

6. DIAGNÓSTICO INTEGRAL DEL MEDIO FÍSICO-NATURAL

En esta etapa se presenta el análisis de cambio de usos del suelo en el marco de los términos de referencia del presente proyecto, basado en un análisis comparativo de los mapas digitales:

- Mapa intitulado “Vegetación II” 1980, elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM, INEGI y SEMARNAT, Escala 1:250,000.
- Mapa intitulado “Vegetación III” 2002-2003, publicado por INEGI, Escala 1:250,000.

Es importante señalar, que dado que los archivos digitales citados se relacionan con el concepto de cobertura de suelo (Landcover) y no con usos de suelo (Landuse), resulta necesario encontrar un marco conceptual coherente para poder pasar de una semántica de cobertura hacia un significado en términos de usos. Salvo en la cobertura agrícola y urbana en donde los usos agrícolas y urbanos son evidentes, para otras coberturas no es posible extrapolar hacia un tipo de uso, como en la cobertura forestal de pino, no implica forzosamente un uso forestal maderable y de existir, no es seguro que se extienda en la totalidad de la unidad de paisaje considerada. En el presente estudio, se trabajo con coberturas del suelo 1980-2002-2003 de INEGI.

6.1 Caracterización del cambio de cobertura del suelo

La conversión humana de los hábitats naturales es la causa más grande de pérdida de diversidad biológica, funciones ecológicas, y alteraciones del ciclo hidrológico. El balance entre hábitat natural y paisaje humano puede determinar el futuro de la conservación de la biodiversidad en grandes áreas del planeta (Lee, *et al*, 1995 en Bocco y Mendoza, 1999).

La cobertura se refiere a los cuerpos naturales o artificiales que cubren la superficie del suelo, y pueden originarse de ambientes naturales como resultado de la evolución ecológica (bosques, lagunas, etc.) o de ambientes artificiales creados por el hombre (agricultura, asentamientos humanos, etc.). A fin de elaborar un estudio comparativo de las coberturas de suelo en 1980 y 2002-2003, se generó en primer lugar, una uniformización de categorías (*Cuadro 6.1*).

Cuadro 6.1
Categorización base para la comparación de las coberturas de suelo, (1980, 2002, 2003)

Categorías	Codificación
Cuerpos de agua	1
Zonas urbanizadas	2
Tular	3
Sin vegetación aparente	4
Vegetación halófila	5
Vegetación de dunas costeras	6
Vegetación de desiertos arenosos	7
Vegetación de galería	8
Chaparral	9
Bosque de encino	10
Bosque de pino	11
Bosque de táscate	12
Bosque de galería	13
Matorral desértico micrófilo	14
Matorral rosetofilo costero	15
Matorral desértico rosetofilo	16
Matorral crasicaule	17
Matorral sarco-crasicaule	18
Matorral sarcocaula	19
Mezquital	20
Pastizal natural	21
Pastizal inducido	22
Pastizal halófilo	23
Palmar	24
Agrícola-pecuaria-forestal	25

Fuente: Equipo COLEF, 2010

El resultado del proceso de uniformización es la conformación de una nueva categorización compuesta de las clases de cobertura para 1980 y 2002-2003, en total 25 categorías, uniformización que dio paso a un traspaso de formato vectorial hacia formato raster.

6.1.1 Cambios generales de cobertura de suelo 1980 y 2003

Los estudios de cobertura del suelo analizan y clasifican los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada; actualmente la cobertura del suelo cambia en base a múltiples factores, tanto naturales como antrópicos.

En el año de 1980, el 78.2% del territorio de Baja California estaba ocupado por seis categorías de cobertura: chaparral con 20.48%, matorral desértico micrófilo con 19.36%, matorral sarco-crasicaule con 16.57%, matorral desértico rosetófilo con 8.92%, actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 6.53% y matorral rosetófilo costero con 6.3%.

En el año 2003, el 77.9% de la cobertura estatal concentraba las mismas categorías: chaparral con 20.33%, matorral desértico micrófilo con 19.33%, matorral sarco-crasicaule con 16.59%, matorral desértico rosetófilo con 8.93%; actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 6.74% y matorral rosetófilo costero con 6.08%, donde las variaciones son mínimas.

Los cambios representativos aparecen en dos categorías de las veinticinco: las zonas urbanizadas (categoría 2) que en 1980 ocupaban 493.42 Km² (0.67% del total del territorio) en el año 2003 pasaron a 616.1 Km² (1.1%). El otro cambio notable, es en cuerpos de agua (categoría 1), que en 1980 contaba con 312.35 Km² y en 2003 con 210.06 Km² disminuyendo 102.29 Km².

El cambio general de cobertura de suelo entre 1980 y 2003, muestra un perfil de incremento medio anual leve (IMA) como se muestra en el Cuadro 6.2, y representa los porcentajes de variación en las coberturas, donde un valor negativo se refiere a una pérdida de cobertura, y un valor del porcentaje positivo, indica que la cobertura aumento.

Cuadro No. 6.2
Cambios globales en coberturas de suelo entre 1980 y 2003

Categorías	Superficie 1980 (Km ²)	Superficie 2003 (km ²)	IMA 1980-2003 (*)
1	312.35	210.06	-0.020000
2	493.42	816.1	0.021427
3	24.83	22.95	0.000000
4	3364.12	3500.9	0.001732
5	3425.73	3168.29	-0.003395
6	139.06	141.34	0.000708
7	1187.5	1171.4	-0.000594
8	393.82	387.65	-0.000687
9	15188.15	15029.76	-0.000456
10	27.25	25.64	-0.002648
11	1455.82	1436.23	-0.000589
12	262.95	263.62	0.000111
13	12.75	12.48	-0.000925
14	14370.58	14220.78	-0.000456
15	4673.37	4492.7	-0.001714
16	6611.47	6607.04	-0.000029
17	10.74	11.01	0.001074
18	12284.69	12271.14	-0.000048
19	4266.53	4314.98	0.000491
20	4.56	7.52	0.021256
21	0.54	0.81	0.017391
22	747.51	791.53	0.002488
23	33.83	33.56	-0.000346
24	22.95	23.36	0.000756
25	4843.17	4985.18	0.00125

Fuente: Equipo COLEF, 2010, (*) Incremento Medio Anual $(2(Ti-To)/(Ti+To))^* 1/n$

Las variaciones porcentuales entre periodos son muy tenues, y oscilan entre pérdidas de cobertura por -0.017024 (valor negativo), hasta crecimientos por 0.021427 (valor positivo); donde las coberturas de suelo que mostraron decrecimiento muy significativo, en orden de importancia, son: cuerpos de agua (Categoría 1) con tasa de -0.017024; tulares (Categoría 3) con -0.00342; vegetación halófila (Categoría 5) con -0.003395; bosques de encino (Categoría 10) con -0.002648 y matorral rosetófilo costero (15) con -0.001714 (*Cuadro 6.2*).

Otras categorías que experimentaron un incremento medio anual poco significativo: son bosque y vegetación de galería, vegetación de desiertos arenosos, bosque pino, chaparral, matorral desértico micrófilo, pastizal halófilo, matorral sarco-crasicaule, y matorral desértico rosetófilo.

Las coberturas restantes se caracterizan por un incremento de sus superficies durante el mismo periodo: zonas urbanizadas (Categoría 2) con una tasa de 0.02143; mezquital (Categoría 20) con 0.02126; pastizal natural (Categoría 21) con 0.01739; pastizal inducido (Categoría 22) con 0.00248; sin vegetación aparente (Categoría 4) con 0.0017325, además de las categorías que incluye terrenos para actividades agrícolas-pecuarias-forestales, palmar, vegetación de dunas y bosque de tascate, (*Mapa No.33 Indicador de cambio de cobertura, Anexo cartográfico*).

6.1.2 Cambios en la cobertura del suelo 2003-2023

Con la finalidad de comparar las coberturas del suelo en diferentes periodos, se analizan datos de 1980 y 2003, además de una proyección que comprende el periodo 2003-2023, utilizando 5 categorías: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja (*Cuadro 6.3*), resultando para el periodo 1980-2003 que la mayor área de cobertura se encuentra en el rango muy bajo y representa el 39.76% (25,860.8732 Km²), mientras que el menor porcentaje (6.68%) se encuentra en la categoría Muy alta y representa una superficie de 4,346.3431 Km².

Para el periodo 2003-2023, el 53.91% de la cobertura del suelo (35,066.1939 Km²) tiene una clasificación baja; el 13.92% con clasificación muy baja (9,054.5654 Km²); el 23.09% con clasificación media (15,019.3676 Km²), el 6.4% (4,222.5031 Km²) con clasificación alta, y finalmente el menor porcentaje 2.5% con clasificación muy alta con 1,678.5050 Km².

Cuadro 6.3
Cambios de cobertura del suelo 1980-2003 y 2003-2023

Cambio de Cobertura 1980-2003			Cambio de Cobertura 2003-2023	
Definición	Área km ²	Porcentaje	Área km ²	Porcentaje
Muy Alta	4,346.3431	6.6825	1,678.5050	2.5807
Alta	10,017.7125	15.4021	4,222.5031	6.4921
Media	13,558.4848	20.8460	15,019.3676	23.0921
Baja	11,257.7249	17.3086	35,066.1939	53.9139
Muy Baja	25,860.8732	39.7608	9,054.5654	13.9213
Total	65041.1385	100.0000	65041.1350	100.0000

Fuente: Equipo COLEF, 2010

La distribución de la cobertura del suelo por tipo de categoría se explica de la siguiente manera: una vez obtenidos los datos de la proyección de los cambios de cobertura del suelo en un rango de veinte años (2003-2023), se obtuvo que el 76.12% del territorio de Baja California está representado por las seis categorías que predominaban en 1980 y 2003: chaparral con 18.62%, matorral desértico microfilo con 17.80%, matorral sarco-crasicaule con 16.08%, matorral desértico rosetófilo con 10%; actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 7.60 y matorral rosetófilo costero con 6.02% (*Cuadro 6.4*).

Sin embargo, para la proyección del periodo 2003-2023 existen cambios significativos, donde la categoría de cuerpos de agua que en 1980 tenía 312.35616.1 Km² (0.28%), en 2003 tuvo una disminución con 210.06 Km² (0.42%), y para esta proyección contempla un aumento de 325.9263 Km² (0.49%); otra de las categorías que presentaron un aumento es el bosque de galería que en 1980 contaba con 12.75 Km² (0.02%) y en 2003 de 12.48 Km² (0.02%) y en la proyección 2003-2023 representa una superficie de 19.8368 Km² con un 0.03% (*Mapa No.34 Proyección de cambio de cobertura, Anexo cartográfico*).

Cuadro 6.4
Cambios en la cobertura del suelo, proyecciones 1980, 2003-2023

Categorías	Superficie 1980 (Km ²)	Superficie 2003 (Km ²)	Superficie 2003-2023 (Km ²)	Superficie 1980 (%)	Superficie 2003 (%)	Superficie 2003-2023 (%)
1	312.35	210.06	325.9263	0.42	0.28	0.49
2	493.42	816.1	1163.0710	0.67	1.10	1.73
3	24.83	22.95	16.4976	0.03	0.03	0.02
4	3364.12	3500.9	2975.1489	4.54	4.73	4.44
5	3425.73	3168.29	2902.1450	4.62	4.28	4.33
6	139.06	141.34	111.7209	0.19	0.19	0.17
7	1187.5	1171.4	1059.4882	1.60	1.58	1.58
8	393.83	387.65	609.4478	0.53	0.52	0.91
9	15188.15	15029.76	12487.9640	20.48	20.33	18.62
10	27.25	25.64	32.5037	0.04	0.03	0.05
11	1455.82	1436.23	1519.4864	1.96	1.94	2.27
12	262.95	263.62	277.9138	0.35	0.36	0.41
13	12.75	12.48	19.8368	0.02	0.02	0.03
14	14370.58	14220.78	11936.5920	19.38	19.23	17.80
15	4673.37	4492.7	4039.7400	6.30	6.08	6.02
16	6611.47	6607.04	6744.3278	8.92	8.93	10.06
17	10.74	11.01	8.9742	0.01	0.01	0.01
18	12284.69	12271.14	10787.1530	16.57	16.59	16.08
19	4266.53	4314.98	3887.9268	5.75	5.84	5.80
20	4.56	7.52	2.5801	0.01	0.01	0.000
21	0.54	0.81	0.3633	0.00	0.00	0.00
22	747.51	791.53	1018.5592	1.01	1.07	1.52
23	33.83	33.56	29.3476	0.05	0.05	0.04
24	22.95	23.36	18.5513	0.03	0.03	0.03
25	4843.17	4985.18	5,098.8431	6.53	6.74	7.60
	74157.6848	73946.0093	670737455	100	100	100

Fuente: Equipo COLEF, 2010

Otro cambio notable es en la vegetación de dunas costeras, que en 1980 y 2003 es constante (0.19%), y en la proyección 2003-2023 contempla una disminución con 0.17%, donde el resto de las categorías no presentan cambios tan marcados.

6.1.3 Metodología de probabilidades y matriz de transición

Una cadena de Márkov es una serie de eventos donde la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior, es un proceso estocástico discreto que cumple con la propiedad de Márkov, es decir, si se conoce la historia del sistema hasta su estado actual, su estado presente resume toda la información relevante para describir en probabilidad su estado futuro. Se representa por una secuencia X_1, X_2, X_3, \dots de variables aleatorias, donde el rango de las variables se define como espacio estado, y el valor de X_n es el estado del proceso en el tiempo n . Si la distribución de probabilidad condicional de X_{n+1} en estados pasados es una función de X_n por sí sola, entonces tenemos:

$$P(X_{n+1} = x_{n+1} | X_n = x_n, X_{n-1} = x_{n-1}, \dots, X_2 = x_2, X_1 = x_1) = P(X_{n+1} = x_{n+1} | X_n = x_n).$$

Donde, X_i es el estado del proceso en el instante i .

La probabilidad de ir del estado i al estado j en n unidades de tiempo es:

$$p_{ij}^{(n)} = \Pr(X_n = j | X_0 = i)$$

Las probabilidades de transición en n pasos satisfacen la ecuación de Chapman-Kolmogorov, esto es, para cualquier k tal que $0 < k < n$ se cumple que:

$$p_{ij}^{(n)} = \sum_{r \in E} p_{ir}^{(k)} p_{rj}^{(n-k)} \quad \text{donde } E \text{ denota el espacio de estados.}$$

6.1.4 Transición en cambios de cobertura y flujos de probabilidades 1980 y 2003

La matriz de transición de los cambios de cobertura de suelo en los años 1980 y 2003, permite detectar los flujos de cambio de una categoría en 1980 hacia diferentes categorías en el año 2003. La lectura del porcentaje de superficies que no cambio de cobertura entre el periodo analizado (número en la diagonal marcada) nos da idea sobre la importancia del cambio en la categoría, las lecturas en cada caso, a su derecha e izquierda, permite detectar las superficies a las que cambió y su nueva categoría en el 2003.

Existen ciertas diferencias entre los valores de cambio entre 1980-2003 y los valores de la matriz de transición de categorías de coberturas de suelo 1980-2003, que se generan en parte a errores cometidos por las fuentes en los procesos de fotointerpretación, y por otra, a la exageración del desfase cartográfico entre las dos fechas. De esta manera, la matriz *Cuadro 6.5*, nos arroja los siguientes datos:

- Categoría 1 (Cuerpos de agua) conservó al 2003 el 70.73% respecto al año 1980; el porcentaje restante se distribuyó como sigue: 40.06% de su superficie fue ocupada por territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales; 10.67% a la categoría sin vegetación aparente; 8.24% por chaparral; 4.98% por vegetación halófila; 2.49% por vegetación de galería y el resto 4.15% por diferentes categorías como pastizal inducido, matorral desértico rosetófilo, zonas urbanizadas.
- Categoría 2 (Zonas urbanizadas) aumentó en un 49.80%, por pérdida de otras coberturas como el 24.97% por territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales; 7.30% de chaparral, 5.44% a suelo sin vegetación aparente; 4.41% al pastizal inducido; 2.52% al matorral rosetófilo costero y 2.86% restante a matorral desértico micrófilo y vegetación halófila, entre otros.
- Categoría 3 (Tular) con variación negativa de 22.22% entre 1980 y 2003. Las categorías de donde se obtuvo son en un 8.19% a vegetación halófila; 4.68% para áreas sin vegetación aparente y 0.58% de vegetación de dunas costeras.
- Categoría 4, (Sin vegetación aparente) mostró un ligero incremento de 10.80%, que provino de cuerpos de agua con 6.05%; de vegetación halófila con 1.56%; de matorral desértico micrófilo 1.18%; territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 0.49% y el resto de vegetación de dunas costeras, desiertos arenosos, galerías, entre otras.
- Categoría 5 (Vegetación halófila) mostró un decremento de 11.15% en 2003 respecto a su cobertura en 1980, que fue absorbido por matorral rosetófilo costero en 2.12%; matorral sarco-crasicaule en 1.55%; matorral desértico rosetófilo en 1.54%; territorio sin vegetación aparente en 1.21%; vegetación de desierto arenoso en 1.19%; matorral desértico micrófilo en 0.77%; el 1.93% restante se distribuyó en áreas destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales, vegetación de galería, cuerpos de agua, pastizal halófilo y otros.
- Categoría 6 (Vegetación de dunas costeras) con incremento de 21.94% respecto al año 1980, por pérdida de suelo de vegetación halófila con 6.27%; territorio sin vegetación aparente con 2.47%; matorral rosetófilo costero con 2.28%; vegetación de galería y territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 0.57% cada uno y 0.28% restante por zonas urbanizadas.
- Categoría 7 (Vegetación de desiertos arenosos) mostró un ligero decremento en su superficie (8.77%), que se distribuyó en un 3.16% para vegetación halófila; 2.17% en matorral desértico micrófilo; 1.24% en suelo sin vegetación aparente; 0.66% en matorral sarco-caule y 0.78% en otras coberturas.
- Categoría 8 (Vegetación de galería) con ligero decremento en su cobertura entre 1980 y 2003, que se distribuyó en distintas categorías: matorral rosetófilo costero absorbió el 12.43%; matorral sarco-crasicaule 10.80%; chaparral con 10.25%; matorral desértico micrófilo 8.0%; territorio de actividades agrícolas-pecuarias-forestales 6.44%; matorral desértico rosetófilo 5.02%; vegetación halófila con 4.02% y el porcentaje restante por matorral sarco-caule, pastizal inducido, cuerpos de agua y zonas urbanas.
- Categoría 9 (Chaparral) con ligero decremento; el 93.13% de la cobertura de 1980 se mantuvo contante en 2003, y el 6.87% se distribuyó en territorio de actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 1.48%; bosque de pino con 1.46%; pastizal inducido con 1.16%; matorral rosetófilo costero con 1.14%, y en menor porcentaje matorral desértico micrófilo, bosque de tascate, matorral desértico rosetófilo.
- Categoría 10 (Bosque de encino) ocupa un porcentaje muy pequeño del total del territorio y la variación que presenta entre 1980 y 2003 es mínima e imperceptible. La disminución se distribuye en las categorías: 49.21% en chaparral; 5.76% en pastizal inducido; 3.14% territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales; 2.62% en matorral rosetófilo costero; 2.09% en vegetación de galería y un 1.57% en zonas urbanizadas.
- Categoría 11 (Bosque de pino) con ligero decremento en su superficie, la redistribución de esa pérdida de territorio (18.86% menos en 2003 respecto al territorio de 1980). De ese porcentaje, 14.91% del cambio pertenece ahora al chaparral; 2.25% a matorral desértico micrófilo y 0.93% a pastizal inducido.

- Categoría 12 (Bosque de tascate) con un aumento muy ligero respecto a su superficie en 1980, que fue ganado a las categorías: 14.97% a chaparral; 4.53% a pastizal inducido; 2.49% a matorral rosetófilo costero; 2.44% a bosque de pino; 1.12% a territorio para actividades agrícolas-pecuarias-forestales.
- Categoría 13 (Bosque de galería) con un decremento menos representativo. Entre 1980 y 2003 muestra una pérdida territorial, finalizando en 2003 con un 32.26% del total de 1980. El porcentaje se distribuyó en el chaparral con 56.99%; en matorral rosetófilo costero con 7.53%; vegetación de galería con 2.15% y el pastizal inducido con 1.08%.
- Categoría 14 (Matorral desértico micrófilo) con una pequeña pérdida territorial del total de 1980 que fue distribuida en el matorral desértico rosetófilo con 1.68%; en matorral sarco-crasicaule con 0.81%; chaparral con 0.38%; matorral sarcocaule con 0.32%; sin vegetación aparente 0.26% y el 1.04% restante en categorías como vegetación de desiertos arenosos, territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales, bosque de pino, entre otras.
- Categoría 15 (Matorral rosetófilo costero) con ligero decremento, 10.67% menor con respecto a su porcentaje ocupado en 1980. Las categorías que ganaron terreno fueron el chaparral con 4.42%; territorio de actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 1.81%; vegetación de galería 0.99%; vegetación halófila 0.96%; matorral sarco-crasicaule en 0.88% y matorral desértico rosetófilo en 0.53%.
- Categoría 16 (Matorral desértico rosetófilo) con un ligero decremento al conservar el 88.77% del territorio de 1980. El porcentaje restante fue absorbido por las categorías: matorral sarco-crasicaule con 4.39%; matorral desértico micrófilo con 3.64%; matorral sarcocaule con 1.03%; vegetación halófila con 0.66%; chaparral con 0.63% y matorral rosetófilo costero con 0.4%.
- Categoría 17 (Matorral crasicaule) mostró un incremento respecto al año 1980. Las categorías donde se obtuvo ese mínimo crecimiento fueron: matorral sarco-crasicaule con 24.39%; matorral desértico micrófilo con 9.76% y vegetación de galería con 3.66%.
- Categoría 18 (Matorral sarco-crasicaule) mostró un cambio muy pequeño en su porcentaje. El cambio de ocupación de esta categoría en 2003 fue de 5.72% menos respecto al 1980. Las categorías que ganaron superficie fueron el matorral desértico rosetófilo con 2.41%; matorral sarcocaule con 1.08%; matorral desértico micrófilo con 1.03%; matorral rosetófilo costero con 0.28% y vegetación halófila con 0.25%.
- Categoría 19 (Matorral sarcocaule) presentó un crecimiento muy pequeño, obtenido del matorral sarco-crasicaule con 3.09%; de matorral desértico rosetófilo con 1.65%; de matorral desértico micrófilo con 1.26%; 0.21% de vegetación de galería y el 0.37% restante entre vegetación halófila, palmar, sin vegetación aparente y vegetación de desiertos arenosos.
- Categoría 20 (Mezquital) mostró un crecimiento apenas perceptible, en cifras redondas no es distinguible. La ocupación de ésta categoría es muy pequeña. En 2003 permanecía un 35.71% del territorio de 1980, cuyo el crecimiento se dio en el matorral desértico micrófilo con 12.50% y en matorral sarco-crasicaule con 5.36%.
- Categoría 21 (Pastizal natural) es poco significativa, y muestra un desenvolvimiento positivo entre 1980 y 2003, y en este año se había mantenido el 33.33% del territorio en 1980, y el 66.67% ganado fue absorbido por las categorías: pastizal inducido con 33.33%; chaparral y bosque de pino con 16.67% cada una.
- Categoría 22 (Pastizal inducido) mostró un crecimiento perceptible, su ocupación en 1980 representaba el 46.01% respecto al 2003. El cambio se debe a que ciertas categorías cedieron porcentajes: chaparral con 26.51%; territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 8.80%; bosque de pino con 2.80%; matorral rosetófilo costero con 1.71%; bosque de tascate con 1.42%; matorral desértico micrófilo con 1.05%; matorral desértico rosetófilo con 0.86%; vegetación de galería con 0.66%; zonas urbanizadas con 0.44%, entre otros.
- Categoría 23 (Pastizal halófilo) mostró un decrecimiento mínimo, el territorio de 2003 representó el 56% en 1980, es decir, disminuyó un 44%, cediendo a las categorías: vegetación halófila con 13.60%; matorral rosetófilo costero con 4.80%; territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales y bosque de tascate con 4.40% a cada una; matorral sarco-crasicaule con 3.20%; tular con 2.80%; zonas urbanizadas con 1.60%; pastizal inducido con 0.80% y los cuerpos de agua con 0.40%.
- Categoría 24 (Palmar) tuvo un ligero crecimiento, el territorio ocupado por ésta en 1980, representaba el 64.94% respecto al territorio ocupado en 2003. Las categorías que permitieron dicho crecimiento fueron el matorral sarcocaule y el matorral sarco-crasicaule con 12.64% cada una; matorral desértico rosetófilo con 5.17% y matorral desértico micrófilo con 4.6%.
- Categoría 25 (Territorio destinado a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales) incrementó ligeramente. El porcentaje de ocupación era en 1980 de 81.16% respecto al 2003. Las categorías que permitieron este incremento fueron: chaparral con 5.64%; matorral rosetófilo costero con 4.72%; vegetación halófila con 1.76%; vegetación de galería con 1.63%; matorral desértico micrófilo con 1.40%; zonas urbanizadas con 1.01%; pastizal inducido con 0.91% y vegetación de desiertos arenosos con 0.55%, entre otros.

Cuadro 6.5
Matriz porcentual de transición de las categorías de cobertura de suelo entre 1980 (columna) y 2003 (hilera)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	29.27	0.64	0.00	10.67	4.98	0.00	0.06	2.49	8.24	0.00	0.38	0.19	0.00	0.06	0.38	0.96	0.00	0.13	0.06	0.00	0.00	1.28	0.00	0.00	40.06
2	0.12	49.80	0.00	5.44	0.46	0.02	0.08	0.41	7.30	0.00	0.35	0.05	0.00	1.38	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.41	0.00	0.00	24.97
3	0.00	0.00	77.78	4.68	8.19	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.05	0.02	0.09	89.20	1.56	0.12	0.13	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.02	0.01	0.00	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.49
5	0.31	0.05	0.06	1.21	88.85	0.23	1.19	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	2.12	1.54	0.00	1.55	0.08	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.76
6	0.00	0.28	0.00	2.47	6.27	78.06	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.19	0.00	0.57
7	0.01	0.00	0.00	1.24	3.16	0.00	91.23	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	0.00	0.33	0.00	0.19	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
8	0.62	0.55	0.00	0.03	4.02	0.35	0.00	37.88	10.25	0.03	0.00	0.00	0.00	8.00	12.43	5.02	0.00	10.80	2.32	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	6.44
9	0.01	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	93.13	0.10	1.46	0.27	0.06	0.43	1.14	0.21	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	1.48
10	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	49.21	35.60	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76	0.00	0.00	3.14
11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.91	0.00	81.14	0.36	0.00	2.25	0.07	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00	0.17
12	0.46	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	14.97	0.00	2.44	71.64	0.00	0.00	2.49	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.53	0.00	0.00	1.12
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	56.99	0.00	0.00	0.00	32.26	0.00	7.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00
14	0.01	0.04	0.00	0.26	0.18	0.00	0.24	0.08	0.38	0.00	0.21	0.00	0.00	95.23	0.00	1.68	0.00	0.81	0.32	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.22
15	0.02	0.01	0.01	0.07	0.96	0.05	0.00	0.99	4.42	0.00	0.02	0.20	0.00	0.00	89.33	0.53	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.21	0.04	0.00	1.81
16	0.00	0.00	0.00	0.02	0.66	0.00	0.04	0.21	0.63	0.00	0.01	0.05	0.00	3.64	0.40	88.77	0.00	4.39	1.03	0.00	0.00	0.12	0.00	0.03	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.76	0.00	0.00	62.20	24.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.04	0.25	0.00	0.01	0.21	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	1.03	0.28	2.41	0.03	94.28	1.08	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00
19	0.01	0.00	0.00	0.06	0.14	0.00	0.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	1.65	0.00	3.09	92.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	5.36	0.00	35.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	33.33	0.00	0.00
22	0.03	0.44	0.00	0.41	0.05	0.02	0.05	0.66	26.51	0.24	2.80	1.42	0.00	1.05	1.71	0.86	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	53.99	0.07	0.00	8.80
23	0.40	1.60	2.80	0.00	13.60	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	0.80	56.00	0.00	4.40
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	5.17	0.00	12.64	12.64	0.00	0.00	0.00	0.00	64.94	0.00
25	0.38	1.01	0.01	0.34	1.76	0.04	0.55	1.63	5.64	0.02	0.10	0.09	0.00	1.40	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.04	0.00	81.16

Cuadro 6.6
Matriz de flujos de probabilidades de transición de categorías de cobertura de suelo entre 1980 y 2003

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.29	0.01	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.40
2	0.00	0.50	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.25
3	0.00	0.00	0.78	0.05	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.06	0.00	0.00	0.89	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.89	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
6	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.78	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.38	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.12	0.05	0.00	0.11	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.49	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.81	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.02	0.72	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.57	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.89	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.62	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.94	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.92	0.00</					

Asimismo, se incluye la matriz de probabilidades de los cambios de cobertura de suelo (*Cuadro 6.6*), que muestra los porcentajes de cambio, donde la probabilidad traduce la esperanza calculada de las superficies de la categoría analizada para quedarse en la misma categoría y las probabilidades observables de cambiar hacia otras. Las probabilidades observables pueden dar paso a proyecciones tendenciales a futuro que tendrán el peso de probabilidades teóricas:

La Categoría 1 (Cuerpos de agua), es el valor ubicado a lo largo de la diagonal principal, tiene probabilidad de 0.29 de quedarse en la misma categoría y 0.40 para pasar a la categoría del territorio destinado para actividades agrícolas-pecuarias-forestales, 0.11 a la categoría de áreas sin vegetación aparente, 0.08 para chaparral, 0.05 para vegetación halófila y 0.02 para vegetación de galería, los mismo para las 24 restantes.

6.1.5 Proyecciones tendenciales de cobertura de suelo a 10 y 20 años.

Las proyecciones para los cambios de coberturas y usos de suelo se realizaron a partir de las matrices de Markov, que son tablas que contienen en un eje los tipos de cobertura de suelo en el año base y en otro eje, las mismas categorías en el segundo tiempo (2003 y 2013-2023).

6.1.6 Indicador de cambio en la cobertura de suelo entre 1980 y 2000

El indicador de cambio en la cobertura de suelo entre 1980 y 2000 para las unidades de paisaje dictaminadas en la Caracterización del presente estudio, fue calculado utilizando la técnica de los componentes principales que permite realizar un comparativo basado en los espacios delimitados por las varianzas-covarianzas. De acuerdo al *Cuadro 6.7*, se describe el Flujo de probabilidades de cambio de cobertura para las distintas categorías en un período de 10 años:

- Categoría (1) Cuerpos de agua, la probabilidad a 10 años de que la superficie ocupada en 2003 se mantenga es de 29% (0.29) y la probabilidad de que cambie es de 71% (0.71), destacando la categoría sin vegetación aparente con una probabilidad de 0.61, actividades agrícola-pecuaria-forestal con 0.05, vegetación halófila con 0.02 y vegetación de galería y 0.01, tal como se muestra en el Cuadro 6.7.
- Categoría (2) Zonas urbanizadas, la probabilidad de permanencia es del 78% (0.78), y la probabilidad de que otras categorías puedan ocupar su superficie es de 0.22, destacando las categorías de terrenos destinados a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 0.14; el chaparral con 0.03; matorral desértico micrófilo con 0.02; vegetación de galería con 0.01 y pastizal inducido con 0.01.
- Categoría (3) Tular, la probabilidad de permanencia es del 74% (0.74), y la probabilidad de que otras categorías ocupen el área que ocupó el tular en el 2003 es de 0.26, destacando las categorías de áreas sin vegetación aparente con 0.12; vegetación halófila (0.07), pastizal halófilo (0.05), matorral rosetófilo costero (0.01) y terrenos para actividades agrícolas-pecuarias-forestales con una probabilidad de 0.01.
- Categoría (4) Sin vegetación aparente, su probabilidad de permanencia es del 83%, y la probabilidad de que otras categorías ocupen el área que ocupó en el 2003 es de 17%; destacando las zonas urbanizadas con 0.04, cuerpos de agua (0.03), matorral desértico micrófilo (0.03), vegetación de desiertos arenosos (0.01) y agrícola-pecuaria-forestal (0.01).
- Categoría (5) Vegetación halófila, con probabilidad de permanencia del 80%, y probabilidad de que otras categorías ocupen el área que ocupó en el 2003 de 0.20, en las categorías indicadas en el Cuadro 6.7
- Categoría (6) Vegetación de dunas costeras, con probabilidad de permanencia del 79%, y probabilidad de que otras categorías ocupen el área que ocupó la vegetación de dunas costeras en el 2003 es de 0.2
- Categoría (7) Vegetación de desiertos arenosos, con 81% de probabilidad de no cambiar la cobertura ocupada en 2003 y un 0.19 de probabilidad de cambio a las categorías indicadas en el Cuadro 6.7.
- Categoría (8) Vegetación de galería, con probabilidad de permanencia del 48%, y una alta probabilidad de cambio en la cobertura que ocupó en 2003 del 62%.
- Categoría (9) Chaparral, presenta una de las probabilidades más altas de permanencia con un 82%; y la probabilidad de modificación de cobertura es de 18% (0.18) en las categorías indicadas en el Cuadro 6.7
- Categoría (10) Bosque de encino, muestra una gran probabilidad de permanencia para el año 2013 del 45% (0.45) y presenta un 55% de probabilidad de cambio a otras categorías.
- Categoría (11) Bosque de pino, con una probabilidad de 0.77 de mantener la cobertura del 2003, y la posibilidad de cambio a otras categorías es para chaparral de 0.18, matorral desértico micrófilo con 0.02, pastizal inducido 0.02, y bosque de tascate con 0.01.
- Categoría (12) Bosque de tascate, presenta una probabilidad de 0.73 de mantener el área similar a la ocupada en 2003 y las categorías que tienen probabilidad de modificar la cobertura del bosque de tascate son chaparral con 14%, pastizal inducido con 5%, matorral rosetófilo costero con 3%, bosque de pino con 2% y con el 1% se encuentran el matorral desértico rosetófilo y las actividades agrícolas-pecuarias-forestales. Categoría (13) Bosque de galería, presenta una probabilidad de 0.43 de mantener el área similar a la ocupada en 2003, y una probabilidad de cambio de la cobertura ocupada en 2013 de 0.57 en la categoría de chaparral.

Cuadro 6.7
Flujo de probabilidades de cambio de cobertura y usos de suelo en 10 años

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.29	0.00	0.00	0.61	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
2	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.14
3	0.00	0.00	0.74	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
4	0.03	0.04	0.00	0.83	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	0.01	0.00	0.00	0.02	0.80	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
6	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.79	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
8	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.48	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.03	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.18
9	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.82	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.77	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.02	0.73	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.83	0.00	0.06	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.81	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.68	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.07	0.00	0.83	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.08	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.05
23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.69	0.00	0.06
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.03	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00
25	0.04	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.78

Fuente: Equipo Colef, 2010: (1) Cuerpos de agua; (2) Zonas urbanizadas, (3) Tular; (4) Sin vegetación aparente; (5) Vegetación halófila; (6) Vegetación de dunas costeras (7) Vegetación de desiertos arenosos; (8) Vegetación de galería; (9) Chaparral; (10) Bosque de encino; (11) Bosque de pino; (12) Bosque de tascate; (13) Bosque de galería; (14) Matorral desértico micrófilo; (15) Matorral rosetófilo costero; (16) Matorral desértico rosetófilo; (17) Matorral crasicaule; (18) Matorral sarco-crasicaule; (19) Matorral sarco-caule; (20) Mezquital; (21) Pastizal natural; (22) Pastizal inducido; (23) Pastizal halófilo; (24) Palmar; (25) Agrícola-pecuaria-forestal.

Cuadro 6.8
Flujo de probabilidades de cambio de cobertura y usos de suelo en 20 años.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.19	0.00	0.00	0.69	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2	0.00	0.72	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.17
3	0.00	0.00	0.65	0.17	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
4	0.02	0.04	0.00	0.81	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
5	0.01	0.00	0.00	0.03	0.76	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
6	0.00	0.00	0.00	0.06	0.10	0.74	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
8	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.35	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.04	0.00	0.07	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.22
9	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.79	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.05
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.57	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.03
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.70	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.03	0.64	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.81	0.00	0.06	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
15	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.09
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.77	0.00	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.57	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.08	0.00	0.81	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.26	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.07
23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00				

- Categoría (14) Matorral desértico micrófilo, con una alta probabilidad de mantener la cobertura del 2003 del 83%, y 17% de probabilidad de cambio en las categorías descritas en el Cuadro 6.7
- Categoría (15) Matorral rosetófilo costero, presenta una alta probabilidad de mantener la cobertura del 2003 del 80%, y una probabilidad de modificación de la cobertura al 2013 respecto a la ocupada en 2003 de 0.20.
- Categoría (16) Matorral desértico rosetófilo, tiene una probabilidad de 0.81 para mantener su cobertura en 2013 respecto al 2003, y una probabilidad de cambio del 19% en distintas categorías.
- Categoría (17) Matorral crasicaule, tiene probabilidad de permanencia de 0.68 (68%) y una probabilidad de modificación de la cobertura al 2013 respecto a la ocupada en 2003 de 0.32 (32%).
- Categoría (18) Matorral sarco crasicaule, con alta probabilidad de permanencia (83%), y la probabilidad de cambio de 0.17 que pueden darse en distintas las categorías (Cuadro 6.7)
- Categoría (19) Matorral sarcocaula, con alta probabilidad de permanencia de 83% (0.83) para mantener su cobertura en 2013 respecto al 2003, y una probabilidad de modificación de la cobertura al 2013 respecto a la ocupada en 2003 de 0.17 (17%)
- Categoría (20) Mezquital, con probabilidad de permanencia de 0.65 al año 2013, mientras que el matorral desértico micrófilo tiene un 0.35 de modificar la cobertura ocupada por el mezquital en el 2003.
- Categoría (21) Pastizal natural, con una probabilidad de permanencia de 0.59 al año 2013, y una probabilidad de 0.41 de cambio de la superficie ocupada en el año 2003 por las categorías de bosque de pino con .022 y el matorral desértico micrófilo con 0.19.
- Categoría (22) Pastizal inducido, con una probabilidad de 64% de mantener su cobertura para el año 2013, y con probabilidad de modificación a otras categorías del 36%.
- Categoría (23) Pastizal halófilo, tiene 0.69 de probabilidades de mantener la cobertura que poseía en el año 2013 y una probabilidad de cambio a las categorías de vegetación halófila con 0.11, actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 0.06, matorral rosetófilo costero con 0.05, matorral sarcocaula con 0.05, pastizal inducido con 0.02, sin vegetación aparente 0.01 y vegetación de dunas costeras 0.01.
- Categoría (24) Palmar, presenta 0.70 de probabilidad de mantener la cobertura que poseía en 2003, y una probabilidad de modificar la cobertura de 0.30.
- Categoría (25), Terrenos destinados a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales presenta un 0.78 de probabilidad de mantener la cobertura que poseía en 2003, y un 0.22 de probabilidad de modificación de cobertura a otras categorías, como se indica en el Cuadro 6.7.

Debido a que la mayoría de los cambios se producen por el desarrollo de las actividades socioeconómicas de la población humana, y en menor medida por cambios naturales cuyos efectos se observan a largo plazo, los cambios en el breve espectro temporal analizado de diez y veinte años, son por igual pequeños.

De acuerdo al *Cuadro 6.8*, que describe el Flujo de probabilidades de cambio de cobertura para las distintas categorías en un período de 20 años, arroja que son pocas las categorías que verán disminuida su cobertura respecto al año 2003:

- Categoría Cuerpos de agua (1) al contar apenas con un 19% de probabilidad de permanencia, las categorías que tienen más probabilidades de absorber los posibles decrementos en la cobertura de los cuerpos de agua son las áreas sin vegetación aparente con 69%, la cobertura de terrenos destinados a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales con 6% y la vegetación halófila con 3%
- Categoría Bosque de galería (13) con un 30% y sus probabilidades de cambio son 17% a la cobertura agrícola-pecuaria-forestal, 5% al chaparral, matorral desértico micrófilo con 2% y la vegetación de galería y halófila con 1% cada una
- Bosque de encino (10) con un 0.35 de probabilidades de permanecer con la cobertura del año 2003 y las probabilidades de que su cobertura cambie a otras categorías es 0.57 al chaparral, 0.07 al pastizal inducido, 0.03 a la cobertura agrícola-pecuaria-forestal
- Vegetación de galería (8) con un 0.35 de mantener la cobertura del 2003 y 0.22 de pasar a la cobertura de terrenos destinados a las actividades agrícolas-pecuarias-forestales, 0.12 al matorral rosetófilo costero 0.07 al chaparral y al matorral sarco-crasicaule, 0.04 al matorral desértico rosetófilo, 0.03 a la vegetación halófila y al matorral desértico micrófilo;
- Pastizal natural (21) con 46% de mantener su cobertura de 2003, y un 27% de que cambie en las coberturas del matorral desértico micrófilo y bosque de pino.

Del total de las 25 categorías, veinte presentan probabilidades de persistencia superiores al 50%, que significa que la mayoría muestra probabilidades de cambio muy pequeñas, donde destacan las siguientes principalmente:

- Áreas sin vegetación aparente, tiene un 0.81 de conservar la cobertura del año 2003, y 0.04 de probabilidades de que las zonas urbanizadas, la vegetación halófila y el matorral desértico micrófilo se absorban el cambio.

- Matorral desértico micrófilo, tiene 0.81 de probabilidad de persistencia respecto al 2003, y probabilidades de cambio se presentan en el matorral desértico rosetófilo con 0.06, el matorral sarco-crasicaule con 0.03, la cobertura agrícola-pecuaria-forestal y el chaparral, ambos, con 0.02.
- Matorral sarco-crasicaule, con probabilidad de 0.81 de que en el año 2023 conserve la superficie del 2003, y sus probabilidades de cambio son al matorral desértico rosetófilo de 0.08, matorral sarcocaule con 0.04, matorral desértico micrófilo con 0.03 y vegetación halófila y de galería con 0.01.
- Matorral sarcocaule, presenta una probabilidad de persistencia de 0.80 y sus probabilidades de cambio se presentan en el matorral crasicaule con 0.10, el matorral desértico rosetófilo con 0.05, el matorral desértico micrófilo con 0.03 y con la vegetación de desiertos arenosos y de galería en 0.01, a cada una.
- Chaparral, es otra categoría con alta probabilidad de persistencia (0.79) y las probabilidades de cambio se distribuyen entre la cobertura agrícola-pecuaria-forestal con 0.05, el pastizal inducido y el bosque de pino con 0.04, cada una y el matorral rosetófilo costero con 0.03.
- Vegetación de desiertos arenosos presenta una probabilidad de 0.78 de persistencia respecto al 2003 y sus probabilidades de cambio aparecen en la vegetación halófila con 0.08, el matorral desértico micrófilo con 0.07, la cobertura agrícola-pecuaria-forestal con 0.06 y matorral sarcocaule y áreas sin vegetación aparente con 0.01.

6.1.7 Proyecciones tendenciales de cobertura de suelo al 2015 y 2020

Se generaron tendencias de cobertura de suelo para los años 2015 y 2020 (*Cuadro 6.9*) y fueron obtenidas de proyecciones lineales a partir de las tasas de incremento medio anual en cada categoría de cobertura de suelo de 1980 a 2003. En este sentido, las proyecciones tendenciales son construidas bajo el supuesto de la continuidad del modelo de consumación del espacio que prevaleció en el periodo analizado entre 1980 y 2003, periodo que estuvo compuesto de etapas con gran expansión como racionalización que caracterizaron los ciclos económicos y naturales presentes en la región.

Cuadro 6.9
Tasas medias de variación de cobertura de suelo por categorías, 2015 y 2020

Categorías	2015	2020
1	-0.2	-0.29
2	0.26	0.36
3	-0.04	-0.06
4	0.02	0.03
5	-0.04	-0.06
6	0.01	0.01
7	-0.01	-0.01
8	-0.01	-0.01
9	-0.01	-0.01
10	-0.03	-0.05
11	-0.01	-0.01
12	0.0	0.0
13	-0.01	-0.02
14	-0.01	-0.01
15	-0.02	-0.03
16	0.0	0.0
17	1.04	1.47
18	0.0	0.0
19	-1.04	-1.47
20	0.26	0.36
21	0.21	0.3
22	0.03	0.04
23	0.0	-0.01
24	0.01	0.01
25	0.02	0.02

Fuente: Equipo COLEF, 2010

Aunque los cambios esperados en varias categorías son nulos, algunas muestran cambios negativos y otros cambios positivos, pero poco significativos, donde 13 de las 25 categorías analizadas, se encuentran en el primer grupo que incluye coberturas que exponen pérdidas, mientras que las 12 restantes muestran ligeros incrementos en su cobertura.

Las categorías que presentarán posibles decrecimientos en las coberturas de acuerdo a las proyecciones, son: los cuerpos de agua, espera un decrecimiento de 0.2% para el 2015 y para el 2020 de 0.3%; el tular y la vegetación halófila con decrecimientos mínimos por 0.04% y 0.06% para el 2015 y 2030, respectivamente; la vegetación de desiertos arenosos, vegetación de galería, chaparral, bosque de pino y matorral desértico micrófilo del 0.01%, que se mantiene constante entre 2015 y 2020; el bosque de encino con un 0.03% en 2015 y 0.05% en 2020; el bosque de galería con 0.01 en el 2015 y 0.02 en 2020; matorral rosetófilo costero experimentará pérdidas en su cobertura por 0.02% en 2015 y 0.03% en 2020; el matorral sarcocaulé experimentará un decrecimiento de 1.04% en el 2015 y de 1.47% para el año 2020; y el pastizal halófilo mantendrá constante su superficie en 2015 y en el año 2020 un ligero decrecimiento de 0.01%

Las categorías que muestran crecimientos en sus coberturas son: Zonas urbanizadas con una probabilidad de crecimiento de 0.26% en 2015 y 0.36% en el año 2020; los terrenos sin vegetación aparente con un 0.02% para el 2015 y 0.03% para el 2020; la vegetación de dunas costeras y palmar con crecimiento del 0.01% en el 2015 y se mantiene constante en el 2020; matorral crasicaulé con un crecimiento notable al 2015 de 1.04% y que incrementa a 1.47% en el 2020; el mezquital con aumentos de cobertura al 2015 en orden de 0.26% y 0.36% en el 2020; el pastizal natural con crecimiento en su cobertura en el 2015 de 0.21% y en 2020 con 0.3%; y el pastizal inducido con 0.02% en 2015 y de 0.04% en 2020.

6.2 Factores de riesgo en la entidad: riesgos mayores naturales

6.2.1 Bases para su conceptualización

De acuerdo al Programa Nacional de Protección Civil 2001-2006, la problemática de riesgos se enfoca bajo la perspectiva de condiciones de riesgo enfatizadas en término de “desastre” definido como: “...un evento concentrado en tiempo y espacio en el cual la sociedad o una parte de ella sufre un daño severo y pérdidas para sus miembros...”. Esta perspectiva incluye las manifestaciones naturales violentas, emergencias químicas y ambientales, los fenómenos socio-organizacionales y sus impactos sobre el desarrollo.

6.2.2 Entorno de la modelización de riesgos

Para la caracterización de riesgos mayores los principales obstáculos que se presentan son la escala solicitada en los estudios de ordenamiento (1:250,000) que representa una limitante en la representación y significación de fenómenos; la poca disponibilidad de datos geográficos y cartográficos que lleva a la exclusión de eventos y fenómenos como la sequía y desertificación, y el limitado conocimiento de la interacción de factores bióticos y abióticos.

Para el presente estudio se seleccionaron los riesgos definidos como terremotos, maremotos, incendios forestales e inundaciones, siendo el objetivo principal el generar el Indicador de Riesgos Mayores Naturales (IRMN) y el Indicador de Vulnerabilidad Social a Riesgos Mayores Naturales (IVS-IRM) con clases Alta, Muy Alta, Media, Baja y Muy Baja.

6.2.3 Determinación del Indicador de Riesgos Mayores Naturales (IRMN)

Los Riesgos Mayores Naturales son una noción construida en el marco de la confrontación de un potencial de peligro y los intereses en juego en un espacio dado que permite una apreciación sintética de cuatro acontecimientos: sismos, maremotos, incendios e inundaciones, que se sustenta en la frecuencia y severidad de los acontecimientos, fijando valores del IRMN de 0 y 1, donde los ciclos de acontecimiento de largo plazo como sismos y maremotos tendrán una cuarta parte de la unidad de ponderación. Los acontecimientos de mediano plazo como las inundaciones tendrán la mitad de la unidad de ponderación y los acontecimientos de corto plazo tendrán una unidad de ponderación completa, de acuerdo a la siguiente ecuación integral, donde X constituye la unidad base de ponderación:

$$X/4 (\text{Sismos}) + X/4 (\text{Maremotos}) + X/2 (\text{Inundaciones}) + X (\text{Incendios}) = 1$$

La resolución de la ecuación anterior arroja una unidad de ponderación base de $X = 0.5$ y los acontecimientos del indicador tendrán entonces los siguientes coeficientes de ponderación:

Sismos: 0.125; Maremotos: 0.125; Inundaciones: 0.25; Incendios: 0.5

La valoración del IRMN se obtiene sumando, por cada acontecimiento, el producto de la valoración del riesgo por su coeficiente de ponderación con la fórmula siguiente:

$$\text{IRMN}_i = 0.125 * (\text{Valoración sismos})_i + 0.125 * (\text{V. maremotos})_i + 0.25 * (\text{V. inundaciones})_i + 0.5 * (\text{V. incendios})_i$$

El cálculo del IRMN por cada unidad de paisaje es seguido por una clasificación del indicador en clase alto, mediano y bajo, según los cortes naturales operados en el histograma de frecuencias y la afectación de cada clase a su unidad de correspondencia, que traduce la amplitud de los riesgos mayores en cada unidad de paisaje (**Mapa No.35 Indicador de vulnerabilidad social a riesgos mayores, Anexo cartográfico**).

La valoración de los riesgos mayores naturales individualmente fue determinada para cada unidad de paisaje según una lógica binaria de Presencia-Ausencia, y se otorga el valor 1 a la presencia y el valor 0 a la ausencia del riesgo. La presencia-ausencia por cada riesgo natural en las unidades de paisaje se generó a partir de una modelización extrapolada de una expresión o valoración conocida de los propios acontecimientos relacionados con los riesgos en cuestión.

6.2.4 Análisis del Indicador de Riesgos Mayores Naturales en Baja California

Los resultados de los cálculos del indicador de riesgos naturales, *Cuadro 6.1*, muestran que en la clase alta se ubican 26 unidades con un área de 11,017.639 Km² que representa el 16.93%, en la categoría media representa el 17.39% que comprende 23 unidades que equivale a 11,313.840 Km². El mayor número de unidades se concentran en la categoría baja con 223 lo que equivale al 48.367% (31,458.224 Km²), en el rango muy baja cubre una superficie de 17.29 % y contiene 22 unidades con 11,251.435 Km².

Cuadro 6.10
Indicador de Riesgos Naturales

Riesgos Naturales			
Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Alta	26	11,017.639	16.939
Media	23	11,313.840	17.395
Baja	223	31,458.224	48.367
Muy Baja	22	11,251.435	17.299
Total	294	65,041.139	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

6.3 Indicadores de vulnerabilidad social a los riesgos mayores (IVS-IRM)

El Indicador de Vulnerabilidad Social a los Riesgos Mayores Naturales (IVS-IRMN) es un indicador sintético para la apreciación del deterioro social causado por los riesgos mayores, y mide conjuntamente la incidencia de los riesgos mayores, tomando en cuenta el potencial de intervención de los diferentes actores para minimizar las pérdidas y coadyuvar en la reactivación de las actividades normales (**Mapa No.36 Indicador de Riesgos Mayores Naturales, Anexo cartográfico**), y consiste en sumar el Indicador de Incidencia de los Riesgos Mayores Naturales (IIRMN) y el Indicador de la Capacidad de Intervención (ICI).

El IIRMN mide el grado de incidencia de los riesgos mayores en las unidades del paisaje que cuentan con población, partiendo del supuesto de que la incidencia de los riesgos crece con la densidad de población que se traduce en la siguiente ecuación:

$$\text{IIRMN}_i = (\text{IRMN}_i) * (D_i), \text{ donde,}$$

IRMN_i: Indicador de riesgos mayores naturales en la unidad de paisaje considerada;

D_i: Densidad de población por Km² de la unidad de paisaje considerada;

Para el caso de las unidades de paisaje con una población nula, el indicador IIRMN es nulo y traduce la ausencia de cualquier incidencia social directa, para otras unidades del paisaje el IIRMN resultante se estandariza entre un mínimo de 0 y un máximo de 0.5.

6.3.1 Análisis del Indicador Compuesto de Vulnerabilidad Social a Riesgos Mayores

El Indicador de Vulnerabilidad Social a Riesgos Mayores (IVS-IRM), que permite apreciar el deterioro social presenta el 38.32% equivalente a 53 unidades que se ubican en una alta vulnerabilidad social a riesgos mayores abarcando un área de 24,928.663 Km².

Este mismo indicador (*Cuadro 6.1*), presenta 43 unidades dentro del rango medio con una superficie de 18,500.785 Km² equivalente al 28.44% de la superficie total; el rango bajo reúne 25 unidades que representan el 9.88% con una superficie de 6,427.535 Km², y el rango muy bajo, concentra 173 unidades que representan el 23.345% con 15,184.157 Km².

Cuadro 6.11
Indicador de vulnerabilidad social a los riesgos mayores

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Alta	53	24,928.663	38.328
Media	43	18,500.785	28.445
Baja	25	6,427.535	9.882
Muy Baja	173	15,184.157	23.345
Total	294	65,041.139	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

6.4 Indicadores de naturalidad y fragilidad frente a la actividad humana

Con la finalidad de conocer el estado de la flora y fauna se construyeron indicadores de naturalidad y su vulnerabilidad a la actividad humana que refleja su interrelación.

6.4.1 Bases para determinar el indicador de la fragilidad natural

En la elaboración de los indicadores de tipo ambiental y social definidos por los conceptos de fragilidad, presión y vulnerabilidad se usaron las recomendaciones del Instituto Nacional de Ecología (INE, 2000), donde las bases de datos de fauna y flora fueron ajustadas según el tamaño de la colecta, con una esperanza de representación de la colecta fijada al 80% del total estatal, permitiendo determinar potenciales de flora y fauna.

6.4.2 Determinación del Indicador Compuesto de Presión (IP)

El Indicador Compuesto de Presión se refiere a las actividades humanas que ejercen una presión en el ambiente cambiando su calidad y la de los recursos, y se compone sumando los indicadores de población, cambio en el uso de suelo, extracción de agua, minas y fragmentación. Para su determinación se tomó en consideración la serie base de los siguientes indicadores:

Presión por indicador de población (IPO), consiste en sumar la población de las localidades de la unidad considerada en el 2000 y la tasa de crecimiento poblacional en la misma unidad entre 1995-2000.

$$IPO = Pob_{2000} (1) + T Pob_{1995-2000} (.5)$$

Donde:

IPO = Índice de presión por población

Pob₂₀₀₀ = Población en localidades de cada unidad de acuerdo al Censo 2000 con una ponderación de 1.

T Pob₁₉₉₅₋₂₀₀₀ = Tasa de crecimiento poblacional en localidades de cada unidad entre el Censo de 1995 y el Censo 2000 con una ponderación de 0.5.

Cambio en los usos del suelo (IUS), consiste en sumar la proporción de cambio de usos de suelo urbanos y usos agropecuarios entre 1980-2000.

$$IUS_{1980-2000} = P \text{ Urbano} + P \text{ Agropecuario}$$

Donde:

IUS₁₉₈₀₋₂₀₀₀ = Índice de cambio de uso de suelo entre 1980 y 2000 según el Inventario Nacional Forestal.

P= Proporción de cambio de uso de suelo urbano y agropecuario entre 1980 y 2000

Indicador de presión por extracción de agua (IPEA), que representa el Número de pozos por unidad de manejo ambiental.

Indicador de presión por minas (IPM), representa el número de minas por unidad de manejo ambiental.

Indicador de presión por fragmentación (IPF), es la suma de la longitud en Km de carreteras de estado

lfr = Kilómetros de carreteras y brechas + Kilómetros de carretera transpeninsular + Kilómetros de terracería

La suma de la estandarización de indicadores anteriores, genera un indicador compuesto de presión (IP) según:

$$IP = IPO + IUS + IA + IM + lFr$$

Donde:

IP = Índice compuesto de presión

IPO = Índice de población

IUS = Índice de uso de suelo

IA = Índice de agua

IM = Índice de minas

lfr = Índice de fragmentación

6.4.2.1 Análisis del indicador compuesto de presión (IP)

El análisis del indicador compuesto de presión (*Cuadro 6.12*), presenta 16 unidades en clase muy alta con una extensión de 6,625.942 Km² equivalente al 10.23%, y la clase alta concentra 42 unidades que representa el 20.017% con una extensión de 13,019.180 Km², cuya cobertura, en ambos casos, ha sido transformada a uso de suelo urbano.

Cuadro 6.12
Indicador de presión

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	16	6,655.942	10.233
Alta	42	13,019.180	20.017
Media	42	10,336.967	15.893
Baja	27	9,748.594	14.988
Muy Baja	167	25,280.455	38.868
	294	65,041.139	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

El rango medio está conformado por 16 unidades con una extensión de 6,655.942 Km², que representa el 10.23% de un área de cobertura vegetal que ha cambiado ya sea agricultura, ganadería o vegetación secundaria con actividades económicas extensivas y asentamientos humanos de menos de 500 habitantes y tasa de crecimiento media.

La clase baja representa el 14.98% del total de la superficie y concentra 27 unidades con 9,748.594 Km², y la clase muy baja agrupa la mayor parte de los polígonos de unidades de paisaje (167) con 25,280.455 Km² que representan el 38.86% de la superficie total, y son áreas con cobertura vegetal conservada, sin actividad económica, sin asentamientos humanos o con poblados con crecimiento muy bajo (*Mapa No.37 Indicador de Presión al medio ambiente, Anexo cartográfico*).

6.4.3 Determinación del indicador compuesto de fragilidad (IF)

El indicador compuesto de fragilidad se refiere al potencial de vulnerabilidad a los cambios y a la presión generada en la interacción inter-específica sobre los mismos sujetos y se integra sumando los indicadores de riqueza biótica (riqueza potencial de flora y fauna), el indicador de naturalidad (vegetación natural y secundaria que se mantiene en su lugar); y el indicador de pendientes ponderadas (mide las diferentes clases de pendientes).

En la determinación del indicador compuesto de fragilidad (IF) se considera lo siguiente:

Indicador de riqueza biótica (IRB): consiste en sumar los indicadores de la riqueza potencial de la flora y fauna (avifauna, mastofauna y reptiles) (*Mapa No.38 Indicador de Riqueza Biótica, Anexo cartográfico*).

IRB = $\sum (I_{rf} + I_{raf} + I_{rmf} + I_{rrf})$, donde:

I_{rf} = Indicador de riqueza potencial de flora

I_{raf} = Indicador de riqueza potencial de avifauna

I_{rmf} = Indicador de riqueza potencial de mastofauna

I_{rrf} = Indicador de riqueza potencial de reptiles

Indicador de naturalidad (IN): representa la proporción de superficie de vegetación natural y secundaria que se mantuvo en su lugar entre 1980 y 2000 (*Mapa No.39 Indicador de Naturalidad, Anexo cartográfico*).

IN₁₉₈₀₋₂₀₀₀ = P U natural

Donde:

IN₁₉₈₀₋₂₀₀₀ = Índice de naturalidad

P U natural = Proporción de uso de suelo natural (todos los tipos de vegetación con y sin vegetación secundaria) que se mantuvo entre 1980 y 2000.

Indicador de pendientes ponderado (IPE): consiste en sumar la ponderación de tres clases de pendientes: - de 10%, de 10 hasta 30% y más de 30%, siendo la última clase la afectada por el mayor coeficiente de ponderación de riesgos.

IPE = $<10^\circ + 10-30^\circ + > 30^\circ$ (.25), donde:

IPE = Indicador de pendientes ponderadas

6.4.4 Análisis de los Indicadores Compuestos de Riqueza Biótica y Naturalidad

A continuación se presenta un análisis del comportamiento de los indicadores compuestos de riqueza biótica y naturalidad que nos da una idea del comportamiento de la vegetación.

6.4.4.1 Análisis del Indicador Compuesto Riqueza Biótica (IRB)

Este indicador concentra 6 unidades con clase muy alta, que representa el 0.244% del total del área, Cuadro 6.13, y con clasificación alta 43 unidades con 12,424.667 Km² y en la clase media se concentra el mayor porcentaje 58.02% con 155 unidades con superficie de 37,739.459 Km².

Cuadro 6.13
Indicador de riqueza biótica

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	6	158.800	0.244
Alta	43	12,424.667	19.103
Media	155	37,739.459	58.024
Baja	76	11,426.147	17.568
Muy Baja	14	3,292.065	5.062
	294	65,041.138	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

6.4.4.2 Análisis del Indicador de Naturalidad (IN)

El indicador de naturalidad indica el área de cobertura que no ha sufrido transformaciones, donde 277 unidades corresponden a la clase muy alta con 61,365.910 Km² del área de cobertura, que indica que existe potencial de flora y fauna (Cuadro 6.14), y en la clasificación baja se concentran 3 unidades que representa el 3.397% con 2,209.688 Km².

Cuadro No. 6.14
Indicador de naturalidad

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	277	61,365.910	94.349
Alta	2	95.401	0.147
Media	6	853.264	1.312
Baja	6	516.875	0.795
Muy Baja	3	2,209.688	3.397
Total	294	65,041.138	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

6.4.5 Análisis del Indicador Compuesto de Fragilidad (IF)

El indicador compuesto de fragilidad se integra sumando los indicadores de riqueza biótica, naturalidad y de pendientes ponderadas clasificado en clases muy alta, alta, media, baja, muy baja (**Mapa No.40 Indicador de Fragilidad, Anexo cartográfico**). En el Cuadro 6.15, se muestra el comportamiento del indicador de fragilidad, en cuya clase muy alta contiene el 13.16% con 8,565.260 Km², y concentra 40 unidades, donde la mayor extensión de unidades se ubicó en el rango alto con 235 unidades y 52,657.363 Km² de área, que significa que han sido transformada para uso urbano.

Cuadro No.6.15
Indicador de fragilidad

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	40	8,565.260	13.169
Alta	235	52,657.363	80.960
Media	11	1,216.468	1.870
Baja	5	1,602.989	2.465
Muy Baja	3	999.059	1.536
Total	294	65,041.138	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

Las 11 unidades que entran en el rango medio (1,216.468 Km²) equivalen al 1.87% lo que indica que existe un equilibrio, donde el endemismo y la riqueza oscilan en un rango medio; las pendientes son semi-inclinadas y la vegetación primaria experimento un cambio a la agricultura, ganadería o presenta vegetación secundaria.

Por otra parte, 5 unidades entran en la clasificación de rango bajo (1602.989 Km²) y el 1.5% de la superficie entra en la clasificación muy baja con 3 unidades (999.059 Km²) que refleja una fragilidad inestable, donde el endemismo y la riqueza son los máximos de la región, las pendientes inclinadas y la vegetación primaria está conservada.

6.4.6 Determinación y análisis del Indicador Compuesto de Vulnerabilidad

El Indicador Compuesto de Vulnerabilidad, suma los indicadores de fragilidad y presión, que indica la posibilidad que presenta cada unidad de recibir cambios susceptibles en la flora y fauna presentes (Cuadro 6.16). Los resultados muestran 49 unidades con clase alta con extensión de 12,670.819 Km² que representa el 25.89% del total, y son áreas inestables por las actividades económicas intensivas y asentamientos humanos que han crecido mucho (**Mapa No.41 Indicador de vulnerabilidad, Anexo cartográfico**). En la clase media se identifican 5 unidades con 538.391 Km² que representa el 0.828% del área, cuyas unidades son estables e inestables y han crecido poco en la última década y cuya cobertura vegetal está transformada a agricultura, ganadería, acuicultura. En el rango muy bajo se concentra el mayor número de unidades (192) con 34,987.971 Km² que representa el 53.794% del área, lo que indica que son unidades cuya cobertura vegetal no sufrió grandes cambios en la última década, y se consideran sin suelo de uso aparente.

Cuadro 6.16
Indicador de vulnerabilidad

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	48	16,843.958	25.897
Alta	49	12,670.819	19.481
Media	5	538.391	0.828
Baja	192	34,987.971	53.794
Total	294	65,041.138	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

6.5 Fortalezas y debilidades de los indicadores

Para la caracterización de indicadores de fragilidad, presión y vulnerabilidad hay que considerar la poca disponibilidad de datos geográficos y cartográficos que limita el estudio para realizar una modelización territorial coherente, lo que provoca una posible pérdida en el nivel de significación de ciertos datos, aunado al poco conocimiento sobre factores bióticos y abióticos que llevo a usar ponderaciones menos arbitrarias, pero finalmente constituye una aproximación válida con posibilidad de mejorar y aportar datos que contribuyan a una aplicación óptima de los indicadores.

6.5.1 Caracterización y análisis de indicadores de fragilidad, presión y vulnerabilidad

El Indicador de Fragilidad representa el 80.96% de la superficie estatal en su modalidad alto, que se caracteriza por una cobertura vegetal inestable, y el endemismo y la riqueza son los máximos de la región, con pendientes inclinadas y con una vegetación primaria conservada (Cuadro 6.17). El Indicador de Presión, concentra el 38.86% la superficie de la entidad en un rango muy bajo, y el indicador de vulnerabilidad representa el 53.794% en su modalidad baja.

Cuadro 6.17
Participación porcentual de diferentes indicadores en la superficie total del estado

Clase	Fragilidad	Presión	Vulnerabilidad
Muy Alto	13.169	10.233	25.897
Alto	80.960	20.017	19.481
Medio	1.870	15.893	0.828
Bajo	2.465	14.988	53.794
Muy Bajo	1.536	38.868	0.00
Total	100.000	100.000	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

Los resultados pueden parecer contradictorios en el balance de la vulnerabilidad en función de la fragilidad y la presión, destacando que la naturaleza misma del cálculo no obedece a una lógica lineal, siendo la vulnerabilidad una expresión de dimensión continua con base en la fragilidad y presión, cuya evolución no es discreta ni unidireccional, y la combinación de fragilidad y presión constituye una dinámica variable que permite una interpretación lógica y racional.

En términos generales los resultados aquí presentados sobre los cambios en la cobertura en el uso del suelo, además de ser corroborado, muestran una tendencia general para la conservación, que puede ser vista como un estancamiento de los patrones de cobertura del suelo. Sin embargo, los cambios relativamente leves se localizan en espacios donde se desarrolla la actividad.

En lo que toca a las condiciones de repartición territorial de las condiciones ecológicas para la emanación y la consolidación biótica, los fuertes contrastes en la distribución de los factores abióticos se traducen en una dispersión de paisajes y sus contenidos, al mismo tiempo, se observa una dominación territorial de las condiciones de aridez y pobreza abiótica con una concentración paisajística como en el caso de la planicie central del estado.

Por una parte tenemos una dispersión de factores ecológicos que da paso a una gran variación en las composiciones paisajísticas traducidas en términos de grandes endemismos y riqueza biótica, y por otra, grandes extensiones territoriales en donde las condiciones son extremas y los paisajes monótonos portadores de una vida florística y faunística frágil y de poca densidad.

Lo anterior, nos lleva hacia dos tipos de observaciones: en primer lugar, los cambios relativamente leves que se registran en el estado se encuentran suscritos en espacios donde la presencia humana y sus actividades son intensivas, y en segundo, la tendencia del consumo del espacio natural se desarrolla en territorios tradicionalmente conquistados donde, algunos de ellos, están bajo un esquema regresivo, como el caso de la agricultura.

7. Diagnóstico Integrado del Sistema Territorial en Baja California

El Ordenamiento Ecológico de Baja California se presenta bajo la perspectiva de que es “una política de Estado y un instrumento de planificación que permite una apropiada organización político-administrativa del territorio y una proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, garantizado un nivel de vida adecuado para la población y conservación del ambiente” (IGAC, 1997).

Muestra la relación entre naturaleza-sociedad y la problemática que se deriva de esa interacción y cuyo eje central es el territorio que articula las actividades productivas de la cual deriva esa interrelación entre desarrollo y conservación, que intenta buscar un punto de equilibrio que resulta una tarea difícil que requiere una visión holística del territorio para entrelazar variables sociales y físico-naturales para articular y especializar los atributos y cualidades que conforman el territorio.

Además, la realización y diseño de una política de Ordenamiento Ecológico requiere del conocimiento de la gestión de los subsistemas y de representaciones espaciales adecuadas, con sus respectivas bases de datos del medio físico y social integradas y georeferenciadas, para conformar un instrumento de primer nivel e imprescindible para la toma de decisiones.

En la Etapa de Diagnóstico, se hace una evaluación de aptitud territorial que integra 4 apartados:

- 1) El diagnóstico del sistema territorial de Baja California, que presentan ciertas características geopolíticas que se consideran como limitante al momento de ordenar el territorio;
- 2) El proceso de evaluación del uso del territorio, donde destaca el concepto de región y el método empleado;
- 3) La metodología para evaluación de la aptitud del territorio, que consiste en describir los pasos para la determinación de la ponderación de las fichas descriptivas de cada una de las 294 unidades y la forma de medir los indicadores de capacidad por usos de suelo;
- 4) La determinación de conflictos socio-territoriales en el estado de Baja California, con una tipología para las unidades de paisaje.

7.1 Diagnóstico del sistema territorial en Baja California

El Ordenamiento Ecológico es un proceso dinámico, y uno de sus ejes principales para llevarlo a cabo es tener debidamente delimitado el territorio a ordenar, realizando una regionalización para dividirlo en áreas más pequeñas, que para el presente estudio se denominan unidades de paisaje (UP) y son la mínima expresión de la división del territorio.

En la regionalización se toma en cuenta la configuración política del estado de Baja California que presenta ciertas limitantes y resulta de suma importancia destacarlas:

- a) La división política del estado de Baja California pasó de cuatro municipios a cinco en el período 1994-1995, constituye un espacio de pocas unidades territoriales que no permite lograr significativamente un comparativo entre los años 1990 y 2000.
- b) Debido al reducido número de municipios en el estado de Baja California, resulta complicado agruparlos en regiones homogéneas cuando no se cumple la condición de continuidad espacial.
- c) El reducido número de municipios no permite llevar a cabo un proceso de mapeo coherente para la elaboración de los productos definidos en términos de mapas.
- d) La elaboración de proyecciones y tendencias en el período 2010 y 2020 para los indicadores compuestos, resulta aleatoria cuando se carece de una información para plantear el supuesto de una progresión lineal.

7.2 Proceso de evaluación del uso del territorio

El territorio estudiado bajo la perspectiva geográfica, intenta una división de elementos que permitan entender su función en un sistema más complejo, y el concepto de región retoma su importancia. De acuerdo con la Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, INE, la regionalización es un proceso de “..análisis científico mediante el cual se logra la caracterización, sistematización y clasificación taxonómica de las unidades regionales y consiste en determinar el sistema de división territorial de individuos espaciales de cualquier tipo (administrativos, económicos, naturales, otros)...” (Mateo, 1984). De acuerdo con Bocco *et al*, 1996, una premisa básica para instaurar una política de Ordenamiento es la definición de unidades espaciales apropiadas, que sirvan como eje del sistema territorial.

Para el presente trabajo se consideró el método deductivo para el establecimiento de los criterios que dieron paso a la regionalización, se retoman las cartas topográficas de INEGI a escala 1:250,000 y las de fisiografía, clima, hidrografía, geología, edafología, vegetación primaria, uso de suelo y vegetación a escala 1:1,000,000, y un modelo numérico de terrenos con curvas de nivel al 1:250,000, además para usos de suelo y cobertura vegetal se utilizó la información de inventarios Nacional Forestal, 2000, del Instituto Nacional de Ecología (INE).

7.3 Metodología para la evaluación de la aptitud del territorio

Una forma para evaluar la aptitud del territorio, es clasificarlo en unidades de paisaje que constituye la base geográfica que conforma la estructura jerárquica, que en la edición del Ordenamiento Ecológico del año 2005, se clasificó en 292 unidades de paisaje, sin embargo, en la presente actualización que incluye la delimitación de los polígonos de Centros de Población publicados en el Periódico Oficial del estado de Baja California, la regionalización del territorio quedó conformada por 294 Unidades de Paisaje.

Dentro de la evaluación del territorio, es posible determinar los conflictos derivados de los usos del territorio, realizando un proceso de confrontación y valoración de cualidades de cada unidad de paisaje, de acuerdo con las condiciones que exige cada uso a evaluar (IGAC, 1997). Para el presente estudio los usos del suelo valorados fueron los siguientes:

1. *Urbano y Suburbano*
2. *Agrícola*
3. *Pecuario*
4. *Turismo y Turismo baja densidad*
5. *Conservación*
6. *Forestal*
7. *Minería*

Dentro de este proceso, se realizaron talleres de planeación participativa donde asistieron funcionarios públicos de tres niveles de gobierno y expertos en desarrollo urbano, turismo, conservación, agricultura, geógrafos, en gestión pública, quienes definieron y valoraron los atributos físicos de interés para el desarrollo de las actividades sectoriales, mismos que se integraron en las fichas descriptivas de cada una de las 294 Unidades de Paisaje.

Asimismo, se aplicó la técnica de análisis de la aptitud territorial (Cendrero, 1982; Cendrero y Díaz de Terán, 1987), donde la capacidad de uso o aptitud de cada una de las unidades se calculó según la siguiente fórmula:

$$C = \sum_{i=0}^n V * P$$

Donde,

C = Capacidad de uso del suelo

V = Valores asignados a cada factor y atributos por cada uso y;

P = Peso dado por expertos (Método Delphi para toma de decisiones) (Cendrero y Díaz de Terán, 1987).

Una vez ponderada la importancia de cada factor para evaluar la capacidad de uso, se valoró la condición que presentó cada factor basado en una escala nominal de -1 (condición desfavorable para desarrollar la actividad, e impacto desfavorable de la actividad sobre el factor), 0 (condición indiferente, e impacto indiferente), o +1 (condición favorable, impacto positivo).

El producto de peso por valor, representa la contribución de cada uno de los factores a la capacidad de uso y la suma de los productos, y proporciona la capacidad total por unidad de paisaje para un uso propuesto (*Anexo 7.1*). Una vez que se obtuvieron los valores totales por sector y para cada unidad se determinó la desviación estándar, varianza, sumatoria y media para cada sector de actividad (*Anexo Digital Análisis Aptitudes*).

Los valores de capacidad total se dividieron en clases, cuyos límites se definieron en intervalos de 0.25 desviación estándar, que significa que la distribución de unidades de paisaje es equitativa para cada clase (25%), lo que asegura que el 25% de las unidades tendrán una capacidad muy alta para el uso que se está evaluando. Para definir las unidades de acuerdo a la clase (*Cuadro 7.1*) se aplicó la siguiente fórmula:

Cuadro 7.1
Determinación de aptitud por tipo de clase para cada sector

Clases	Formula
Muy Alta	Capacidad Muy Alta = SUM >media + desviación estandar
Alta	Capacidad Alta = media < SUM < media + desviación estandar
Media	Capacidad Media = media - desviación estandar < media
Baja	Capacidad Baja = SUM < media - desviación estandar

Fuente: Equipo COLEF, 2011

Los resultados por cada unidad de paisaje se representan en los mapas correspondientes, donde cada uno de los mapas se superpuso para identificar las unidades con los mismos valores de capacidad para usos distintos. De esta manera se llevó cabo el análisis del contexto de cada unidad con respecto a la capacidad de las unidades adyacentes y, se identificaron los usos apropiados. Las unidades con las mismas capacidades de uso se agruparon de forma natural y se obtuvieron las combinaciones de aptitudes de usos primarios y secundarios (*Anexo 7.2*). Cabe aclarar que para el caso de minería se consideró los datos sobre depósitos de minas y el número de minas existentes en cada unidad tomados de INEGI (2002-b).

En el *Cuadro 7.2* se muestra el rango o clase en el que se clasifican las unidades para ese sector; el sector forestal y pecuario no fueron valorados con el mismo método, en este caso, se retomó información cartográfica de INEGI de potencialidades de uso, misma que a partir de ciertas características transformamos en capacidades de uso alta, media y baja, por no existir más elementos que sustentaran el rango muy alto.

Cuadro 7.2
Intervalos de clase para sector minería

Clase	Rango
Muy baja	0
Baja	1-2
Media	3-8
Alta	9-13
Muy Alta	>14

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4 Análisis de aptitud por usos de suelo en Baja California

La capacidad de uso de suelo se determina con un análisis que permite conocer la capacidad que tiene el territorio para realizar actividades sectoriales y cuáles son las mejores alternativas. Se parte de que el territorio posee características claras (atributos ambientales), que hacen que un sitio sea apto o no para desarrollar una actividad y que, de hecho, estas características están definidas, en principio, porque están presentes en las áreas donde cada sector desarrolla actualmente sus actividades (Bojórquez, *et al* 2001). Con este enfoque, se utiliza el conocimiento de los representantes sectoriales para decidir qué zonas tienen mejores alternativas para su emplazamiento, y dependiendo del tipo de suelo y las características de cada atributo se determina si es óptima o no para el desarrollo de cierto uso. Esto permite valorar la aptitud territorial por uso, con la escala: muy alta, alta, media, y baja, que resulta en un mapa por actividad para el área de ordenamiento y que presenta un gradiente entre zonas menos aptas y más aptas para cada sector.

7.4.1 Sector Urbano

En el **Mapa No.42 de Aptitud Urbana, Anexo cartográfico**, se muestra la distribución en el territorio de la aptitud de uso de suelo en el sector urbano, y el **Cuadro 7.3** muestra que de 294 unidades de paisaje, cuenta con 210 unidades con una aptitud media y representa el mayor porcentaje del área (48.45%) con 31,513.684 Km²; y tan solo el 3.62% concentra 8 unidades con aptitud baja de mantenerse como áreas urbanas.

Cuadro 7.3
Aptitud de uso de suelo en el Sector Urbano (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy alta	38	16,044.491	24.668
Alta	38	15,124.162	23.253
Media	210	31,513.684	48.452
Baja	8	2,358.802	3.627
Total	294	65,041.1385	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.2 Sector Suburbano

En el **Cuadro 7.4**, el sector suburbano cuenta 44 unidades con aptitud muy alta con el 41.01% del área con la mayor superficie (26,674.950 Km²) y con una alta posibilidad de permanecer como sector suburbano, mientras que 192 unidades tienen una capacidad media de mantenerse como área suburbana con 24,168.933 Km² (**Mapa No.43 Aptitud Sub-urbana, Anexo cartográfico**).

Cuadro 7.4
Aptitud de uso de suelo en el Sector Suburbano (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy alta	44	26,674.950	41.012
Alta	42	12,388.631	19.047
Media	192	24,168.933	37.159
Baja	16	1,808.625	2.781
Total	294	65,041.1385	100.0000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.3 Sector Agrícola

Respecto a la agricultura (**Mapa No.44 Aptitud Agrícola, Anexo cartográfico**), 37 unidades de paisaje presentan aptitud muy alta para desarrollar la actividad, con 13,530.206 Km² que representan el 20.80% del total de la superficie (**Cuadro 7.5**). En la clasificación de aptitud alta se tienen el mayor número de unidades, 117 con el 32.54% del territorio (21,167.436 Km²), indica que tiene una capacidad alta para desarrollar actividades agrícolas.

Cuadro 7.5
Aptitud de uso de suelo en el Sector Agrícola (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	37	13,530.206	20.803
Alta	117	21,167.436	32.545
Media	105	23,258.190	35.759
Baja	35	7,085.307	10.894
Total	294	65,041.1385	100.0000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.4 Sector Pecuario

En el uso de suelo para actividades pecuarias (*Cuadro 7.6*) se presentan tres rangos de aptitud, donde la clase alta incluye sólo el 2.17% que integra 3 unidades de paisaje en un área que representa 1,411.615 Km². En la clasificación de aptitud baja, el sector pecuario concentra el mayor número de unidades (280 unidades) con extensión de 58,274.103 Km² y representa el 89.59% de la superficie del territorio con capacidad para poder desarrollar actividades pecuarias (*Mapa No.45 Aptitud Pecuaria, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.6
Aptitud de uso de suelo en el sector Pecuario (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Alta	3	1,411.615	2.170
Media	11	5,355.421	8.234
Baja	280	58,274.103	89.596
Total	294	65,041.1385	100.0000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.5 Sector Turismo

En la clasificación de uso de suelo para turismo (*Cuadro 7.7*), 37 unidades de paisaje se concentran en la clase de aptitud muy alta para desarrollar actividades turísticas, (debiendo analizarse particularmente con la factibilidad de infraestructura e integración urbana para turismo de alta densidad) siendo el área con mayor superficie (23,833.321 Km²), y un porcentaje del 36.64%, mientras que en la clase media se concentra el mayor número de unidades (140) con 21,981.628 Km²) y un 33.79% del área, (*Mapa No.46 Aptitud Turismo, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.7
Aptitud de uso de suelo en el sector Turismo (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	37	23,833.321	36.64346
Alta	83	13,837.844	21.27553
Media	140	21,981.628	33.7965
Baja	34	5,388.346	8.28451
	294	65,041.138	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.6 Sector Turismo de baja densidad

El sector turismo de baja densidad (*Cuadro 7.8*), cuenta con 30 unidades de paisaje con capacidad muy alta para desarrollar este tipo de actividades turísticas y representan 14,508.035 Km² del total de la superficie y con un 22.30% del área.

Las unidades de paisaje con una capacidad media para desarrollar actividades turísticas de baja densidad representan el mayor número, 103 unidades, y la mayor extensión del área con 24,517.976 Km² (*Mapa No.47 Aptitud Turismo de baja densidad, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.8
Aptitud de uso de suelo en el sector Turismo Baja Densidad (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy alta	30	14,508.035	22.30594
Alta	133	19,518.765	30.00988
Media	103	24,517.976	37.69611
Baja	28	6,496.362	9.98808
Total	294	65,041.1385	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.7 Sector Conservación

Respecto al sector conservación (áreas naturales) cuenta con 16 unidades con clasificación muy alta para desarrollar actividades de conservación (*Cuadro 7.9*) y representa el 1.6% de la superficie equivalentes a 1,059.599 Km² del área; con aptitud alta concentra el mayor número de unidades (169) con 22,844.98 Km² (*Mapa No.48 Aptitud Conservación, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.9
Aptitud de uso de suelo en el sector Conservación (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Muy Alta	16	1,059.599	1.629121
Alta	169	22,844.983	35.1239
Media	58	23,933.647	36.79771
Baja	51	17,202.910	26.44928
Total	294	65,041.1385	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.8 Sector Forestal

La aptitud para uso de suelo forestal se dividió en tres clases: alta, media y baja, *Cuadro 7.10*, con 55 unidades de paisaje con una capacidad alta y comprenden 24,588.174 Km² que equivale al 37.80% de la superficie total del territorio.

En la clase con aptitud media se concentran 188 unidades de paisaje con el 45.48% del área, siendo la mayor superficie con 29,585.094 Km² con capacidad media para desarrollar actividades forestales (*Mapa No.49 Aptitud Forestal, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.10
Aptitud de uso de suelo en el Sector Forestal (2011)

Clase	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Alta	55	24,588.174	37.804
Media	188	29,585.094	45.487
Baja	51	10,867.871	16.709
Total	294	65,041.1384	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.4.9 Sector Minero

La aptitud para uso de suelo minero se dividió en clase muy alta, media, baja y muy baja, y se distribuye en las 294 unidades de acuerdo a su aptitud. Con clase muy alta se tienen 2 unidades con el 12.64% del área, y con clasificación alta el 2.46% con 2 unidades que corresponde a 1,606.165 Km² (*Cuadro 7.11*).

Para esta actividad la mayoría de las unidades de paisaje cuentan con una aptitud muy baja (224 unidades) en una extensión de 19,786.565 Km² con el 30.42% de total del área (*Mapa No.50, Aptitud Minera, Anexo cartográfico*).

Cuadro 7.11
Aptitud de uso de suelo en el Sector Minero (2011)

Clase	Unidades	Area Km ²	Porcentaje
Muy Alta	2	8,225.880	12.647
Alta	2	1,606.165	2.469
Media	23	16,539.499	25.429
Baja	45	18,883.030	29.032
Muy Baja	222	19,786.565	30.422
Total	294	65,041.139	100.000

Fuente: Equipo COLEF, 2011

7.5 Determinación de los conflictos ambientales en Baja California

De acuerdo al Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT, 2006), existen diferentes niveles de conflictos ambientales en una determinada área: sin conflicto, conflicto muy bajo, conflicto alto, conflicto muy alto, conflicto bajo, conflicto moderado.

Para el presente estudio, se utilizan datos de aptitudes por uso, unidades de paisaje y fichas de ponderación de atributos, donde la clasificación de conflictos ambientales propuesta en dicho manual, se ajusta a las condiciones presentes en la entidad (*Cuadro 7.12*), tal como: sin conflicto, conflicto muy bajo, conflicto bajo, conflicto moderado y conflicto alto.

Cuadro 7.12
Tipología de Conflictos

Nivel de Conflicto	Descripción
Sin Conflicto	El uso actual refleja la aptitud potencial del territorio sin existir sobre-posiciones con aptitudes de otros sectores o espacios sin uso aparente y escasa población
Conflicto Muy Bajo	El uso actual es compatible con una de las aptitudes potenciales del territorio, pero no el óptimo desde el punto de vista ambiental
Conflicto Bajo	El uso actual es diferente a la aptitud natural deseada, pero coincide con una de las aptitudes que presenta la zona
Conflicto Moderado	No existe coincidencia con las aptitudes presentes, sin embargo, la similitud del uso actual con las diferentes aptitudes reduce el nivel de conflicto y/o espacios con muy alta actividad socioeconómica e importante presencia poblacional.
Conflicto Alto	Las actividades necesarias para que prevalezca el uso actual lo hacen completamente incompatibles con aquellas necesarias para alcanzar la vocación territorio y/o espacios con muy alta actividad socioeconómica y fuerte presencia poblacional.

Fuente: Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico, SEMARNAT, 2006. Modificado por COLEF, 2011, Programa de Ordenamiento Ecológico de B. Cfa.

La identificación de conflictos ambientales a partir del análisis de concurrencia espacial de actividades sectoriales incompatibles, se realizó combinando los mapas de aptitud territorial de cada sector, y resulta en un mapa que refleja el gradiente de intensidad de conflictos ambientales en el área (**Mapa No.51, Conflictos Ambientales por aptitudes sectoriales, Anexo cartográfico**), sin embargo, se aplicó dicha tipología agrupando los conflictos por unidad de paisaje, **Cuadro 7.13**, que arroja distintos escenarios.

Cuadro 7.13
Conflictos ambientales entre usos actuales y aptitudes territoriales

Nivel	Unidades	Área Km ²	Porcentaje
Sin Conflicto	222	34,706.96	53.36
Conflicto Muy Bajo	27	13,908.48	21.38
Conflicto Bajo	26	7,228.66	11.11
Conflicto Moderado	11	5,805.08	8.92
Conflicto Alto	8	3,391.95	5.21
Total	294	65,041.14	100.00

Fuente: Equipo COLEF, 2011

De acuerdo al cuadro anterior, del total de 294 unidades de paisaje, el 53.36% se clasifica en un nivel sin conflicto con 222 unidades y una extensión de 34,706.96 Km², y el 21.38% con nivel de conflicto muy bajo con 27 unidades (13,908.48 Km²), que refleja que el uso actual es compatible con algunas aptitudes, pero no es el uso óptimo desde el punto de vista ambiental; por otro parte, el 5.21% presenta un conflicto alto (8 unidades) con una extensión de 3,391.95 Km², donde resulta que el uso actual es diferente a la aptitud natural deseada.

7.6 Áreas para conservar, proteger o restaurar

Dentro del proceso de elaboración del Ordenamiento Ecológico, se identificaron algunas áreas del territorio estatal a fin de fortalecer su conservación como regiones que permitan preservar la biodiversidad de la flora y fauna y las fuentes de abastecimiento de agua, considerando el deterioro que han sufrido los sistemas naturales en México durante las últimas décadas.

La identificación de estos espacios geográficos resulta de gran relevancia desde el punto de vista ecológico, ya que son espacios que destacan por una riqueza al interior del ecosistema que lo hace diferente de otras regiones del país y que además permite tener la oportunidad real para la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad, y la conectividad del paisaje.

En este apartado se incluyen algunas áreas que son interés para conservar, proteger y restaurar, y se identifican y ubican geográficamente en las unidades de paisaje correspondientes, a fin de promover políticas y lineamientos ecológicos para su conservación y protección en la propuesta de Modelo de Ordenamiento Ecológico.

En el **Mapa No.52 Espacios de Conservación y biodiversidad, Anexo cartográfico**, se muestran algunas áreas de interés para la conservación de la biodiversidad presentes en la entidad, donde se tomaron como base a las Regiones Prioritarias para la conservación de ecosistemas, biodiversidad y de bienes y servicios ambientales promovidas por CONABIO; los Sitios Ramsar registrados en Baja California dentro de la Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, y las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal publicadas en el Diario Oficial de la Federación, llevando a cabo su integración en el contexto de las unidades de paisaje:

- Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias: Santa María-El Descanso; Punta Banda-Erendira; San Telmo-San Quintín; Valle de los Cirios; Sierra de Juárez; Sierra San Pedro Mártir; Delta del Río Colorado; Sierras La Libertad-La Asamblea; El Vizcaíno-El Barril;
- Regiones Marinas Prioritarias: Región Marítima Prioritaria Ensenadense; Complejo Insular de Baja California; Vizcaíno; Alto Golfo e Isla Guadalupe;
- Áreas Naturales Protegidas de competencia federal: Parque Nacional "Sierra San Pedro Mártir", Parque Nacional "Constitución de 1857"; Reserva de la Biosfera "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado"; Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre "Islas del Golfo de California"; Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre "Valle de los Cirios"; Reserva de la Biosfera "Isla de Guadalupe"; Parque Nacional Marino Archipiélago de San Lorenzo; Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes;
- Habitats críticos: Sitios Ramsar como los "Humedales del Delta Río Colorado", "Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito", "Isla Rasa", "Estero Punta Banda", "Bahía de San Quintín", "Sistema de Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado", "Laguna Hanson en el Parque Nacional Constitución 1857".
- Biodiversidad, bienes y servicios ambientales: contempla unidades de paisaje con un rango muy alto y alto en el indicador de riqueza biótica (resulta de la suma del indicador de riqueza potencial de la flora y fauna), que significa que más de la mitad del territorio posee una concentración alta de biodiversidad.

7.6.1 Espacios de degradación y riesgos naturales

Baja California es una región que se caracteriza por su alto riesgo que es originado por causas naturales y humanas, donde destaca la presencia de las Fallas geológicas de San Andrés, Laguna Salada, Cucapah, Agua Blanca, y su constante actividad sísmica promovida por la presencia del Sistema de Falla de San Andrés y Golfo de California, y aunque no es una zona con registro de tsunamis, es área vulnerable a la actividad del Cinturón Sísmico Circun-Pacífico. Asimismo, destacan otros riesgos como las inundaciones, ciclones, heladas, granizos, neblinas, y dadas las características del suelo la región se vuelve vulnerable.

Dentro de los espacios de degradación y riesgos naturales se identifican las áreas con procesos de degradación ambiental como: la erosión, deforestación, cambio de uso de suelo sin control, desertificación, contaminación de acuíferos, de aguas superficiales y del suelo por la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos, que resulta en un impacto negativo directo en la población, los bienes, sectores productivos, infraestructura, e impacta negativamente en el desarrollo regional.

Cabe señalar, que dentro del marco del ordenamiento ecológico, se debe prestar atención prioritaria a estas áreas a fin de controlar las causas y efectos del deterioro, y generar propuestas para su atención, además de promover el mantenimiento de bienes y servicios ambientales, y la identificación de zonas susceptibles a riesgos naturales o a los efectos negativos del cambio climático.

Algunos de los espacios con degradación ambiental, contaminación y riesgos naturales se muestran en el **Mapa No.53, Espacios de degradación ambiental, Anexo cartográfico**, localizados bajo los siguientes criterios:

- a) *Áreas sujetas a riesgos naturales, que contempla unidades de paisaje que resultaron con un rango alto y medio en el Indicador de riesgos naturales;*
- b) *Áreas sujetas a degradación ambiental, que considera localidades mayores a 50 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, 2010; y*
- c) *Áreas de contaminación, que considera a los centros de población decretados y las unidades de paisaje donde se desarrollan actividades agrícolas, pecuarias y forestales.*

8. Talleres de planeación participativa para la determinación de la aptitud territorial para las actividades sectoriales

El propósito de los talleres de planeación participativa es recabar las percepciones de los representantes de los distintos sectores interesados en el Programa de Ordenamiento Ecológico, respecto a la aptitud del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales.

Dada la complejidad en determinar la aptitud del suelo para distintos fines, la información recabada en los talleres participativos es muy útil en el proceso de planeación, porque permite ponderar la importancia dada por diversos sectores a los diferentes aspectos del ordenamiento, y al mismo tiempo, es una variable aproximada del grado de tensiones sociales que pueden derivar de la aplicación del programa, es decir, las diferencias de percepción que revelan criterios diferentes para valorar ciertos aspectos del territorio y su grado de aptitud para el desarrollo de diversas actividades.

En el presente proceso de ordenamiento, se organizaron siete talleres de planeación participativa, el primero en la ciudad de Mexicali donde se identifica la Agenda Ambiental, y posteriormente en las localidades de Bahía de Los Ángeles, San Felipe, San Quintín, Rosarito y Tijuana, donde se identifican los atributos ambientales de interés sectorial; y un último taller en la ciudad de Tijuana analizando la compatibilidad de planes y programas de gobierno respecto a la aptitud territorial.

En la organización de talleres, la Secretaría de Protección al Ambiente llevo a cabo la convocatoria a distintos sectores basada en Directorios institucionales, empresariales, Subcomités de COPLADE estatal y de COPLADEM municipales, de organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas, y dependencias de gobierno a fin de asegurar la representación de los principales sectores productivos relacionados con las actividades a realizar en el territorio y con capacidad de ponderar diversas actividades y características generales del suelo.

8.1 Metodología para determinar las aptitudes por sector de actividad

En la celebración de los talleres participativos se contemplaron las siguientes actividades:

- a) Ponderación de la importancia de los atributos generales del territorio (jerarquización). Inicialmente se solicito a los participantes jerarquizar de manera individual, y luego integrar su evaluación con otros asistentes del mismo sector.
- b) Ponderación de atributos específicos a nivel sector, los participantes tomaron como base las actividades que realiza su sector y evalúan los atributos del territorio identificados en una tabla y les asignan el valor y peso como factor que permite desarrollar la actividad sectorial de interés, es decir, si considera que el terreno puede ser apto para continuar con su actividad sectorial, donde se aplica la siguiente escala de valores:
F = Atributo señalado es favorable a la actividad del sector considerado
D = Atributo señalado es desfavorable al sector considerado
I = Atributo es indiferente al sector considerado
- c) Identificación de los grados de compatibilidad entre distintos usos de suelo que pueden ocurrir en el futuro en una unidad determinada, con base en un modelo matricial de compatibilidad (matriz) que permite relacionar las principales actividades económicas del estado los participante evalúan la compatibilidad entre actividades para diversos usos de suelo, basados en el conocimiento personal sobre el territorio y en la siguiente escala:
C = Compatible sin restricciones
CP= Compatible con usos restringidos a zonas indicadas y con planes de uso decretados
I = Incompatible
- d) Determinación de la aptitud a nivel estatal, para determinar los promedios a nivel estatal realizando una sumatoria de acuerdo a la participación de cada sector para cada taller y dividido entre el número de sectores.

Asimismo, se elaboró un listado de atributos ambientales que fueron analizados durante los talleres participativos, *Cuadro 8.1*, los cuales fueron ponderados por expertos y funcionarios en los temas urbanos, agrícolas, pecuarios, de conservación, turismo, energía, minería, y forestal que se describen a continuación:

Cuadros 8.1
Definición de atributos ambientales

Atributos	Concepto	Descripciones particulares
Contaminación del aire, agua y suelo Riesgo antropogénico	<p>Suelo: Concentración de elementos o compuestos químicos a partir del cual se producen efectos desfavorables, tanto por un efecto desactivador, como por aumento excesivo de la actividad biológica.</p> <p>Aire: Se produce a consecuencia de la emisión de sustancias tóxicas.</p> <p>Agua: Alteración perjudicial en su calidad en usos posteriores y que tienen un impacto ecológico.</p>	Presencia/ausencia
Riesgos naturales	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de daños a la sociedad, a los bienes y servicios ambientales, a la biodiversidad y los recursos naturales, provocados, entre otros, por fenómenos geológicos o hidro-meteorológicos	Sismicidad, fallas, erosión inundación, heladas, fuegos forestales, deslizamientos
Hidrología	Presencia del agua sobre la tierra, su ocurrencia, circulación, propiedades y reacción en el medio ambiente.	Zona de recarga, agua superficie, agua subterránea (presencia/ausencia)
Vegetación	Constituye un factor biótico de importancia en la estructuración y articulación de la biocenosis en su totalidad, sus intercambios con la atmósfera, la acción de sus raíces sobre la formación de suelos y su participación en la conformación de los biotopos hacen de ella un indicador del estado de los ecosistemas en general.	Comunidad tipo, estatus de las especies
Infraestructura	Los sistemas y redes de organización y distribución de los bienes y servicios públicos	Agua potable, fuentes de abastecimiento (acueductos, redes urbanas, presas), drenaje, fuente de energía, vialidades, comunicaciones)
Singularidad	Distribución de la unidad de paisaje	Amplia, restringida
Uso actual del suelo	Uso del suelo o actividad actual con un grado de ocupación de la unidad de paisaje, cuyo grado permite determinar la compatibilidad e incompatibilidad del suelo.	Urbano, habitacional, densidad poblacional, turístico, tenencia de la tierra, industrial, actividades primarias, conservación
Densidad de población	Hace referencia a la relación que se da entre la población y la superficie que ocupa.	Hab/Km ² , alta, media, baja
Riesgo a desastres provocados por el hombre	Son provocados por el hombre de forma voluntaria e involuntaria, tales como explosiones, accidentes tóxicos en el ambiente, incendios, por mencionar algunos.	Alta, media, baja
Tipos de suelo (Geomorfología)	Aporta conocimiento de la génesis y dinámica evolutiva de las formas integrantes del modelado superficial terrestre.	Clasificación general, textura, fase física, fase química,
Equipamiento	Conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.	Presencia/ Ausencia: equipamiento (escuelas, salud, cultura, recreación, deporte, comercio, abasto), comunicación, transporte.
Fauna	Conjunto de animales, orientado a comunidades estables, considera tipo de fauna, especies y estatus de protección	Estatus de protección de las especies
Atractivos naturales	Son elementos formados por la naturaleza que surgen por la evolución misma	Presencia / Ausencia vegetación, relieves naturales hidrología, paisajes
Grado de transformación	Uso del suelo donde el medio físico transformado es compatible con actividades, o bien si existe una alteración o impacto paisajístico	Alto, medio, bajo
Atractivos históricos-culturales	Son aquellos sitios y objetos que han sido producidos por la sociedad y que representan un proceso histórico.	Presencia/ ausencia

Fuente: Equipo COLEF, 2011

8.2 Determinación de la aptitud territorial para las actividades sectoriales

Los resultados que se presentan en el Cuadro 8.2 son valores derivados de la ponderación de la importancia de los atributos generales del territorio y fueron consensados por los grupos que representan intereses similares, donde sus participantes habían realizado una jerarquización de tipo individual. Esto, además de aportar información sobre aspectos de interés de esos grupos, revela las diferencias existentes en las percepciones sobre la jerarquía de los distintos atributos como factor a considerar en la elaboración de las bases técnicas del ordenamiento. Los resultados se presentan ordenando a los atributos en función de la importancia asignada por el sector conservación (Cuadro 8.2). Para observar las diferencias entre grupos, se leen las columnas en forma horizontal, donde el grupo conservación señala que la singularidad de la unidad es el factor más importante, para el turismo ocupa el octavo y para el forestal el decimo lugar, que son los valores más extremos reportados.

Cuadro 8.2
Jerarquización de atributos ambientales según la percepción de representantes de diversos sectores participantes en Taller de Evaluación Participativa en Rosarito, Baja California

Atributos	Desarrollo urbano	Conservación	Turismo	Gobierno	Minería	Pesca	Energía	Forestal	Académico	Pecuario	Agrícola
Contaminación del aire, agua y suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riesgos naturales	6.16667	5.6969697	9.5	5.4375	5.5	10.5	6.0	14.0	12.0	3.0	3.0
Hidrología	5.33333	3.1515152	7.5	2.5	2.75	8.0	7.0	6.0	4.0	1.0	2.0
Vegetación	7.16667	3.1515152	5.0	2.0625	4.25	8.5	8.0	9.0	1.0	2.0	13.0
Infraestructura	4.33333	9.4848485	3.0	7.4375	6.5	3.5	4.33	3.0	2.0	5.0	6.0
Singularidad (distribución de la unidad de paisaje)	3.41667	1.8484848	8.0	4.8125	4.75	3.5	12.3	10.0	7.0	14.0	8.0
Uso actual del suelo	4.16667	4.9393939	5.0	4.25	4.5	1.5	6.0	5.0	5.0	8.0	5.0
Densidad de población	4.75	6.4848485	6.5	5.0	5.75	5.0	2.33	8.0	6.0	12.0	1.0
Riesgos a desastres provocados por el hombre	7.83333	5.8787879	10.0	9.25	7.25	13.0	7.67	15.0	11.0	11.0	10.0
Tipos de suelo (Geomorfología)	4.08333	7.7878788	8.0	4.5	3.0	11.5	5.0	6.0	4.0	9.0	4.0
Equipamiento	6.08333	10.30303	3.5	8.8125	8.25	8.0	6.67	4.0	3.0	6.0	7.0
Fauna	8.66667	3.6060606	5.0	3.5	5.0	9.5	10.0	14.0	10.0	4.0	12.0
Atractivos naturales	8.08333	8.030303	1.0	7.8125	8.0	10.0	10.3	11.0	14.0	7.0	9.0
Grado de transformación	7.08333	6.2727273	6.5	6.375	10.25	4.5	8.67	16.0	8.0	13.0	11.0
Atractivos histórico-culturales	8.66667	8.5151515	2.0	8.6875	10.0	12.5	10.7	13.0	13.0	10.0	14.0

Fuente: Equipo COLEF, 2012

8.3 Ponderación específica de atributos del territorio

Esta evaluación se realiza desde la perspectiva de los diversos sectores participantes: urbano, conservación, agrícola, pecuario, minero, forestal, turismo, y energético, en cuya ponderación se utiliza una amplia lista de atributos específicos para evaluar aplicando una escala de valores.

En el procesamiento de los datos de las evaluaciones individuales y grupales obtenidas por esta vía, la escala de valores se aplica como sigue:

F = Favorable = (1); **I** = Indiferente = (0) y **D** = Desfavorable = (-1)

En la ponderación se aplica la siguiente fórmula:

$$V_{si} = S_{Vi} / N$$

Donde:

V_s = Valor sectorial asignado a un atributo "i"

S_{Vi} = Sumatoria de valores asignados al atributo "i" asignado por cada uno de los participantes en el taller que representan los intereses de algún sector determinado.

N = Número de participantes

Con este procedimiento se obtuvieron resultados que aportan un dato específico que puede utilizarse en una ponderación general de atributos por área, según el tipo de área y la evaluación técnica realizada por los técnicos para cada atributo.

En el Cuadro 8.3, se muestra un ejemplo con sólo 2 atributos que describen al sector conservación, y permite una percepción sobre los resultados de las ponderaciones de los participantes. En el Anexo No.8.1, se presenta la información completa por cada sector.

Cuadro 8.3
Ponderación de atributos específicos obtenida en el Taller Participativo a nivel estatal

Atributos generales	Descripciones particulares	Sector Conservación							
1.1 Singularidad / Distribución									
	Amplia / Restringida	0.722222	- 0.722222	0	0	0	0	0	0
1.2 Geología									
Permeabilidad	Alta / Media / Baja	0.888889	0.694444	0.055556	0	0	0	0	0
Cimentación	Consolidado / No consolidado	- 0.16667	- 0.16667	0	0	0	0	0	0
Pendiente dominante	0-15% / 15-30% / Mayor 30%	0.583333	0.5	0.443333	0	0	0	0	0
Recursos minerales	Presencia / Ausencia	- 0.5	0.61	0	0	0	0	0	0
Relieve	Escarpado / Ondulado / Plano	0.583333	0.583333	0.25	0	0	0	0	0

Fuente: Equipo COLEF, 2012

8.4. Evaluación de la compatibilidad

En esta actividad se identifica el grado de compatibilidad entre distintos usos de suelo que pueden ocurrir dada la intención de diversos sectores de usar de alguna manera el suelo en una unidad de paisaje determinada. La evaluación se basa en una lista de actividades que dominan en ciertas zonas del territorio y se pueden introducir o expandir a futuro hacia zonas que no tienen actualmente ese uso. La escala de valores se aplica como sigue:

2 = C = Compatible sin restricciones

1 = CP = Compatible con usos restringidos a zonas indicadas y con planes de uso suelo decretados

-2 = I = Incompatible

Para obtener un valor ponderado a nivel sectorial es posible usar la siguiente fórmula:

$$GC = \frac{\sum SECi}{N}$$

Donde

GC = Grado de compatibilidad ponderada por participantes de un sector determinado

SECi..n = Sumatoria de estimaciones de compatibilidad aportadas por los participantes en un taller y en un sector determinado.

N = Número de participantes por sector

Otra opción, es que un grupo de trabajo sectorial llevará a cabo evaluaciones individuales y después obtener el consenso grupal sobre lo que consideran compatible o incompatible. Los resultados obtenidos pueden variar de los obtenidos mediante un promedio de estimaciones individuales, pero en general, los resultados se pueden comparar y son compatibles de tal modo que es posible agregar resultados en mesas o talleres distintos para obtener una ponderación social a nivel estatal. En el Cuadro 8.4, se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos por el sector conservación, la lista completa de matrices obtenidas para cada sector se presenta en el Anexo 8.2, con los resultados de las ponderaciones para cada sector.

Cuadro No. 8.4
Matriz de compatibilidad del sector conservación en Baja California

Aptitudes territoriales para:	Uso urbano	Uso suburbano	Uso turístico	Uso turístico baja densidad	Uso agrícola	Uso pecuario	Uso forestal	Uso minero	Áreas naturales
Uso urbano		1.42	2.0	0.42	-0.92	-1.42	-2.0	-2.0	-0.5
Uso suburbano			1.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-1.25	0.0
Uso turístico				1.5	0.33	-0.17	0.25	-2.0	0.75
Uso turístico baja densidad					0.17	-0.17	0.92	-2.0	1.25
Uso agrícola						1.58	0.25	-2.0	-2.0
Uso pecuario							0.33	-1.67	-2.0
Uso forestal								-1.67	0.17
Uso minero									-2.0
Área natural									

Fuente: Equipo COLEF, 2012

La lectura del cuadro anterior, permite medir la aptitud territorial, en el caso del sector de usos urbanos tiene compatibilidad con el sector turístico (2), con usos suburbanos (1.42) y con usos turísticos (0.42), pero es incompatible con uso agrícola (-0.92), con usos pecuarios (-1.42), usos forestales (-2), usos mineros (-2), y áreas naturales (-0.5).

8.5 Análisis de Compatibilidad entre Aptitud Territorial y Planes y Programas en B.C.

El análisis de la compatibilidad entre aptitud territorial y los planes y programas aplicables en Baja California, constituye la última parte de la evaluación participativa del proceso de ordenamiento, cuyos principales objetivos se describen a continuación:

a) Difundir la importancia de considerar las bases territoriales en los planes, programas, proyectos y acciones de gobierno

Se resalta la importancia de difundir y reflexionar sobre la relevancia de considerar las bases territoriales generadas en los distintos ordenamientos urbanos y ecológicos del territorio estatal en los distintos planes, programas, proyectos y acciones que los gobiernos impulsen en el marco de su competencia.

Aplicando dichas bases territoriales en la elaboración de planes y programas de manera congruente y compatible con los instrumentos de planeación urbana y ambiental de primer nivel como son el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado y demás ordenamientos ecológicos publicados, y de igual manera desconocen los procedimientos establecidos por la autoridad federal, estatal, y municipal en la evaluación del impacto ambiental de proyectos obras y actividades donde se establece la compatibilidad y congruencia con los planes y programas aplicables en la materia.

Por otro lado, a nivel estatal, los procedimientos de evaluación de impacto, están sujetos a la factibilidad de uso de suelo emitida por la autoridad municipal o bien al dictamen de congruencia emitido por la autoridad estatal, que en muchos casos, no establecen la congruencia ni su compatibilidad con las políticas urbanas y ambientales plasmadas en los distintos programas en materia urbana y ambiental. Durante el desarrollo del taller de compatibilidad entre aptitud y planes y programas, la reflexión inicial se enfocó en los siguientes aspectos:

- La aplicación de políticas, programas y acciones de gobierno tiene implicaciones diferenciadas entre los sectores y el territorio.
- La importancia de tomar en cuenta que en el diseño de programas y proyectos hay un proceso implícito sobre el valor que tienen las distintas zonas del territorio y los distintos grupos de la sociedad, enfatizando que en la toma de decisiones sobre aspectos como selección de sitio, distribución territorial de obras, en realidad hay una distribución territorial de costos y beneficios y se impulsan acciones que no necesariamente coinciden con la aptitud del terreno.
- Las escalas de intervención y la eficiencia en la distribución de poderes y funciones, enfatizando el concepto de federalismo ecológico para referir el hecho de que la responsabilidad y funciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente se distribuyen entre los distintos ordenes de gobierno, que en la práctica significa que cada orden debe de tomar en cuenta como sus programas y acciones contribuyen o no a la procuración de metas de ordenamiento y protección del medio ambiente.
- El tema de justicia social y las bases territoriales de la organización social y comunitaria como aspectos a considerar en las dimensiones ambientales y territoriales del diseño de programas. La compatibilidad de los programas de gobierno con el ordenamiento territorial tiene que ver con la definición de espacios que algunos sectores de gobierno y de la sociedad pueden considerar como su “patio trasero” sin que ello signifique que las acciones emprendidas sean compatibles, donde es posible identificar patrones de distribución en pocas zonas del estado.
- La dificultad que enfrenta el diseñador o implementador de programas y acciones de gobierno para determinar impactos ambientales asociados a proyectos o líneas de acción específicas, que puede ser compatible o tener un impacto menor, pero no en la identificación de los impactos acumulativos.

- La importancia de vincular el tema de vulnerabilidad del territorio con la vulnerabilidad social, bajo el supuesto de que cuando se establecen las aptitudes del territorio en un ordenamiento y se definen lineamientos de uso, con ello se establecen puntos de referencia para determinar si determinadas acciones contribuyen a crear problemas de vulnerabilidad social.

b) Avances del diagnostico de compatibilidad de programas

Otra actividad realizada en el taller de compatibilidad, fue la presentación de avances de la compatibilidad de programas de gobierno con la aptitud identificada en el programa de ordenamiento ecológico, utilizando información contemplada en los programas de gobierno estatal, municipal, regional, local y sectorial, donde se identifican líneas de acción que por su naturaleza o ubicación puedan presentar algún problema de compatibilidad con las aptitudes territoriales.

En este aspecto se excluyen las líneas de acción contempladas dentro de los límites de los centros de población, que no son materia del ordenamiento ecológico, ya que en dentro de los límites de los centros de población decretados, aplican criterios de desarrollo urbano y los problemas de cambio de uso de suelo tienen efecto multiplicador.

En la selección de las líneas de acción aplicadas, se llevo a cabo una revisión exhaustiva de cuarenta y dos programas, tanto estatales, municipales, regionales, locales y sectoriales (**Anexo 8.3**), pero finalmente se seleccionaron 34 líneas de acción por considerarse incompatibles o potencialmente incompatibles (**Anexo 8.4**).

c) Evaluaciones participativas de compatibilidad de programas de gobierno

La evaluación participativa de compatibilidad de los programas de gobierno es una actividad sumamente compleja pues supone que el participante tiene conocimiento del territorio, de aptitudes y percibe que el programa en cuestión puede tener implicaciones ambientales generales, que de acuerdo al sector, puede considerarse más o menos compatible. Lo que se busca con una valoración participativa con base sectorial, es una percepción informada por la experiencia e intereses de ese sector y por el conocimiento que el participante puede tener del territorio y sus aptitudes.

En esta parte, los participantes indicaron problemático realizar este diagnostico, al considerar que deben incluirse acciones propuestas en un futuro, tomando en cuenta quienes son los dueños del territorio o incluso las transacciones que puedan conocer respecto al mercado inmobiliario local.

En este ejercicio se aplico un formato que enlistaba las líneas de acciones previamente identificadas en equipo y cada sector identifica incompatibilidades de las acciones con el uso del suelo, tanto para su sector como para otros sectores. De manera concreta se solicita:

- Identificar si conoce evidencias del seguimiento a las líneas de acción de cada municipio.
- Identificar incompatibilidades entre aptitud y línea de acción para otros sectores.
- Identificar si hay líneas de acción de gobierno que no están señaladas en el listado.
- Evaluar, bajo el punto de vista del sector, si las actividades realizadas o contempladas son compatibles con la aptitud del territorio, utilizando la siguiente escala numérica:

Etiqueta de compatibilidad	Valores numéricos
Muy baja	1 y 2
Baja	3 y 4
Media	5 y 6
Alta	7 y 8
Muy alta	9 y 10

Resultados obtenidos por sector

En esta sección se presentan los resultados por cada uno de los sectores que participaron en el taller. En el *Cuadro 8.5* se presentan como ejemplo los resultados obtenidos por el sector conservación que completó el mayor número de columnas de información solicitadas; en el *Anexo 8.4* se presenta la información completa para los demás sectores.

Resultados agregados por sector

En el Cuadro 8.6, se engloba a todos los sectores y se muestran las valoraciones realizadas bajo la perspectiva de autovaloración, donde se aprecian las variaciones entre lo que cada sector considera como compatible de un programa. Esto muestra las dificultades para diseñar en la práctica, programas que minimicen o eliminen los conflictos entre lo que se plantea, las aptitudes del suelo y las percepciones de la población sobre la compatibilidad.

Cuadro 8.5
Evaluación de compatibilidad entre aptitud y línea de acción por sector de actividad en Baja California, 2011

Línea de acción	Programa	Sector Conservación								
		Urbano	Turismo	Suburbano	Turismo baja densidad	Agrícola	Área Natural	Pecuaría	Forestal	Minera
Construcción de Rastro TIF	Programa de protección a la economía popular y de generación de empleo PROTEGE	8	2	7	5	5	0	7	3	0
Obras de apoyo al Proyecto Colonet	Programa para sostener e impulsar el crecimiento económico de B. Cfa.	8	8	8	6	8	7	7	6	8
		9	8	7	8	5	3	3	6	0
Desaladora		8	8	8	8	8	5	6	6	5
Reposición de pozo, electrificación y línea de conducción en Punta Colonet	Programa Estatal Hídrico 2008-2013	8	8	8	8	5	5	6	4	7
		9	9	8	9	8	7	7	6	6

Fuente: Equipo COLEF, 2012

Cuadro 8.6
Autovaloración sobre compatibilidad de programas por sector de actividad en Baja California, 2011

Unidad de paisaje	Municipio	Localidad	Línea de acción	Programa	Urbano	Turismo	Suburbano	Turismo baja densidad	Agrícola	Área Natural	Pecuaría	Forestal	Minera
1.2.Pb.3.4.a-1	Ensenada	La Misión	Construcción de rastro TIF	Programa de protección a la economía popular y de generación de empleo en Baja Cfa. PROTEGE	7	4			8	0	10	6	1
1.2.S.2.9.a-3				Punta Colonet	Obras en apoyo al Proyecto de Punta Colonet	Programa para sostener e impulsar el crecimiento económico del estado de Baja Cfa.	5	8			7	7	7
1.2.Q.2.4.a-6						7	8			0	3	0	6
1.2.Pb.3.4.a-1			La Misión	Desaladora		5	4			8	5	6	6

Fuente: Equipo COLEF, 2012

c) Niveles de compatibilidad por programa y sector

Para un panorama general de la percepción sobre los grados de compatibilidad entre los programas y las aptitudes del suelo se elaboró un cuadro promedio por programa y sector, donde la primera columna presenta el valor promedio considerando las valoraciones de los participantes.

Este valor identifica una percepción integrada de los asistentes al taller sobre la compatibilidad del programa en general, Cuadro 8.7. En dicho cuadro se observa que el programa con la más alta compatibilidad es el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Ensenada, mientras que la compatibilidad más baja es para el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali. La información completa se presenta en el Anexo No. 8.5.

Los participantes identifican los programas o acciones no incluidos en los formatos aplicados en el taller, que desde su perspectiva representan algún problema de compatibilidad con las aptitudes del suelo, siendo pocas las respuestas. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 8.8, donde destaca la lista de acciones proporcionada por los municipios de Tecate y Ensenada, que incluyen el aprovechamiento de fuentes renovables de energía.

Cuadro 8.7
Valores promedio sobre compatibilidad de programas por sector de actividad

Programa	Promedio por Programa	Urbano	Turismo	Sub urbano	Turismo de baja densidad	Agrícola	Área Natural	Pecuaría	Forestal	Minera
Programa de protección a la economía popular y de generación de empleo Baja California PROTEGE	5.1428	7.0	4.0	0	0	8.0	0	10.0	6.0	1.0
Programa para sostener e impulsar el crecimiento económico del estado de Baja California	5.3809	5.6666	6.6666	0	0	5.0	5.0	4.3333	6.0	5.0
Programa Estatal Hídrico 2008-2013	6.1904	8.1666	6.0	0	0	5.6666	6.8333	5.6666	6.6666	4.3333
Plan Municipal de Desarrollo de Playas de Rosarito 2008-2010	4.5714	10.0	8.0	0	0	0.0	6.0	0	8.0	0.0
Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada	7.2857	10.0	10.0	0	0	9.0	7.0	9.0	6.0	0
Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali 2025	3.4285	7.0	0.0	0	0	1.5	8.0	1.5	6.0	0
Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Primo Tapia	5.3265	9.4285	8.0	0	0	2.0	7.7142	4.1428	6.0	0
Programa de Desarrollo Regional de la Región Colonet	4.8730	9.2222	7.3333	0	0	0.4444	7.5555	0.4444	7.3333	1.7777
Programa de Desarrollo Regional Región del Vino	6.1714	6.0	6.4	0	0	7.4	8.0	6.4	8.4	0.6
Programa de Desarrollo Regional de la Región Sur (Ensenada)	6.0158	10.8888	8.4444	0	0	0.8888	8.8888	1.0	9.7777	2.2222

Fuente: Equipo COLEF, 2012

Cuadro 8.8
Líneas de acción no incluidas en los Planes y Programas del OE en Baja California

Municipio	Localidad	Línea de acción	Programa	Sector Energía									
				Urbano	Turismo	Sub urbano	Turismo de baja densidad	Agrícola	Área Natural	Pecuaría	Forestal	Minera	Energía
Tecate	La Rumorosa	Aprovechamiento de fuentes renovables de energía en desarrollo del sector		1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	El Hongo	Estatal		1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Las Coloradas	Energía eólica y solar	Energía renovable	1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Japá			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	José Ma. Pino Suárez			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Las Juntas			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Energía renovada			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Los Encinos			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	El Pinar			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
	Constitución Juárez			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9
Ensenada	Sierra de Juárez			1	4	3	5	9	6	7	8	0	9

Fuente: Equipo COLEF, 2012

8.6 Análisis de la ponderación de la participación ciudadana sobre compatibilidad entre Aptitud Territorial y Planes y Programas en Baja California

De acuerdo a las estimaciones obtenidas en los talleres de participación, se elaboro una síntesis estatal que refleja los resultados por sector de actividad a nivel estatal (*Anexo 8.6*); en base a los resultados de la Síntesis Estatal de Talleres, se determina la participación ciudadana, (archivo *Peso-Valor Act 2*), agregando 3 columnas por cada sector y realizando las operaciones para estimar los valores agregados por atributo y sector.

Los resultados muestran que la valoración de la compatibilidad de los programas gubernamentales con la aptitud del territorio es un ejercicio complicado que difícilmente se puede realizar de manera agregada y sin considerar las condiciones concretas de cada unidad de paisaje, sus características y alcances de cada línea de acción contemplada en los programas de gobierno.

El ejercicio de valoración participativa, identifica la necesidad de contar con mecanismos oficiales para dictaminar la factibilidad de uso de suelo y dictaminar la congruencia (compatibilidad) como requisito básico en la aprobación en materia de impacto ambiental de todos los planes, programas y proyectos aplicables en la entidad, que encuentra sustento legal en la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California.

Los participantes mencionan, que un avance importante en la materia, es que los planes, programas, proyectos y acciones de gobierno señalen lo siguiente:

- a) *Líneas de acción contempladas y en los proyectos, la ubicación territorial determinada,*
- b) *Unidades de paisaje donde se ubican las acciones propuestas,*
- c) *Uso del territorio con las acciones o como resultado ejecución,*
- d) *Incompatibilidades entre acciones contempladas y aptitudes territoriales de las unidades,*
- e) *Impactos colaterales directos en otras actividades o efectos acumulativos en la ejecución de las líneas de acción.*
- f) *Falta de procedimiento oficial para analizar la compatibilidad de programas establecidos y las aptitudes contempladas en el programa vigente, lo que revela que esta carencia puede dar lugar a diversas afectaciones al territorio que no deberían ocurrir al respetar lo establecido oficialmente en el programa de ordenamiento ecológico.*