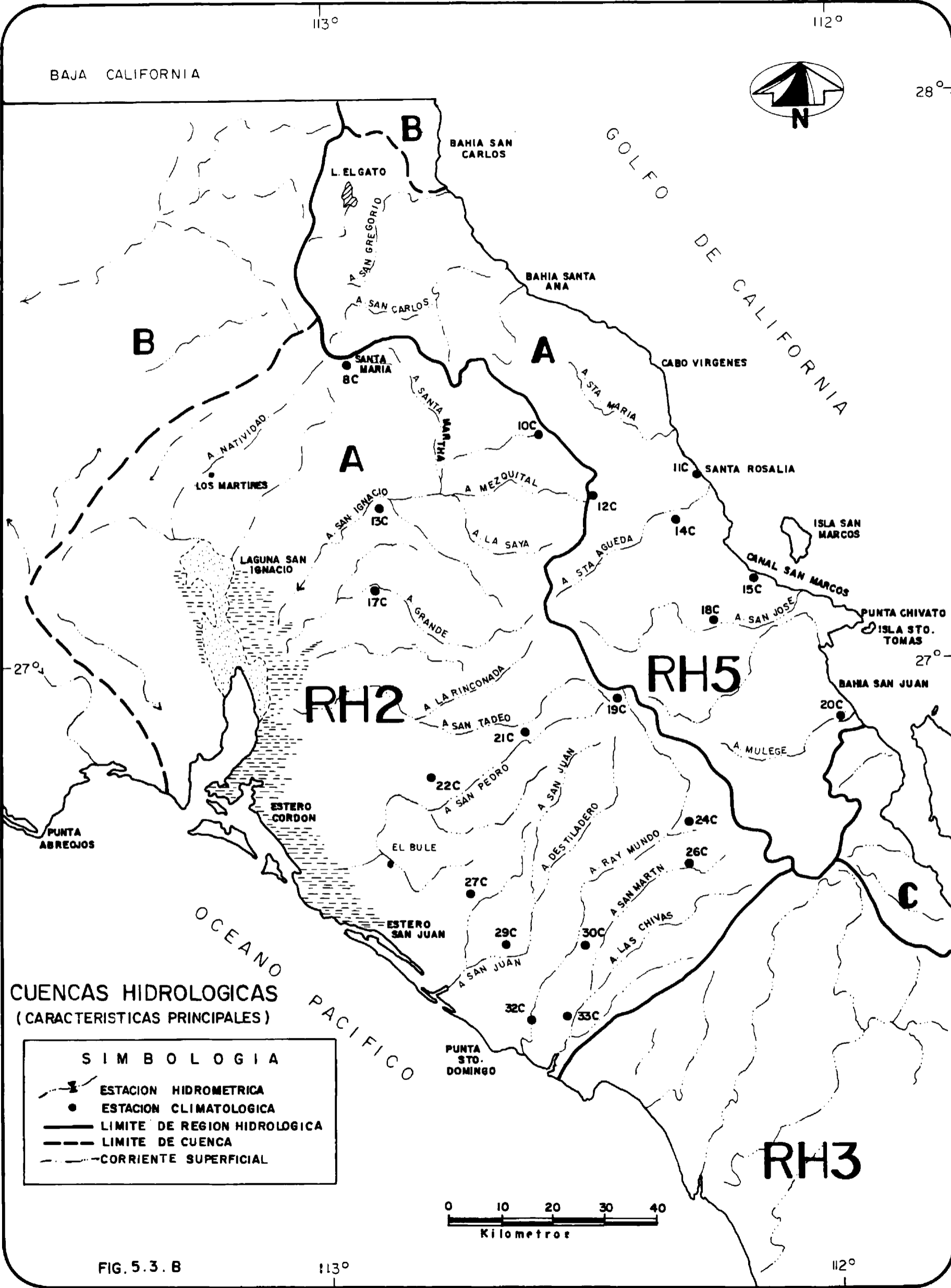


FIG. 5.3 A



**CUENCAS HIDROLOGICAS  
(CARACTERISTICAS PRINCIPALES)**

SIMBOLOGIA	
	ESTACION HIDROMETRICA
	ESTACION CLIMATOLOGICA
	LIMITE DE REGION HIDROLOGICA
	LIMITE DE CUENCA
	CORRIENTE SUPERFICIAL



FIG. 5.3. B

