

Cambio de Uso del Suelo en la Zona Costera del Estado de Sinaloa



Reporte Final

Presentado a:

United States Forest Service

Grant No. 03-DG-11132762-157

Preparado por:

**Ing. Gabriela de la Fuente
Biol. Eduardo Carrera**

**Ducks Unlimited de México, A.C.
Garza García, N.L.
México, 2005**

Cambio de Uso del Suelo en la Zona Costera del Estado de Sinaloa

Índice de Figuras

- Figura 1.** Distribución de las imágenes de satélite Landsat TM y ETM⁺.
- Figura 2.** Clasificación de humedales costeros en el estado de Sinaloa en 1992 y 2003
- Figura 3.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable del estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.
- Figura 4.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.
- Figura 5.** Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.
- Figura 6.** Resumen general de los resultados del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período de 1992 a 2003.
- Figura 7.** Clasificación de humedales en el municipio de Ahome en 1992 y 2003
- Figura 8.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.
- Figura 9.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.
- Figura 10.** Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.
- Figura 11.** Clasificación de humedales en el municipio de Guasave en 1992 y 2003
- Figura 12.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.
- Figura 13.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.
- Figura 14.** Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.
- Figura 15.** Clasificación de humedales en el municipio de Angostura en 1992 y 2003
- Figura 16.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.
- Figura 17.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.
- Figura 18.** Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.
- Figura 19.** Clasificación de humedales en el municipio de Navolato en 1992 y 2003
- Figura 20.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.
- Figura 21.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.
- Figura 22.** Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.
- Figura 23.** Clasificación de humedales en el municipio de Culiacán en 1992 y 2003
- Figura 24.** Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.
- Figura 25.** Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.

Figura 26. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.

Figura 27. Clasificación de humedales en el municipio de Elota en 1992 y 2003

Figura 28. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

Figura 29. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

Figura 30. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

Figura 31. Clasificación de humedales en el municipio de San Ignacio en 1992 y 2003

Figura 32. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de San Ignacio durante el período 1992-2003.

Figura 33. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de San Ignacio, durante el período 1992-2003.

Figura 34. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de San Ignacio, en el período 1992-2003.

Figura 35. Clasificación de humedales en el municipio de Mazatlán en 1992 y 2003

Figura 36. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 37. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 38. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 39. Clasificación de humedales en el municipio de El Rosario en 1992 y 2003

Figura 40. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de El Rosario durante el período 1992-2003.

Figura 41. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003.

Figura 42. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003.

Figura 43. Clasificación de humedales en el municipio de Escuinapa en 1992 y 2003

Figura 44. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

Figura 45. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

Figura 46. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

Figura 47. Cambios en la llanura costera inundable por municipio costero durante el período 1992-2003

Figura 48. Cambios en la vegetación de manglar por municipio costero durante el período 1992-2003

Figura 49. Crecimiento de la industria camaronícola por municipio costero durante el período 1992-2003

Figura 50. Comparación del crecimiento de granjas camaroneras en los municipios costeros del estado de Sinaloa, entre 1992 – 2003.

Figura 51. Clasificación de humedales en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri en 1992 y 2003

Figura 52. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

Figura 53. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

Figura 54. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

Figura 55. Clasificación de humedales en bahía Lechuguilla en 1992 y 2003

Figura 56. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003.

Figura 57. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Lachuguilla, durante el período 1992-2003.

Figura 58. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003.

Figura 59. Clasificación de humedales en las bahías Topolobampo y Navachiste en 1992 y 2003

Figura 60. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

Figura 61. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

Figura 62. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

Figura 63. Clasificación de humedales en bahía Santa María en 1992 y 2003

Figura 64. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable de bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

Figura 65. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

Figura 66. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

Figura 67. Clasificación de humedales en bahía Pabellones en 1992 y 2003

Figura 68. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

Figura 69. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

Figura 70. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

Figura 71. Clasificación de humedales en bahía La Guadalupana en 1992 y 2003

Figura 72. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía La Guadalupana, durante el período 1992-2003.

Figura 73. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía La Guadaupana, durante el período 1992-2003.

Figura 74. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía La Guadalupana, durante el período 1992-2003.

Figura 75. Clasificación de humedales en la zona costera de Dimas a Mazatlán en 1992 y 2003

Figura 76. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 77. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 78. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

Figura 79. Clasificación de humedales en el sistema lagunar Huizache-Caimanero en 1992 y 2003

Figura 80. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

Figura 81. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

Figura 82. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

Figura 83. Clasificación de humedales en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán en 1992 y 2003

Figura 84. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

Figura 85. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

Figura 86. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

Figura 87. Cambios por unidad de paisaje en la llanura costera inundable, durante el período 1992 a 2003

Figura 88. Cambios en la vegetación de manglar por unidad de paisaje, durante el período de 1992 a 2003

Figura 89. Crecimiento de granjas camaroneras por unidad de paisaje, durante el período de 1992 a 2003.

Figura 90. Comparación del crecimiento de granjas camaroneras por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa, entre 1992 – 2003.

Figura 91. Cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período de 1992 a 2003.

Figura 92. Cambio de uso del suelo en los municipios costeros del estado de Sinaloa 1992-2003

Figura 93. Cambio de uso del suelo por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa 1992-2003

Figura 94. Porcentaje de la zona costera desarrollada por granjas camaroneras durante 1992 y 2003 por municipio.

Figura 95. Porcentaje de la zona costera desarrollada por granjas camaroneras durante 1992 y 2003 por unidad de paisaje.

Índice de Tablas

Tabla 1. Imágenes de satélite Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+ utilizadas en el proyecto.

Tabla 2. Cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003 (hectáreas). 23

Tabla 3. Tasa neta de cambio/pérdida, en la zona costera del estado de Sinaloa. 23

Tabla 4. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Ahome, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 5. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Ahome.

Tabla 6. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Guasave, durante el período 1992-2003(hectáreas).

Tabla 7. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Guasave.

Tabla 8. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Angostura, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 9. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Angostura.

Tabla 10. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Navolato, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 11. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Navolato.

Tabla 12. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 13. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Culiacán.

Tabla 14. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Elota, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 15. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Elota.

Tabla 16. Cambio de Uso del Suelo en la zona costera del municipio de San Ignacio, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 17. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de San Ignacio.

Tabla 18. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 19. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Mazatlán.

Tabla 20. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 21. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de El Rosario.

Tabla 22. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 23. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Escuinapa.

Tabla 24. Resultados generales de los cambios en el uso del suelo, por municipio costero en el estado de Sinaloa.

Tabla 25. Cambio de uso del suelo en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003(hectáreas).

Tabla 26. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri.

Tabla 27. Cambio de uso del suelo en bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 28. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Lechuguilla.

Tabla 29. Cambio de uso del suelo en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 30. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de las bahías Topolobampo y Navachiste.

Tabla 31. Cambio de uso del suelo en bahía Santa María, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 32. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Santa María.

Tabla 33. Cambio de uso del suelo en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 34. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Pabellones.

Tabla 35. Cambio de uso del suelo en bahía La Guadalupana, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 36. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía La Guadalupana.

Tabla 37. Cambio de uso del suelo en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 38. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de la zona costera de Dimas a Mazatlán.

Tabla 39. Cambio de uso del suelo en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 40. Tasa neta de cambio/pérdida en el sistema lagunar Huizache-Caimanero.

Tabla 41. Cambio de uso del suelo en la zona costera de Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

Tabla 42. Tasa neta de cambio/pérdida en la zona costera de Río Baluarte a Teacapán.

Tabla 43. Resultados generales de los cambios en el uso del suelo por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa

Cambio de Uso del Suelo en la Zona Costera del Estado de Sinaloa

Introducción

Los humedales costeros son ambientes complejos y dinámicos en donde se desarrollan los bosques de manglar, una de las comunidades más productivas de la biosfera (Day *et al*, 1989). Los bosques de manglar son uno de los ecosistemas más productivos y biodiversos en el planeta. Pero desafortunadamente este ecosistema costero único está entre los hábitats más amenazados. Estos ecosistemas están desapareciendo rápidamente, incluso más rápido que los bosques tropicales y hasta la fecha con poca atención de la sociedad (Quarto, ____). Estos ambientes son importantes sitios de crianza de muchas especies de peces, moluscos y crustáceos de valor comercial y constituyen el hábitat de muchas especies de fauna silvestre residente y migratoria, que se ven afectadas por la deforestación de bosques de manglar que está ocurriendo desde hace ya varios años.

Los bosques de manglar una vez ocuparon 1/3 parte de las zonas costeras de los países tropicales y subtropicales. Actualmente, menos del 50% de estos bosques permanece y de los que aun se pueden encontrar, cerca del 50% no se encuentran en buenas condiciones. Los principales factores que contribuyen a la pérdida de bosques de manglar se encuentran el desarrollo de infraestructura de carreteras y canales que causa cambios en la hidrología natural de la zona costera, el crecimiento urbano, el uso del manglar para carbón y madera, la contaminación proveniente de las industrias y la agricultura, entre otras. Sin embargo una de las más recientes y significantes causas de pérdida de manglar en la última década, ha sido la creciente demanda en el consumo de camarón a nivel mundial y la correspondiente expansión de diferentes métodos destructivos de producción, representados por la construcción de los sistemas de granjas intensivas y semi-intensivas a lo largo de las zonas costeras.

Las granjas para el cultivo de camarón, bajo sistemas semi-intensivos e intensivos que normalmente son los sistemas de producción que predominan en América Latina se han convertido en los últimos 15 años, en una industria de exportación muy importante, pero con impactos significativos en el medio ambiente y las comunidades costeras.

De las más de una docena de países en América Latina con experiencia en este cultivo, los principales países productores en esta región son: Ecuador, México y Honduras, con alrededor de 180,000, 20,000 y 14,000 hectáreas de granjas camaroneras desarrolladas respectivamente (Tobey *et al*, 1998). En México el desarrollo de las granjas para la producción de camarón inició en 1987, cuando se construyó el primer sistema de producción en el estado de Sinaloa. A partir de entonces, la actividad se ha multiplicado dando lugar a que otros estados del país, se hayan sumado significativamente a esta actividad.

Los impactos potenciales de esta actividad al medio ambiente, está relacionado a la ubicación en donde se construye la granja y el diseño constructivo que se usa, lo que estará marcando los efectos que se presentarán sobre el medio natural y los diferentes elementos del paisaje . Esto es

ya que es evidente la ubicación sistemática de las granjas en ecosistemas frágiles, particularmente afectando los ecosistemas de manglar por esta actividad.

Los efectos ambientales que están asociados a la construcción y operación de las granjas camaroneras, incluye:

- Salinización de los suelos e intrusión de agua salada en los acuíferos de agua dulce,
- Asentamiento de tierras por la extracción del agua subterránea,
- Cambios importantes en la hidrología de la zona costera.
- Destrucción de hábitats de importancia para especies de fauna silvestre.
- Descarga de efluentes con desechos ricos en nitratos y fosfatos, además de productos químicos que se son usados para el control de enfermedades, desinfección y estimulantes de crecimiento.
- Introducción de especies de camarón exóticas y las posibles incidencias de enfermedades en el ecosistema.
- Pérdida de vegetación de manglar, por efectos directos e indirectos.

Este último punto es muy importante ya que está estimado que en los últimos 10 a 20 años, las granjas camaroneras han tenido un impacto significativo en la destrucción de los ecosistemas de manglar. Globalmente las granjas para la producción de camarón pueden ser las responsables del 10 al 25% de la pérdida de manglares ocurrida desde 1960 (Clay, 1996). Se ha estimado que 765,500 ha de manglares han sido taladas para la acuicultura (principalmente del camarón), de las cuales 639,000 ha pertenecen a Asia solamente (Phillips *et al*, 1993).

En regiones en donde la acuicultura del camarón han llegado a ser importantes, se ha estimado que del 20 al 50% de la reciente destrucción de manglar, es debida al desarrollo de las granjas camaroneras (NACA, 1994).

En el período 1969-1995, el manglar del Ecuador disminuyó de 203,625 ha a 149,570 ha, lo que representa una disminución del 27% del área total existente para el país de manglares (Icaza, 1997). En este caso la causa principal de la pérdida de este manglar, fue el desarrollo de las granjas camaroneras (Bodero y Robadue, 1995).

En la región del Golfo de Fonseca, entre 1973 y 1992, los manglares declinaron de 30,697 ha a 23,973 ha, lo que representa una reducción del 22% del área de manglar de existente en 1973 (DeWalt *et al*, 1996). Durante tal época, aproximadamente 4,307 ha de granjas camaroneras fueron desarrolladas en áreas cubiertas por zonas de manglares, representando el 64% de la pérdida total de manglares (DeWalt *et al*, 1996).

En Brasil el desarrollo de las granjas para el cultivo de camarón, es una de las actividades comerciales de más rápido crecimiento en la costa Noreste y responsable del 90% de la producción de camarón en el país. El número de granjas construidas en la región ha pasado de 20 desarrollos en 1985, a un total de 905 para el 2003. Desafortunadamente a estas actividades se les responsabiliza por la pérdida de manglares que se ha sucedido en el área y aunque aun esta no ha sido cuantificada, se estima que es muy importante.

Existe una imperiosa necesidad de desarrollar sistemas sustentables de acuicultura, es decir, el desarrollo y prácticas operacionales que aseguran una industria económicamente viable, ecológicamente adecuada y socialmente responsable. Esta sustentabilidad enmarcada en el cuidado de los efectos de corto y largo plazo sobre el medio ambiente y las comunidades, si se

mantiene la viabilidad económica y biológica a largo plazo, y si son protegidos los recursos costeros de los cuales ella depende (Tobey et al, 1998).

La necesidad de generar marcos legales que provean los mecanismos de gobierno necesarios para prevenir el sobre-desarrollo de una industria del camarón, no planteada ni regulada y por otro lado el cuidado que se debe de tener en otras actividades humanas que se desarrollan en las zonas estuarinas y áreas próximas a la costa, son puntos importantes que se deberán de cuidar para garantizar la sustentabilidad económica y ambiental de la industria camaronera y de la zona costera del país.

Desafortunadamente para el caso Mexicano esta sustentabilidad está siendo dramáticamente afectada, por los cambios en el uso del suelo que se están dando en la zona costera y sus áreas adyacentes en varios estados del país, por los efectos directos e indirectos que se han generado por la construcción de una industria mal planeada, que de seguir adelante sin ninguna regulación o planeación futura, causarán daños irreparables a la zona costera y a los bienes y servicios que esta genera para la sociedad y las especies de fauna silvestre que dependen de ella.

Descripción de la Zona Costera del Estado de Sinaloa

El Estado de Sinaloa se encuentra ubicado en el inicio del corredor costero noroccidental de la Republica Mexicana, la longitud de la zona litoral del Estado es de 656 Km y posee aproximadamente 2,216 Km² de lagunas costeras. Los Municipios que abarcan la zona de la costa son: Ahome, Guasave, Angostura, Navolato, Culiacán, Elota, San Ignacio, Mazatlán, Rosario y Escuinapa. (Gob. del Edo. de Sinaloa 2004)

El estado cuenta con importantes recursos hídricos representados por 11 ríos y 8 represas de grandes dimensiones, que son las que alimentan a los distritos de riego distribuidos a lo largo del estado. El total de escurrimientos proporcionados por estos ríos y algunas otras corrientes menores, es de 15,200 Mm³. La mayoría de estos ríos tienen su nacimiento en la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental, en su colindancia con los estados de Chihuahua y Durango. Está estimado que el 60% de los escurrimientos en el estado, son aportados por los ríos Fuerte, Culiacán y Sinaloa (8,907 Mm³). Los siguen en importancia los ríos San Lorenzo, Piaxtla, Presidio y Baluarte con 5,529 Mm³, y por último los ríos Mocorito, Elota, Cañas y Quelite con 767 Mm³ (CNA, 1998).

La Bahía de Topolobampo se encuentra localizada al sur, suroeste y oeste de la ciudad de los Mochis, en los límites con el estado de Sonora. Este complejo de pequeñas bahías, que incluye la de San Ignacio, Ohuira y Navachiste, tiene una extensión de más de 100,000 hectáreas, de extensas lagunas salobres y bahías costeras someras, con muy escasa vegetación acuática. La Bahía de Ohuira tiene una longitud de 22 Km y la de Navachiste una longitud de 38 Km.

La Bahía de Santa María, tiene una extensión de 135,000 has., en donde las zonas intermareales representan a gran parte de esta bahía. Está separada por una barra costera de 45 Km. de longitud, separada de la parte continental de la bahía, por dos conexiones con el mar.

La Bahía de Pabellones tiene una extensión de 76,148 ha caracterizadas por grandes extensiones de zonas intermareales y grandes bañados de agua salobre. La Bahía se encuentra comunicada con el mar, a través de una conexión que es estrecha y que se encuentra localizada en la parte norte de ésta.

Dentro del estado se pueden encontrar 11 tipos vegetativos que cubren aproximadamente 71.76% de la superficie total del estado (4'168,690 ha), mientras que las áreas agrícolas ocupan una superficie de 22.94% del total y que corresponde a 1'333,028 has. El resto de la superficie, está ocupada por cuerpos de agua y asentamientos humanos, entre otras (CNA, 1992; Gob. Edo., 1992). Los 11 tipos vegetativos, están compuestos por las siguientes comunidades: selva baja caducifolia (25.34%), selva mediana subcaducifolia (16.9%), bosque de encino (8%), bosque de pino-encino (11.5%), bosque de pino, matorral sarcocaulé, vegetación halófila (2.41%), manglar (1.7%), vegetación de dunas costeras, vegetación de galería y palmar (CNA, 1992; Gob. Edo. Sin, 1992).

El estado tiene desarrollada una extensión total de 1,333,451 ha para la agricultura. De 751,018 ha son de riego y 582,433 ha son de temporal. Esta superficie está dividida en 141,258 predios, de los cuales 80,507 son de riego y 60,751 de temporal (INEGI, 1993). Hasta hace unos 15 años, esta actividad se presentaba como la principal causa de amenaza para la salud de la zona costera del estado, debido a la diversión del escurrimiento de agua hacia la zona costera y de los contaminantes provenientes del lavado de las tierras y el uso extenso de agroquímicos para la producción agrícola, además del aceleramiento de los procesos de sedimentación en la zona lo cual ha causado el crecimiento de plantas vasculares con la consecuente pérdida de hábitats históricos que eran utilizados por las diferentes especies de aves residentes y migratorias.

La zona costera está caracterizada por una serie de unidades de paisaje que sobresalen por su importancia para una gran diversidad de especies que soportan. En este sentido diferentes reconocimientos de importancia les ha sido otorgados a estas unidades, tal y como lo es el caso de las Bahías de Navachiste, Santa María y Pabellones, que están consideradas como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's). Estas AICA's son una red de sitios en México, que destacan por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos (Coro y Marquez, 2000).

Por otro lado los humedales costeros del estado de Sinaloa, se encuentran reconocidos entre los 28 humedales prioritarios para las aves acuáticas migratorias, al albergar el 22.5 % de las especies de aves acuáticas migratorias que llegan a México. La zona costera del estado de Sinaloa, particularmente las bahías de Pabellones y Santa María han sido reconocidas por su importancia global para las aves playeras invernantes de la corriente migratoria del Pacífico. Las dos unidades ambientales, soportan cerca de una tercera parte de las aves playeras que invernán en la zona costera del Pacífico de Norteamérica (Engilis *et al*, 1998), mismas que en conjunto con el resto de la zona costera del estado de Sinaloa y del estado de Sonora, se estima que bien pudieran soportar una población de más de la mitad de las aves playeras invernantes a lo largo de zona costera del Pacífico en todo Norteamérica.

Sin embargo y a pesar de la importancia que tiene el estado de Sinaloa para una gran biodiversidad, no se han generado programas que tiendan a garantizar la conservación de áreas representativas en el estado que apoye la conservación de sus recursos naturales. A la fecha no existen, fuera de las zonas costeras establecidas como zonas de conservación para las tortugas marinas, decretos que otorguen categorías de manejo como áreas naturales protegidas, a zonas que en lo particular por su importancia merezcan ser conservadas. Esto es real tanto a nivel de decretos Municipales, Estatales o Federales, en donde ninguno de los tres niveles de gobierno ha establecido los programas de conservación conducentes a la protección de la biodiversidad biológica del estado.

Problemática Ambiental en la Costa de Sinaloa

Los usos de suelo de la costa de Sinaloa son variados, encontrando actividades forestales, pecuarias, de agricultura, granjas camaroneras, zonas industriales, turísticas, entre otros. Cada una de estas actividades implica el uso de recursos naturales y no siempre un uso sustentable de los mismos.

La contaminación de las bahías, esteros y lagunas, como la Bahía de San Esteban y de Topolobampo en Ahome; la Bahía de Perihuate en Guasave; la de Santa María, en Angostura; la Laguna de Chiricahueto y la Ensenada de Pabellones, en Culiacán y Navolato, respectivamente conllevan a una pérdida del hábitat para aves acuáticas migratorias además de que se limitan a actividades de pesca y acuicultura.

Por otra parte los ríos registran crecientes niveles de contaminación. Los más dañados son los ríos Fuerte, Sinaloa, Mocorito y Culiacán. Asimismo, los cuerpos de agua superficial y subterráneos se han degradado a raíz de las descargas de aguas residuales municipales, agrícolas, industriales y servicios. Estas descargas son de alrededor de 9 metros cúbicos por segundo en el estado, un volumen que recibe el río Culiacán en un 30%. (Plan Estatal de Desarrollo 1999-2004) Contemplando otro tipo de descarga sobre todo en los puertos de Mazatlán y Topolobampo se ha detectado que en los trabajos de campo utilizados en los barcos se encuentra contaminación del agua por descargas de residuos de diesel y aceite lubricante (Galindo Reyes, 1991).

Los bosques de manglares tienen diferentes funciones ecológicas de las que se pueden destacar las siguientes: depuración de las aguas eliminando altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, sirven como zona de anidación y alimentación de aves migratorias y residentes, viveros de camarón, entre otras. Con el tiempo, los ecosistemas de manglares han sido transformados por la minería, la agricultura y la ganadería. Actualmente la industria de acuicultura del camarón también contribuye a la transformación ecológica de esos ecosistemas. Se ha estimado que hasta finales de 1994 se destruyeron 10.000 hectáreas de bosques de manglares para construir estanques de producción de camarón. Los efluentes de aguas no tratadas de los estanques de camarón también contribuyen al daño (Boletín N° 51 del WRM, octubre de 2001).

El abandono de las granjas camaroneras provoca la salinización de los acuíferos y de las tierras agrícolas costeras, ya que cuando éstas son abandonadas debido a enfermedades u otras causas, el área queda convertida en un terreno erial y sus suelos contienen altos niveles de salinidad, acidez y sustancias químicas tóxicas, que prácticamente la inhabilitan para otros usos.

Otra fuente de contaminación relevante es la contaminación por plaguicidas debido a la actividad agrícola, ya que anualmente se aplican 36 mil toneladas de plaguicidas (Galindo Reyes, 1991) lo que provoca además de intoxicaciones graves en los trabajadores agrícolas, la contaminación y daños a las poblaciones de organismos que comparten los ecosistemas, principalmente los estuarino-lagunares.

Los desechos urbanos también tienen un fuerte impacto sobre el entorno ambiental. En la actualidad, se generan 1,500 toneladas por día de desechos en las principales ciudades del estado. Cabe destacar que la contaminación por desechos urbanos se acrecienta en algunos meses del año debido a la demanda de turismo en las diferentes zonas.

En cuanto a la contaminación atmosférica, según el Plan Estatal de Desarrollo 1999-2004, no se tienen registros oficiales sobre la contaminación del aire por las diferentes fuentes, como son las actividades industriales, agropecuarias, de extracción, y beneficio de minerales, de depósitos de desechos sólidos de origen municipal e industrial y de servicios.

Información General por Municipio Costero

1. AHOME: Es el municipio que más costas posee en el Estado al rededor de 120 km. Sus recursos pesqueros son importantes, principalmente por la abundancia de camarón, callo de hacha y especies como la lisa, mojarra, baqueta, pargo, robalo, ostión, sierra, corvina y jaiba. Aquí se encuentra localizada la Bahía de Topolobampo, laguna de Santa María (recaltar la importancia para las aves acuáticas migratorias, aves playeras) En este municipio se encuentra el parque industrial santa rosa, parque industrial pesquero de Topolobampo, parque ecológico industrial y comercial de Topolobampo, así como la industria de tipo azucarero, giro automotriz, textil, metal-mecánica, ensambladoras, talleres de reparaciones y centros de distribución.

2. GUASAVE: Una característica muy importante de éste municipio es su riqueza en materia orgánica de los suelos por lo tanto se ha sabido aprovechar la calidad de los mismos mediante su explotación agrícola, contrarrestando los problemas de humedad mediante la construcción de obras y sistemas de irrigación.

Aquí se encuentran los esteros de Babaraza, el Tortugo, Cuchillo y Algodoneros los cuales desembocan en drenes derivados de las zonas de riego y drenaje del municipio, lo que trae consigo contaminación de flora y fauna marina por los desechos de fertilizantes, herbicidas, pesticidas, disolventes, insecticidas y plaguicidas. El tipo de industria que se encuentra establecido en el municipio corresponde al procesamiento y enlatado de comestibles, metal-mecánica, harinera, fabrica de tarjetas electrónicas, extracción, agroindustria, desepite del algodón, elaboración de alimentos para animales, fabricación de hielo, procesamiento y enlatado de frutas y verduras, fabricación de muebles y colchones, productos químicos, congelación de mariscos y fabricación de artículos metálicos.

3. ANGOSTURA: Aquí se encuentra la Bahía Santa María la cual cuenta con una extensión de 47,000 hectáreas, la más grande de la zona centro. Ésta bahía tiene una amplia comunicación al mar a través de dos bocas. Por la operación de las dos bocas marinas señaladas anteriormente, se genera un régimen de corrientes más o menos continuas, con intercambio de masas de agua por efecto de las mareas. La influencia notablemente marina, origina que los recursos pesqueros lleguen a agruparse en cardúmenes de sardina, anchoveta y especie de escama como el pargo, mero, robalo, lisa, mojarra, etc. El principal recurso, lo constituye el camarón que llega a tener un período de captura hasta de seis meses. La industria que aquí se encuentra se dedica al congelamiento y enlatado de camarón, atún y sardina a demás de que se encuentra una planta de hielo.

4. NAVOLATO: Su extensión territorial es de 2,285 kilómetros cuadrados, que significan el 3.9% de la superficie total del Estado, lo que le permite figurar como el treceavo municipio más extenso. En éste municipio se encuentra la Ind. azucarera y fibropaneles, procesamiento y empaque de productos marinos, fabricación de hielo, productos químicos, escobas, tortillerías, imprentas, huaracherías y reparadoras de calzado, talleres de muebles de herrería y productos a base de yeso y cal.

5. CULIACAN: Debido a que la profundidad del manto freático (entre 1.5 a 2 metros o más) en las áreas alejadas del litoral encontrándose a nivel superficial cerca de la costa; su drenaje superficial es lento, se encuentra favorecida la agricultura que se lleva a cabo en el municipio, que al recibir los beneficios del riego, permite alcanzar altos índices de productividad en las cosechas. Estos terrenos requieren ser drenados, a fin de prevenir el ensalitramiento cuando se ponen bajo riego. La principal producción del municipio es de caña de azúcar, sorgo, arroz y

hortalizas, y en otros tipos de suelos la agricultura se basa en cultivos de soya, maíz, cártamo, algodón, caña de Azúcar, melón, sandía y cebolla.

6. ELOTA: Aquí se encuentra La Bahía de Ceuta que cuenta con los siguientes recursos pesqueros desde el punto de vista comercial: camarón y especies de escama, como la lisa, robalo, pargo, corvina, mojarra, mero, almeja, pata de mula, almeja rayada, almeja blanca y escasamente ostión y callo de hacha; la captura es llevada a cabo por las cooperativas pesqueras de Bahía de Ceuta y pescadores de La Cruz y Cospita.

7. MAZATLAN: El litoral del municipio acoge tres campos pesqueros dedicados preferentemente a la captura de camarón y en menor escala a la pesca de escama. También se encuentra el procesamiento y empaque de productos marinos, fabricación de cerveza, molinos, harineras, fabricas de productos para la construcción y cemento.

8. SAN IGNACIO: A lo largo de su litoral se localizan tres sistemas estuarinos: Estero Las Barras, Estero La Tinaja y Estero El Pozole en cuya área se explotan especies como camarón, ostión, lisa, robalo, pargo, mero, mojarra y corvina. También se encuentra la producción de sorgo, extracción de minerales metálicos, curtido de pieles, fabricación de huaraches, productos lácteos y conserva de frutas.

9. EL ROSARIO: Sus suelos se caracterizan por ser de climas húmedos templados o semi-fríos, además el suelo está enriquecido con humus o sustancias abundantes en hierro de colores negro y rojizo; generalmente son arenosos y ácidos, son de escasa utilidad en la agricultura por su baja fertilidad y por la topografía accidentadas que se presenta en esta región, pero son aprovechables para bosques madereros y para el pastoreo.

Las costas del municipio se extienden a lo largo de 40 kilómetros; están constituídas por sedimentos propios de las playas; al norte y sur del lado continental se localiza el sistema lagunario Huizache-Caimanero. La unión de estos dos cuerpos de agua forma un estrechamiento que se conoce como Pozo de la Hacienda; el sistema abarca una superficie aproximada de 175 kilómetros cuadrados. En este ecosistema se encuentran recursos pesqueros tales como camarón, lisa, mojarra, chihuil, puyequé, robalo y langostino. En el municipio se encuentra la producción de refresco y embotellamiento, empacadoras temporales de mango, legumbres y camarón

10. ESCUINAPA: Los suelos de éste municipio son de casi nula utilidad agrícola por su poca fertilidad y lo irregular de la topografía de la región, por lo que su uso radica en el aprovechamiento para pastoreo.

Su vegetación marginal la constituye el manglar (*Rhizophora mangle*), del que sobresale el conocido Candelón (*Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*), mangle dulce y puyequé. Las tres especies se encuentran asociadas y se extienden en ocasiones a más de 100 metros a ambos lados del estero.

Objetivos del Proyecto

1. Llevar a cabo un estudio de cambio de uso del suelo (1992 – 2003) a lo largo de la zona costera del estado de Sinaloa, mediante el uso de imágenes de satélite.
2. Determinar el crecimiento de la industria camaronícola en un período de 11 años.
3. Determinar la pérdida de hábitat, en este mismo período.
4. Generar una base de datos que para ser utilizada con fines de planeación y toma de decisiones, a nivel federal y estatal.

Metodología para el Análisis Digital de Cambio de Uso del Suelo

La tecnología de sensores remotos, tales como las imágenes y los análisis multi-espectrales, se están convirtiendo en una herramienta de evaluación importante al llevar a cabo monitoreos de cambio de uso del suelo y de las condiciones ambientales.

A partir de la información secuencial obtenida de los análisis multitemporales se puede establecer no solo el cambio en el uso del suelo, sino también el progreso de otros procesos de transformación o degradación que tienen impacto en los recursos naturales.

Para llevar a cabo el análisis de cambio de uso de suelo en los humedales costeros del estado de Sinaloa, se utilizaron imágenes de satélite, que en conjunto con las herramientas que proveen los sistemas de información geográfica, se evaluaron los cambios de uso del suelo a lo largo de la zona costera del estado, poniendo un énfasis particular en la identificación de los impactos de las granjas camaroneras sobre los humedales costeros.

Con el fin de llevar a cabo la clasificación de humedales a lo largo de la costa del estado de Sinaloa, para evaluar los cambios en la cobertura del terreno durante el período de 1992 a 2003, se utilizaron varias técnicas de percepción remota, que requirieron distintos procedimientos, los cuales incluyeron:

- Adquisición de las imágenes;
- Corrección geográfica y reproyección de las imágenes de satélite;
- Proceso de clasificación de imágenes: combinación de una clasificación no supervisada con una supervisada, en base a información recopilada en campo;
- Llevar a cabo un análisis de detección de cambio para producir la información sobre cambio de uso del suelo/cobertura de terreno;
- Analizar la relación entre los cambios en el uso del suelo y la cobertura del terreno entre las diferentes clases, con énfasis particular en el impacto de las granjas camaroneras sobre los ecosistemas costeros.

a. Adquisición de las imágenes.

Se utilizaron un total de cinco imágenes de satélite Landsat para cubrir la zona costera del estado para cada período a analizar. Las imágenes utilizadas fueron imágenes de satélite Landsat 5 TM y

Landsat 7 ETM⁺ Multiespectrales con 7 bandas. El tamaño de las imágenes es de 185 x 170 Km, georeferenciadas con un error máximo de ubicación (RMS) menor a los 28 m.

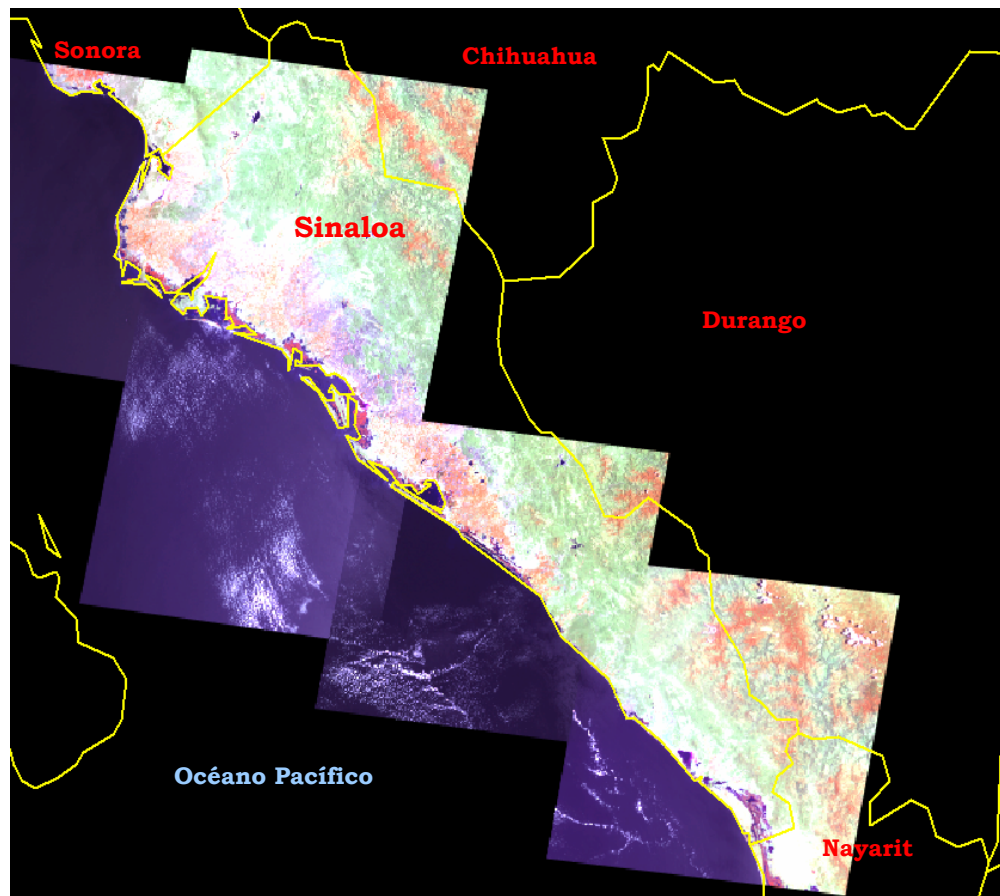


Figura 1. Distribución de las imágenes de satélite Landsat TM y ETM⁺.

Path	Row	Sensor	Fecha
34	42	Landsat 5 TM	11-Abr-1992
33	43	Landsat 5 TM	11-Abr-1992
33	42	Landsat 5 TM	20-Abr-1992
32	43	Landsat 5 TM	12-Mzo-1992
31	44	Landsat 5 TM	19-Myo-1994
34	42	Landsat 7 ETM ⁺	22-Mzo-2003
33	43	Landsat 7 ETM ⁺	18-Myo-2003
33	42	Landsat 7 ETM ⁺	18-Myo-2003
32	43	Landsat 7 ETM ⁺	25-Abr-2003
31	44	Landsat 7 ETM ⁺	20-Myo-2003

Tabla 1. Imágenes de satélite Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM⁺ utilizadas en el proyecto.

b. Corrección geográfica y reproyección de las imágenes.

Se llevó a cabo la corrección geográfica de las imágenes para asegurar que las imágenes de ambas fechas tuvieran la misma proyección: UTM (Universal Transversa Mercator) referenciada a la zona 13 norte, datum WGS84 basado en el elipsoide WGS84. Las imágenes fueron georeferenciadas con un error máximo de ubicación (RMS) menor a los 7.5 m.

Para llevar a cabo un análisis de detección cambio de uso del suelo es necesario que las imágenes de ambas fechas, las cuales provienen de sensores diferentes (tipo de satélite), tengan la misma resolución espacial. Las imágenes de 1992 provienen del satélite Landsat 5 TM, cuyo tamaño de pixel es de 30 m x 30 m, mientras que las imágenes del 2003 vienen del satélite Landsat 7 ETM⁺ con un tamaño de pixel de 28.5, además de que incluye una banda pancromática de 14.5 m, la cual se puede concatenar para cambiar la resolución de toda la imagen y de esta manera obtener un mayor detalle durante el proceso de clasificación. Por tal motivo, se hizo una reproyección de las imágenes para cambiar la resolución de la imagen de la clasificación final del 2003, para cambiarla al tamaño de celda de 30 m de la de 1992.

c. Proceso de clasificación de imágenes.

Las imágenes de ambas fechas fueron clasificadas utilizando el mismo proceso y el mismo esquema de clasificación, obteniendo el mismo número de clases en ambas fechas, con el fin de hacer una comparación de las las imágenes clasificadas del 2003 y las de 1992.

- Esquema de Clasificación:

El esquema de clasificación que se utilizó para llevar a cabo el análisis de cambio de uso del suelo, es el mismo que DUMAC utilizó en 1992 para elaborar la clasificación de humedales en el estado de Sinaloa y es la misma que se utilizó para las imágenes del 2003. Este esquema está basado en el de Cowardin *et al* y se describe a continuación:

Sistema Estuarino

Consiste en los hábitats de aguas profundas y humedales influenciados por las mareas, que se encuentran semirodeados por tierra pero que tienen un acceso ya sea permanentemente abierto, esporádico o parcialmente obstruido con el mar abierto; y en donde las aguas del océano están al menos, ocasionalmente diluidas por escurrimientos provenientes de tierra (Cowardin *et al*, 1979).

La influencia de las mareas varía tanto en amplitud como en periodicidad, por lo que los regímenes de inundación varían desde permanentemente inundado hasta esporádicamente inundado, y la influencia marina puede ser continua u ocasional.

La salinidad de estos sistemas pueden en ocasiones elevarse por arriba de la del mar abierto, debido a la evaporación. Los rangos de salinidad varían de hipersalina (> 40 ‰) a oligosalina (0.5-5 ‰) (Cowardin *et al*, 1979).

Los regímenes de agua y la química del agua en las zonas estuarinas son afectados por las siguientes causas: marea oceánica, precipitación, escurrimientos de agua dulce proveniente de tierra adentro, evaporación y vientos (Cowardin *et al*, 1979).

El sistema Estuarino se extiende (1) río arriba y hacia tierra alta hasta en donde la salinidad derivada del océano sea menor a 0.5 ‰ durante el período de bajo flujo; (2) hasta una línea imaginaria que cierra la boca de un río, bahía o brazo de mar; y (3) hacia el mar, hasta el límite en el que se encuentren humedales con vegetación emergente, arbustos o árboles que no hayan sido incluidos en (2) (Cowardin *et al*, 1979).

Clases:

1. Agua Abierta (Open Water) : Se incluyen todos los hábitats de aguas profundas y humedales permanentemente inundados, con suelos ya sea que consistan de al menos un 25% de partículas mas pequeñas que las piedras (ej. arena, cieno y materia orgánica) o de substratos que tengan una

cobertura de piedras o rocas del 75% o mayor, pero siempre con una cubierta vegetativa menor a 30%.

2. Llanura Costera Inundable (Intertidal Flat): Se incluyen todos los humedales con un suelo que consista al menos de un 25% de partículas más pequeñas que las piedras (ej. arena, cieno y materia orgánica) que se pueden encontrar expuestos o inundados en diferentes períodos, dependiendo del régimen hidrológico, vientos, evaporación, etc., y con una cubierta vegetativa menor a 30%. Para fines de este trabajo, en esta clase se incluyeron aquellas áreas cubiertas por vegetación acuática y vegetación emergente. El término vegetación acuática se refiere a plantas que crecen principalmente sobre o debajo de la superficie del agua, ya sea que estén sujetas al sustrato o que floten libremente, y que se encuentren presentes la mayor parte de la temporada de crecimiento durante la mayoría de los años. Se desarrollan de mejor manera en aguas semipermanentes o bajo condiciones de inundaciones frecuentes (Cowardin, *et al*, 1979). Las especies que se pueden encontrar en las bahías y esteros son *Zostera marina*, *Halodule wrightii* y *Najas* sp.

La clase llanura costera, también incluye aquellas áreas con vegetación emergente (emergent wetland), la cual crece en áreas con una baja influencia de las mareas, en donde el suelo presenta una consistencia arenosa. Dentro de esta clase se pueden encontrar especies tales como *Batis maritima*, *Typha* sp., *Salicornia* sp., *Spartina spartinae*, *Distichlis spicata*, *Sesuvium portulacastrum*, *Eleocharis* sp. *Juncus* sp. *Cynodon* sp., *Tamarix* sp., *Portulaca* sp., *Heliochloa* sp. y *Scirpus maritimus* entre otras (Carrera E. y G. de la Fuente, 2003).

3. Manglar (Mangrove Swamp): Incluye áreas dominadas por manglares. Ej. *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicenia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (botoncillo).

4. Llanura Costera Inundable Modificada (granjas camaroneras) – (Intertidal Flat Modified (shrimp farms)): Dentro de esta clase se consideran las áreas estuarinas que han sido modificadas para ser utilizadas como granjas camaroneras o como lagunas de producción de sal.

Humedales de Agua Dulce (Freshwater Wetlands)

Incluye los humedales y hábitats de aguas profundas que estén situados en una depresión topográfica o sobre un canal ribertino represado, incluye lagos permanentemente inundados y presas, lagos intermitentes, y lagos de mareas con una salinidad derivada del océano menor a 0.5 ‰ (Cowardin *et al.*, 1979). Los humedales de agua dulce se pueden encontrar en las orillas de lagos, canales ribertinos o estuarios; terrenos aluviales o como cuerpos aislados. También se pueden encontrar como islas en lagos o ríos.

En este sistema se consideró una sola clase:

5. Humedal de Agua Dulce: incluye especies de vegetación flotante tales como *Eichornia* sp, *Najas* sp. y *Pistia* sp., así como vegetación sumergida como *Najas* sp y vegetación emergente con especies tales como *Typha* sp., *Cyperus* sp., *Scirpus* sp., *Juncus* sp., *Eleocharis* sp., *Cladium* sp., *Sagittaria* sp., *Echinodorus* sp., *Pontederia* sp., *Peltandra* sp y *Tamarix* sp. entre otras (Carrera E. y G. de la Fuente, 2003) .

Tierras Altas (Uplands)

Incluye tanto as tierras utilizadas para la producción agrícola y ganadera; las áreas compuestas por roca, arena, grava o cualquier otro material en las cuales la cobertura vegetal es escasa o

ausente. Las áreas con desarrollo urbano como ciudades, pueblos, ejidos, etc.; así como aquellas áreas dominadas por los tipos de vegetación natural representativos de esta región geográfica. Para los fines de este estudio, se consideró una sola clase.

6. Tierras Altas

Sistema Marino

Consiste del mar abierto que se encuentra sobre la plataforma continental y la línea costera. Los hábitats marinos están expuestos al oleaje y a las corrientes del mar abierto. La salinidad excede a 30 ‰, presentando poco o nada de dilución excepto en las afueras de las bocas de los esteros (Cowardin, *et al*, 1979).

Dentro de este sistema, se incluyeron 2 clases:

7. Mar Abierto (Sea Water): Se incluyen todos los hábitats de aguas profundas con un suelo ya sea rocoso, pedregoso o que consista al menos de un 25% de partículas mas pequeñas que las piedras (ej. arena, cieno y materia orgánica) y una cubierta vegetativa menor a 30%.

8. Playa (Beach Bar) : Incluye las playas a lo largo de la costa.

- Preprocesado de las imágenes:

Las imágenes utilizadas fueron imágenes Landsat 5 TM e imágenes Landsat 7 ETM⁺ (7 Bandas) Carterra (25-MS) y se adquirieron con la corrección de terreno y georeferenciadas a partir de cartas del INEGI escala 1:50,000.

Una vez georeferenciadas las imágenes, se realizó una clasificación no supervisada y se aplicó una técnica de siembra para inicialmente generar áreas espectralmente únicas dentro de la zona de estudio. Estas áreas fueron refinadas utilizando fotografías aéreas y seleccionadas como sitios de muestreo para el trabajo de campo. Estas clases espectralmente únicas fueron impresas en mapas escala 1:50,000 para su utilización en la verificación en campo. Estos mapas presentan la imagen de satélite con los polígonos para cada uno de los sitios de muestreo con las coordenadas del punto central de cada uno de ellos para ayudar a su ubicación en el campo con los sistemas de posición global (GPS).

- Verificación en campo:

El propósito de la colección de datos de campo es la evaluación, medición y documentación de la variación de la vegetación dentro del área de estudio. Esta variación se correlaciona con la variación espectral de las imágenes de satélite durante los procesos de clasificación.

Una vez en campo, con ayuda de los mapas se llegó a cada uno de los sitios de muestreo en donde, guiados por el GPS, se localizó el sitio exacto de muestreo para verificar el tipo de vegetación presente en ese punto y se registró la información, así como los demás parámetros que son incluidos en la base de datos.

Con el fin de obtener muestras de campo confiables y consistentes, se creó una hoja de campo para registrar dicha información.

- **Clasificación:**

Generación de Nuevas Bandas:

Se generaron nuevas bandas de las imágenes crudas con operaciones tan simples como dividir una banda entre otra o con operaciones estadísticas complejas tales como las transformaciones de componentes principales. La idea detrás de la generación de nuevas bandas es que se derivará información única de estos procesos y se mejorará la calidad de la clasificación (DUInc, 1998). Se hicieron pruebas para determinar cuál de los diferentes métodos de creación de nuevas bandas sería el óptimo para utilizarse en la clasificación del área de estudio.

Proceso de sembrado: match

Los sitios de campo que fueron designados como áreas de entrenamiento fueron “sembrados” en ERDAS Imagine utilizando lazos espectrales como límites de crecimiento. El archivo que se obtuvo de este proceso fue posteriormente utilizado en el proceso modificado de clasificación supervisada/no supervisada.

Generación de Firmas no Supervisadas:

Se realizó una clasificación no supervisada utilizando las bandas seleccionadas (incluyendo las bandas nuevas que fueron creadas). Utilizando el programa ISODATA de Imagine se creó un archivo con aproximadamente 150 firmas espectrales derivadas de la clasificación no supervisada. Posteriormente se generó una clasificación de máximo parecido de las 150 firmas utilizando el programa de clasificación supervisada de Imagine (DU Inc, 1998).

Clasificación Supervisada / no Supervisada:

Se utilizó un proceso modificado de una clasificación supervisada / no supervisada para hacer la clasificación de cada imagen. Este proceso utiliza un programa estadístico para agrupar las firmas espectrales únicas de la clasificación no supervisada con las firmas supervisadas de las clases de entrenamiento (DUInc, 1998). De esta manera, las áreas espectralmente únicas se etiquetaron de acuerdo a los sitios de entrenamiento supervisados. Este es un proceso repetitivo ya que no todas las firmas espectrales supervisadas van a empatar perfectamente con las firmas no supervisadas en la primera vez. Las firmas no supervisadas que correspondan a alguna firma supervisada, se remueven del proceso de clasificación y se etiquetan con la clase que representan, al resto de las clases se les vuelve a correr el mismo proceso hasta que todas las firmas no supervisadas están correctamente etiquetadas de acuerdo a las firmas de los sitios de campo.

Modelos y Edición:

El paso final del proceso de clasificación es el de hacer modelos con las firmas confusas remanentes y hacer ediciones finales. Es común que áreas pequeñas presenten problemas en la separación espectral de los datos, mismos que pueden ser resueltos con un simple modelo. Finalmente, pueden haber pequeños problemas en la clasificación que no pueden resolverse con los diversos procesos de separación espectral, por lo que basados en el conocimiento del analista sobre el área, en fotografías aéreas o en cualquier otro tipo de información confiable, se remedió esta situación haciendo una edición manual (DUInc, 1998).

- **Mosaico de ambas fechas:**

Una vez clasificadas las imágenes para cada fecha, se llevó a cabo un modelo para producir un mosaico a partir de las cinco imágenes de 1992 y las cinco de 2003. Una vez generado el mosaico representando la clasificación final para ambas fechas, se procedió a realizar los cortes por municipio costero y por unidad de paisaje, para posteriormente proceder a hacer los análisis

correspondientes en los diferentes niveles según el área de estudio: estatal, municipal y por unidad de paisaje.

- Prueba de exactitud:

Una de las razones principales para realizar esta prueba a una imagen clasificada es para evaluar la confiabilidad de la clasificación resultante. Esta prueba se lleva a cabo utilizando determinado número de muestras de campo que desde antes de empezar con el proceso de clasificación, fueron separadas al azar. Aproximadamente la mitad de los sitios muestreados son separados y utilizados para realizar la prueba de exactitud.

Matriz de Error

La matriz de error es un arreglo de números en forma de cuadro dividida en columnas y líneas, que expresa el número de sitios asignados a una categoría en particular, con relación a los datos de referencia. Las columnas generalmente representan los sitios de campo y los renglones la clasificación (Lillesand and Kiefer, 1994). De esta manera, la matriz compara los datos de referencia (sitios de campo) con la clasificación. La matriz es una manera efectiva de representar tanto la exactitud total de la clasificación final como la exactitud individual para cada categoría, incluyendo tanto los errores de inclusión como los errores de omisión presentes en la clasificación. Un error de inclusión ocurre cuando un área es erróneamente incluida en una categoría a la que no pertenece. Un error de omisión ocurre cuando se excluye esa área de la categoría a la que realmente pertenece.

Además de mostrar claramente los errores de inclusión y de omisión, la matriz de error se puede utilizar para calcular la exactitud general, la exactitud del usuario y la exactitud de la clasificación (Story and Congalton, 1986). En la matriz de error, la exactitud general es simplemente la suma de la diagonal (los sitios correctamente clasificados) dividida entre el número total de muestras. Este valor es el que generalmente se reporta en las pruebas de exactitud. Las exactitudes del usuario y de la clasificación, son la manera de representar la exactitud de cada categoría.

Otra manera de medir la exactitud de una clasificación es mediante el coeficiente de Kappa, el cual es una medida de exactitud que se basa en la precisión entre la clasificación y los datos de referencia y la exactitud debida al azar (Congalton y Green, 1999). El coeficiente de Kappa puede alcanzar valores de 1.0 lo cual indicaría una exactitud total.

d. Detección de cambios en el uso del suelo/cobertura del terreno.

A partir de la información secuencial obtenida de los denominados análisis multitemporales se puede establecer el cambio en el uso del suelo, el crecimiento y la pérdida de vegetación natural, así como el progreso de otros procesos de transformación o degradación que tienen impacto en los recursos naturales.

La evaluación del cambio se llevó a cabo a través de un análisis post-clasificatorio con matrices de detección de cambio que permiten hacer una comparación pixel a pixel de dos mapas temáticos producidos independientemente.

El método utilizado en el análisis multitemporal para la detección del cambio de uso del suelo, fue el de la comparación de mapas digitales de épocas diferentes o clasificación cruzada. Este método consiste en la comparación de los datos digitales de épocas diferentes: imágenes previamente clasificadas durante el proyecto de inventario y clasificación de humedales en la

zona costera del estado de Sinaloa, llevado a cabo por DUMAC en 1992 e imágenes recientemente adquiridas y clasificadas.

La matriz de detección de cambios que se obtiene contiene información sobre el cambio que se dio en determinado período, de una clase a otra. Su arreglo posibilita la cuantificación del cambio total y por clases en las áreas que se están evaluando. Los datos que aparecen sobre la diagonal de la matriz, representan el total de píxeles (representados en hectáreas) que permanecieron sin cambios en el período, mientras que los datos fuera de la diagonal, representan los cambios que se dieron de una clase a otra en forma de ganancia (renglones) o pérdida (columnas) entre las dos fechas (Congalton y Green, 1999).

A partir de la matriz de detección de cambios, se pueden calcular los porcentajes de permanencia y de cambio durante el período, representados por la estabilidad de localización y la estabilidad de residencia.

De acuerdo a Ramsey III *et al* (2001), la estabilidad de localización se refiere al porcentaje de una clase que permanece como la misma clase en la misma ubicación espacial, desde el principio hasta el final del período.

La estabilidad de localización (EL) se define como:

$$EL \text{ (por clase)} = \frac{(\text{cobertura del año inicial} - \text{pérdida cobertura del año inicial})}{\text{cobertura año inicial}} \times 100$$

La pérdida en la cobertura en el año inicial, indica la pérdida de la cobertura durante el período de estudio en la misma ubicación espacial. Los valores pueden ir de cero (cambio) a 100 (no cambio).

La estabilidad de residencia se refiere al porcentaje de cambio para cada clase dentro del área de estudio para el período en cuestión. Los valores de cero para una clase, indican que no hubo un cambio neto en su área total de cobertura. En cambio, los valores positivos indican un incremento en la cobertura comparada con la fecha inicial; mientras que los valores negativos indican una disminución en la cobertura con respecto al año inicial. La fórmula para calcular la estabilidad de residencia (ER) es la siguiente:

$$ER \text{ (por clase)} = \frac{(\text{cobertura del año final} - \text{cobertura del año inicial})}{\text{cobertura del año inicial}} \times 100$$

Los datos de la matriz de detección de cambios pueden ser representados en mapas en donde se pueden identificar aquellas áreas que fueron modificadas por la construcción de las granjas camaroneras, así como mapas de cambio de uso del suelo, en donde se muestra el tipo de hábitat original que se perdió por la construcción de las granjas camaroneras. Los resultados de la matriz de cambio, también se pueden utilizar para representar cartográficamente las áreas que han sufrido pérdida de manglar así como aquellas áreas en donde se ha expandido la vegetación de manglar (Ver anexo cartográfico para mapa estatal, mapas municipales y por unidad de paisaje).

e. Análisis de la relación de los cambios entre las clases en el uso del suelo y la cobertura del terreno

La matriz de detección de cambios permitió identificar una serie de cambios entre las clases, los cuales pueden ser ocasionados principalmente por las siguientes causas:

La clase agua abierta así como la llanura costera inundable, pueden sufrir disminuciones en su extensión producto del crecimiento de la vegetación de manglar. Según Jiménez-Lugo (1985) la colonización de manglar en cuerpos de agua se da cuando existen condiciones propicias de profundidad, ya que esta vegetación puede expandirse a los cuerpos de aguas someros, principalmente hacia las áreas que bordean a canales o cuerpos de agua (bahías y esteros), ya que pueden ser rápidamente colonizados con la ayuda de las mareas y el viento, al dispersar las semillas y propagulos. Otra causal para la disminución en la clase agua abierta puede ser debido a los cambios en la profundidad por depósitos de sedimentos provenientes de los escurrimientos de las tierras altas hacia la zona costera, convirtiendo estas áreas en zonas más someras cuyos suelos pueden quedar expuestos por efectos de las mareas.

En la llanura costera inundable se detectaron cambios considerables producto de cambios en el uso de suelo al ser desarrollados ya sea para la construcción de granjas camaronícolas, como por la agricultura, el desarrollo industrial y turístico. Por otro lado, tanto la clase llanura costera inundable así como la clase agua abierta, le puede ganar terreno a la a las áreas cubiertas con vegetación de manglar y las causas de esto se pueden asociar a cambios en la frecuencia de inundaciones y al incremento en la salinidad del suelo por efecto de la expansión de la industria camaronícola en el sistema. Otra de las razones para esta pérdida de manglar que se encontró en la zona costera del estado, es el resultado del depósito de sedimentos producto del dragado para la construcción de canales y drenes sobre áreas de manglares, convirtiéndolos a la larga en áreas desprovistas de vegetación.

Otras causas de pérdida de manglar que se presentaron son el resultado de alteraciones antropogénicas, en donde la destrucción de manglar es causada por la construcción de granjas camaronera, por el crecimiento de la frontera agrícola, urbanización y usos forestales, principalmente. Aunque no se detectó un desplazamiento importante de la vegetación de manglar por la acuicultura, esta vegetación no está exenta de los efectos indirectos de esta actividad, causando la mortandad de grandes extensiones de manglares. Entre los principales efectos indirectos de la industria camaronera sobre la vegetación de manglar, se encuentra los cambios en los patrones hidrológicos naturales producto de la construcción de caminos, canales y bordos de contención, la hipersalinidad y la eutrofización.

La actividad acuícola, representada principalmente por la industria camaronera se expande principalmente hacia la llanura costera y en menor escala hacia manglares.

A lo largo de la zona costera del estado de Sinaloa se ha desarrollado una intensa actividad agrícola, siendo la mayor parte de ésta agricultura de riego. En el estado de Sinaloa se desarrolla esta actividad hasta los límites con la zona costera, en donde ha causado el desplazamiento de humedales costeros, principalmente de la llanura costera inundable. Los efectos directos de esta actividad sobre los humedales costeros, están asociados con la remoción de la cobertura vegetal, la alteración de la hidrología natural del área y la degradación de la productividad del suelo al reducir el contenido de nutrientes y materia orgánica (Dale *et al.*, 1998). Por otro lado la afección indirecta de esta actividad sobre los humedales está dada al generar cambios en la cobertura vegetal a lo largo de las cuencas hidrológicas en donde se desarrolla, en la hidrología del paisaje y en el aporte de sedimentos, así como de agroquímicos. A lo largo de toda la costa del estado, se pueden ver los movimientos de la frontera agrícola en donde se pueden encontrar áreas de la llanura costera inundable convertidas en áreas de cultivo, así como áreas de la llanura costera inundable que habían sido modificadas por la agricultura y ahora se han abandonado los cultivos y en dónde no es fácil asegurar la colonización vegetal de estas áreas.

Resultados y Análisis de la Información

Es innegable la necesidad de generar los insumos básicos que permitan respaldar y apoyar la toma de decisiones. Entre estos destacan la información cartográfica de los temas centrales tal como lo es el análisis del cambio de uso. Este es crucial para entender los procesos dinámicos de la cobertura del suelo; la pérdida de la productividad y biodiversidad; vulnerabilidad a erosión; deforestación; fragmentación; pérdida del valor de opción de bienes y servicios ambientales; entre otros aspectos necesarios para apoyar las labores de ordenamiento ecológico. (Velásquez *et al*, 2002)

Instituciones como la SEMARNAT y SEDESOL han iniciado esfuerzos en la materia, para impulsar la elaboración de ordenamientos estatales y municipales, cumpliendo con ello con los objetivos de carácter ecológico y territorial de ambas instituciones. Estos instrumentos aspiran a ser integradores y articuladores del desarrollo municipal de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DGIOECE-INE, 2005).

Los resultados de este análisis servirán de apoyo a los esfuerzos de elaboración del ordenamiento ecológico, al proveer los insumos necesarios para la toma de decisiones en materia de aquellos desarrollos que están ejerciendo mayor presión sobre los ambientes naturales y que por una falta de información al respecto de los impactos que estos desarrollos están causando, no se le ha dado la atención debida para regular y supervisar su desarrollo en cumplimiento con las normas y leyes establecidas para tal efecto.

El análisis de los resultados se presentan en tres niveles de información diferentes, que son el estatal, municipal y por unidades de paisaje que son elementos importantes a considerar dentro de lo que debe de ser el desarrollo del ordenamiento ecológico de la zona costera del estado de Sinaloa.

Resultados de la prueba de exactitud para la clasificación de la zona costera del estado de Sinaloa en 1992 y 2003.

Se realizó una prueba de exactitud para la clasificación resultante para cada fecha, con el fin de calcular el coeficiente de exactitud global y el coeficiente de Kappa. De los sitios de muestreo en campo, se utilizaron 256 sitios para la clasificación de 1992 y 512 para la del 2003, mismos que se separaron al azar antes de iniciar el proceso de clasificación. Los sitios de muestreo que se utilizaron representan cada una de las clases encontradas a lo largo de la zona costera del estado.

Una vez separados los sitios de muestreo que se utilizarían para la prueba de exactitud, se convirtieron a un archivo raster para compararlos con la clasificación final y de esta manera calcular la exactitud de la clasificación tanto general como para cada clase.

Una de las maneras más comunes para expresar la exactitud de una clasificación es la creación de una matriz de error. Una matriz de error es un arreglo numérico conformado por columnas y renglones en donde se compara, clase por clase, la relación entre los datos de referencia (sitios de muestreo en campo) contra la clasificación resultante. Los sitios de muestreo que fueron clasificados en la clase apropiada se colocan dentro de la diagonal de la matriz. Todos los demás elementos fuera de la diagonal representan los errores de omisión (exclusión) y de comisión (inclusión). Los errores de omisión corresponden a aquellos sitios de campo que no fueron

clasificados en la clase correcta (columna), mientras que los de comisión representan aquellos datos que fueron inapropiadamente clasificados en una clase equivocada (renglón).

De esta matriz se obtiene la exactitud para el usuario y la exactitud de la clasificación. La primera se refiere a la probabilidad de que un pixel clasificado en una categoría dada, realmente represente a esa categoría en el campo e indica la certeza con la que se puede usar un mapa; mientras que la segunda indica qué tan bien fueron clasificados los sitios de muestreo. Finalmente se obtiene la exactitud para cada clase y la exactitud general.

Prueba de exactitud para la clasificación de humedales de la zona costera del estado de Sinaloa en 1992

Clasificación Producida	Datos de Referencia						
	Clases	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Total	Exactitud del Usuario
	Agua Abierta	60	2	2	0	64	93.75%
	Llan. Costera	0	62	2	0	64	96.88%
	Manglar	0	0	64	0	64	100.00%
	Granja Camaronera	0	0	0	64	64	100.00%
	Total	60	64	68	64	256	
	Exactitud Clasificación	100.00%	96.88%	94.12%	100.00%		

Exactitud Global de la Clasificación = 97.66%

Coeficiente Global Kappa = **0.9688**

Coeficiente Kappa por clase:

Agua Abierta **0.9184**

Llan. Costera **0.9583**

Manglar **1**

Granja Camaronera **1**

El resultado de la prueba de exactitud para la clasificación de humedales en 1992, muestra una exactitud global de 97.66%, mientras que el resultado global del coeficiente de Kappa es de 0.9688.

Prueba de exactitud para la clasificación de humedales de la zona costera del estado de Sinaloa en 2003

Clasificación Producida	Datos de Referencia						
	Clases	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Total	Exactitud del Usuario
	Agua Abierta	173	4	0	0	177	97.74%
	Llan. Costera	0	221	0	1	222	99.55%
	Manglar	0	1	82	0	83	98.80%
	Granja Camaronera	0	0	0	30	30	100.00%
	Total	173	226	82	31	512	
	Exactitud Clasificación	100.00%	97.79%	100.00%	96.77%		

Exactitud Global de la Clasificación = 98.83%

Coeficiente Global Kappa = 0.9823	
Coeficiente Kappa por clase:	
Agua Abierta	0.9659
Llan. Costera	0.9919
Manglar	0.9857
Granja Camaronera	1

El resultado de la prueba de exactitud para la clasificación de humedales en 2003, muestra una exactitud global de 98.83%, mientras que el resultado global del coeficiente de Kappa es de 0.9823.

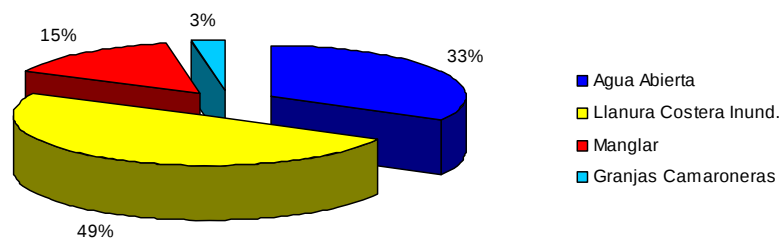
I. Análisis de la Zona Costera del Estado de Sinaloa

a. Situación de la zona costera del estado en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	168,043.40	32.97
Llanura Costera	251,400.80	49.33
Manglar	75,364.45	14.79
Granjas Camaro	14,810.08	2.91
Total	509,618.73	100.00

Durante 1992 se clasificó una extensión total de 509,619 ha de humedales costeros en el estado de Sinaloa. De éstos, el 33% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 49% correspondieron a la llanura costera inundable; 15% a los humedales con vegetación de manglar y el 3% a los humedales que han sido modificados por acción directa de las granjas para la producción de camarón, salineras, canales y dragados.

Composición del Paisaje de la Zona Costera de Sinaloa en 1992 (509,618.73 ha)



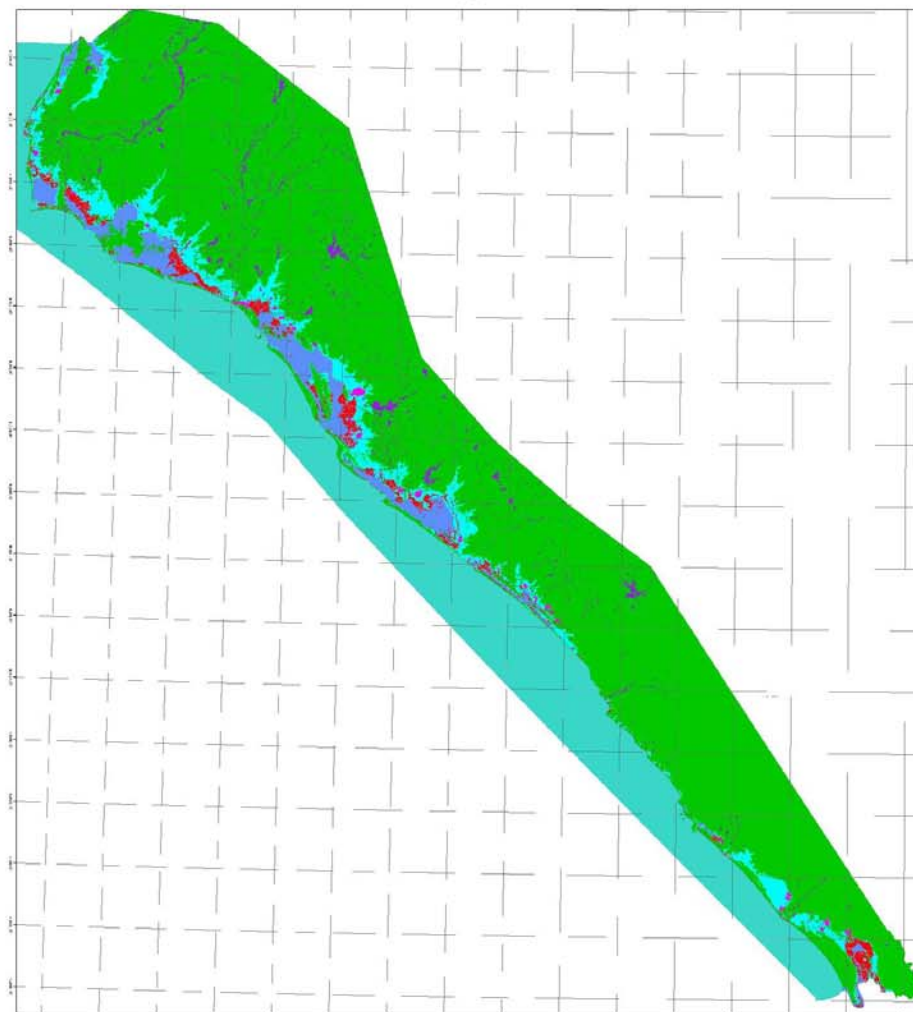
b. Situación de la zona costera del estado en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	166,051.35	32.42
Llanura Costera Inund.	214,294.46	41.84
Manglar	84,912.62	16.58
Granjas Camaroneras	46,882.01	9.15
Total	512,140.44	100.00

Para el 2003 una extensión total de 512,140 ha de humedales costeros fueron clasificadas. De estos humedales 32% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 42% a los que corresponden a la llanura costera inundable; 17% a vegetación de manglar y el 9% a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras, salineras, canales y dragados.

Clasificación de Humedales de la Zona Costera de Sinaloa

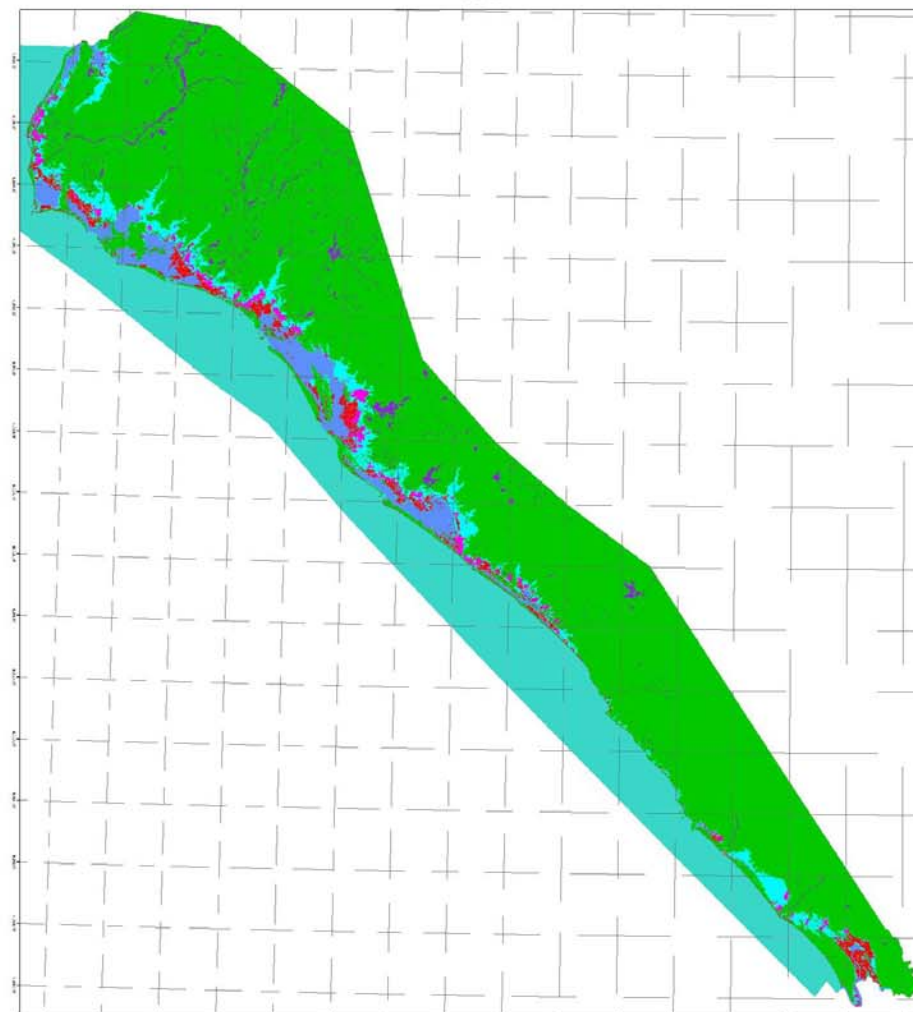
1992



Leyenda

Agua Abierta	Has.
Granjias Camaroneras	14,810.08
Humedales de Agua Dulce	79,285.02
Llanura Costera Inund.	251,400.80
Manglar	75,364.45
Mar Abierto	1,236,459.10
Playa	3,237.55
Tierras Altas	2,835,489.13

2003



Leyenda

Agua Abierta	Has.
Granjias Camaroneras	46,882.01
Humedales de Agua Dulce	68,836.16
Llanura Costera Inund.	214,294.46
Manglar	84,912.62
Mar Abierto	1,229,901.72
Playa	7,131.23
Tierras Altas	2,846,079.98

Figura 2. Clasificación de humedales costeros en el estado de Sinaloa en 1992 y 2003

**Composición del Paisaje en la Zona Costera de Sinaloa
en 2003 (512,140.44 ha)**

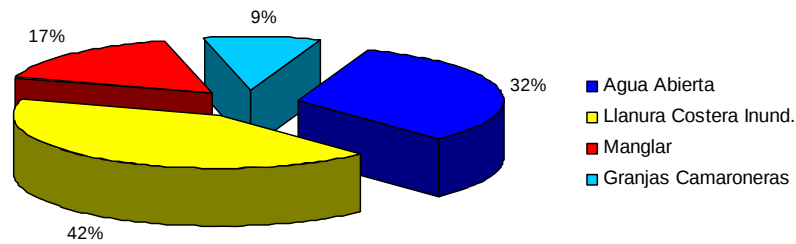


Figura 2. Clasificación de humedales en la zona costera del estado de Sinaloa en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del estado de Sinaloa durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	159,185.89	4,416.12	1,535.07	2.76	624.95	7.31	39.88	239.37	166,051.35
	Llan. Costera	5,351.75	187,551.69	8,068.00	2,265.93	10,433.27	283.07	99.91	240.83	214,294.46
	Manglar	2,642.57	15,974.85	63,951.37	150.83	2,138.17	7.64	13.40	33.79	84,912.62
	Granja Camaronera	35.25	31,042.65	789.75	11,912.30	2,925.72	173.50	1.79	1.06	46,882.01
	Tierra Alta	704.95	12,200.32	945.38	462.41	2,800,347.62	28,207.98	1,196.53	2,014.79	2,846,079.98
	Hum. Agua Dulce	33.87	164.24	42.16	15.84	17,973.47	50,604.56	1.87	0.16	68,836.16
	Playa	20.39	25.83	18.52	-	580.92	-	1,473.10	5,012.48	7,131.23
	Mar Abierto	68.72	25.10	14.21	-	465.01	0.97	411.08	1,228,916.62	1,229,901.72
Total	168,043.40	251,400.80	75,364.45	14,810.08	2,835,489.13	79,285.02	3,237.55	1,236,459.10	4,664,089.52	
EL (%)	94.73	74.60	84.86	80.43	98.76	63.83	45.50	99.39		
ER (%)	-1.19	-14.76	12.67	216.55	0.37	-13.18	120.27	-0.53		

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 2. Cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que ha sufrido la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período de 1992 -2003 y el análisis por clase de dichos cambios.

Zona Costera del Estado de Sinaloa				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	168,043.40	166,051.35	-1,992.04	-1.19
Llanura Costera Inund.	251,400.80	214,294.46	-37,106.34	-14.76
Manglar	75,364.45	84,912.62	9,548.16	12.67
Granjas Camaroneras	14,810.08	46,882.01	32,071.93	216.55
Total	509,618.73	512,140.44		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 3. Tasa neta de cambio/pérdida, en la zona costera del estado de Sinaloa.

1. Llanura Costera Inundable.

Para 1992 la llanura costera inundable contaba con 251,401 ha y para el 2003 esta llanura costera estaba constituida por 214,294 ha. En este período de 11 años, 187,552 ha (74.6%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 2) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -14.76 % (-37,106 ha) (Ver Tabla 3).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 31,043 ha por la construcción de granjas camaroneras y 12,200 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 15,975 ha de manglar (Ver Figura 3).

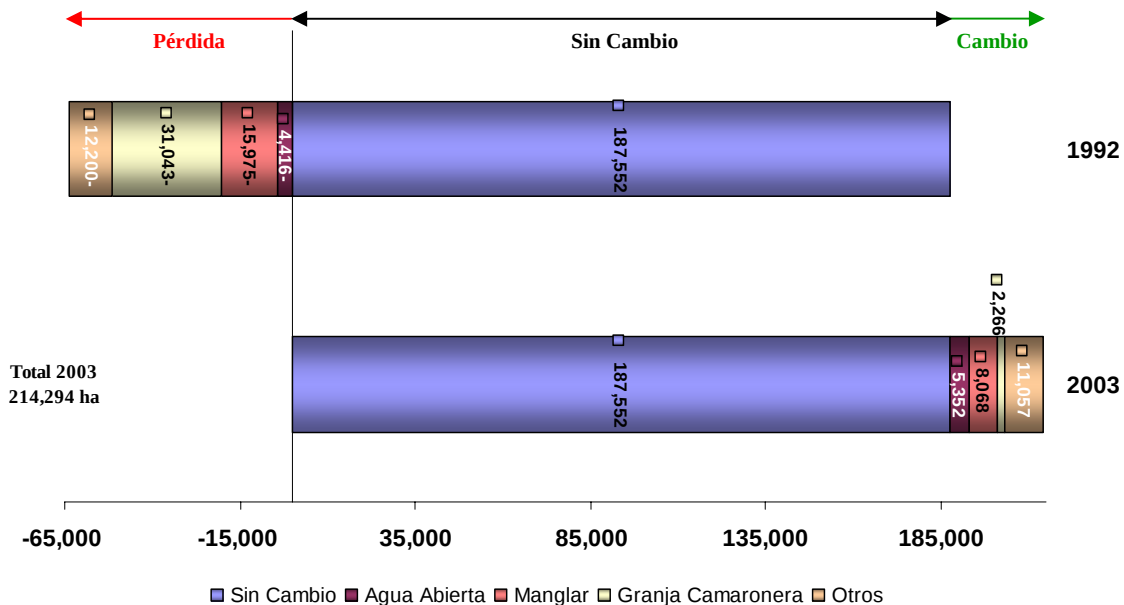


Figura 3. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable del estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar abarcaba un total de 75,364 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 84,913 ha. En este período de 11 años, 63,951 ha (85%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 2), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.36%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 12.67% (9,548 ha) (Ver Tabla 3) durante el período.

La pérdida real de vegetación de manglar que se dio en esta área durante el período de 1992 a 2003, fue de 11,413 ha (Ver Figura 4), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 96,340 ha de vegetación de manglar en la zona costera del estado. Esta información nos permite estimar que la vegetación de manglar tuvo un crecimiento total de 20,961 ha, que representa una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.24%.

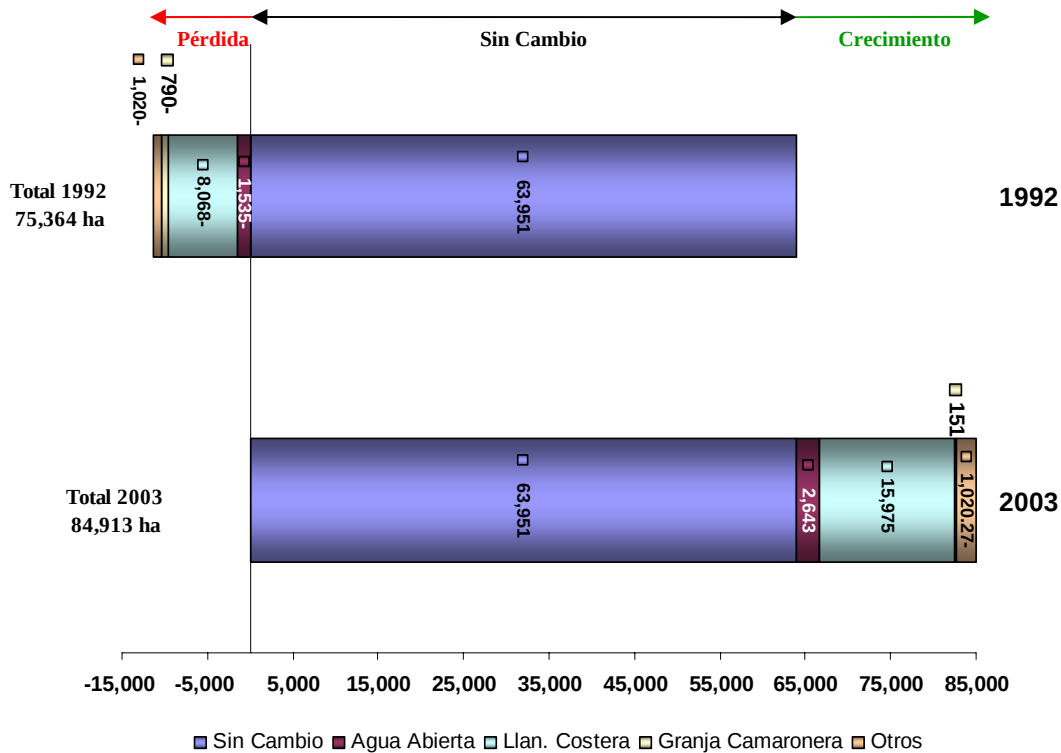


Figura 4. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Para 1992 una extensión total de 14,810 ha de granjas camaroneras fueron identificadas y para el 2003, un total de 46,882 ha fueron cuantificadas. De las granjas registradas en 1992 un total de 11,912 ha (80%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 2), mientras que por el otro lado en el período de 1992 – 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 216% (32,072 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 3).

Dentro del análisis, destaca que el 89% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 5). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 790 ha de manglar y la pérdida indirecta de 9,603 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 4).

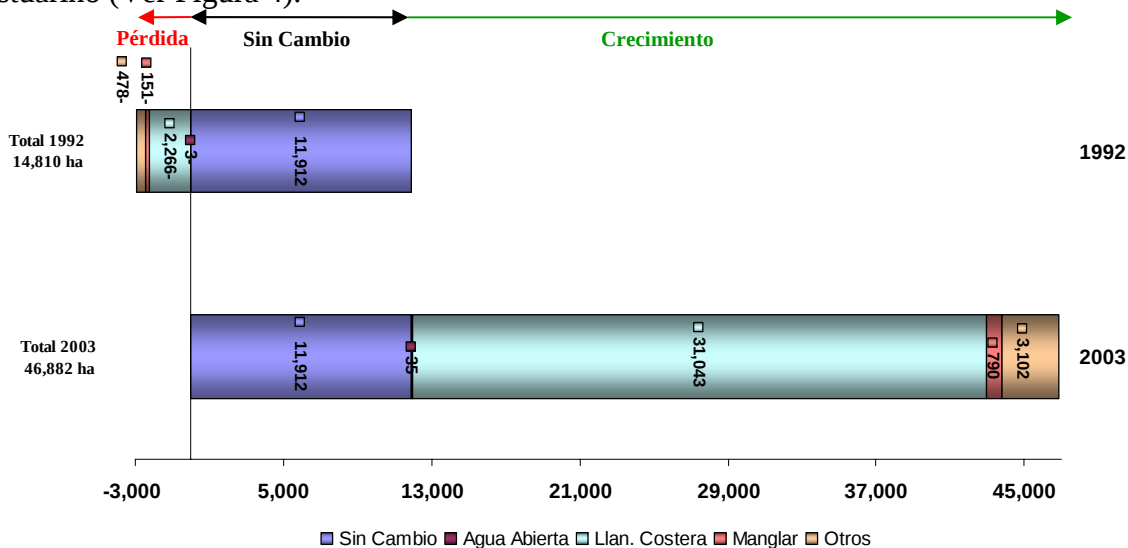


Figura 5. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el estado de Sinaloa, durante el período 1992-2003.

Análisis general de los resultados del cambio de uso del suelo de la zona costera del estado de Sinaloa.

La zona costera de Sinaloa sufrió una serie de cambios a lo largo de los 11 años que comprende el período de estudio de 1992 a 2003. Estos cambios se dieron principalmente en tres de las clases que conforman a la zona costera, mismos que se describen de manera general a continuación.

Llanura costera inundable.

El análisis de cambio de uso del suelo nos permitió estimar que una extensión total de 63,849 ha (25%) del total de la llanura costera del estado presentó pérdidas /cambio en el período de 11 años. De este total, 31,043 ha (49%) se perdió producto de actividades relacionadas al crecimiento de las granjas camaroneras y 12,200 ha (19%) por la expansión de la frontera agrícola (Ver Figura 6). Adicionalmente a estas pérdidas, dentro de la llanura costera se registró un cambio por crecimiento de manglar en 15,975 ha (25%). Finalmente de estos datos, podemos decir que la pérdida real que se dio en la llanura costera fue de 47,659 ha, que significa el 19% de la llanura costera de estado.

Vegetación de manglar.

Este mismo análisis nos permitió determinar que en la zona costera del estado hubo una pérdida de una extensión total de 11,413 ha de vegetación de manglar, durante el período de 1992 a 2003. Esta pérdida se debió principalmente a los efectos directos e indirectos del crecimiento de las granjas camaroneras y la expansión de la frontera agrícola (Ver Figura 6). Por otro lado los resultados mostraron que en algunas áreas de la zona costera, hubo un crecimiento neto de vegetación de manglar de 9,548 ha.

Granjas camaroneras.

El estudio de cambio de uso del suelo nos permitió determinar, que una extensión de 14,810 ha de granjas camaroneras se habían desarrollado para 1992, mientras que para el 2003 se determinó una extensión total de 46,882 ha. Este incremento representa una tasa de crecimiento neto del 216% (32,072 ha) de granjas desarrolladas en el período del análisis de 11 años. Destaca dentro de este análisis, el hecho de que 89% de estos desarrollos se llevaron a cabo en la llanura costera inundable y que estos causaron una pérdida directa e indirecta de una extensión total de 10,393 ha de vegetación de manglar durante el mismo período (Ver Figura 6).

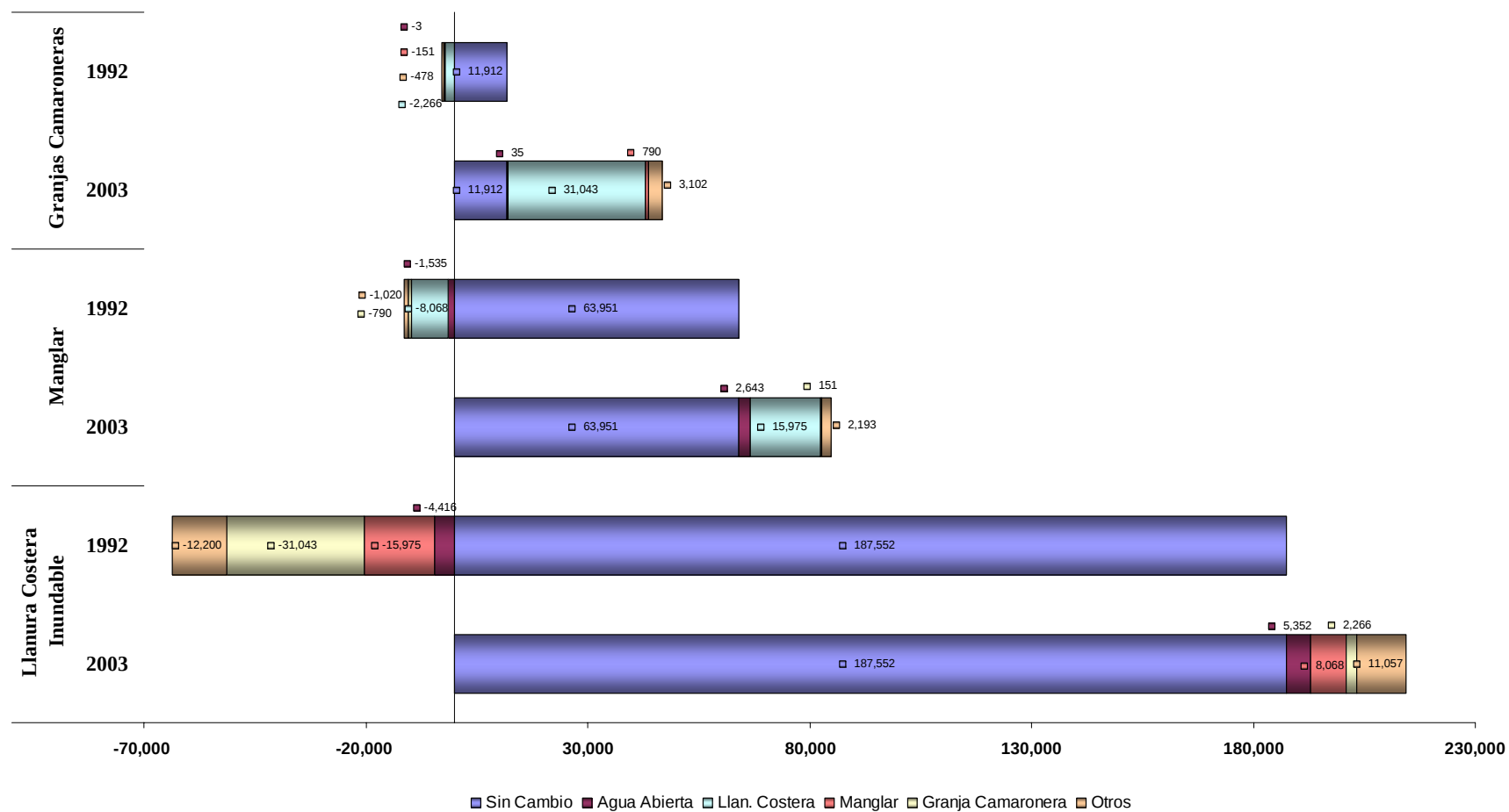


Figura 6. Resumen general de los resultados del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período de 1992 a 2003.

II. Análisis por municipios del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, entre 1992 - 2003.

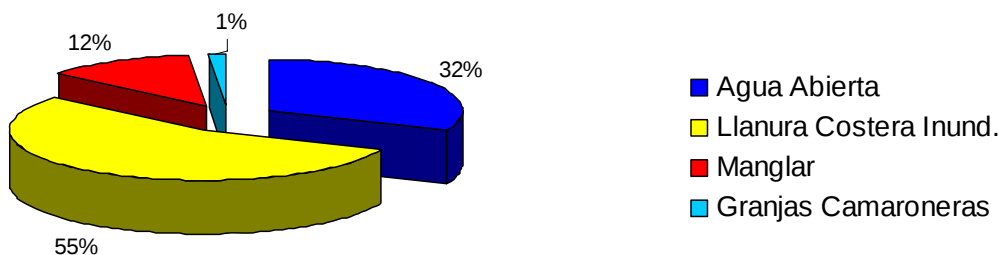
1. Ahome

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Ahome en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	36,670.98	31.51
Llanura Costera Inund.	63,488.55	54.56
Manglar	14,485.91	12.45
Granjas Camaroneras	1,722.86	1.48
Total	116,368.30	100.00

El análisis de la información nos indica que una extensión de 116,368.30 ha de humedales costeros fueron clasificados en 1992. De estos humedales, el 32% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 55% correspondieron a la llanura costera inundable; 12% a los humedales con vegetación de manglar y el 1 % a los humedales que fueron modificados por acción directa de las granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Ahome en 1992 (116,368.30 ha)

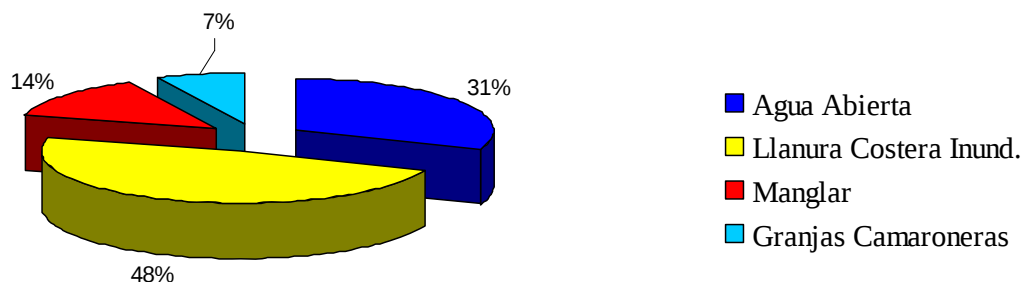


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Ahome en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	36,078.44	30.80
Llanura Costera Inund.	56,669.87	48.38
Manglar	15,970.30	13.63
Granjas Camaroneras	8,428.15	7.19
Total	117,146.76	100.00

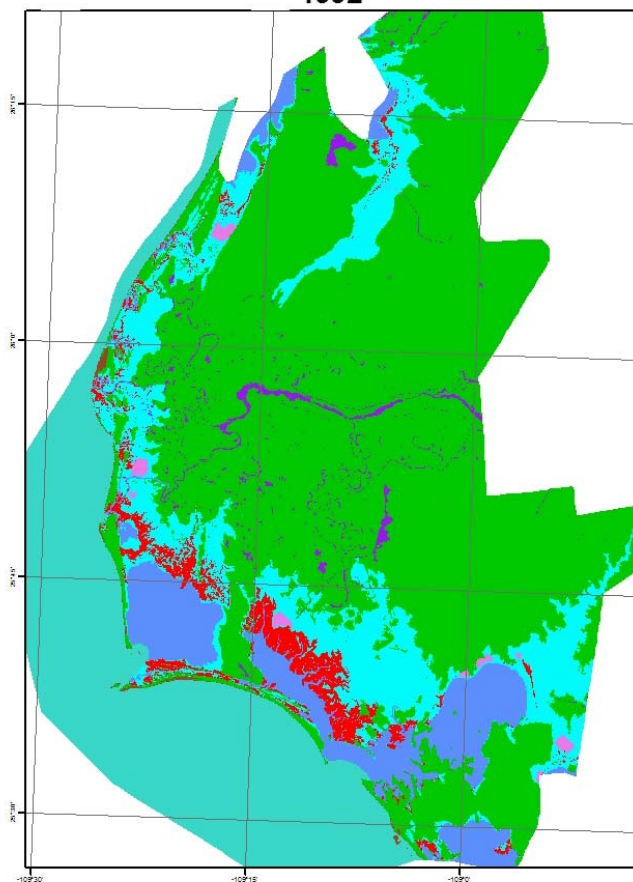
Para el 2003 una extensión de 117,146.76 ha de humedales costeros fueron cuantificados. De estos humedales 31% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 48% corresponden a la llanura costera inundable; 14% a vegetación de manglar y el 7% a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Ahome en 2003 (117,146.76 ha)



Municipio de Ahome

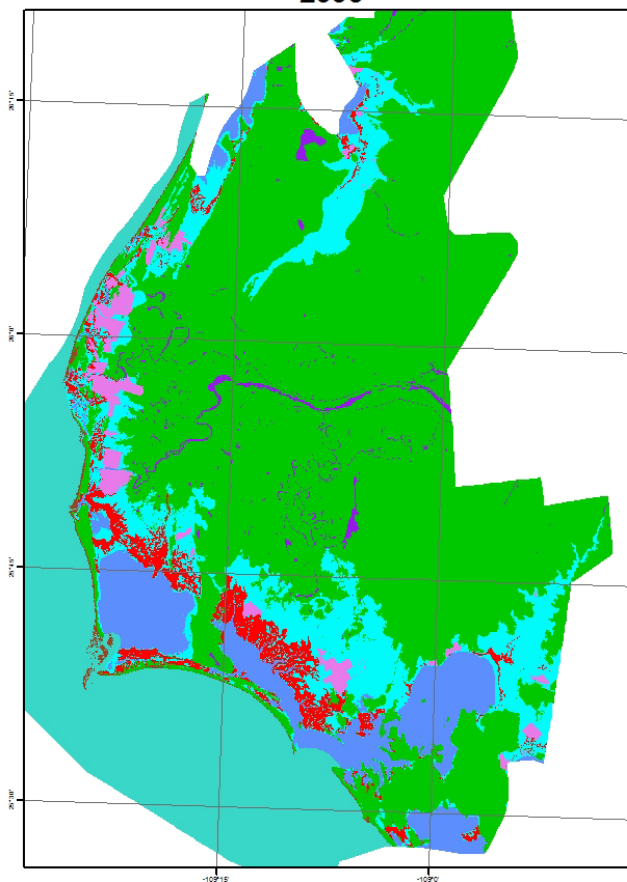
Clasificación de Humedales 1992



Leyenda

Agua Abierta	36,670.98
Granjas Camaroneras	1,722.86
Humedales de Agua Dulce	7,221.31
Llanura Costera Inund.	63,488.55
Manglar	14,485.91
Mar Abierto	104,641.19
Playa	912.64
Tierras Altas	277,014.61
Total	506,158.05

Clasificación de Humedales 2003



Leyenda

Agua Abierta	36,078.44
Granjas Camaroneras	8,428.15
Humedales de Agua Dulce	6,180.65
Llanura Costera Inund.	56,669.87
Manglar	15,970.30
Mar Abierto	103,149.74
Playa	1,757.55
Tierras Altas	277,923.36
Total	506,158.05

Figura 7. Clasificación de humedales en el municipio de Ahome en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Ahome, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Ahome durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	34,787.86	908.66	166.11	1.22	139.71	0.89	7.55	66.44	36,078.44
	Llan. Costera	1,172.65	49,464.56	1,990.34	533.89	3,276.21	113.47	44.19	74.56	56,669.87
	Manglar	435.77	3,109.54	11,994.50	2.44	408.81	0.16	2.19	16.89	15,970.30
	Granja Camaronera	25.42	6,527.97	132.88	1,138.29	594.97	8.61	-	-	8,428.15
	Tierra Alta	212.32	3,405.11	175.69	46.62	270,379.42	3,047.24	382.49	274.46	277,923.36
	Hum. Agua Dulce	14.46	52.55	1.30	0.41	2,061.98	4,049.96	-	-	6,180.65
	Playa	0.97	6.90	15.51	-	92.60	-	290.54	1,351.02	1,757.55
	Mar Abierto	21.52	13.24	9.58	-	60.92	0.97	185.68	102,857.82	103,149.74
Total	36,670.98	63,488.55	14,485.91	1,722.86	277,014.61	7,221.31	912.64	104,641.19	506,158.05	
EL (%)	94.86	77.91	82.80	66.07	97.60	56.08	31.84	98.30		
ER (%)	-1.62	-10.74	10.25	389.19	0.33	-14.41	92.58	-1.43		

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 4. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Ahome, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del Municipio de Ahome durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Ahome			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	36,670.98	36,078.44	-592.54	-1.62
Llanura Costera Inund.	63,488.55	56,669.87	-6,818.68	-10.74
Manglar	14,485.91	15,970.30	1,484.39	10.25
Granjas Camaroneras	1,722.86	8,428.15	6,705.29	389.19

Tabla 5. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Ahome.

1. Llanura Costera Inundable.

Para 1992 la llanura costera inundable del municipio contaba con 63,489 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 56,670 ha. En este período de 11 años, 49,465 ha (77.91%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 4) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -10.74 % (-6,818.68 ha) (Ver Tabla 5).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 6,528 ha por la construcción de granjas camaroneras y 3,405 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 3,110 ha de manglar (Ver Figura 8).

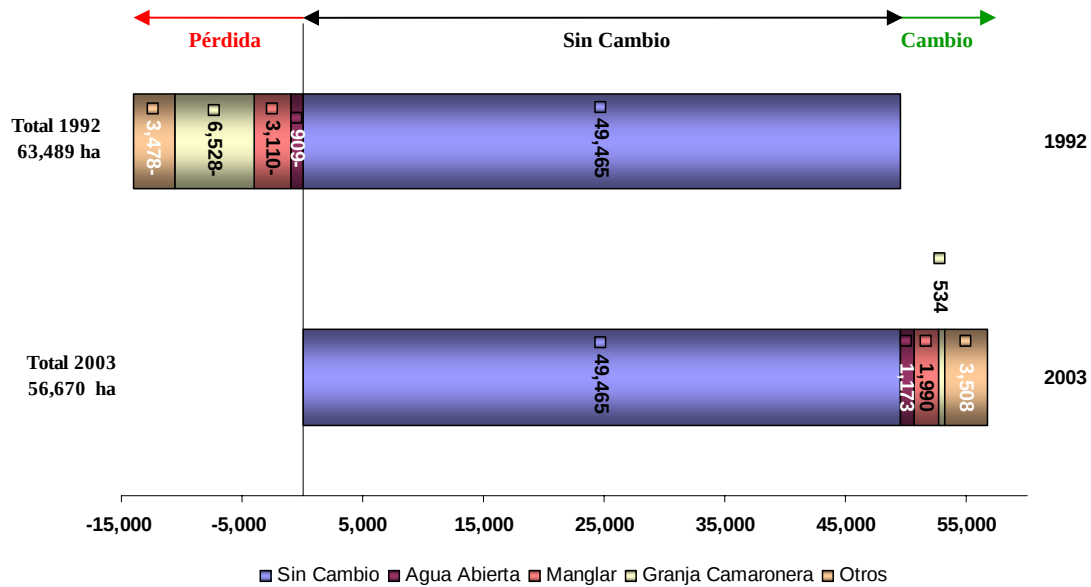


Figura 8. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 14,486 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 15,970 ha. En este período de 11 años, 11,994 ha (83%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 4), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período, fue de 1.42%. Por otro lado, dentro del mismo período hubo una tasa de crecimiento neto de 10% (1,485 ha) (Ver Tabla 5).

La pérdida real de vegetación de manglar que se dio en el municipio de Ahome durante este período fue de 2,491 ha (Ver Figura 9), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 18,461 ha de vegetación de manglar. La información obtenida en este estudio nos permite estimar que la zona costera del municipio hubo un crecimiento total de vegetación de manglar de 3,976 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.26%.

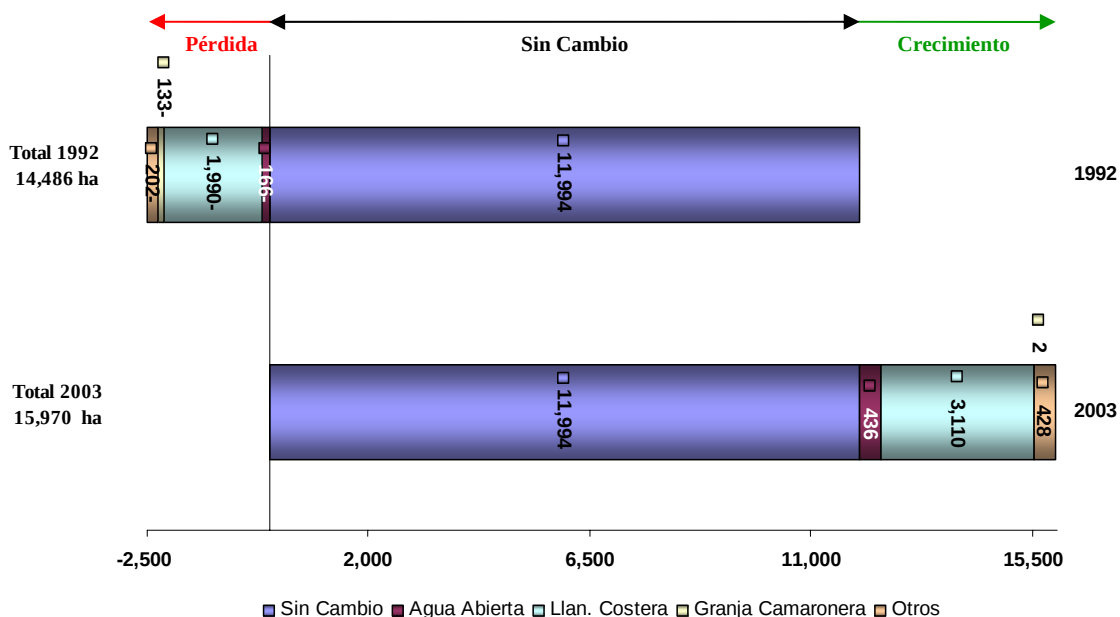


Figura 9. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Para 1992 una extensión total de 1,723 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 8,428 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992, un total de 1,138 ha (66%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 4), mientras que por el otro lado en el período de 1992-2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 389% (6,705 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 5).

Dentro del análisis, destaca que el 90% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 10). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 133 ha de manglar, y la pérdida indirecta de 2,156 ha de manglar, que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 9).

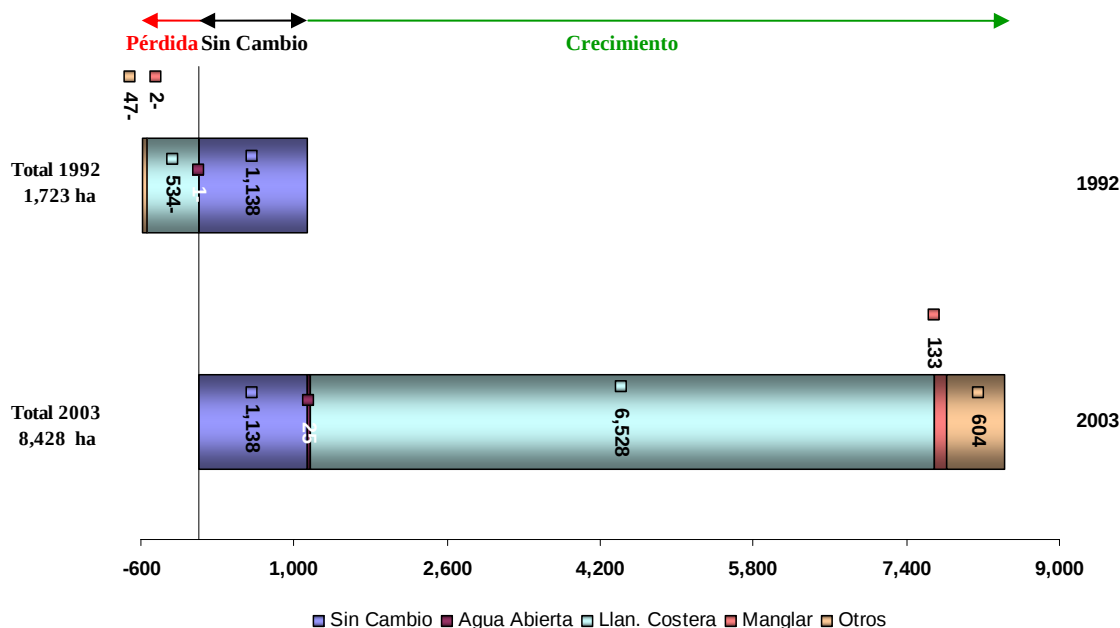


Figura 10. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Ahome, durante el período 1992-2003.

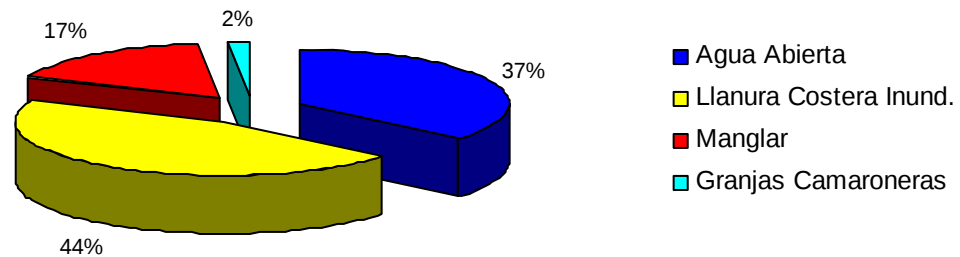
2. Guasave

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Guasave en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	35,254.57	36.52
Llanura Costera Inund.	43,235.34	44.78
Manglar	16,430.68	17.02
Granjas Camaroneras	1,624.99	1.68
Total	96,545.58	100.00

En 1992 se clasificaron una extensión total de 96,545.58 ha de humedales costeros en el municipio de Guasave. De estos humedales, el 37% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 45% correspondieron a la llanura costera inundable; 17% a humedales con vegetación de manglar y el 2 % a los humedales que fueron modificados por acción directa de las granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Guasave en 1992 (96,545.58 ha)

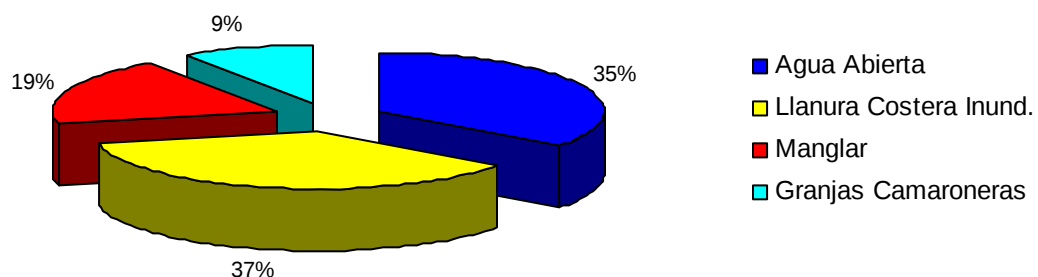


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Guasave en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	34,321.38	35.42
Llanura Costera Inund.	34,876.96	35.99
Manglar	18,512.80	19.10
Granjas Camaroneras	9,196.86	9.49
Total	96,908.00	100

Una extensión de total de 96,908 ha de humedales costeros fueron clasificadas durante este año. De estos humedales, 35% correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 36% corresponden a la llanura costera inundable; 19% a vegetación de manglar y el 9% a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Guasave en 2003 (96,908 ha)



Municipio de Guasave

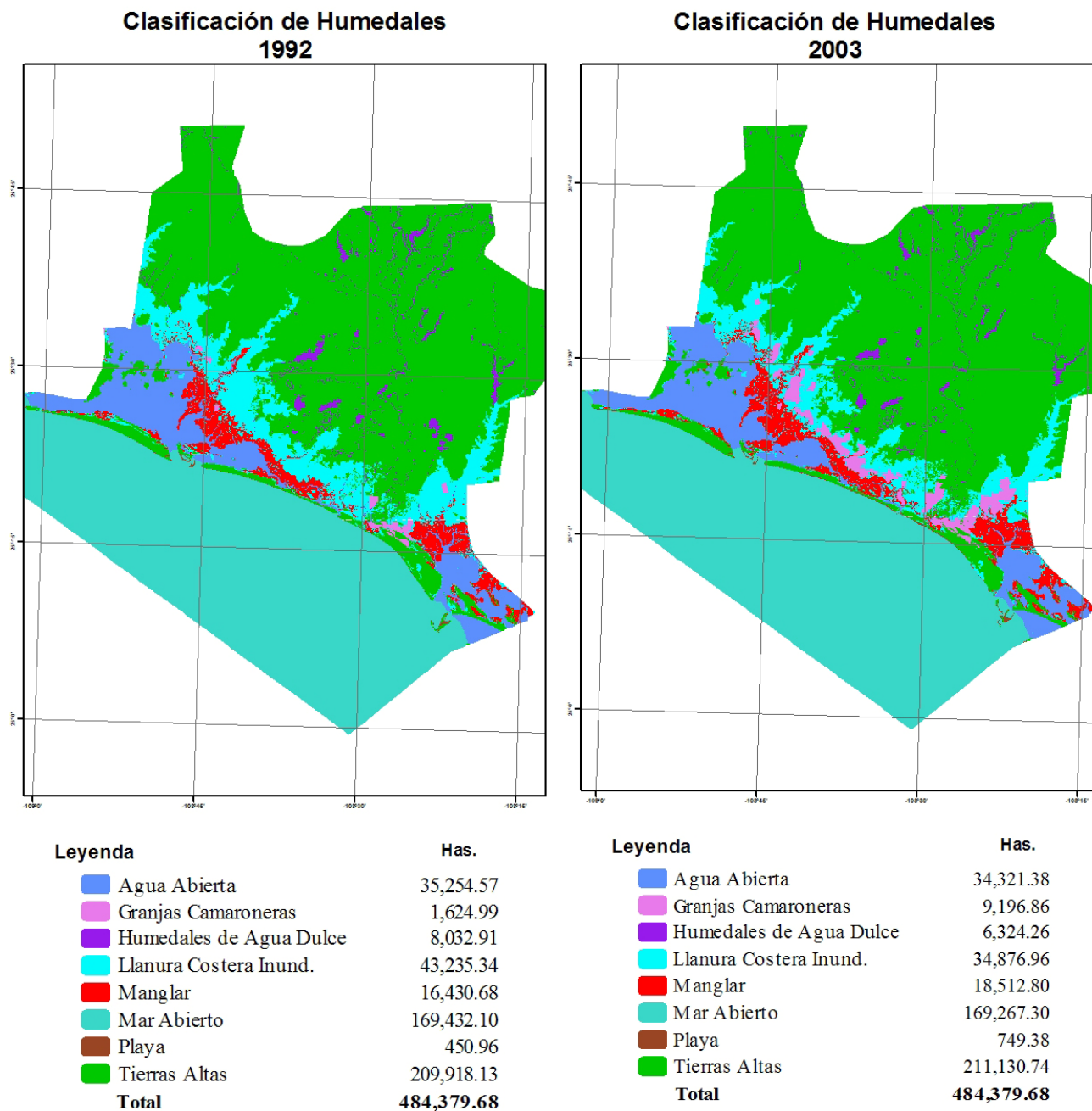


Figura 11. Clasificación de humedales en el municipio de Guasave en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Guasave, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Guasave, durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	33,619.27	335.78	198.19	1.30	144.09	0.08	6.90	15.76	34,321.38
	Llan. Costera	857.25	31,757.19	905.66	148.07	1,126.92	60.19	8.77	12.91	34,876.96
	Manglar	623.89	2,268.45	15,159.51	13.00	442.51	2.03	2.44	0.97	18,512.80
	Granja Camaronera	1.71	7,105.56	47.11	1,434.27	492.79	115.42	-	-	9,196.86
	Tierra Alta	134.51	1,755.84	115.91	28.35	205,656.42	3,259.80	77.49	102.42	211,130.74
	Hum. Agua Dulce	0.41	5.20	-	-	1,723.27	4,595.39	-	-	6,324.26
	Playa	0.16	-	-	-	159.77	-	215.17	374.28	749.38
	Mar Abierto	17.38	7.31	4.30	-	172.36	-	140.19	168,925.74	169,267.30
Total	35,254.57	43,235.34	16,430.68	1,624.99	209,918.13	8,032.91	450.96	169,432.10	484,379.68	
EL (%)	95.36	73.45	92.26	88.26	97.97	57.21	47.71	99.70		
ER (%)	-2.65	-19.33	12.67	465.97	0.58	-21.27	66.17	-0.10		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 6. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Guasave, durante el período 1992-2003(hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del municipio de Guasave durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Guasave			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	35,254.57	34,321.38	-933.19	-2.65
Llanura Costera Inund.	43,235.34	34,876.96	-8,358.38	-19.33
Manglar	16,430.68	18,512.80	2,082.12	12.67
Granjas Camaroneras	1,624.99	9,196.86	7,571.88	465.97
Total	96,545.58	96,908.00		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 7. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Guasave.

1. Llanura Costera Inundable.

Para 1992 la llanura costera inundable del municipio contaba con 43,235 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 34,877 ha. En este período de 11 años, 31,757 ha (73.45%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 6) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -19.33 % (-8,358.38 ha) (Ver Tabla 7).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 7,106 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,768 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 2,268 ha de manglar (Ver Figura 12).

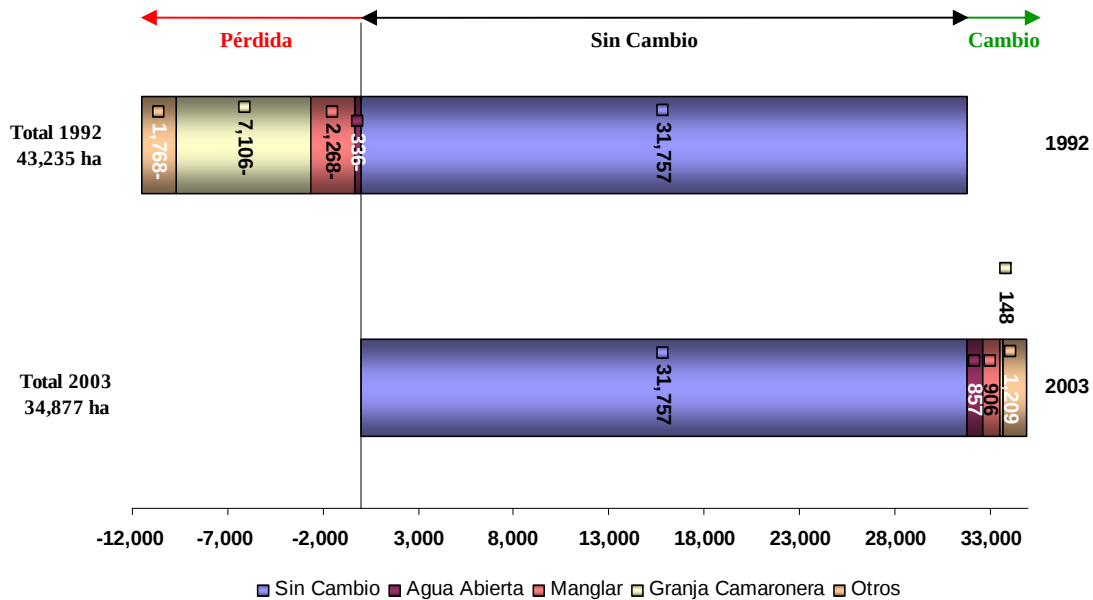


Figura 12. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría un total de 16,431 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 18,513 ha. En este período de 11 años, 15,160 ha (92%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 6), por lo que la tasa de pérdida anual dentro del período 0.73%. Por otro lado, dentro del mismo período hubo una tasa de crecimiento neto del 12.67% (2,082.12 ha). (Ver Tabla 7).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante el mismo período, fue de 1,271 ha (Ver Figura 13), que de no haberse perdido, en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 19,784 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Esta información nos indica que la vegetación de manglar tuvo un crecimiento total de 3,353 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 1.65%.

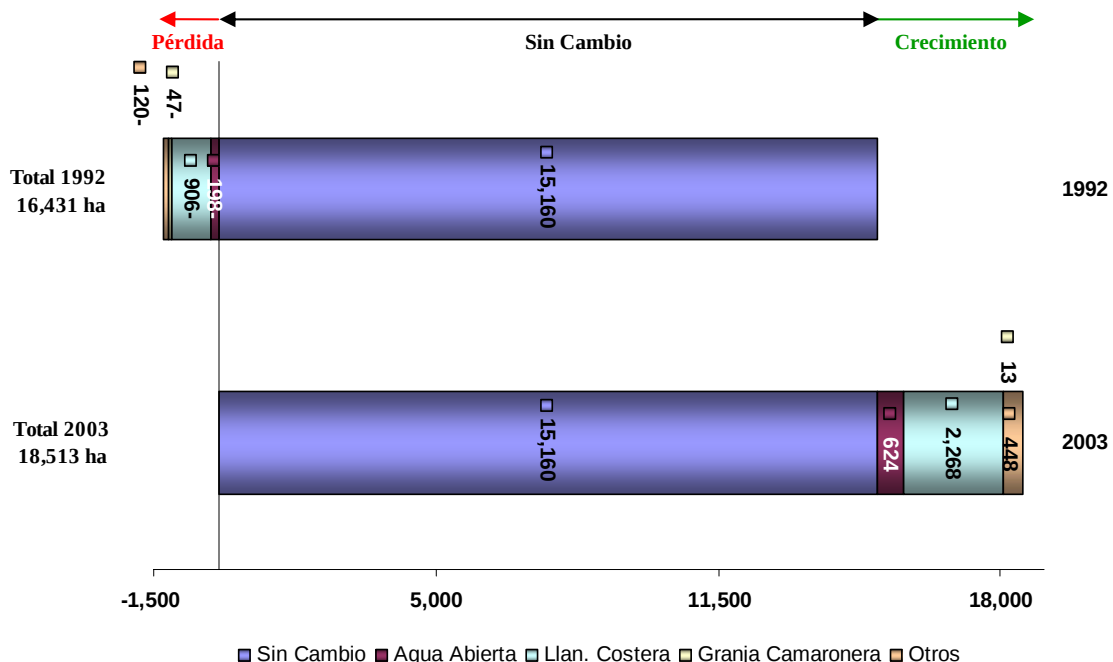


Figura 13. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Para 1992 una extensión de 1,625 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 9,197 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,434 ha (88%) permanecieron como granjas activas en el 2003 (Ver Tabla 6), mientras que por el otro lado en el mismo período se presentó una tasa de crecimiento neto del 466% (7,572 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 7).

Dentro del análisis, destaca que el 92% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 14). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 47 ha de manglar y la pérdida indirecta de 1,104 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 13).

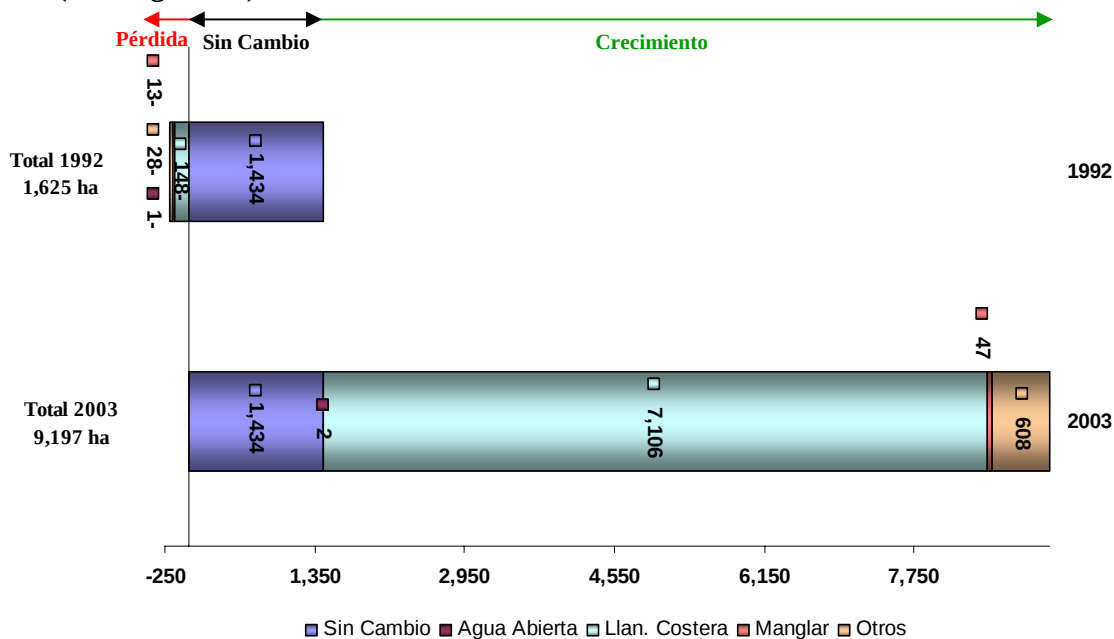


Figura 14. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Guasave, durante el período 1992-2003.

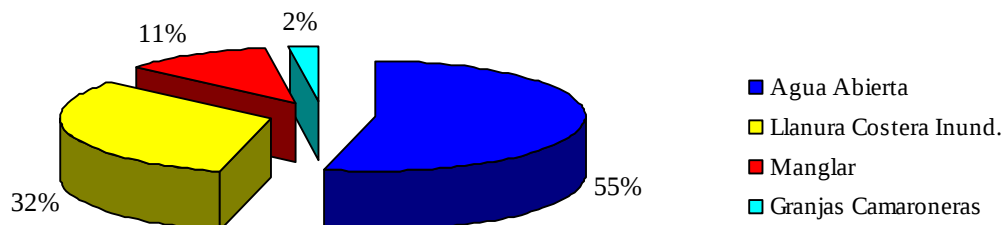
3. Angostura

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Angostura en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	42,625.34	53.89
Llanura Costera Inund.	25,655.73	32.44
Manglar	9,004.28	11.38
Granjas Camaroneras	1,807.91	2.29
Total	79,093.25	100.00

Para 1992 se clasificaron un total de 79,093.25 ha de humedales costeros. De estos humedales, 42,625 ha (55%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 25,656 ha (32%) correspondieron a la llanura costera inundable; 9,004 ha (11%) a humedales con vegetación de manglar y 1,808 ha (2%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Angostura en 1992
(79,093.25 ha)

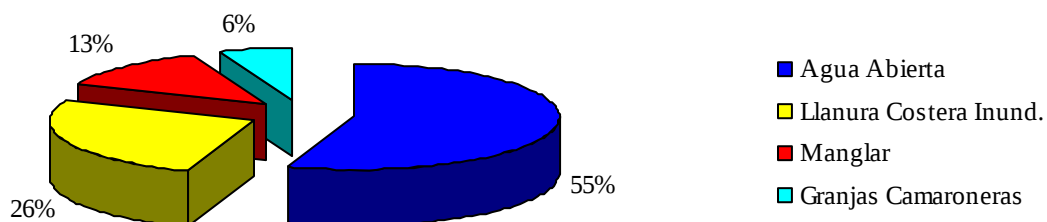


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Angostura en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	43,997.15	55.18
Llanura Costera Inund.	20,987.08	26.32
Manglar	10,046.40	12.60
Granjas Camaroneras	4,706.75	5.90
Total	79,737.36	100

En el 2003 se clasificó una extensión total de 79,737.36 ha de humedales costeros para el municipio de Angostura. De estos humedales 43,997 ha (55%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 20,987 ha (26%) corresponden a la llanura costera inundable; 10,046 ha (13%) a vegetación de manglar y 4,707 ha (6%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Angostura en 2003
(79,737.36 ha)



Municipio de Angostura

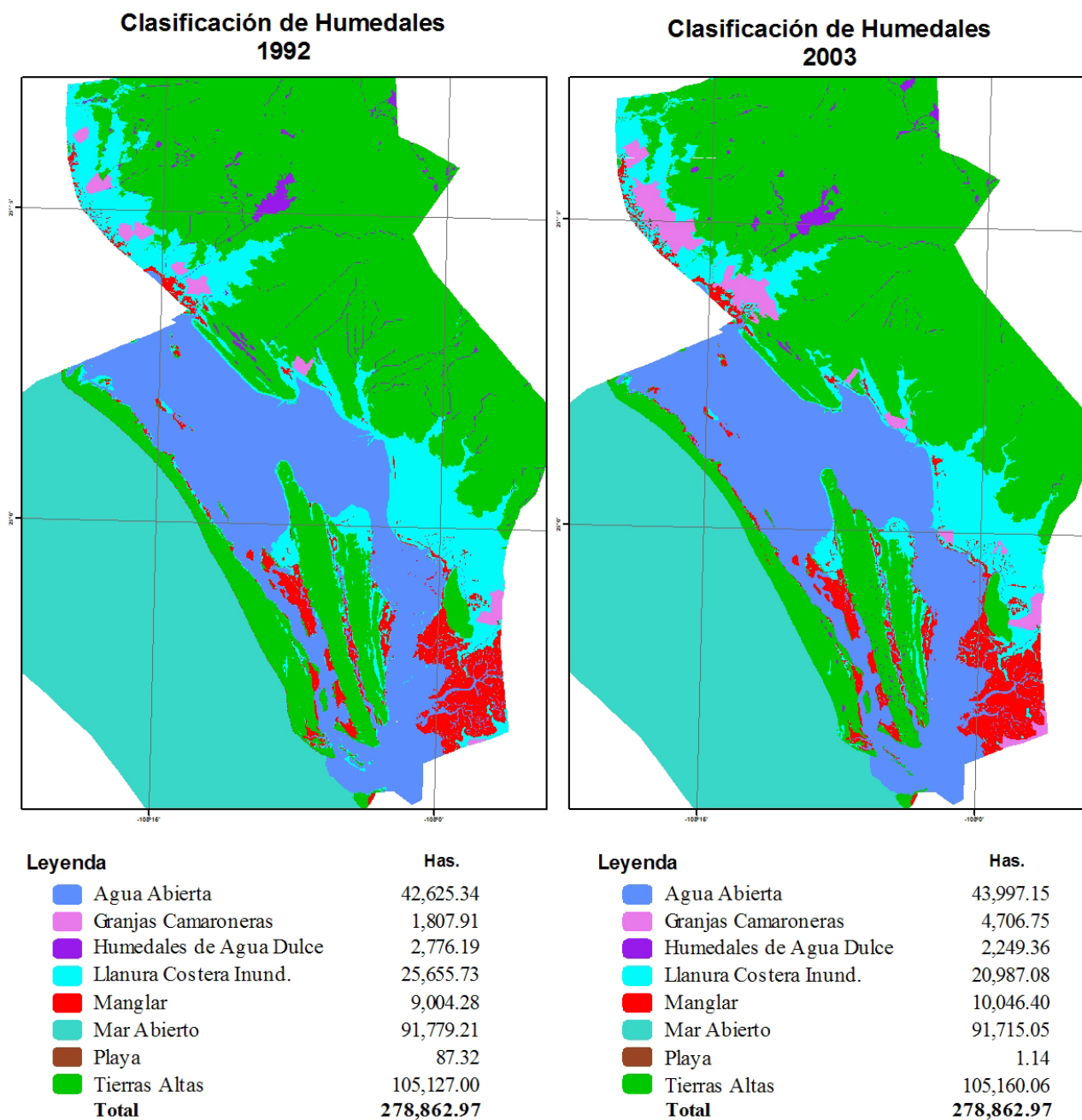


Figura 15. Clasificación de humedales en el municipio de Angostura en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Angostura, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Angostura durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

	1992								Total
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	
2003 Agua Abierta	41,724.23	1,562.61	495.23	-	210.54	-	1.22	3.33	43,997.15
Llan. Costera	370.71	19,121.99	435.04	88.54	907.36	55.07	1.62	6.74	20,987.08
Manglar	482.88	1,231.94	7,982.71	2.19	345.94	0.73	-	-	10,046.40
Granja Camaronera	0.08	2,686.19	32.17	1,604.92	339.85	43.54	-	-	4,706.75
Tierra Alta	39.96	1,031.96	59.13	112.25	102,314.50	1,356.62	61.81	183.81	105,160.06
Hum. Agua Dulce	0.08	21.04	-	-	908.01	1,320.23	-	-	2,249.36
Playa	-	-	-	-	-	-	-	1.14	1.14
Mar Abierto	7.39	-	-	-	100.80	-	22.66	91,584.19	91,715.05
Total	42,625.34	25,655.73	9,004.28	1,807.91	105,127.00	2,776.19	87.32	91,779.21	278,862.97
EL (%)	97.89	74.53	88.65	88.77	97.32	47.56	0.00	99.79	
ER (%)	3.22	-18.20	11.57	160.34	0.03	-18.98	-98.70	-0.07	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 8. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Angostura, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del municipio de Angostura durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Angostura			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	42,625.34	43,997.15	1,371.81	3.22
Llanura Costera Inund.	25,655.73	20,987.08	-4,668.65	-18.20
Manglar	9,004.28	10,046.40	1,042.12	11.57
Granjas Camaroneras	1,807.91	4,706.75	2,898.84	160.34
Total	79,093.25	79,737.36		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 9. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Angostura.

1. Llanura Costera Inundable.

Para 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 25,656 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 20,987 ha. En este período de 11 años, 19,122 ha (75%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 8) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -18 % (-4,669 ha) (Ver Tabla 9).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 2,686 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,032 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,232 ha de manglar (Ver Figura 16).

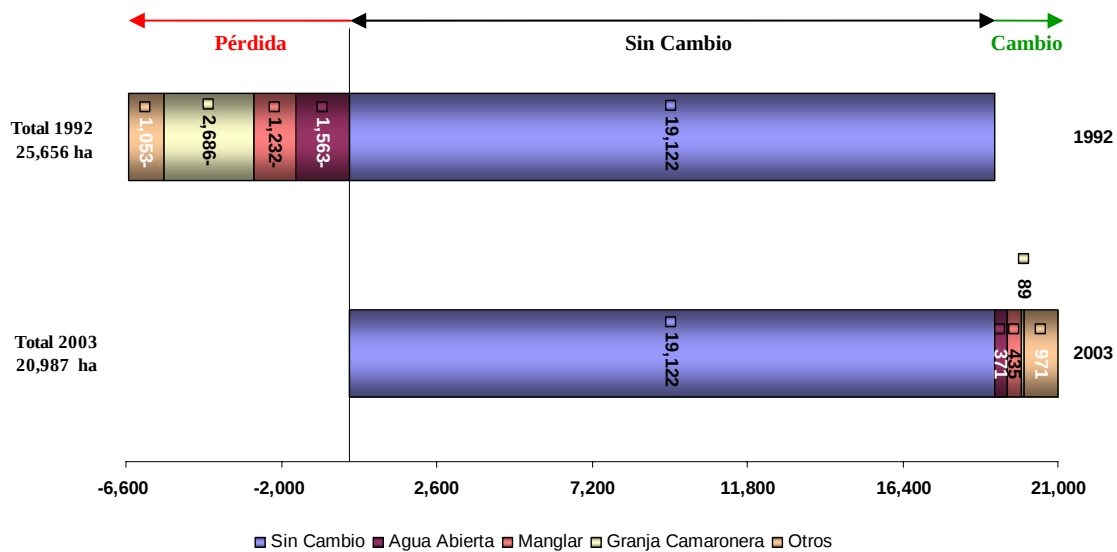


Figura 16. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría un total de 9,004 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 10,046 ha. En este período de 11 años, 7,983 ha (89%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 8), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue del 1%. Por otro lado, dentro del mismo período hubo una tasa de crecimiento neto del 12% (1,042 ha) (Ver Tabla 9).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período fue de 1,022 ha (Ver Figura 17), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 11,068 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. La información obtenida en este estudio nos conduce a estimar que la zona costera del municipio experimentó un crecimiento total de 2,064 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 2%.

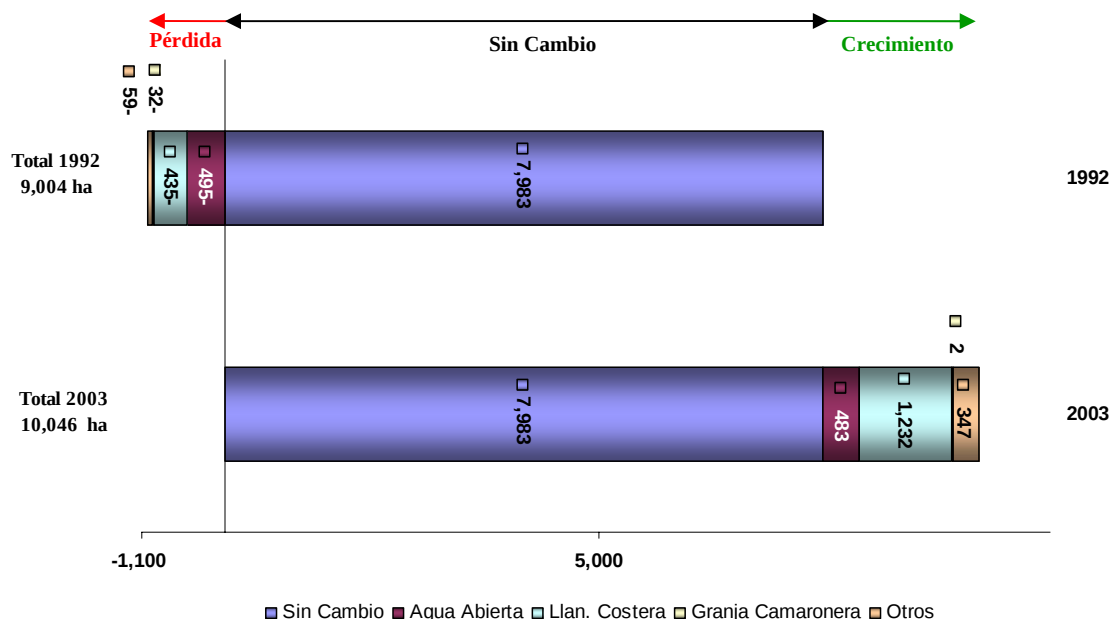


Figura 17. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 1,808 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 4,707 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992, un total de 1,605 ha (89%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 8) , mientras que por el otro lado en este mismo período se presentó una tasa de crecimiento neto del 160% (2,899 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 9).

Dentro del análisis, destaca que el 87% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 18). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 32 ha de manglar y la pérdida indirecta de 930 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 17).

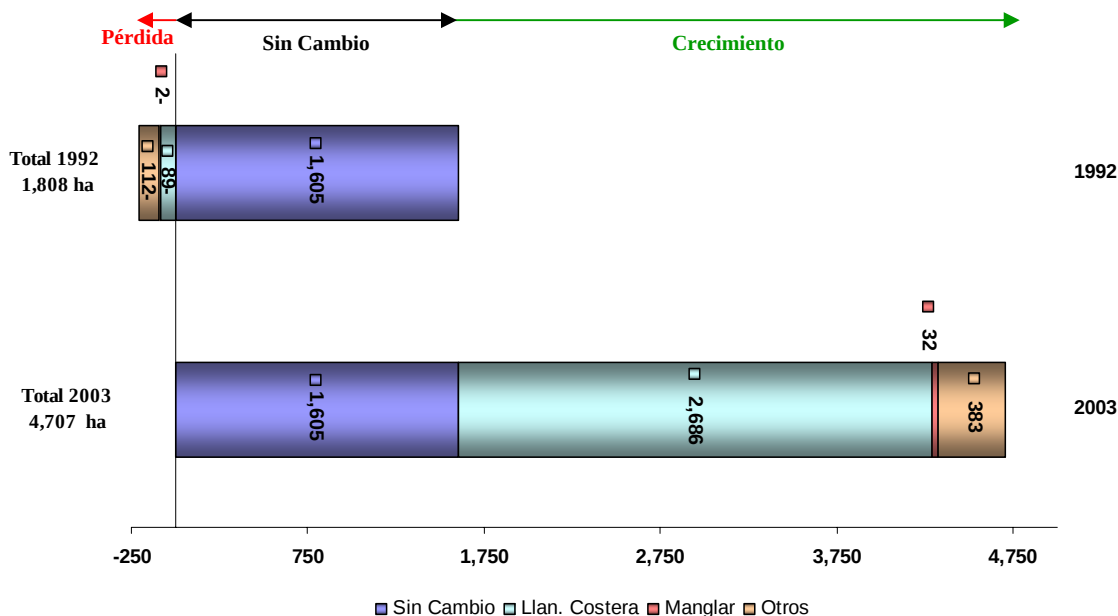


Figura 18. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Angostura, durante el período 1992-2003.

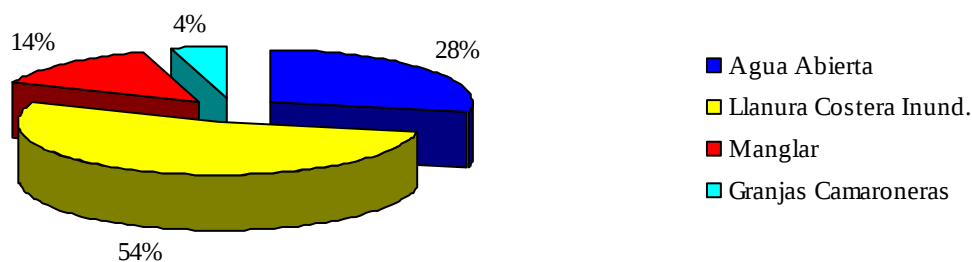
4. Navolato

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Navolato en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	25,252.77	28.15
Llanura Costera Inund.	47,530.51	52.98
Manglar	12,979.43	14.47
Granjas Camaroneras	3,944.37	4.40
Total	89,707.08	100.00

Durante 1992 se clasificó una extensión total de 89,707 ha de humedales costeros en el municipio de Navolato. De estos humedales, el 25,253 ha (28%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 47,531 ha (53%) correspondieron a la llanura costera inundable; 12,979 ha (14%) a vegetación de manglar y 3,944 ha (4%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Navolato en 1992
(89,707.08 ha)

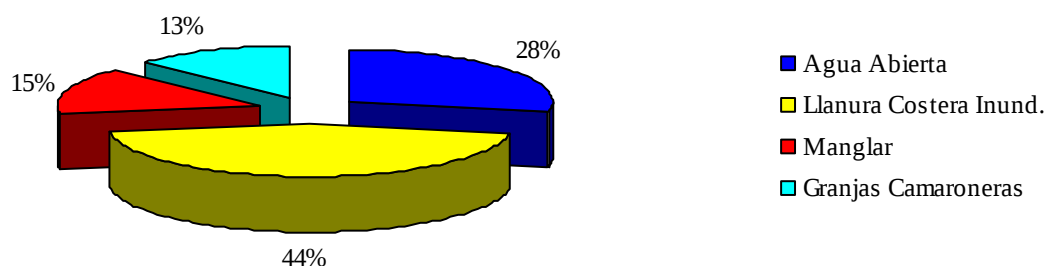


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Navolato en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	25,092.51	27.98
Llanura Costera Inund.	39,966.60	44.57
Manglar	13,171.20	14.69
Granjas Camaroneras	11,445.90	12.76
Total	89,676.22	100

Para el 2003 una extensión total de 89,676 ha fueron clasificadas. De estos humedales 25,093 ha (28%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 39,967 ha (44%) corresponden a la llanura costera inundable; 13,171 ha (15%) a vegetación de manglar y 11,446 ha (13%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Navolato en 2003
(89,676.22 ha)



Municipio de Navolato

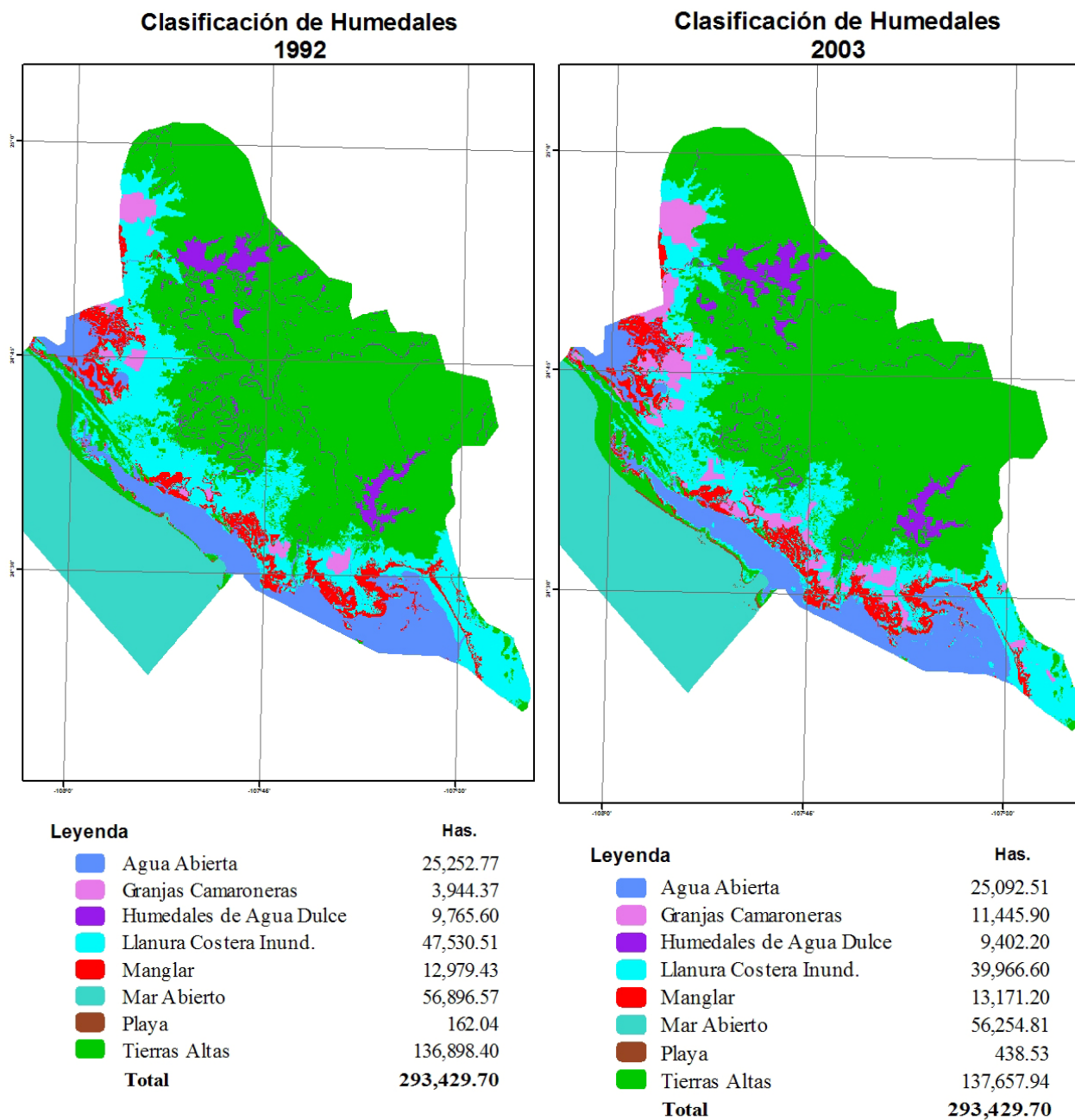


Figura 19. Clasificación de humedales en el municipio de Navolato en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Navolato, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Navolato durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	23,467.61	1,063.64	387.69	0.41	82.20	6.99	15.68	68.31	25,092.51
	Llan. Costera	1,177.60	34,455.97	1,719.61	428.22	2,017.87	38.99	10.15	118.18	39,966.60
	Manglar	384.93	1,928.36	10,667.04	29.16	161.48	-	0.08	0.16	13,171.20
	Granja Camaronera	10.88	7,755.44	108.52	3,484.88	85.94	0.24	-	-	11,445.90
	Tierra Alta	163.67	2,282.10	61.32	1.71	131,531.14	3,222.52	73.10	322.38	137,657.94
	Hum. Agua Dulce	17.22	42.72	33.22	-	2,812.17	6,496.86	-	-	9,402.20
	Playa	22.01	1.95	2.03	-	172.60	-	33.30	206.64	438.53
	Mar Abierto	8.85	0.32	-	-	35.01	-	29.73	56,180.90	56,254.81
Total	25,252.77	47,530.51	12,979.43	3,944.37	136,898.40	9,765.60	162.04	56,896.57	293,429.70	
EL (%)	92.93	72.49	82.18	88.35	96.08	66.53	20.55	98.74		
ER (%)	-0.63	-15.91	1.48	190.18	0.55	-3.72	170.63	-1.13		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 10. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Navolato, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del municipio de Navolato en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Navolato			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	25,252.77	25,092.51	-160.26	-0.63
Llanura Costera Inund.	47,530.51	39,966.60	-7,563.92	-15.91
Manglar	12,979.43	13,171.20	191.77	1.48
Granjas Camaroneras	3,944.37	11,445.90	7,501.53	190.18
Total	89,707.08	89,676.22		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 11. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Navolato.

1. Llanura Costera Inundable.

En 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con una extensión total de 47,531 ha y para el 2003 esta llanura estaba constituida por 39,967 ha. En este período de 11 años, 34,456 ha (72%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 10) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -16% (-7,564 ha) (Ver Tabla 11).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 7,755 ha por la construcción de granjas camaroneras y 2,282 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,928 ha de manglar (Ver Figura 20).

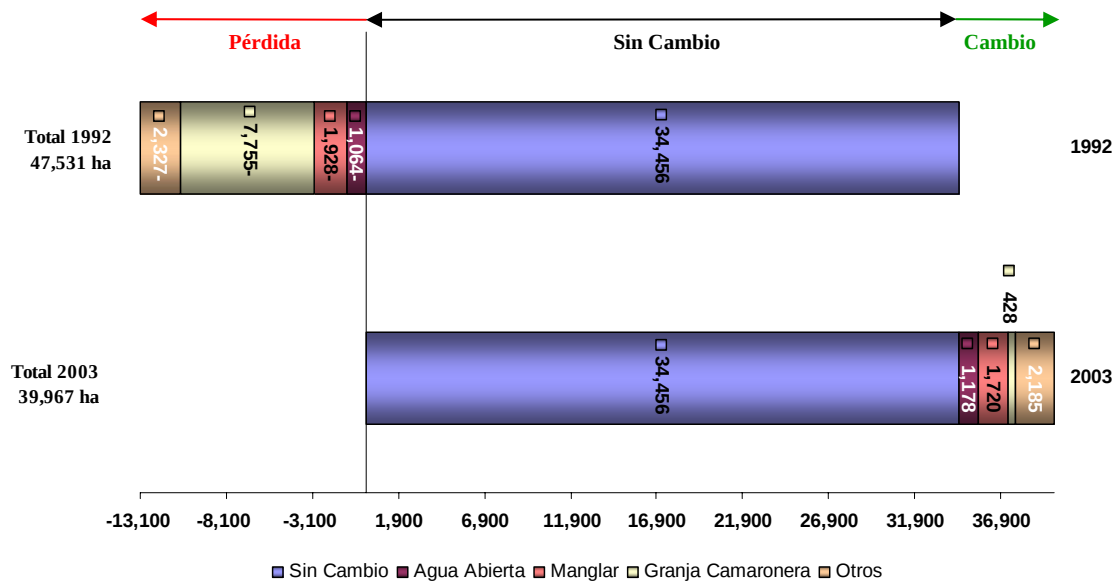


Figura 20. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 12,979 ha y para el 2003 se cuantificaron un total de 13,171 ha. En este período de 11 años, 10,667 ha (82%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 10), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.64%. Por otro lado hubo una tasa de crecimiento neto dentro del mismo período de 1% (192 ha) (Ver Tabla 11).

La pérdida real de vegetación de manglar que se dio en el municipio, durante este período fue 2,312 ha (Ver Figura 21) que de no haberse perdido, en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, se tendría un total de 15,484 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio de Navolato. Esta información nos permite estimar un crecimiento total de 2,504 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 2%.

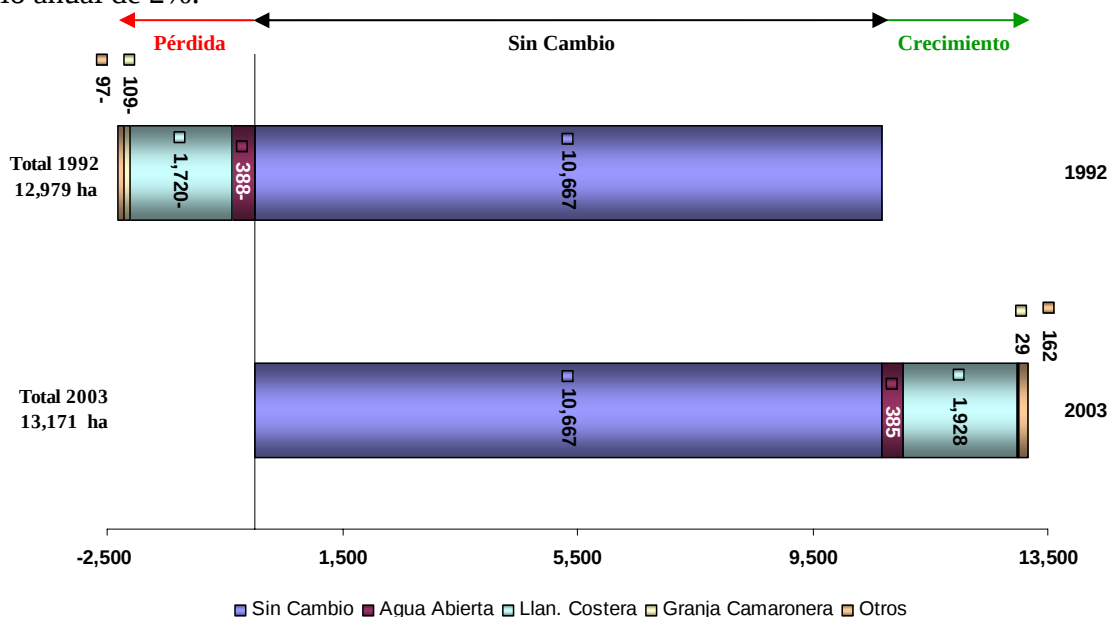


Figura 21. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 3,944 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 11,446 ha. De las granjas cuantificadas en 1992 un total de 3,485 ha (88%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 10), mientras que por el otro lado en el período de 1992 -2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 190% (7,502 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 11).

Dentro del análisis, destaca que el 97% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (ver Figura 22). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 109 ha de manglar y la pérdida indirecta de 2,107 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 21).

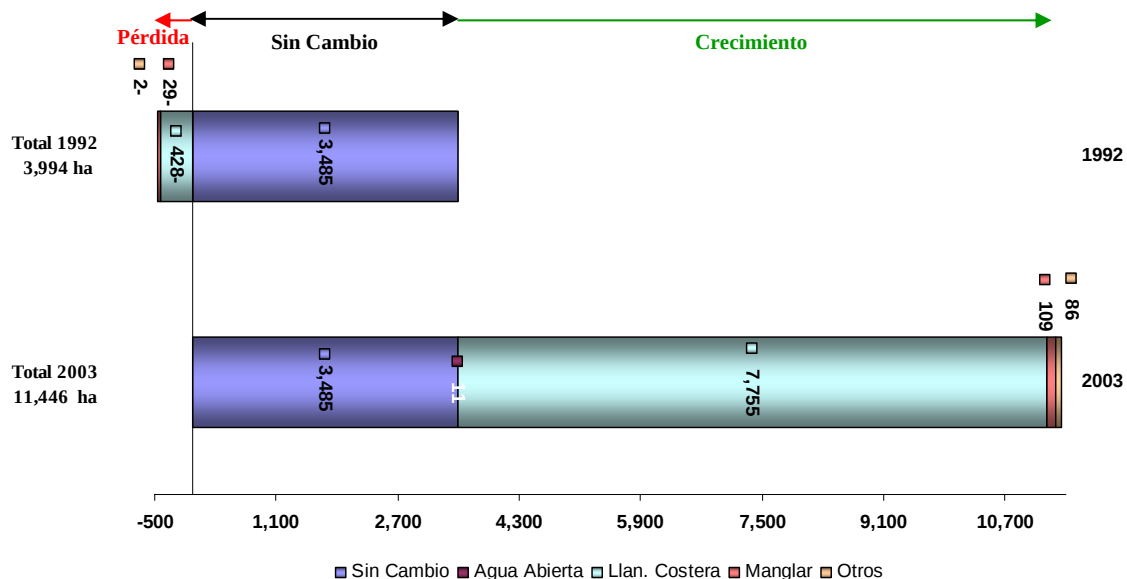


Figura 22. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Navolato, durante el período 1992-2003.

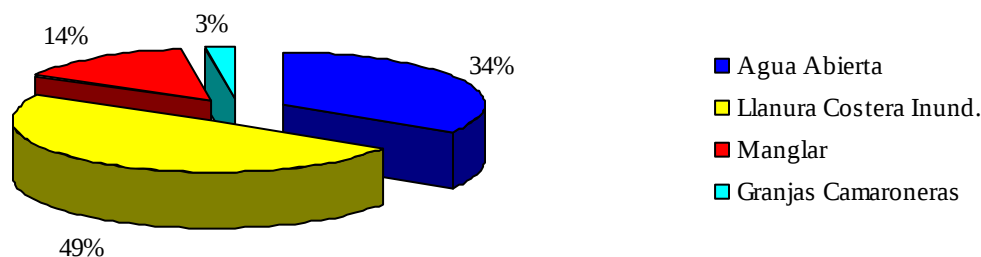
5. Culiacán.

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Culiacán en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	15,364.28	33.85
Llanura Costera Inund.	22,283.43	49.09
Manglar	6,555.67	14.44
Granjas Camaroneras	1,187.27	2.62
Total	45,390.64	100.00

Durante 1992 una extensión total de 45,391 ha de humedales costeros fueron clasificados. De estos humedales, el 15,364 ha (34%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 22,283 ha (49%) correspondieron a la llanura costera inundable; 6,556 ha (14%) a vegetación de manglar y 1,187 ha (3%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Culiacán en 1992 (45,390.64 ha)

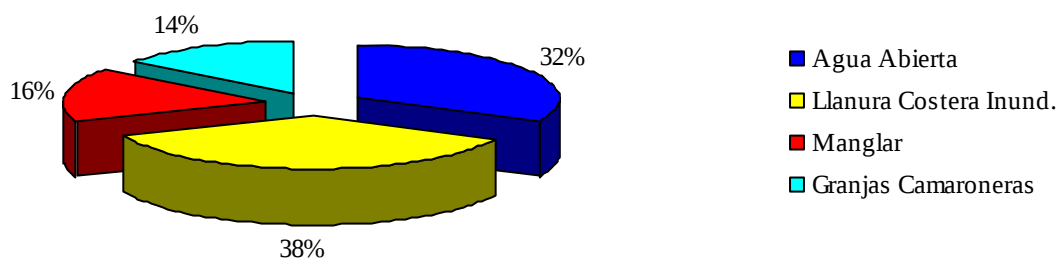


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Culiacán en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	14,831.44	32.16
Llanura Costera Inund.	17,118.82	37.12
Manglar	7,498.94	16.26
Granjas Camaroneras	6,665.73	14.45
Total	46,114.93	100

Para el 2003 una extensión de 46,115 ha fueron clasificadas. De estos humedales 14,831 ha (32%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 17,119 ha (38%) correspondieron a la llanura costera inundable; 7,499 ha (16%) a vegetación de manglar y 6,666 ha (14%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Culiacán en 2003 (46,114.93 ha)



Municipio de Culiacán

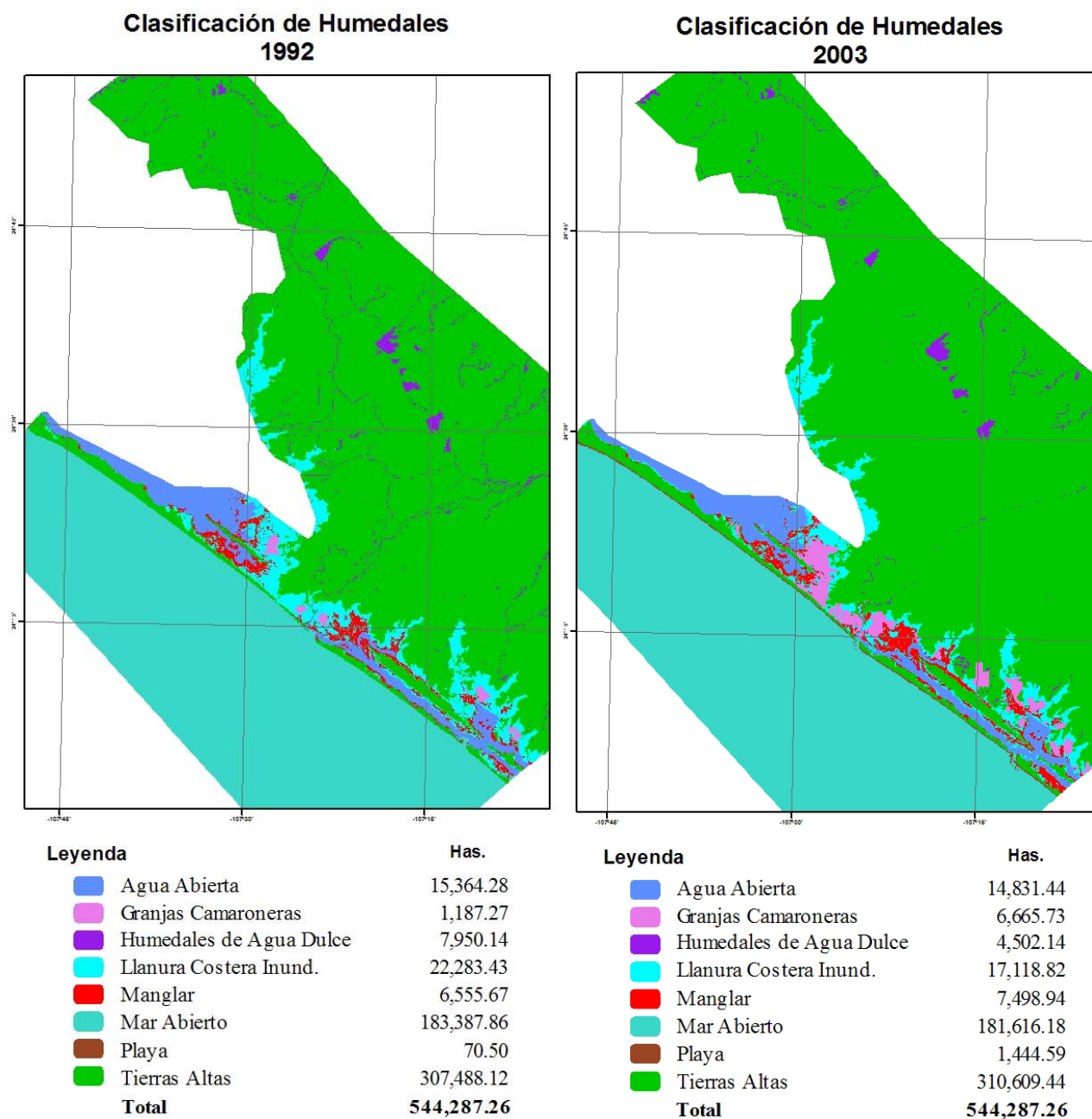


Figura 23. Clasificación de humedales en el municipio de Culiacán en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Culiacán, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Culiacán durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	14,333.94	319.21	88.45	-	10.97	-	8.12	70.75	14,831.44
	Llan. Costera	853.11	14,262.14	915.41	99.83	969.66	10.80	4.63	3.25	17,118.82
	Manglar	135.65	1,950.78	5,198.08	14.13	200.14	-	0.16	-	7,498.94
	Granja Camaronera	1.22	4,546.08	235.07	1,070.71	810.46	2.19	-	-	6,665.73
	Tierra Alta	36.15	1,180.28	118.26	2.60	304,210.61	4,641.68	49.06	370.79	310,609.44
	Hum. Agua Dulce	-	20.79	-	-	1,185.89	3,295.46	-	-	4,502.14
	Playa	1.62	1.06	0.08	-	95.03	-	6.99	1,339.81	1,444.59
	Mar Abierto	2.60	3.09	0.32	-	5.36	-	1.54	181,603.26	181,616.18
Total	15,364.28	22,283.43	6,555.67	1,187.27	307,488.12	7,950.14	70.50	183,387.86	544,287.26	
EL (%)	93.29	64.00	79.29	90.18	98.93	41.45	9.91	99.03		
ER (%)	-3.47	-23.18	14.39	461.44	1.02	-43.37	1948.96	-0.97		

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 12. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del municipio de Culiacán en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Culiacán			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	15,364.28	14,831.44	-532.84	-3.47
Llanura Costera Inund.	22,283.43	17,118.82	-5,164.61	-23.18
Manglar	6,555.67	7,498.94	943.27	14.39
Granjas Camaroneras	1,187.27	6,665.73	5,478.46	461.44
Total	45,390.64	46,114.93		
*Pérdida(-) Ganancia (+)				

Tabla 13. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Culiacán.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con una extensión de 22,283 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 17,119 ha. En este período de 11 años, 14,262 ha (64%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 12) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -23% (-5,165 ha) (Ver Tabla 13).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 4,546 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,180 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,951 ha de manglar (Ver Figura 24).

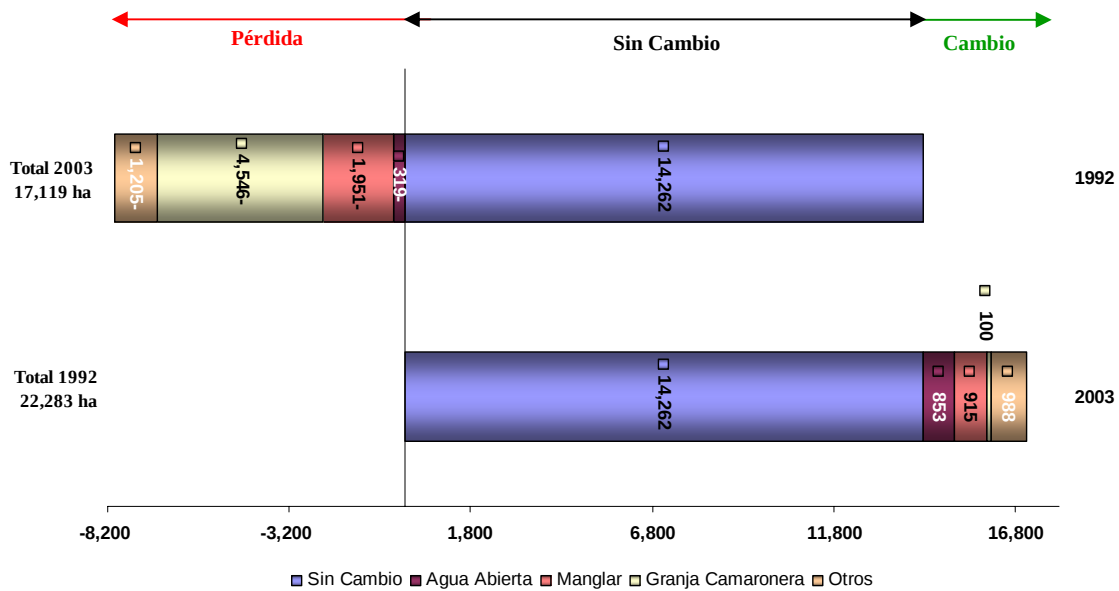


Figura 24. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

Durante 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 6,556 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 7,499 ha. En este período de 11 años, 5,198 ha (79%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 12) por lo que la pérdida anual dentro de este período fue de 1.9%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto del 14% (943 ha). (Ver Tabla13).

La pérdida real de vegetación de manglar que se dio en esta zona durante el período de 11 años, fue de 1,358 ha (Ver Figura 25), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, se contaría con un total de 8,857 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio de Navolato. Adicionalmente esta información nos indica que en la zona costera del municipio hubo un crecimiento de vegetación de manglar, de un total de 2,301 ha que significa una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.79%.

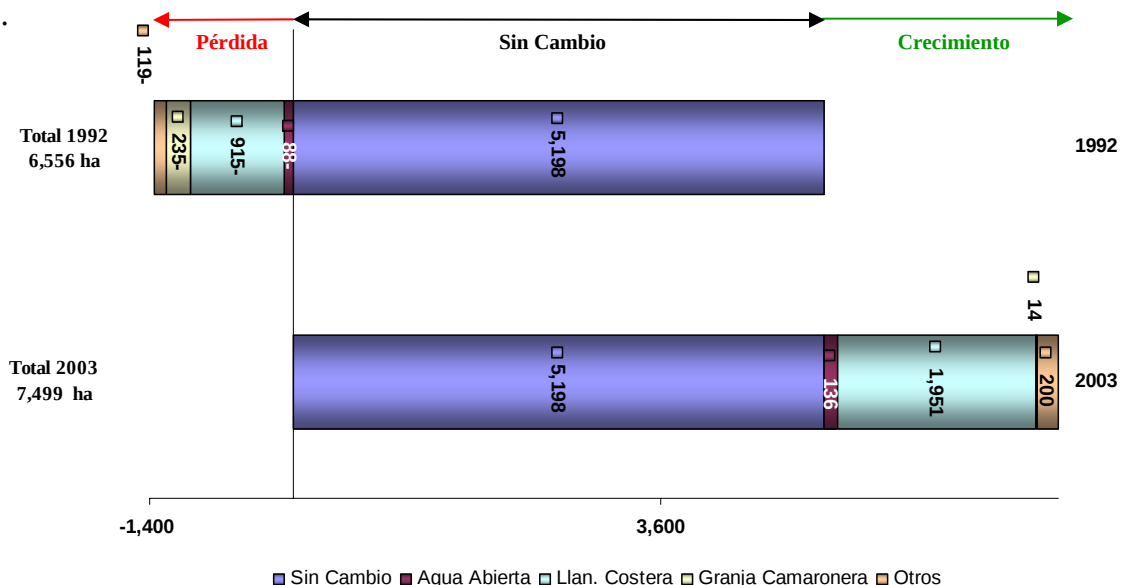


Figura 25. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 1,187 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 6,666 ha. De las granjas registradas en 1992, un total de 1,071 ha (90%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 12), mientras que por el otro lado en el mismo período de 1992 - 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 461% (5,478 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 13).

Dentro del análisis, destaca que el 81% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 26). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 235 ha de manglar y la pérdida indirecta de 1,004 ha de manglar que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 25), por la pérdida en su cobertura vegetal.

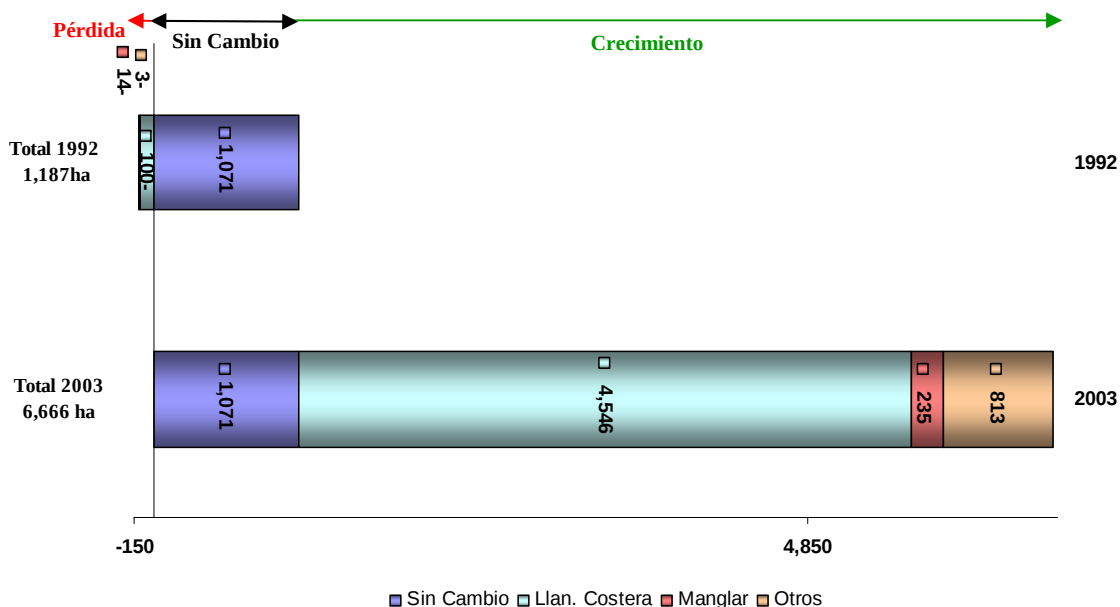


Figura 26. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Culiacán, durante el período 1992-2003.

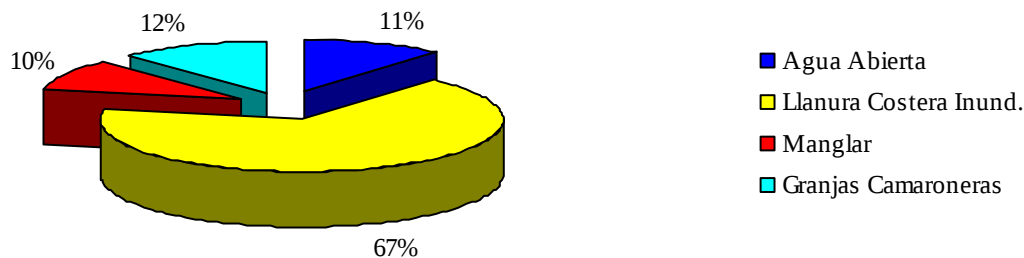
6. Elota.

a. Situación de la zona costera en el Municipio de Elota en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	999.80	11.38
Llanura Costera Inund.	5,879.96	66.90
Manglar	868.21	9.88
Granjas Camaroneras	1,040.82	11.84
	8,788.79	100.00

Durante 1992 una extensión total de 8,789 ha de humedales costeros fueron clasificados. De estos humedales, el 1,000 ha (11%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 5,880 ha (67%) correspondieron a la llanura costera inundable; 868 ha (10%) a vegetación de manglar y 1,041 ha (12%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Elota en 1992 (8,788.79 ha)

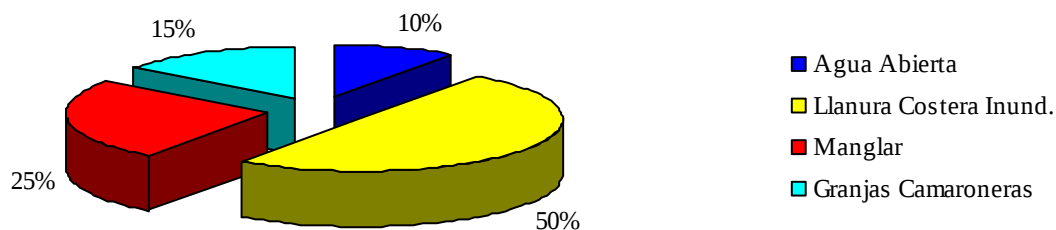


b. Situación de la zona costera en el Municipio de Elota en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	876.82	9.67
Llanura Costera Inund.	4,569.80	50.42
Manglar	2,274.71	25.10
Granjas Camaroneras	1,342.49	14.81
	9,063.82	100

Para el 2003, una extensión de 9,064 ha fueron clasificadas en la zona costera. De estos humedales 877 ha (10%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 4,570 ha (50%) corresponden a la llanura costera inundable; 2,275 ha (25%) a vegetación de manglar y 1,342 ha (15%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Elota en 2003 (9,063.82 ha)



Municipio de Elota

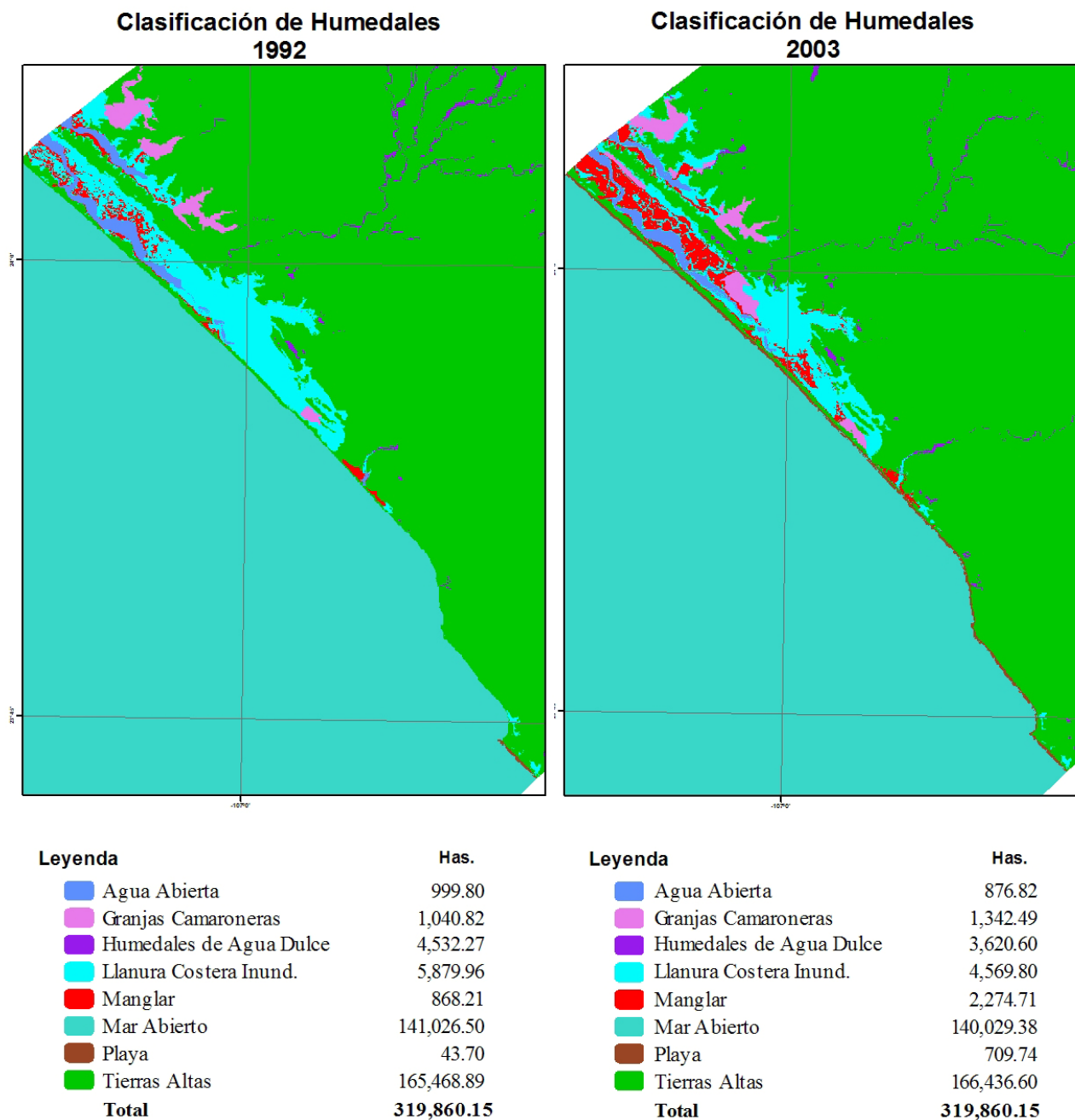


Figura 27. Clasificación de humedales en el municipio de Elota en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del Municipio de Elota, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Elota durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	802.50	59.62	11.29	-	3.41	-	-	-	876.82
	Llan. Costera	152.54	3,554.57	102.42	256.83	490.92	4.30	-	8.20	4,569.80
	Manglar	39.72	1,390.65	703.33	10.23	120.94	-	-	9.83	2,274.71
	Granja Camaronera	-	586.36	0.16	645.82	110.14	-	-	-	1,342.49
	Tierra Alta	5.04	282.66	51.01	114.69	163,149.67	2,488.57	1.38	343.58	166,436.60
	Hum. Agua Dulce	-	6.09	-	13.24	1,561.79	2,039.40	-	0.08	3,620.60
	Playa	-	-	-	-	32.00	-	36.23	641.52	709.74
	Mar Abierto	-	-	-	-	-	-	6.09	140,023.29	140,029.38
Total	999.80	5,879.96	868.21	1,040.82	165,468.89	4,532.27	43.70	141,026.50	319,860.15	
EL (%)	80.27	60.45	81.01	62.05	98.60	45.00	82.90	99.29		
ER (%)	-12.30	-22.28	162.00	28.98	0.58	-20.12	1524.16	-0.71		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 14. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Elota, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del municipio de Elota en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Elota			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	999.80	876.82	-122.97	-12.30
Llanura Costera Inund.	5,879.96	4,569.80	-1,310.16	-22.28
Manglar	868.21	2,274.71	1,406.49	162.00
Granjas Camaroneras	1,040.82	1,342.49	301.67	28.98
Total	8,788.79	9,063.82		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 15. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Elota.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 5,880 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 4,570 ha. En este período de 11 años, 3,555 ha (60%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 14) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -22% (-1,310 ha) (Ver Tabla 15).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 586 ha por la construcción de granjas camaroneras y 283 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,391 ha de vegetación de manglar (Ver Figura 28).

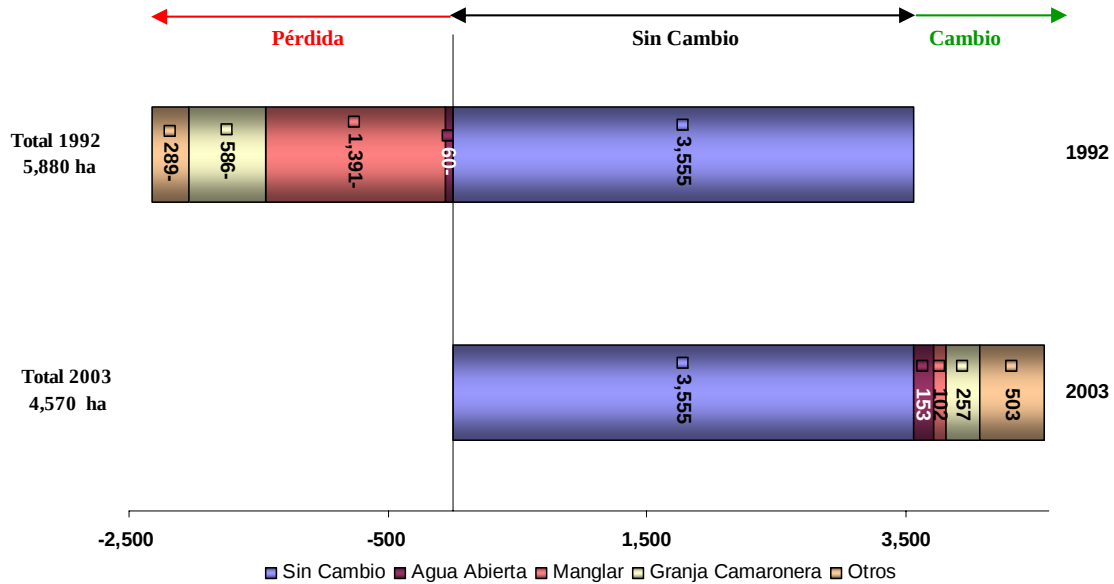


Figura 28. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 868 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 2,275 ha. En este período de 11 años, 703 ha (81%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 14), por lo que la tasa de pérdida anual dentro del período fue de 1.72%. por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 162% (1,406 ha). (Ver Tabla 15).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período fue de 165 ha (Ver Figura 29), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, se contaría con una extensión total de 2,440 ha en la zona costera del municipio. Dentro del mismo período hubo un crecimiento de vegetación de manglar con una tasa de crecimiento total de 1,571 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 6.28%.

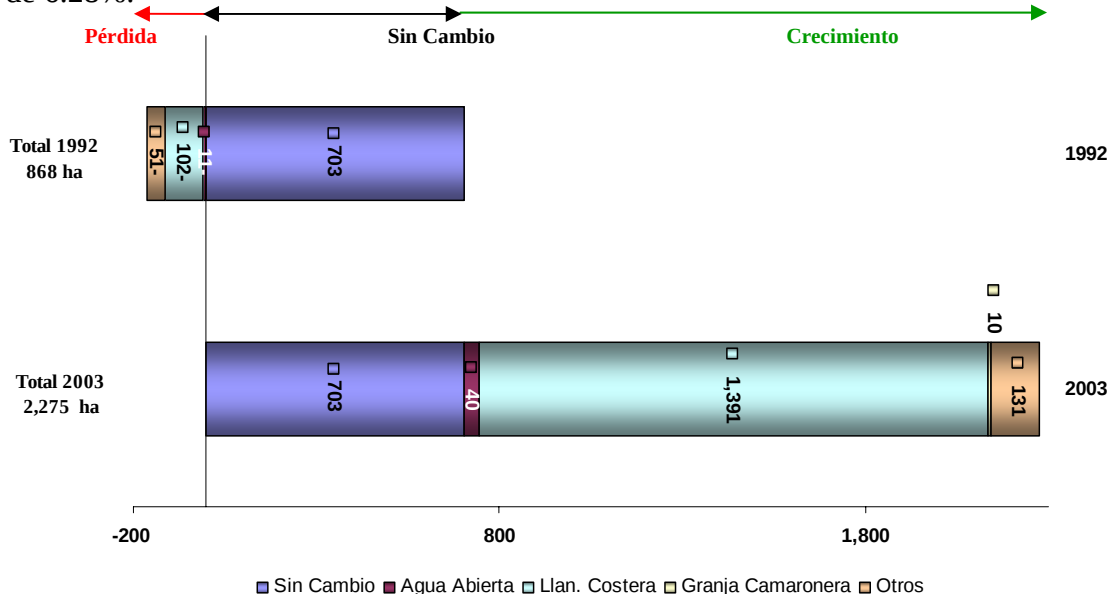


Figura 29. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 1,041 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 1,342 ha. De las granjas registradas en 1992, un total de 646 ha (62%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 14), mientras que por el otro lado en el período de 1992-2003, hubo una tasa de crecimiento neto de 29% (302 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 15).

Dentro del análisis, destaca que el 84% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 30). Este mismo desarrollo causó, contrario a los demás municipios una pérdida directa de 0.16 ha de manglar y la pérdida indirecta de 114 ha de manglar, que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 29), por la pérdida en su cobertura vegetal.

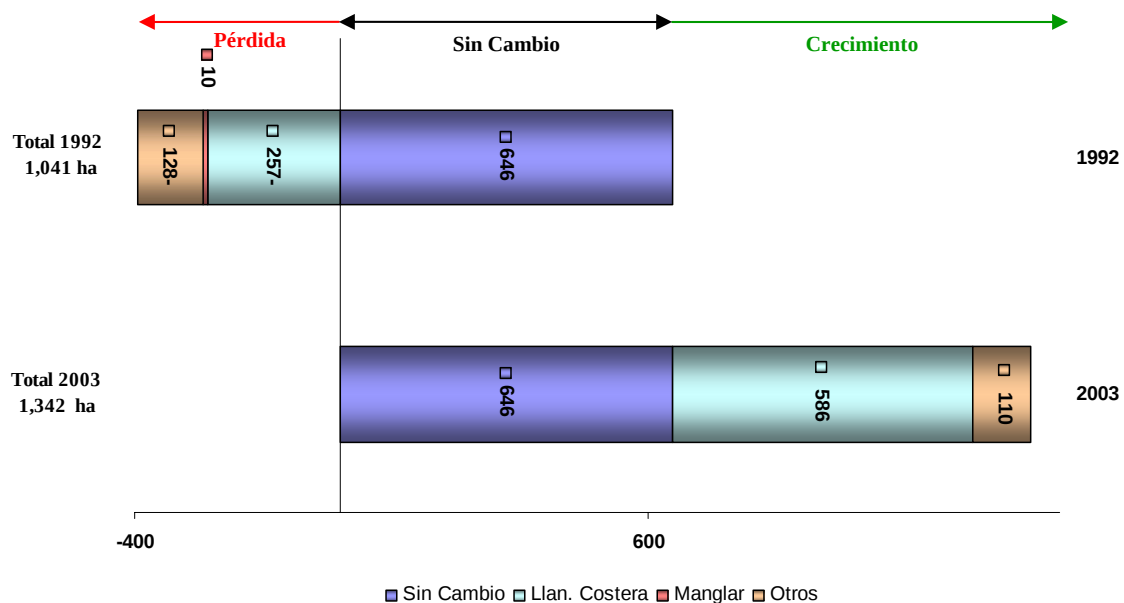


Figura 30. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Elota, durante el período 1992-2003.

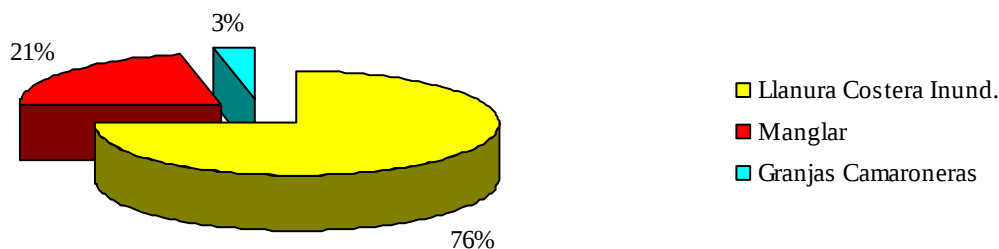
7. San Ignacio

a. Situación de la zona costera en el Municipio de San Ignacio en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	0.08	0.01
Llanura Costera Inund.	914.11	75.29
Manglar	259.19	21.35
Granjas Camaroneras	40.77	3.36
Total	1,214.15	100.00

Durante 1992 una extensión total de 1,214 ha de humedales costeros fueron clasificados. De estos humedales, 914 ha (76%) correspondieron a la llanura costera inundable; 259 ha (21%) a vegetación de manglar y 41 ha (3%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de San Ignacio en 1992 (1,214.15 ha)

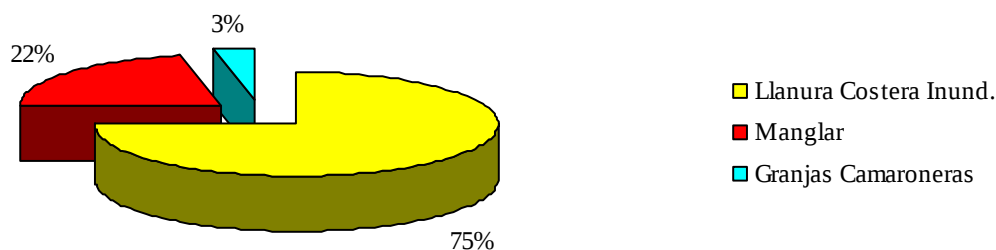


b. Situación de la zona costera en el Municipio de San Ignacio en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	0.73	0.06
Llanura Costera Inund.	905.50	74.95
Manglar	260.65	21.57
Granjas Camaroneras	41.26	3.42
Total	1,208.14	100

Para el 2003 una extensión de 1,208 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 905 ha (75%) corresponden a la llanura costera inundable; 261 ha (22%) a vegetación de manglar y 41 ha (3%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de San Ignacio en 2003 (1,208.14ha)



Municipio de San Ignacio

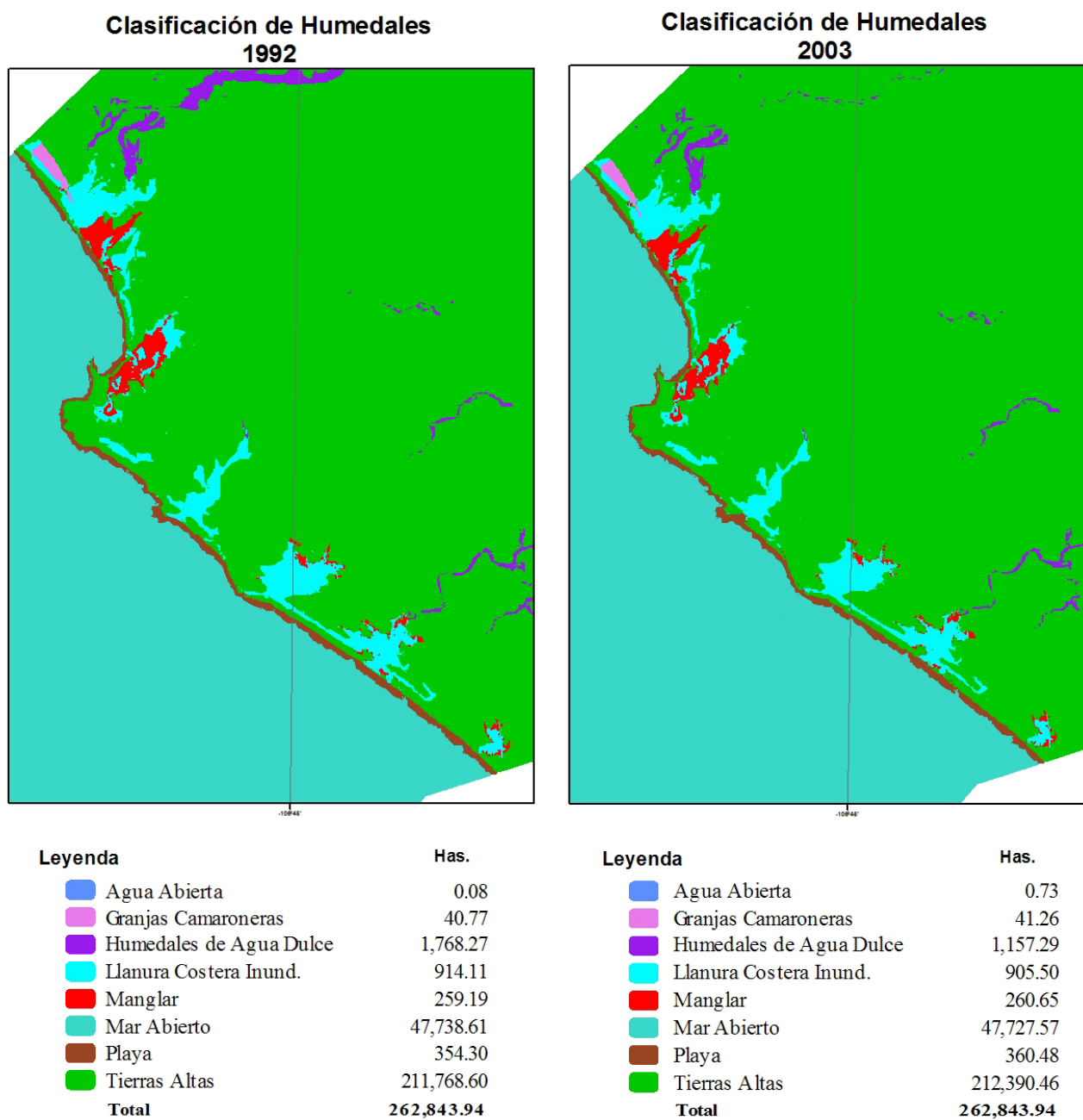


Figura 31. Clasificación de humedales en el municipio de San Ignacio en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del Municipio de San Ignacio, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de San Ignacio durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

	1992								Total
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	
2003 Agua Abierta	0.08	-	-	-	-	-	-	0.65	0.73
Llan. Costera	-	866.59	9.83	0.41	24.77	0.16	3.74	-	905.50
Manglar	-	10.23	241.89	-	7.96	-	0.57	-	260.65
Granja Camaronera	-	1.38	-	39.80	0.08	-	-	-	41.26
Tierra Alta	-	25.75	7.31	0.57	211,440.86	903.06	12.91	-	212,390.46
Hum. Agua Dulce	-	0.08	-	-	292.17	865.05	-	-	1,157.29
Playa	-	10.07	0.16	-	2.76	-	332.21	15.27	360.48
Mar Abierto	-	-	-	-	-	-	4.87	47,722.69	47,727.57
Total	0.08	914.11	259.19	40.77	211,768.60	1,768.27	354.30	47,738.61	262,843.94
EL (%)	100.00	94.80	93.32	97.61	99.85	48.92	93.76	99.97	
ER (%)	800.00	-0.94	0.56	1.20	0.29	-34.55	1.74	-0.02	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 16. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de San Ignacio, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que han sucedido en la zona costera del Municipio de San Ignacio en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Municipio de San Ignacio				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	0.08	0.73	0.65	800.00
Llanura Costera Inund	914.11	905.50	-8.61	-0.94
Manglar	259.19	260.65	1.46	0.56
Granjas Camaroneras	40.77	41.26	0.49	1.20
Total	1,214.15	1,208.14		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 17. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de San Ignacio.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 914 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 905 ha. En este período de 11 años, 867 ha (95%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 16) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -0.94% (-9 ha) (Ver Tabla 17).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 1.38 ha por la construcción de granjas camaroneras y 26 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 10 ha de vegetación de manglar (Ver Figura 32).

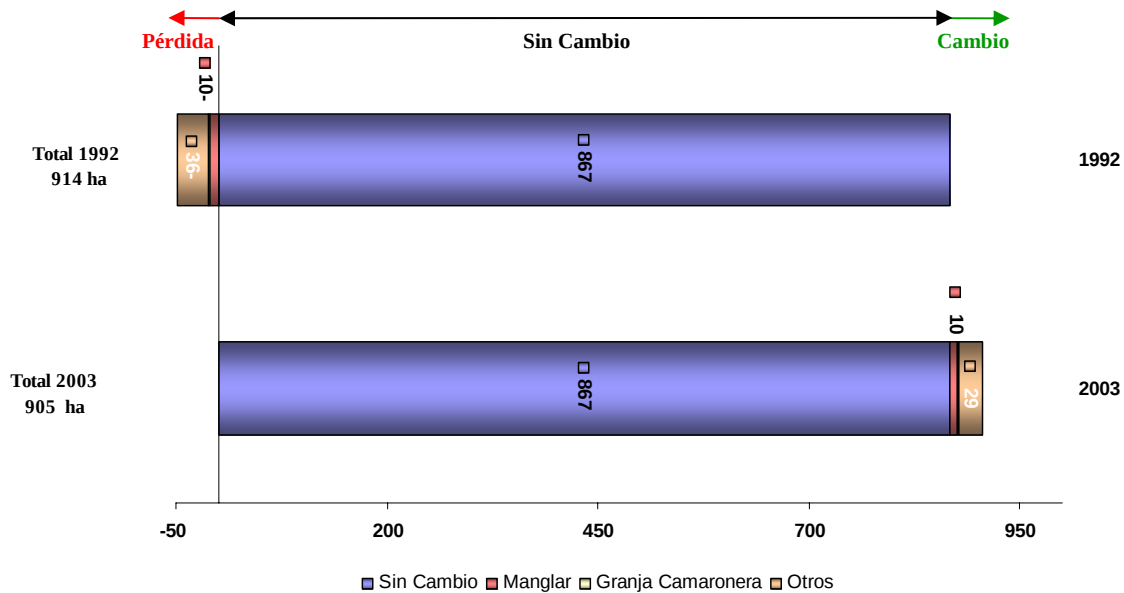


Figura 32. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de San Ignacio durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

Durante 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 259 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 261 ha. En este período de 11 años, 242 ha (93%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 16), por lo que la tasa de pérdida anual en este período fue de 0.64%. por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 0.56% (1.46 ha). (Ver Tabla 17).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período fue de 17 ha (Ver Figura 33), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 278 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Dentro del mismo período hubo un crecimiento de vegetación de manglar con una tasa de crecimiento total de 19 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 0.65%.

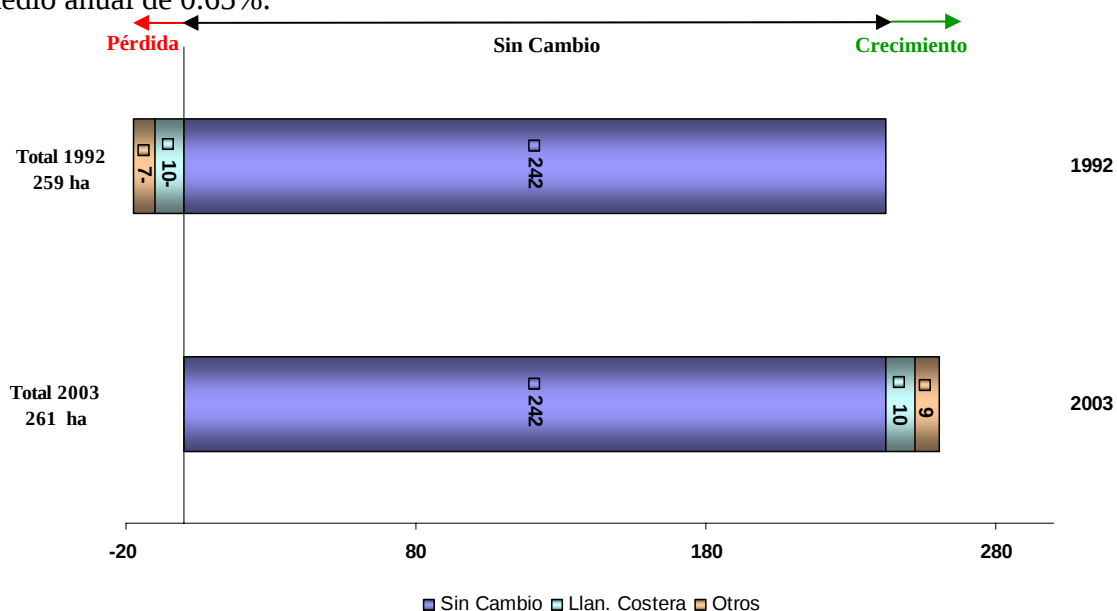


Figura 33. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de San Ignacio, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 41 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 41 ha. De las granjas registradas en 1992, un total de 39.80 ha (98%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 16), mientras que por el otro lado en el período de 1992 – 2003, hubo una tasa de crecimiento neto de 1.2% (0.49 ha) (Ver Tabla 17).

Dentro del análisis, destaca que el 94% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 34). En este caso no se presentó, contrario a los demás municipios, una pérdida directa de vegetación de manglar, pero sí hubo una pérdida indirecta de 10 ha de manglar, que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino, por la pérdida en la cobertura vegetal (Ver Figura 33).

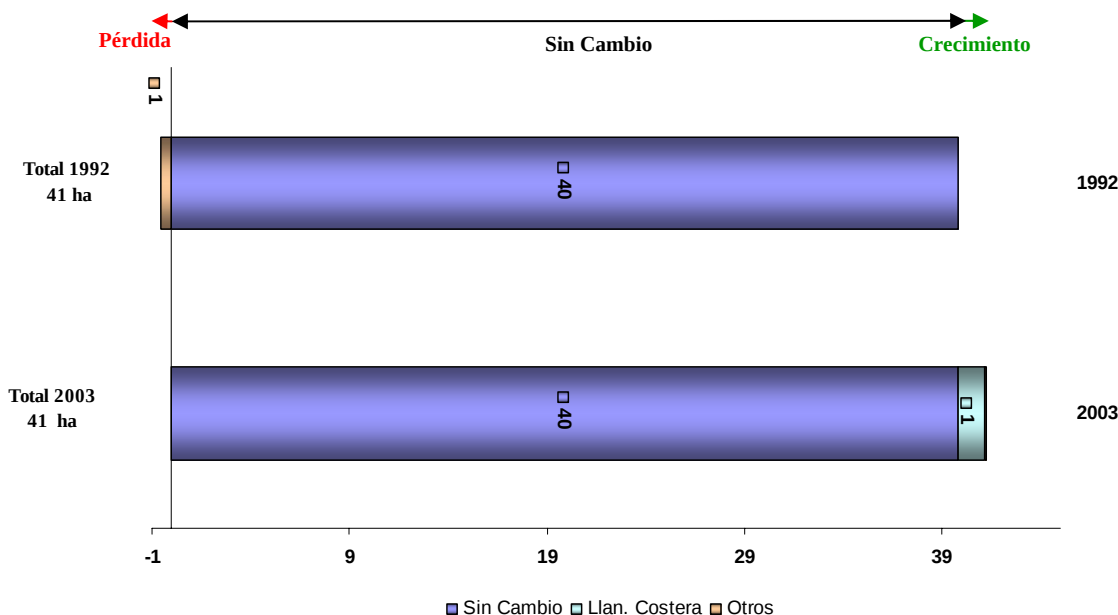


Figura 34. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de San Ignacio, en el período 1992-2003.

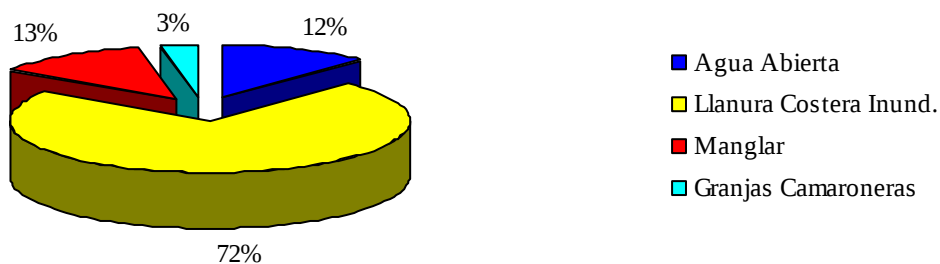
8. Mazatlán.

a. Situación de la zona costera del Municipio de Mazatlán en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	1,112.62	12.17
Llanura Costera Inund.	6,614.48	72.36
Manglar	1,146.41	12.54
Granjas Camaroneras	266.99	2.92
Total	9,140.49	100.00

Durante 1992 se clasificó una extensión total de 9,140 ha de humedales costeros en el municipio de Mazatlán. De estos humedales, el 1,113 ha (12%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 6,614 ha (72%) correspondieron a la llanura costera inundable; 1,146 ha (13%) a vegetación de manglar y 267 ha (3%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Mazatlán en 1992 (9,140.49 ha)

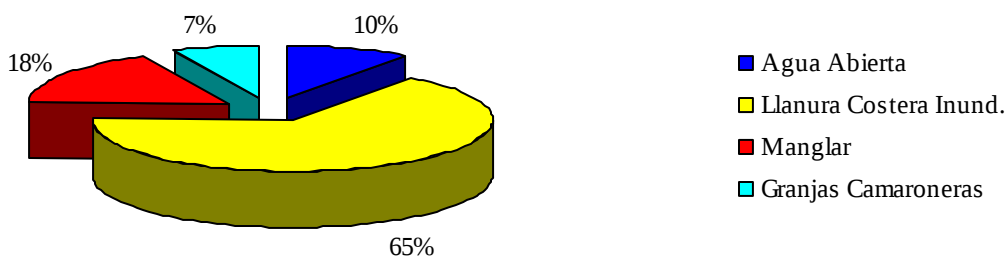


b. Situación de la zona costera del Municipio de Mazatlán en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	923.93	9.97
Llanura Costera Inund.	6,071.57	65.51
Manglar	1,635.71	17.65
Granjas Camaroneras	637.62	6.88
Total	9,268.83	100

Para el 2003 una extensión total de 9,269 ha fueron clasificadas. De estos humedales 924 ha (10%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 6,072 ha (65%) corresponden a la llanura costera inundable; 1,636 ha (18%) a vegetación de manglar y 638 ha (7%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Mazatlán en 2003 (9,268.83 ha)



Municipio de Mazatlán

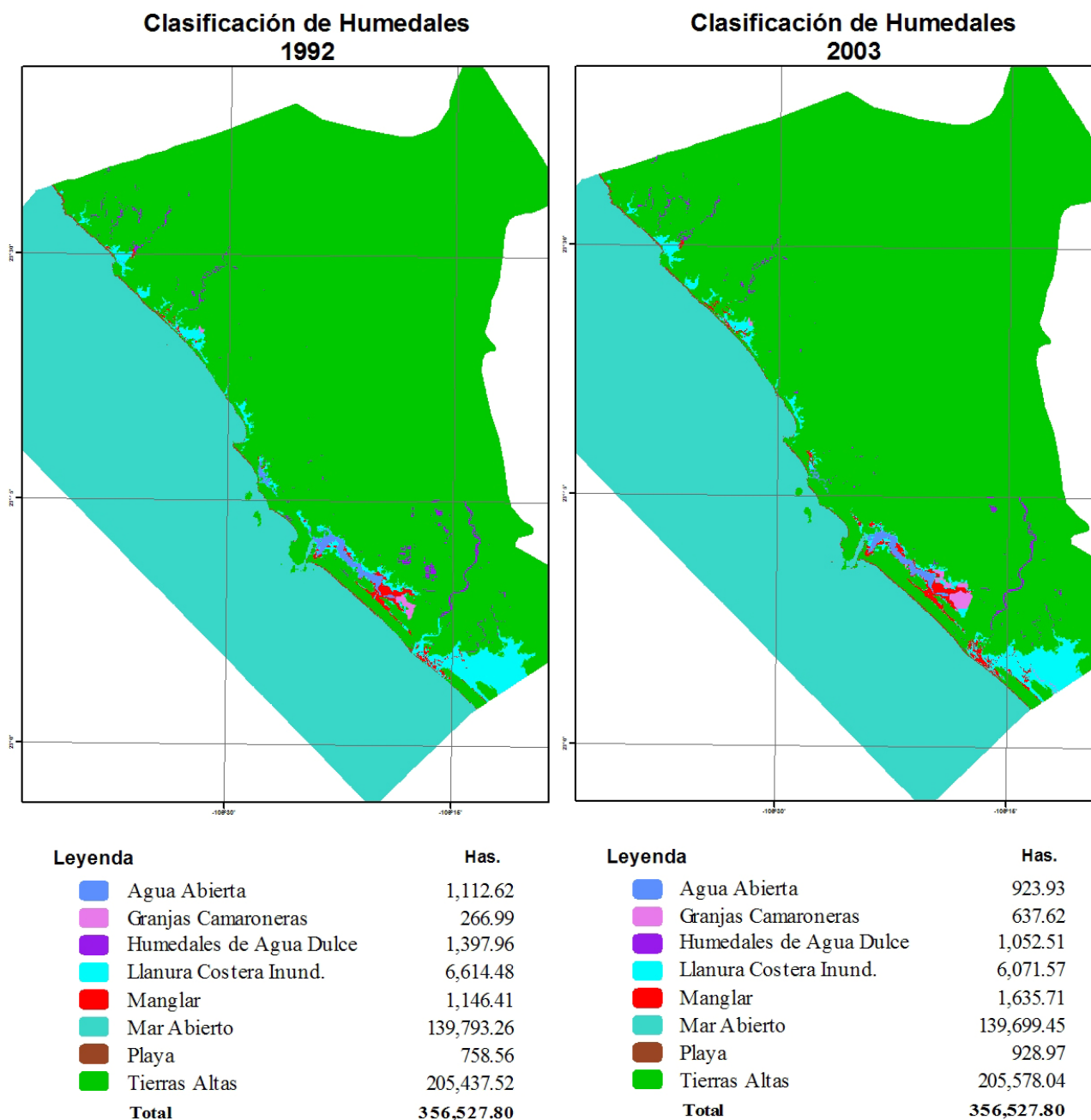


Figura 35. Clasificación de humedales en el municipio de Mazatlán en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del Municipio de Mazatlán, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en a zona costera del municipio de Mazatlán durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

	1992								Total
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	
2003 Agua Abierta	840.19	61.49	12.67	0.08	9.50	-	-	-	923.93
Llan. Costera	160.42	5,174.03	136.21	70.42	504.65	6.42	16.81	2.60	6,071.57
Manglar	45.40	557.20	930.92	5.36	89.43	5.20	2.19	-	1,635.71
Granja Camaronera	0.08	206.80	10.15	189.17	231.41	-	-	-	637.62
Tierra Alta	51.50	591.40	53.77	1.95	204,009.99	738.74	107.87	22.82	205,578.04
Hum. Agua Dulce	-	16.65	2.36	-	384.03	647.61	1.87	-	1,052.51
Playa	-	6.17	0.32	-	114.53	-	545.83	262.11	928.97
Mar Abierto	15.03	0.73	-	-	93.98	-	83.99	139,505.72	139,699.45
Total	1,112.62	6,614.48	1,146.41	266.99	205,437.52	1,397.96	758.56	139,793.26	356,527.80
EL (%)	75.51	78.22	81.20	70.85	99.31	46.33	71.96	99.79	
ER (%)	-16.96	-8.21	42.68	138.82	0.07	-24.71	22.46	-0.07	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 18. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la zona costera del Municipio de Mazatlán en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de Mazatlán			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	1,112.62	923.93	-188.69	-16.96
Llanura Costera Inund.	6,614.48	6,071.57	-542.91	-8.21
Manglar	1,146.41	1,635.71	489.30	42.68
Granjas Camaroneras	266.99	637.62	370.63	138.82
Total	9,140.49	9,268.83		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 19. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Mazatlán.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 6,614 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 6,072 ha. En este período de 11 años, 5,174 ha (78%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 18) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -8% (-543 ha) (Ver Tabla 19).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 207 ha por la construcción de granjas camaroneras y 591 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 557 ha de vegetación de manglar (Ver Figura 36).

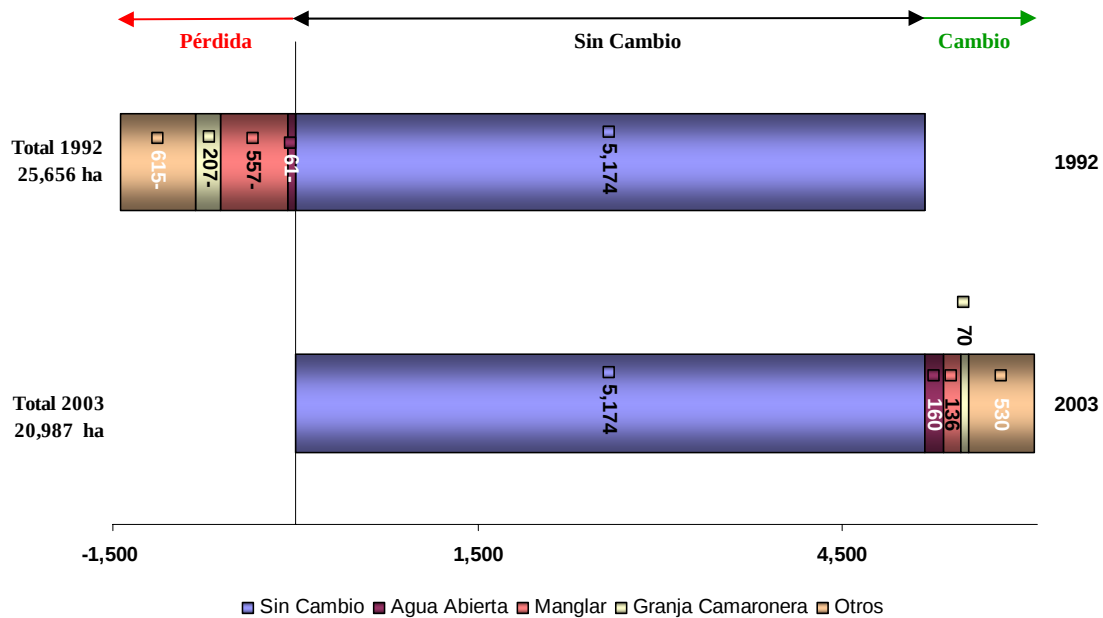


Figura 36. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

Durante 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 1,146 ha y para el 2003, se cuantificaron un total de 1,636 ha. En este período de 11 años, 931 ha (81%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 18), por lo que la tasa de pérdida neta anual durante este período, fue de 1,73%. Por otro lado, dentro del mismo período de análisis hubo una tasa de crecimiento neto de 43% (489 ha) (Ver Tabla 19).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante el período de 11 años, fue de 215 ha (Ver Figura 37), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, se tendría un total de 1,851 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. La información obtenida en este estudio nos conduce a estimar que la zona costera del municipio experimentó un crecimiento total de 705 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 3.92%.

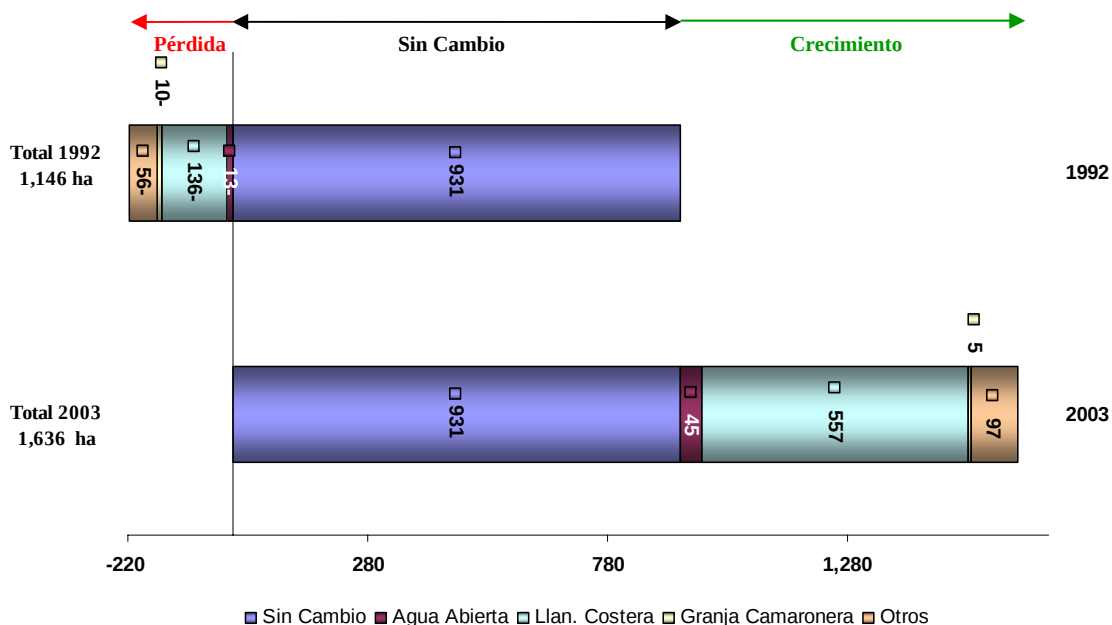


Figura 37. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 267 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 638 ha. De las granjas registradas en 1992, un total de 189 ha (71%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 18), mientras que por el otro lado en el mismo período de 11 años hubo una tasa de crecimiento neto de 139% (371 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 19).

Dentro del análisis, destaca que el 46% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 38). Este mismo desarrollo causó, contrario a los demás municipios una pérdida directa de 10 ha de manglar y la pérdida indirecta de 149 ha de manglar, que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino, por la pérdida en su cobertura vegetal (Ver Figura 37).

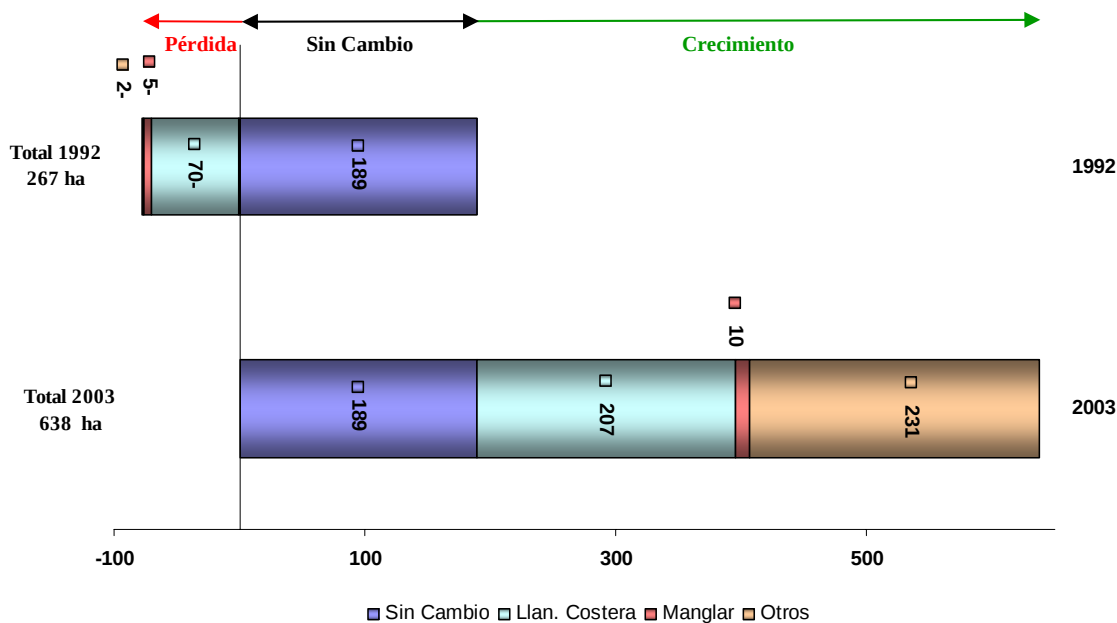


Figura 38. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Mazatlán, durante el período 1992-2003.

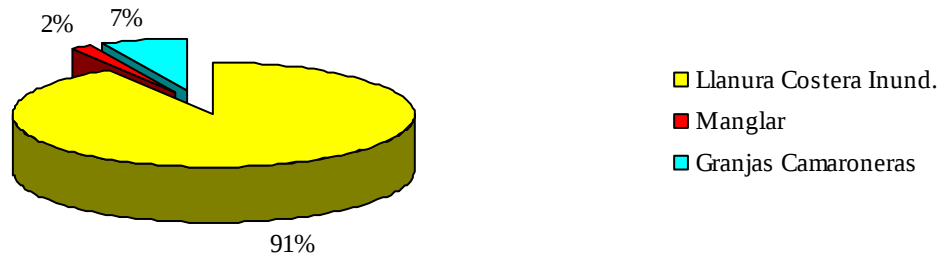
9. El Rosario.

b. Situación de la zona costera en el Municipio de El Rosario en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	-	-
Llanura Costera Inund.	18,507.44	91.47
Manglar	338.14	1.67
Granjas Camaroneras	1,387.08	6.86
Total	20,232.66	100.00

En 1992 una extensión total de 20,233 ha de humedales costeros fueron clasificados en el Municipio de El Rosario. De estos humedales 18,507 ha (91%) correspondieron a la llanura costera inundable; 338 ha (2%) a vegetación de manglar y 1,387 ha (7%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas para la producción de camarón.

**Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de El Rosario en 1992
(20,232.66 ha)**

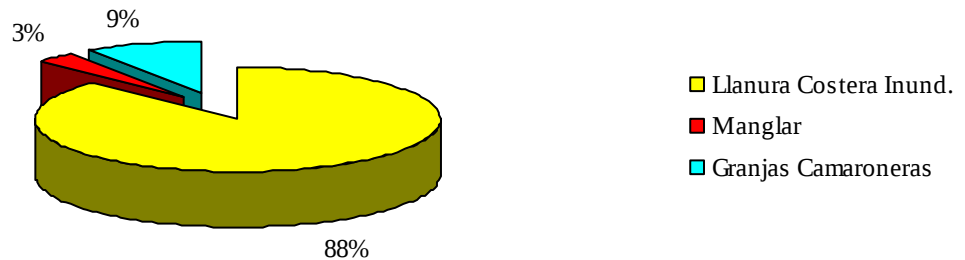


b. Situación de la zona costera del Municipio de El Rosario durante 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	0.24	0.00
Llanura Costera Inund.	17,821.33	87.50
Manglar	617.31	3.03
Granjas Camaroneras	1,928.61	9.47
Total	20,367.49	100

Para este año, una extensión total de 20,367 ha fueron clasificadas. De estos humedales 17,821 ha (88%) corresponden a la llanura costera inundable; 617 ha (3%) a vegetación de manglar y 1,929 ha (9%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

**Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de El Rosario en 2003
(20,367.49 ha)**



Municipio de El Rosario

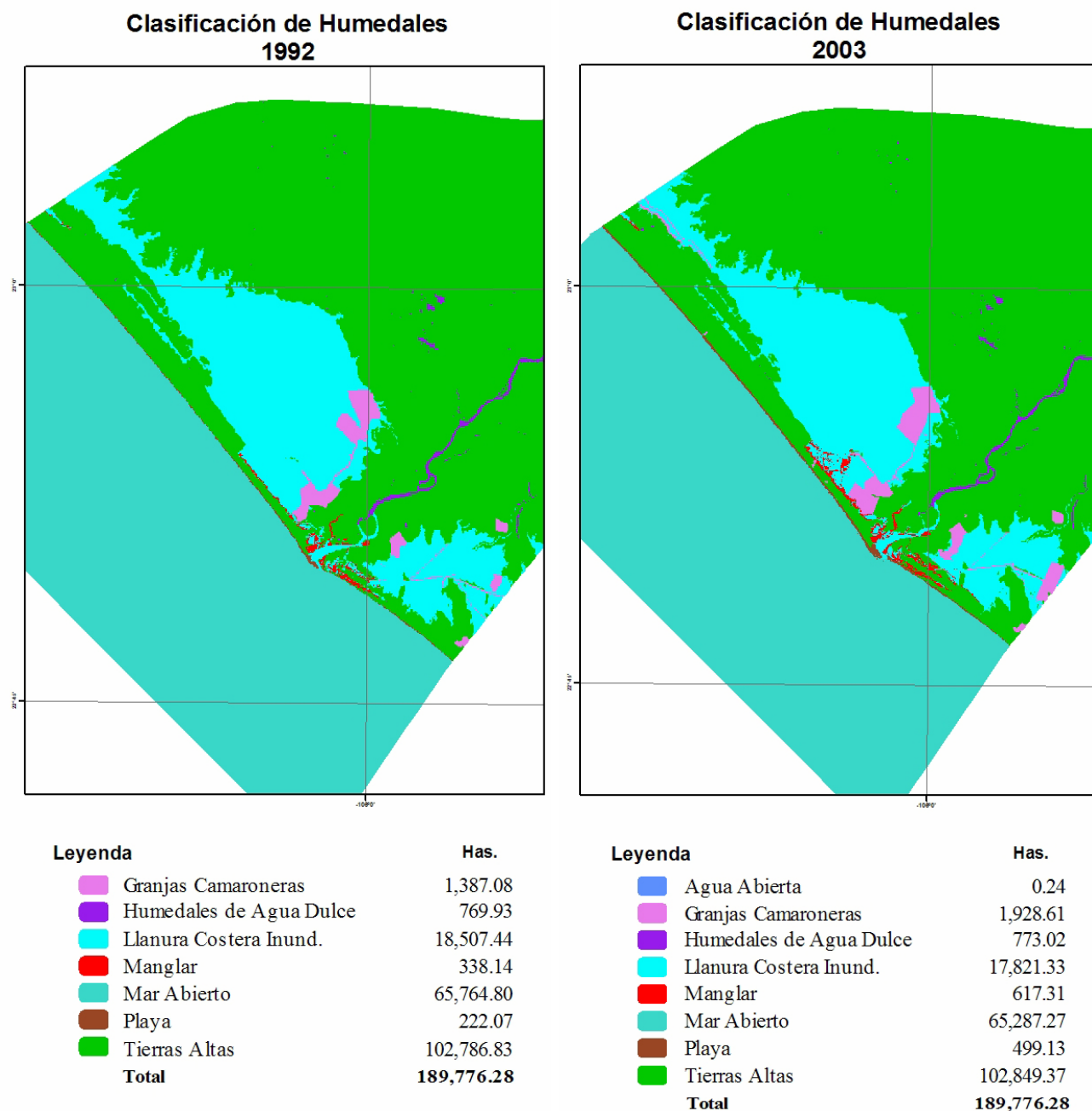


Figura 39. Clasificación de humedales en el municipio de El Rosario en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de El Rosario, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de El Rosario durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

	1992									
2003		Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total
	Agua Abierta	-	0.24	-	-	-	-	-	-	0.24
	Llan. Costera	-	16,931.92	59.86	221.99	600.66	0.49	3.17	3.25	17,821.33
	Manglar	-	273.73	207.61	0.32	133.62	0.08	1.95	-	617.31
	Granja Camaronera	-	714.70	1.62	1,109.13	99.42	3.25	0.49	-	1,928.61
	Tierra Alta	-	580.11	66.52	55.64	101,642.69	298.42	152.54	53.45	102,849.37
	Hum. Agua Dulce	-	1.87	1.54	-	301.91	467.69	-	-	773.02
	Playa	-	4.71	0.97	-	8.53	-	63.44	421.48	499.13
	Mar Abierto	-	0.16	-	-	-	-	0.49	65,286.62	65,287.27
Total	-	18,507.44	338.14	1,387.08	102,786.83	769.93	222.07	65,764.80	189,776.28	
EL (%)	0.00	91.49	61.40	79.96	98.89	60.74	28.57	99.27		
ER (%)	0.00	-3.71	82.56	39.04	0.06	0.40	124.76	-0.73		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 20. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la zona costera del municipio de El Rosario en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Municipio de El Rosario			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	-	0.24	0.24	0.00
Llanura Costera Inund.	18,507.44	17,821.33	-686.11	-3.71
Manglar	338.14	617.31	279.17	82.56
Granjas Camaroneras	1,387.08	1,928.61	541.53	39.04
Total	20,232.66	20,367.49		
*Pérdida(-) Ganancia (+)				

Tabla 21. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de El Rosario.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 18,507 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 17,821 ha. En este período de 11 años, 16,932 ha (91%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 20) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -4% (-686 ha) (Ver Tabla 21).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 715 ha por la construcción de granjas camaroneras y 580 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 274 ha de vegetación de manglar (Ver Figura 40).

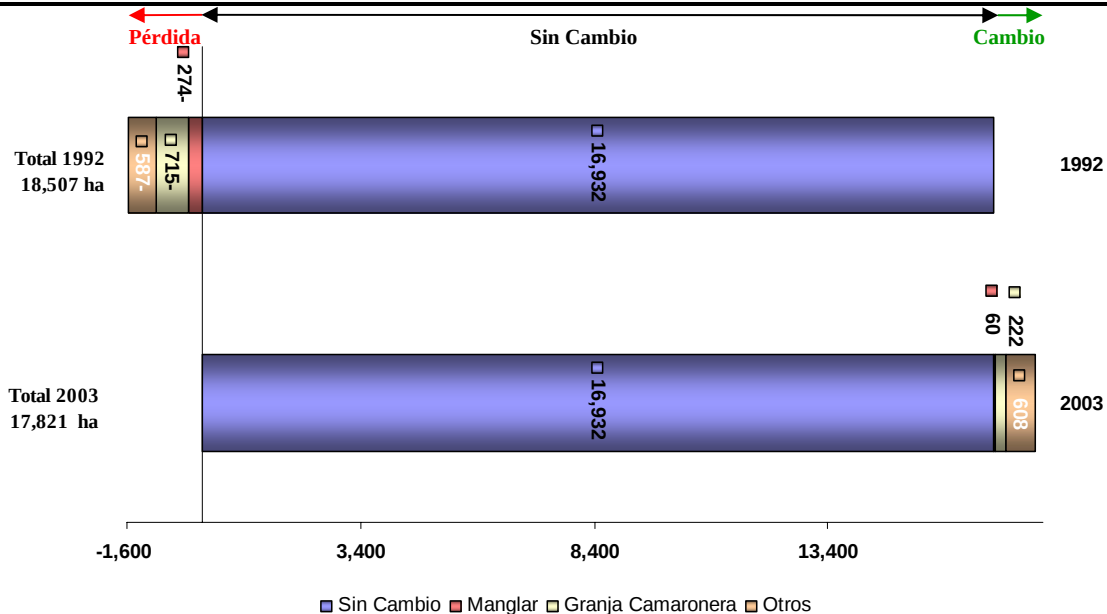


Figura 40. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de El Rosario durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

Durante 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 338 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 617 ha. En este período de 11 años, 208 ha (61%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 20), por lo que la tasa de pérdida anual en este período fue de 3.54%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto fue del 83% (279 ha). (Ver Tabla 21).

La pérdida neta de vegetación de manglar en esta área durante el período de 11 años fue de 131 ha (Ver Figura 41), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camarónicas, se tendrían un total de 748 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. La información obtenida en este estudio nos conduce a estimar que la zona costera del municipio experimentó un crecimiento total de 410 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 6%.

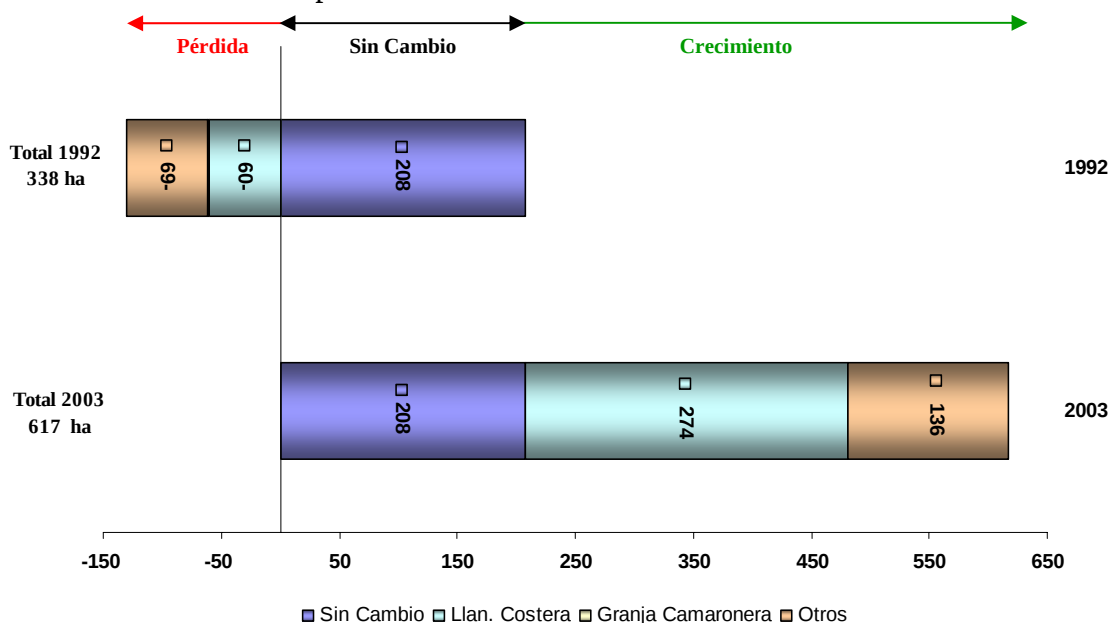


Figura 41. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 1,387 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 1,929 ha. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,109 ha (80%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 20), mientras que por el otro lado en el período de 1992 – 2003, hubo un una tasa de crecimiento neto de 39% (542 ha) de granjas para la producción de camarón. (Ver Tabla 21).

Dentro del análisis, destaca que el 87% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 42). Este mismo desarrollo causó, contrario a los demás municipios una pérdida directa de 2 ha de manglar y la pérdida indirecta de 60 ha de manglar, que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino, por la pérdida en su cobertura vegetal (Ver Figura 41).

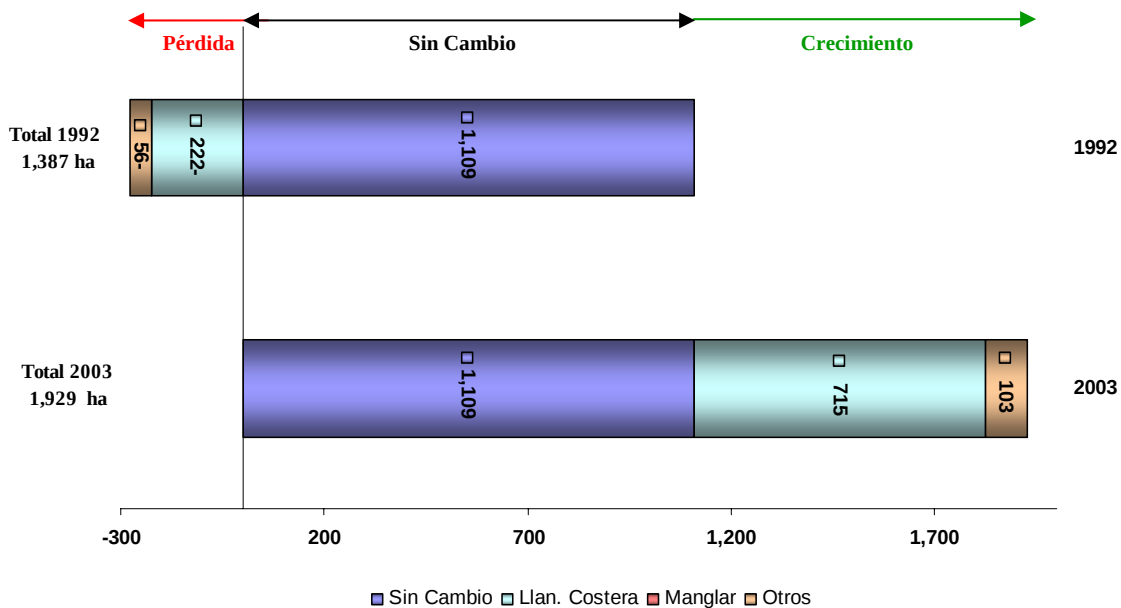


Figura 42. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de El Rosario, durante el período 1992-2003.

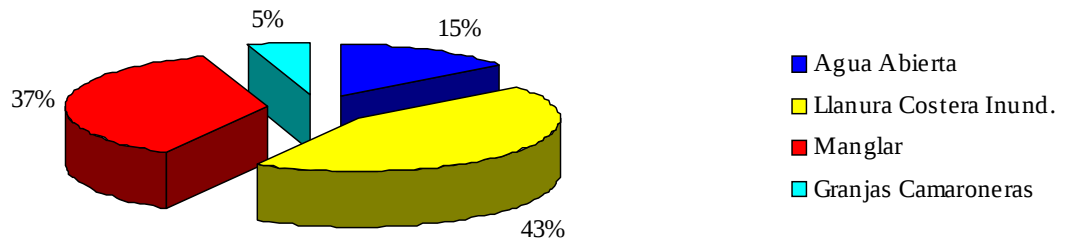
10. Escuinapa.

a. Situación de la zona costera del Municipio de Escuinapa en 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	5,134.07	14.54
Llanura Costera Inund.	15,454.03	43.77
Manglar	12,938.41	36.65
Granjas Camaroneras	1,777.77	5.04
	35,304.28	100.00

En 1992 una extensión total de 35,304 ha de humedales costeros fueron clasificados en la zona costera del municipio. De estos humedales, 5,134 ha (15%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 15,454 ha (44%) correspondieron a la llanura costera inundable; 12,938 ha (37%) a vegetación de manglar y 1,778 ha (5%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Escuinapa en 1992 (35,304.28 ha)

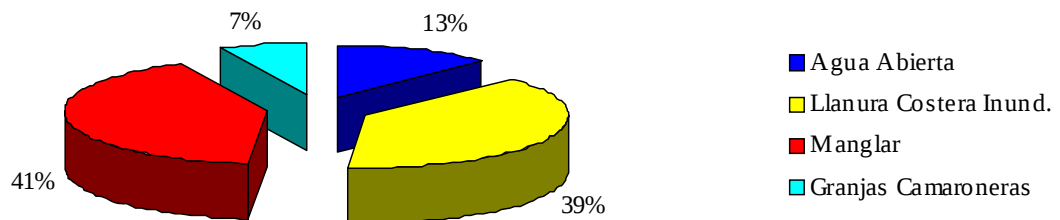


b. Situación de la zona costera del Municipio de Escuinapa en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	4,366.90	12.57
Llanura Costera Inund.	13,502.44	38.87
Manglar	14,479.41	41.69
Granjas Camaroneras	2,386.39	6.87
	34,735.14	100

En este año una extensión de 34,735 ha fue clasificada. De estos humedales, 4,367 ha (13%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 13,502 ha (39%) correspondieron a la llanura costera inundable; 14,479 ha (41%) a vegetación de manglar y 2,386 ha (7%) a los humedales que fueron modificados para la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en el Municipio de Escuinapa en 2003 (34,735.14 ha)



Municipio de Escuinapa

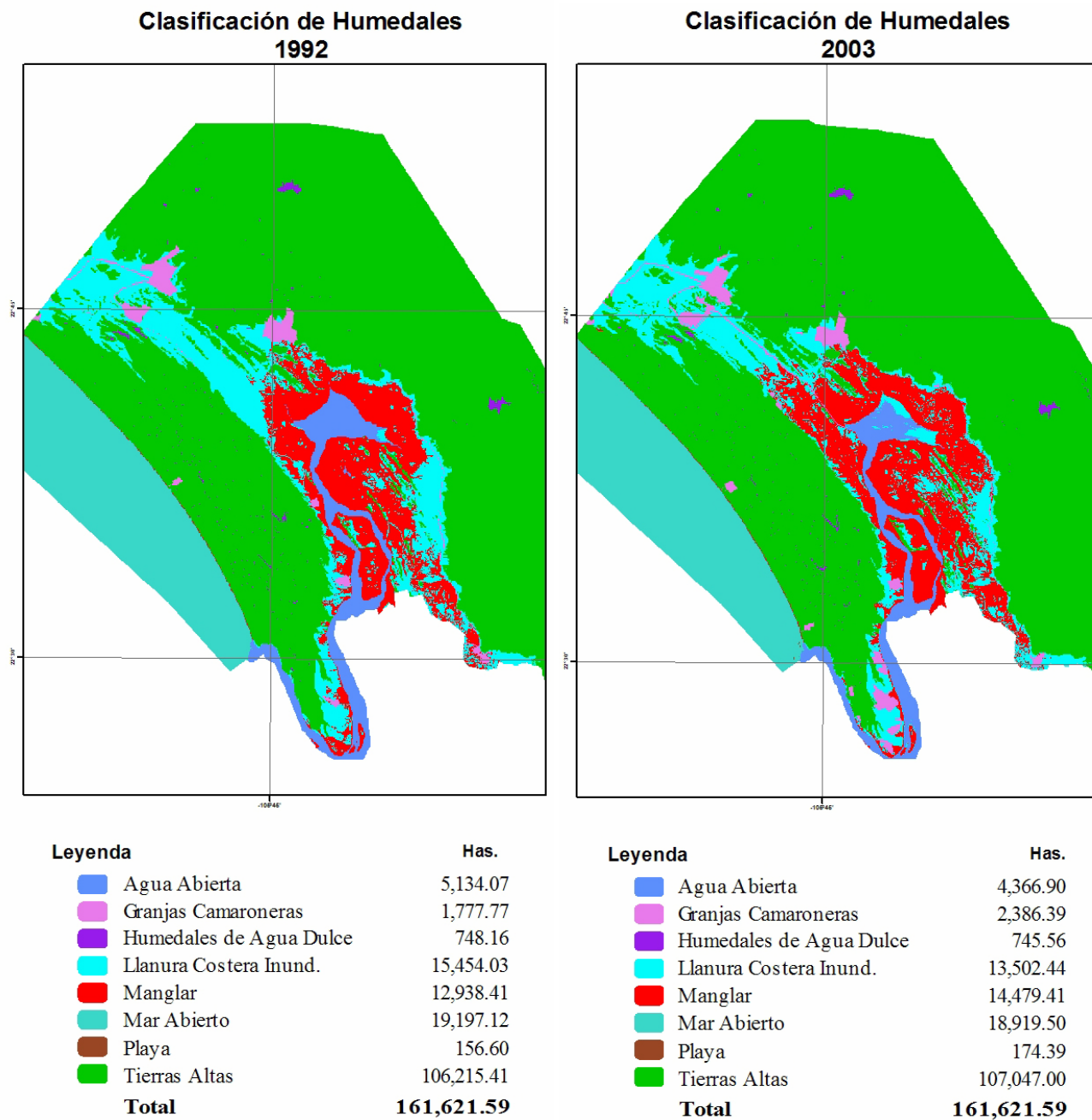


Figura 43. Clasificación de humedales en el municipio de Escuinapa en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del Municipio de Escuinapa, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera del municipio de Escuinapa durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003, en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	4,231.74	11.78	117.13	-	0.57	-	0.08	5.60	4,366.90
	Llan. Costera	457.38	9,980.28	1,669.09	421.72	970.07	3.90	-	-	13,502.44
	Manglar	401.17	3,139.43	10,741.11	76.92	120.46	0.32	-	-	14,479.41
	Granja Camaronera	-	825.00	196.73	1,203.43	159.53	0.41	0.24	1.06	2,386.39
	Tierra Alta	42.32	1,497.06	214.35	75.70	104,601.80	361.45	150.51	103.81	107,047.00
	Hum. Agua Dulce	-	0.49	-	-	362.99	382.08	-	-	745.56
	Playa	0.41	-	-	-	-	-	5.77	168.22	174.39
	Mar Abierto	1.06	-	-	-	-	-	-	18,918.44	18,919.50
	Total	5,134.07	15,454.03	12,938.41	1,777.77	106,215.41	748.16	156.60	19,197.12	161,621.59
EL (%)	82.42	64.58	83.02	67.69	98.48	51.07	3.68	98.55		
ER (%)	-14.94	-12.63	11.91	34.23	0.78	-0.35	11.36	-1.45		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 22. Cambio de uso del suelo en la zona costera del municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema Estuarino:

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la zona costera del municipio de Escuinapa en el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

		Municipio de Escuinapa			
Clase		1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta		5,134.07	4,366.90	-767.17	-14.94
Llanura Costera Inund.		15,454.03	13,502.44	-1,951.59	-12.63
Manglar		12,938.41	14,479.41	1,541.00	11.91
Granjas Camaroneras		1,777.77	2,386.39	608.62	34.23
Total		35,304.28	34,735.14		
*Pérdida(-) Ganancia (+)					

Tabla 23. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales costeros del municipio de Escuinapa.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable en el municipio contaba con 15,454 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 13,502 ha. En este período de 11 años, 9,980 ha (65%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 22) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -13% (-1,952 ha) (Ver Tabla 23).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 825 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,497 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 3,139 ha de vegetación de manglar (Ver Figura 44).

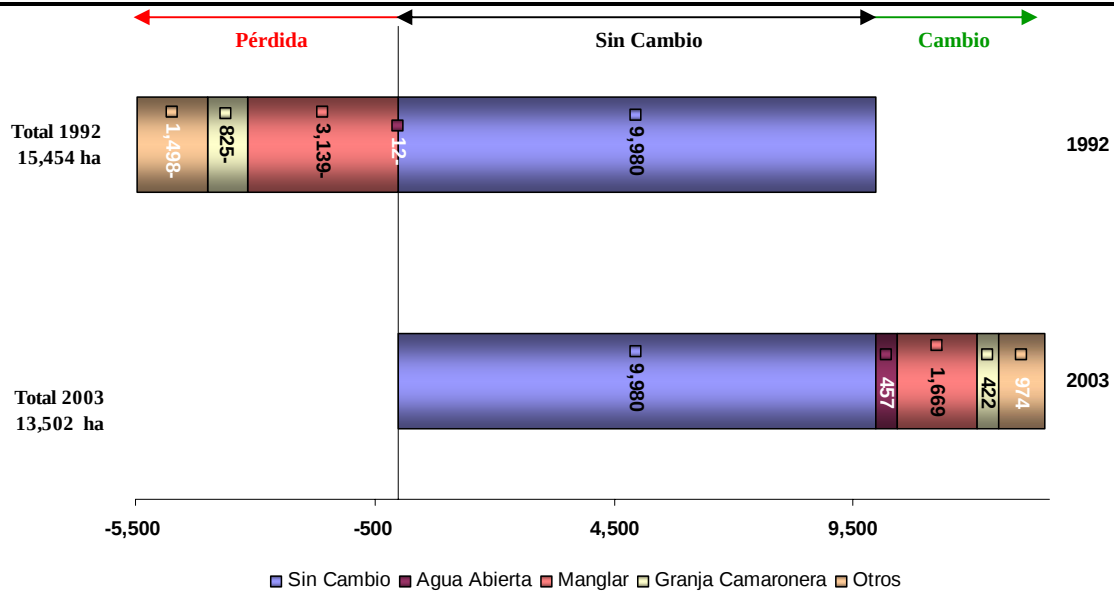


Figura 44. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

Durante 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 12,938 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 14,479 ha. En este período de 11 años, 10,741 ha (83%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 22), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.5%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neta fue del 12% (1,541 ha) (Ver Tabla 23).

La pérdida real de vegetación de manglar que se dio en esta área durante el período, fue de 2,197 ha (Ver Figura 45), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, se tendría una extensión total de 16,677 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Esta información nos conduce a estimar que en la zona costera del municipio hubo un crecimiento total de 3,738 ha que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.35%.

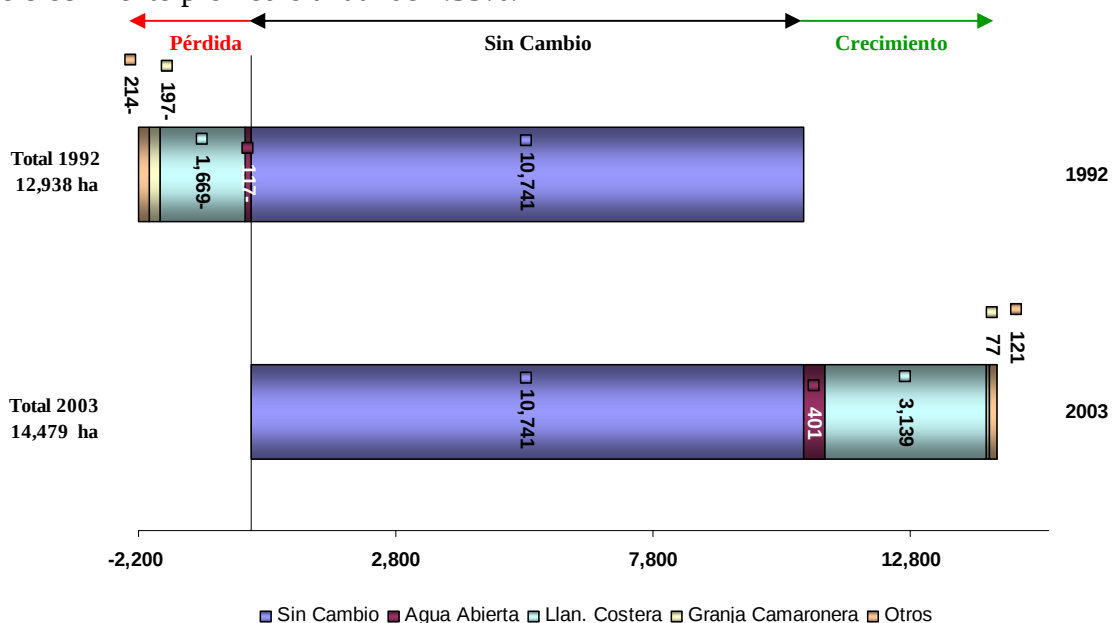


Figura 45. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Durante 1992 un total de 1,778 ha de granjas camaroneras habían sido construidas y para el 2003, se cuantificaron un total de 2,386 ha. En este período un total de 1,203 ha (68%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 22), mientras que por el otro lado en el período de 1992 – 2003, se presentó una tasa de crecimiento neto de 34% (609 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 23)

Dentro del análisis, destaca que el 70% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 46). Este mismo desarrollo causó una pérdida directa de 197 ha de manglar y la pérdida indirecta de 1,786 ha de manglar, que pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino, por la pérdida en su cobertura vegetal (Ver Figura 45).

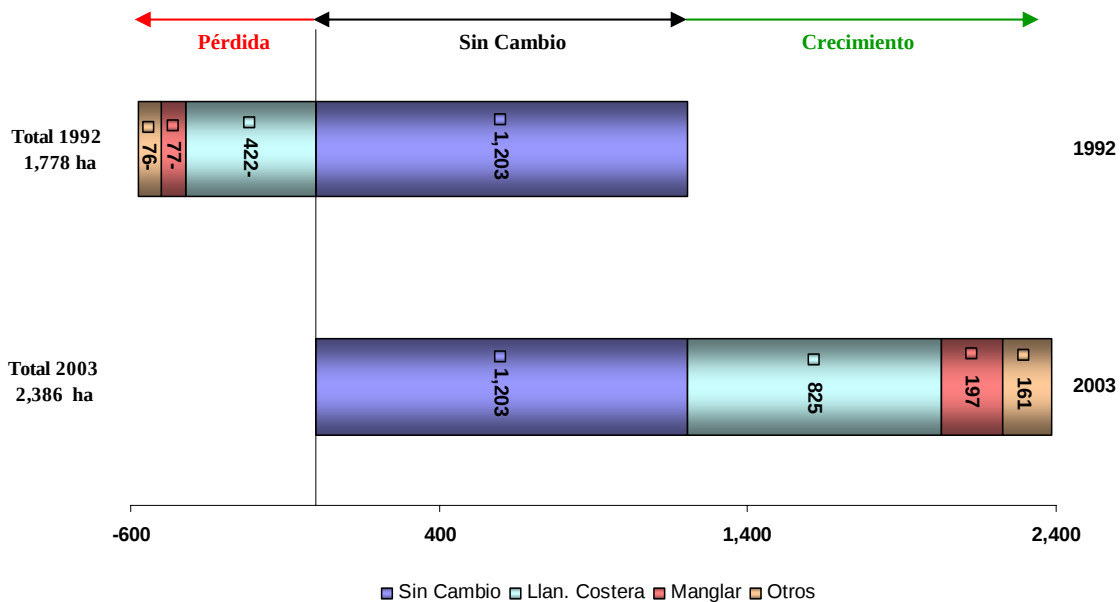


Figura 46. Cambios en la composición del paisaje producto de la construcción de granjas camaroneras en el municipio de Escuinapa, durante el período 1992-2003.

Análisis de los resultados de los cambios de uso del suelo en los 10 municipios costeros del estado de Sinaloa.

En este apartado se presentan los datos finales de los cambios de uso del suelo a nivel municipal, que se dieron en las tres clases principales que conforman la zona costera del estado de Sinaloa. La información se muestra en una tabla, en la que se presenta para cada una de las tres clases la extensión real de pérdida y de cambio que se dio en el período de 11 años que comprende de 1992 a 2003, para cada uno de los municipios.

Pérdida/cambio real para el período 1992-2003, por municipio costero en el estado de Sinaloa (hectáreas)

Municipio	Llanura Costera		Manglar		Granja Camaronera	
	Pérdida	Cambio	Pérdida	Crecimiento	Pérdida	Crecimiento
Ahome	-14,024.0	7,205.3	-2,491.4	3,975.8	-584.6	7,289.9
Guasave	-11,478.2	3,119.8	-1,271.2	3,353.3	-190.7	7,762.6
Angostura	-6,533.7	1,865.1	-1,021.6	2,063.7	-203.0	3,101.8
Navolato	-13,074.5	5,510.6	-2,312.4	2,504.2	-459.5	7,961.0
Culiacán	-8,021.3	2,856.7	-1,357.6	2,300.9	-116.6	5,595.0
Elota	-2,325.4	1,015.2	-164.9	1,571.4	-395.0	696.7
San Ignacio	-47.5	38.9	-17.3	18.8	-1.0	1.5
Mazatlán	-1,440.4	897.5	-215.5	704.8	-77.8	448.4
El Rosario	-1,575.5	889.4	-130.5	409.7	-278.0	819.5
Escuinapa	-5,473.8	3,522.2	-2,197.3	3,738.3	-574.3	1,183.0

Tabla 24. Resultados generales de los cambios en el uso del suelo, por municipio costero en el estado de Sinaloa.

Los cambios en el uso del suelo más notables que se presentaron como resultado de este análisis, se dieron en la llanura costera inundable (ver Tabla 24). Los municipios que presentaron mayores extensiones de pérdida real de llanura costera fueron Ahome, Navolato y Guasave con 14,024 ha, 13,074 ha y 11,478 ha respectivamente (Ver Figura 47). Estos datos significan una tasa real de pérdida/cambio del 22%, 27% y 26% respectivamente, de la extensión de la llanura costera de cada uno de los municipios mencionados, que fue perdida principalmente por la construcción de granjas para la producción de camarón, la expansión de la frontera agrícola y por los cambios que se dieron en algunas zonas de la llanura costera por el crecimiento de la vegetación de manglar.

En la parte que se refiere a los cambios que se dieron en la llanura costera inundable, éstos se refieren básicamente a aquellos cambios provenientes de la expansión de frontera agrícola y pérdida de manglar en su gran mayoría. Pero su interpretación debe de estar dada en la variación de la frontera agrícola, en donde para la fecha inicial del estudio, existían áreas dentro de la llanura costera que estaban siendo utilizadas para la agricultura, y para el final del período, dichas áreas ya habían sido abandonada por la actividad y se reincorporaron a su vocación natural dentro del sistema de llanura costera inundable. Por otro lado, hubo áreas en donde originalmente existía una cobertura de manglar, pero para el 2003 habían sido ya sea desmontadas o perdidas por causas naturales o efectos indirectos de las granjas camaroneras y para el final del período se identificaron como llanura costera inundable.

Por otro lado, los municipios que presentaron mayor pérdida real de vegetación de manglar fueron Ahome con una pérdida total de 2,491 ha, Navolato con 2,312 ha, Escuinapa 2,197 ha, Culiacán con 1,358 ha y Guasave con 1,271 ha (Ver Tabla 24).

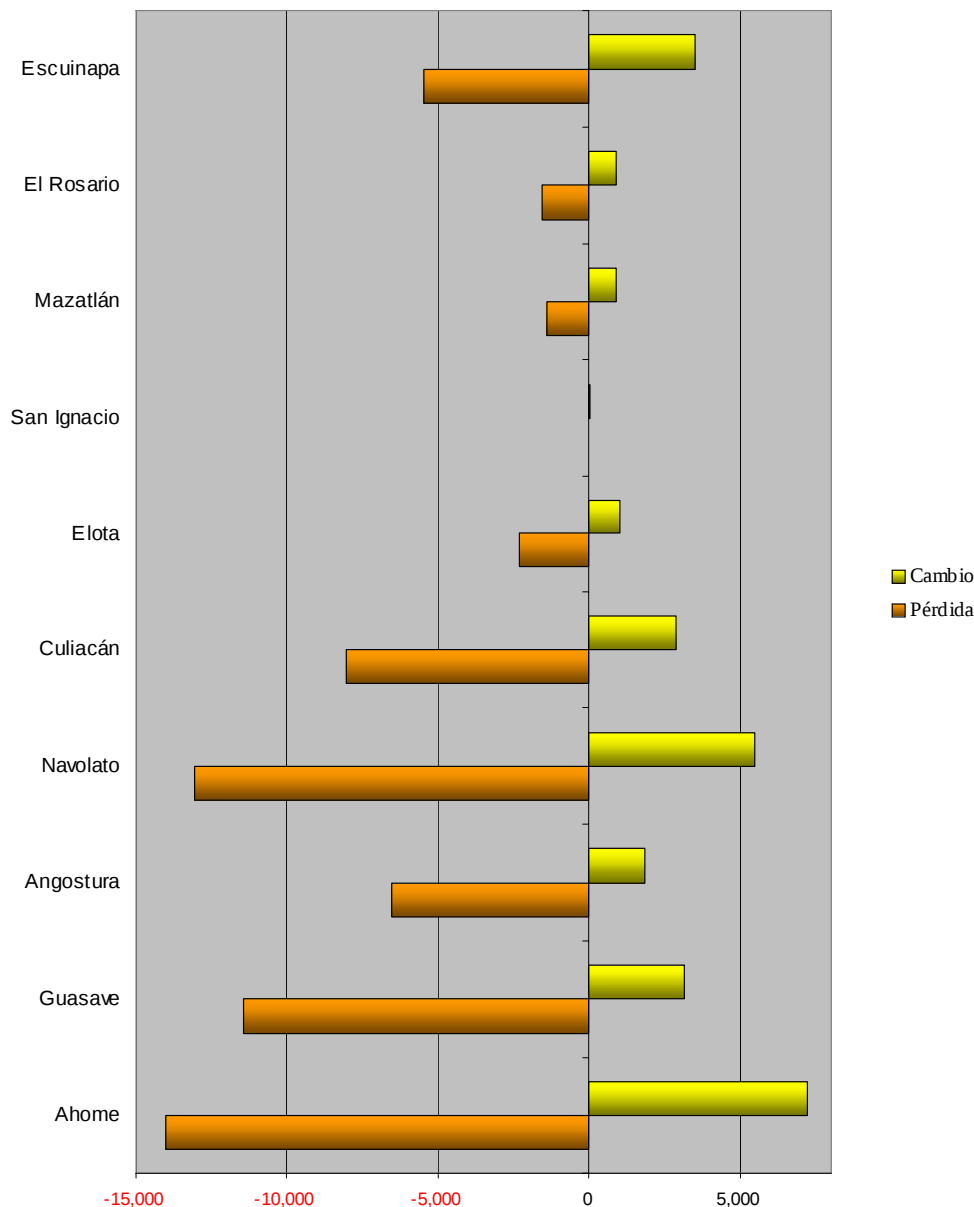


Figura 47. Cambios en la llanura costera inundable por municipio costero durante el período 1992-2003

Dentro de la misma clase, es importante mencionar que los municipios en donde se presentó un mayor crecimiento real de vegetación de manglar, fue en los municipio de Ahome con 3,976 ha, seguido de Escuinapa con 3,738 ha y Guasave con 3,553 ha (Ver Figura 48). Estos datos de crecimiento de vegetación de manglar solo hacen referencia a las hectáreas de vegetación de manglar que crecieron de manera natural a lo largo de las unidades de paisaje, sin referir mayor información al respecto de aspectos de su estructura. Este punto en particular es muy importante, ya que no se debe de interpretar la información en el sentido de que hay una pérdida importante de manglar y por el otro lado un crecimiento que pudiera compensar esta pérdida. Esto es ya que las pérdidas de vegetación de manglar que se están dando en la zona costera en su mayoría está afectando a manglar mejor desarrollado (altura mayor a 3 m), que aquel que apenas se está estableciendo en la zona costera y que en su mayoría es el que está representado en la tabla como crecimiento de manglar.

Otro aspecto importante es el relaciono al municipio de San Ignacio, en donde se presentó la menor cantidad de cambios en la vegetación de manglar, siendo esto debido al hecho de que en esta área es en donde la vegetación de manglar está menos representada, ya que solo cuenta con una cobertura de manglar de 261 ha.

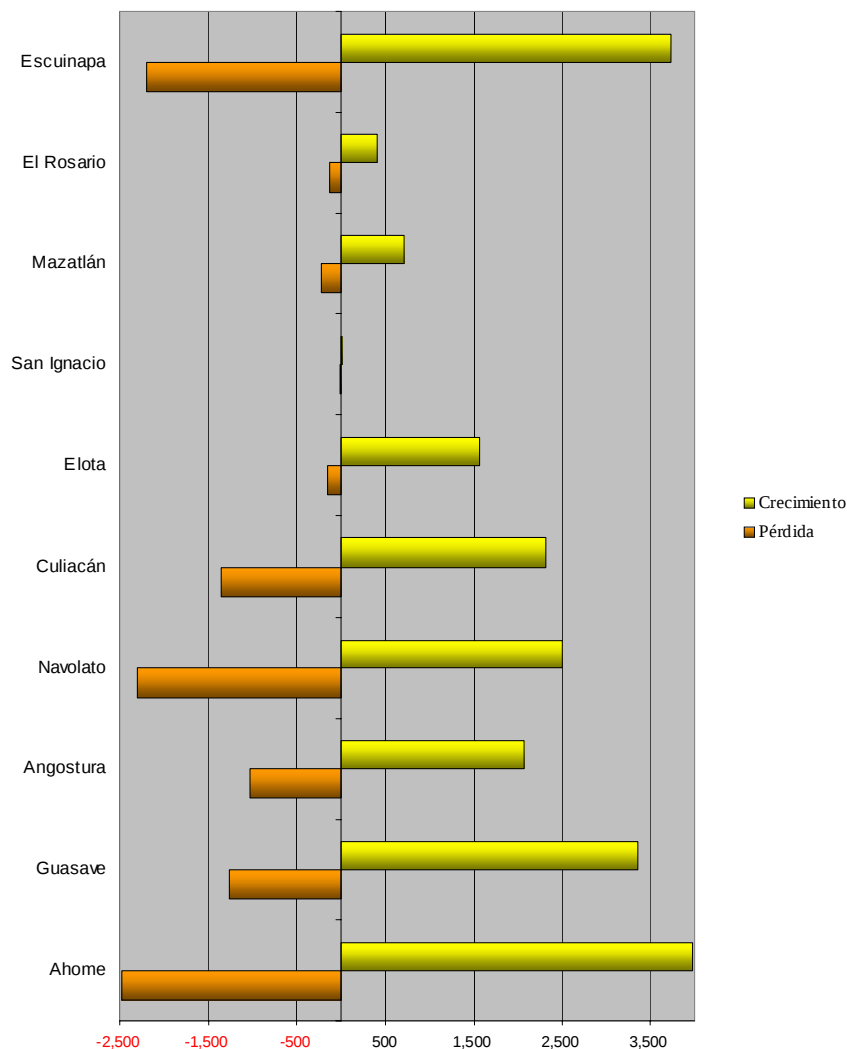


Figura 48. Cambios en la vegetación de manglar por municipio costero durante el período 1992-2003

El análisis del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, nos permite señalar que la principal causa de pérdida/cambio en los elementos del paisaje de esta zona, está representado por la construcción de granjas para la producción de camarón. Los municipios con mayor extensión desarrollada por esta actividad fueron Navolato con 11,446 ha desarrolladas, que implicó un incremento de 7,961 ha durante el período de 1992 a 2003. Este es seguido por Guasave con una extensión total de 9,197 ha desarrolladas que significó un incremento de 7,763 ha en el período. Ahome terminó con una extensión de 8,428 ha, que implicó un incremento de 7,290 ha desarrolladas durante el período y Culiacán con una extensión total de 6,666 ha, que implicaron un incremento desarrollado dentro del período de 5,595 ha (Ver Tabla 24 y Figuras 49 y 50).

De los municipios colindantes con la zona costera del estado, solo San Ignacio no mostró incremento en el desarrollo de esta actividad, durante en el período de 11 años.

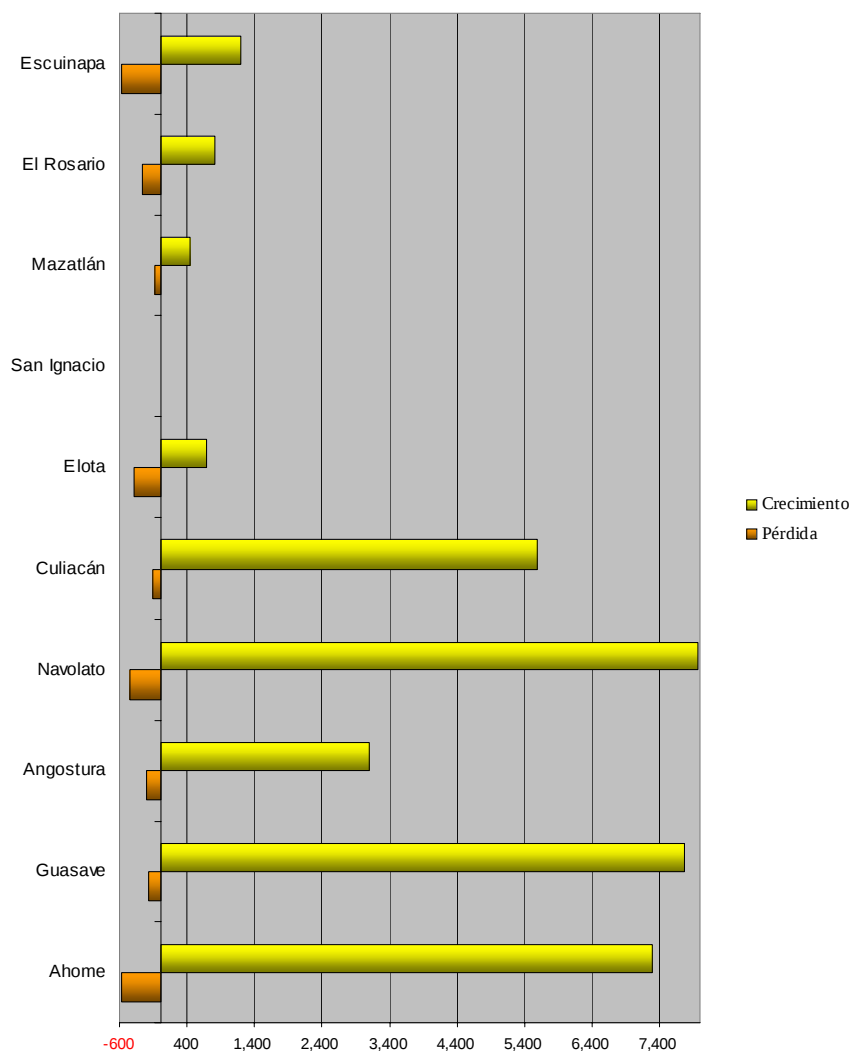


Figura 49. Crecimiento de la industria camaronícola por municipio costero durante el período 1992-2003

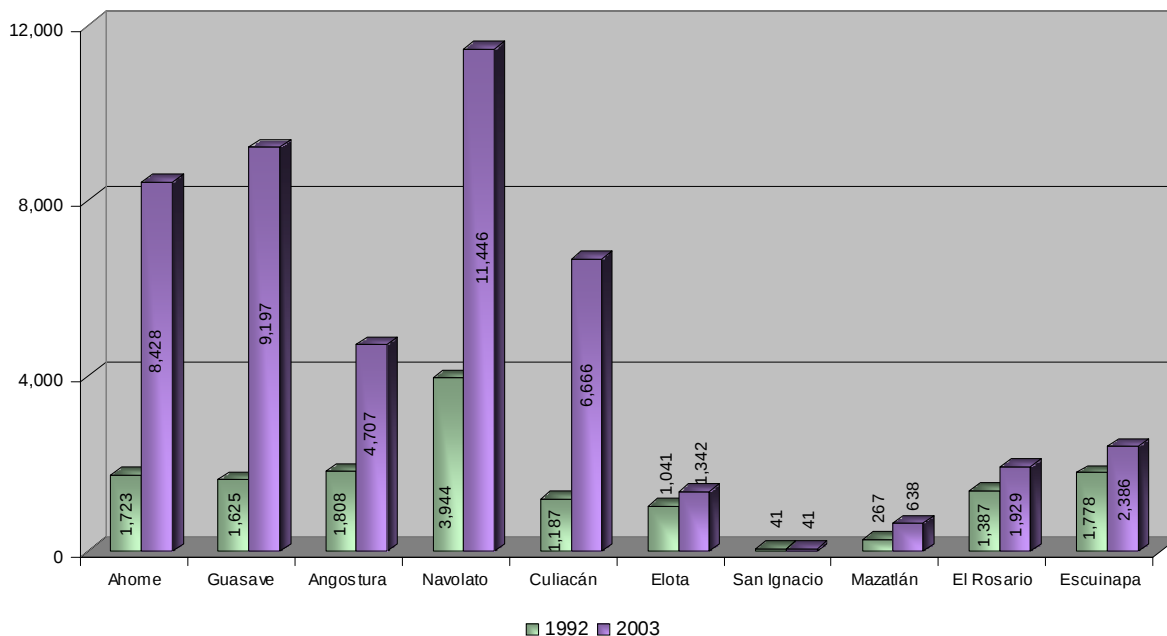


Figura 50. Comparación del crecimiento de granjas camaroneras en los municipios costeros del estado de Sinaloa, entre 1992 – 2003.

III. Cambio de uso del suelo por unidad de paisaje, en la zona costera del estado de Sinaloa.

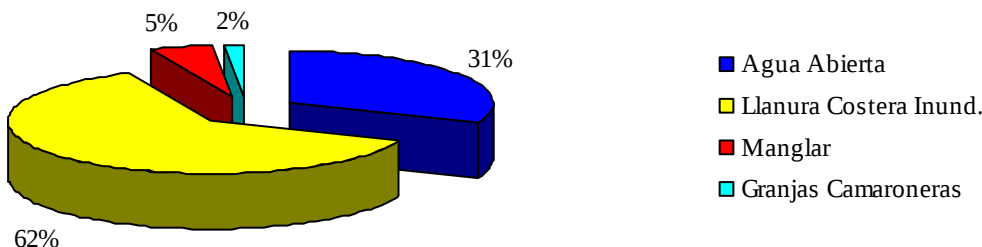
1. Bahías de Bacorehuis y Jitzamuri.

a. Situación de la zona costera de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	8,880.74	31.03
Llanura Costera Inund.	17,832.06	62.30
Manglar	1,459.13	5.10
Granjas Camaroneras	451.12	1.58
Total	28,623.04	100.00

En 1992 se clasificaron una extensión total de 28,623 ha de humedales costeros en la bahías de Bacorehuis y Jitzamuri. De estos humedales, 8,881 ha (31%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 17,832 ha (62%) correspondieron a la llanura costera inundable; 1,459 ha (5%) a los humedales con vegetación de manglar y 451 ha (2 %) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en las Bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, en 1992 (28,623.04 ha)



b. Situación de la zona costera de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	8,695.22	30.09
Llanura Costera Inund.	16,962.14	58.70
Manglar	1,938.03	6.71
Granjas Camaroneras	1,301.14	4.50
Total	28,896.52	100

Para el 2003 una extensión total de 28,897 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 8,695 ha (30%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta dentro de las bahías y esteros; 16,962 ha (58%) corresponden a la llanura costera inundable; 1,938 ha (7%) a vegetación de manglar y 1,301 ha (5%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en las Bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, en 2003 (28,896.52 ha)

Bahías de Bacorehuis y Jitzamuri

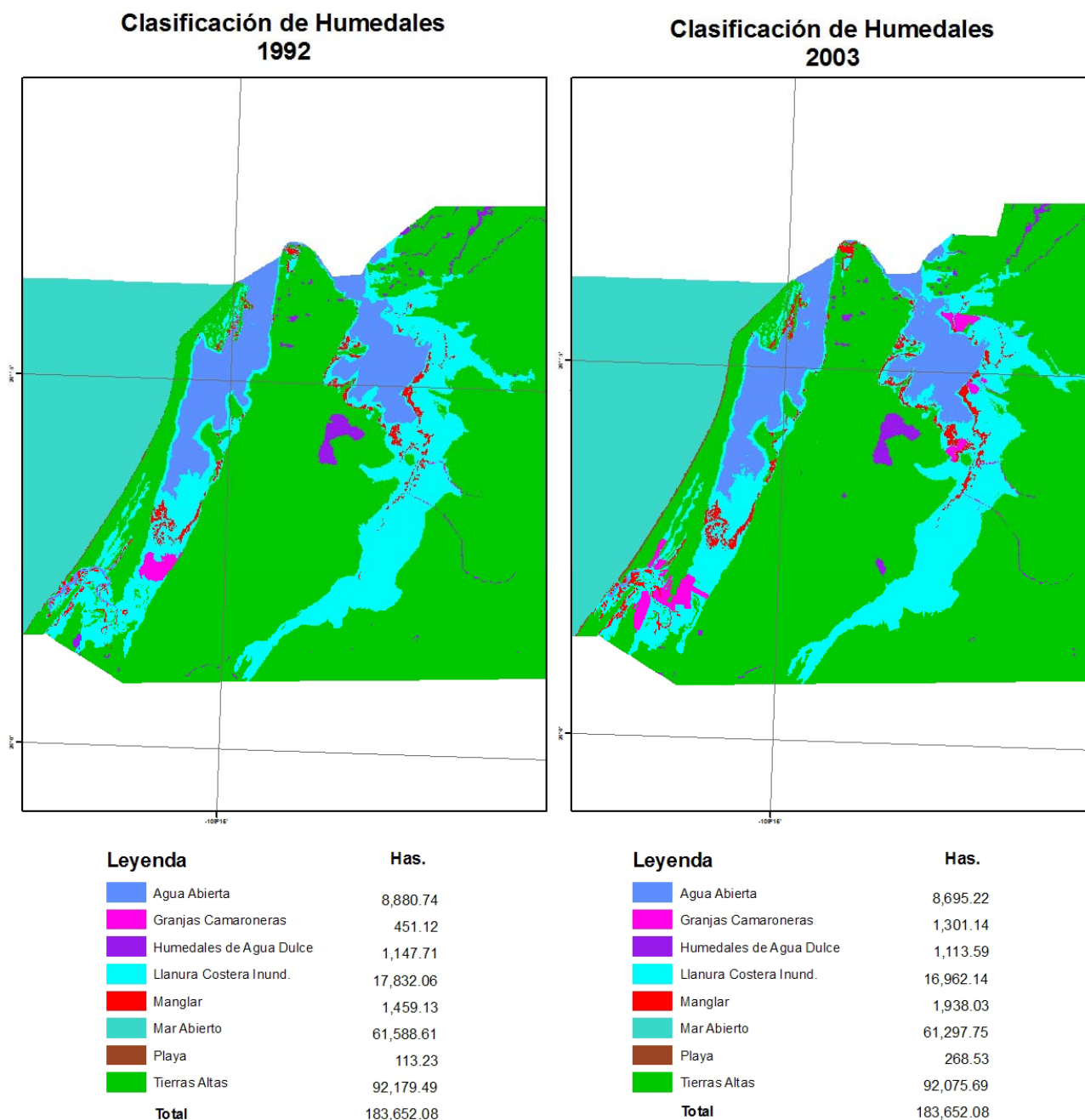


Figura 51. Clasificación de humedales en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

	1992									Total
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto		
2003 Agua Abierta	8,431.89	251.23	5.52	-	5.12	-	-	1.46		8,695.22
Llan. Costera	401.90	14,773.53	322.14	415.87	1,027.50	16.41	2.52	2.27		16,962.14
Manglar	37.04	759.53	1,065.51	-	75.95	-	-	-		1,938.03
Granja Camaronera	0.97	1,049.18	15.92	16.81	216.71	1.54	-	-		1,301.14
Tierra Alta	8.93	980.47	48.57	18.03	90,558.73	325.55	68.64	66.77		92,075.69
Hum. Agua Dulce	-	17.14	1.22	0.41	290.62	804.21	-	-		1,113.59
Playa	-	0.97	0.24	-	3.90	-	38.01	225.40		268.53
Mar Abierto	-	-	-	-	0.97	-	4.06	61,292.71		61,297.75
Total	8,880.74	17,832.06	1,459.13	451.12	92,179.49	1,147.71	113.23	61,588.61		183,652.08
EL (%)	94.95	82.85	73.02	3.73	98.24	70.07	33.57	99.52		
ER (%)	-2.09	-4.88	32.82	188.42	-0.11	-2.97	137.16	-0.47		

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 25. Cambio de uso del suelo en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003(hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Bahías de Bacorehuis y Jitzamuri				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	8,880.74	8,695.22	-185.52	-2.09
Llanura Costera Inund.	17,832.06	16,962.14	-869.92	-4.88
Manglar	1,459.13	1,938.03	478.90	32.82
Granjas Camaroneras	451.12	1,301.14	850.02	188.42
Total	28,623.04	28,896.52		
*Pérdida(-) Ganancia (+)				

Tabla 26. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri.

1. Llanura Costera Inundable.

Para 1992 la llanura costera inundable en las bahías contaba con una extensión de 17,832 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 16,962 ha. En este período de 11 años, 14,774 ha (83%) permanecieron sin cambio/pérdida (Ver Tabla 25) y las que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -5 % (-870 ha) (Ver Tabla 26).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 1,049 ha por la construcción de granjas camaroneras y 980 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 760 ha de manglar (Ver Figura 52).

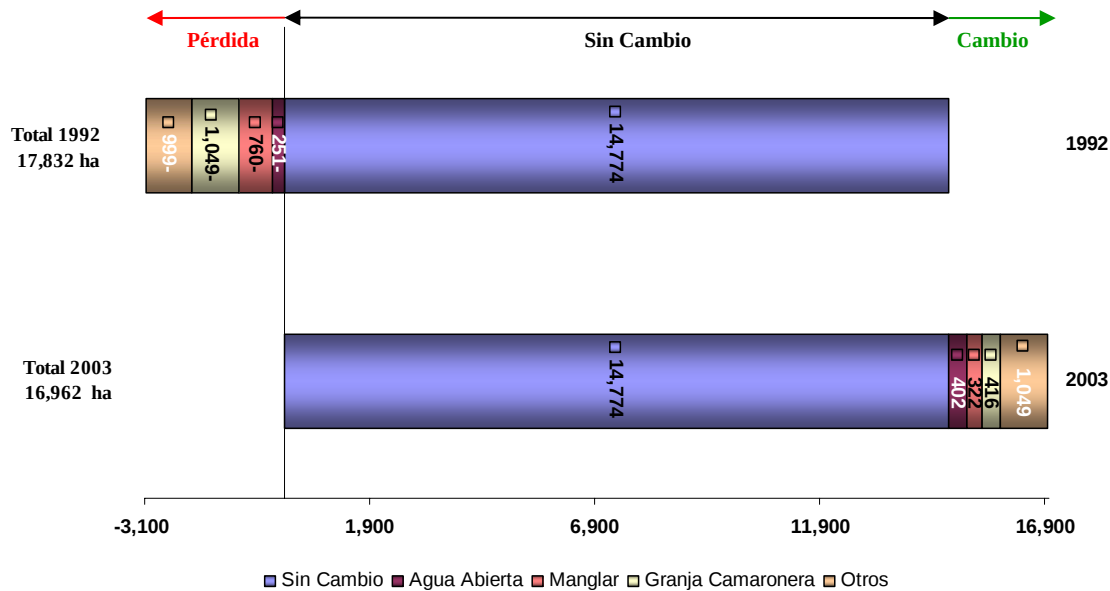


Figura 52. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 1,459 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 1,938 ha. En este período de 11 años, 1,066 ha (73%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 25), por lo que la tasa de pérdida anual fue de 2.45%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto fue del 33% (479 ha) (Ver Tabla 26).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período, fue de 394 ha (Ver Figura 53), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 2,332 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Esta información nos da como resultado que en la zona costera de las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 873 ha, que nos da una tasa real de crecimiento promedio anual de 4.09%.

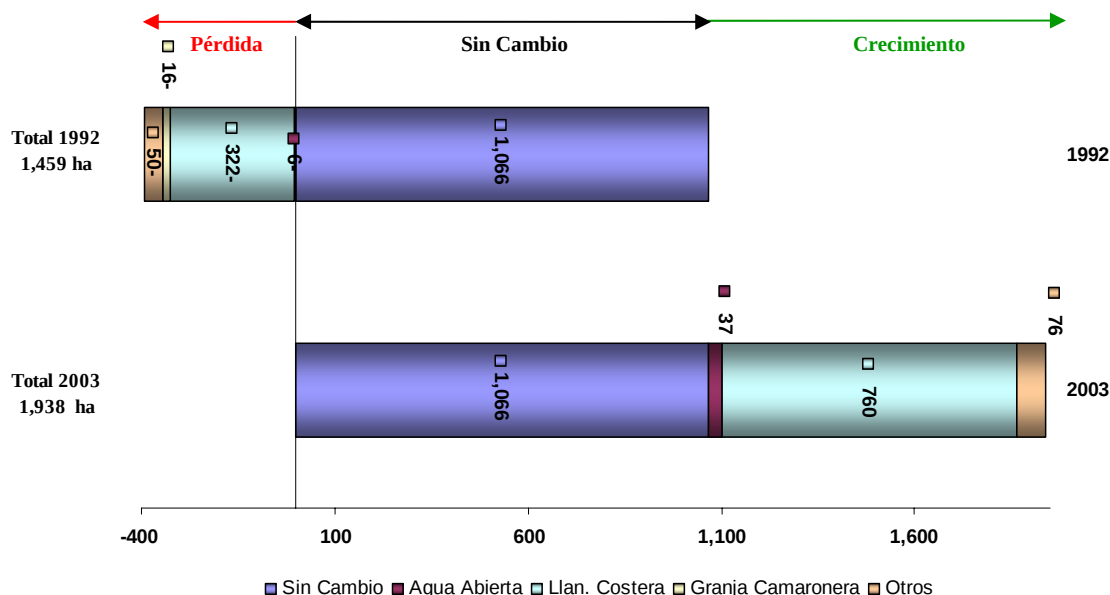


Figura 53. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

Para 1992 una extensión total de 451 ha de granjas camaroneras habían sido construidas e la zona costera, y para el 2003, se cuantificaron un total de 1,301 ha. De las granjas registradas en 1992 un total de 17 ha (4%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 25), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 188% (850 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 26).

Dentro del análisis, destaca que el 82% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 54). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 16 ha de manglar y la pérdida indirecta de 328 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 53).

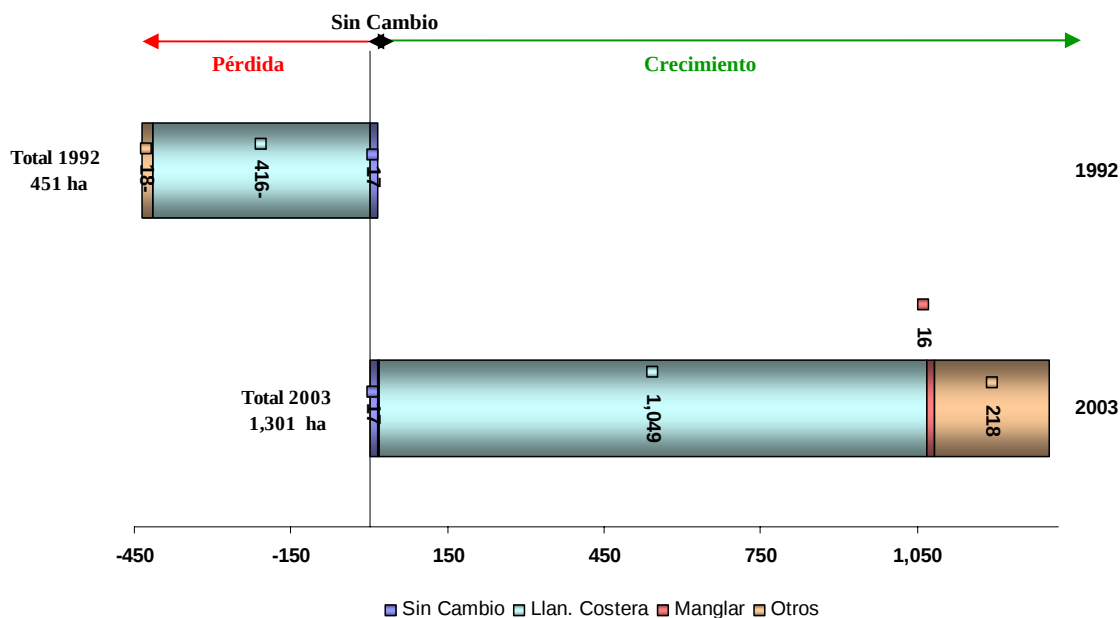


Figura 54. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en las bahías de Bacorehuis y Jitzamuri, durante el período 1992-2003.

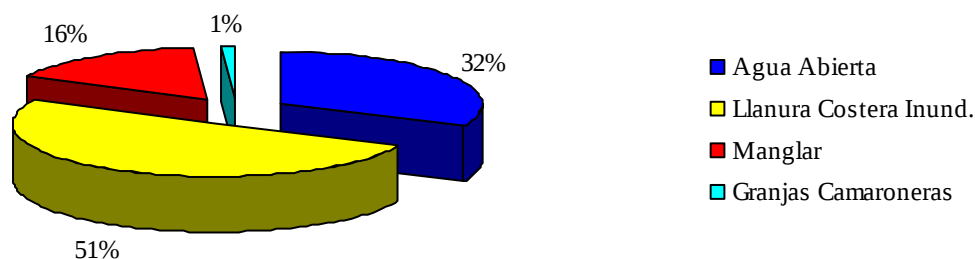
2. Bahía Lechuguilla (incluye el área del Río Fuerte Antiguo a Bahía Lechuguilla).

a. Situación de la zona costera de bahía Lechuguilla durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	10,945.39	31.99
Llanura Costera Inund.	17,309.78	50.59
Manglar	5,556.76	16.24
Granjas Camaroneras	401.90	1.17
Total	34,213.84	100.00

Durante 1992 una extensión total de 34,214 ha de humedales costeros fueron clasificadas. De estos humedales, 10,945 ha (32%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 17,310 ha (51%) correspondieron a la llanura costera inundable; 5,557 ha (16%) a los humedales con vegetación de manglar y 402 ha (1%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Lechuguilla en 1992 (34,213.84 ha)

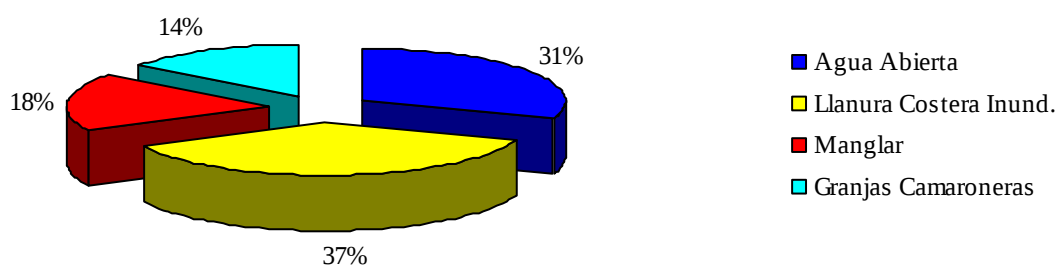


b. Situación de la zona costera de bahía Lechuguilla en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	10,850.04	30.51
Llanura Costera Inund.	13,129.05	36.92
Manglar	6,481.19	18.22
Granjas Camaroneras	5,103.45	14.35
Total	35,563.72	100

Para el 2003 una extensión total de 35,564 ha. De estos humedales, 10,850 ha (31%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 13,129 ha (37%) corresponden a la llanura costera inundable; 6,481 ha (18%) a vegetación de manglar y 5,103 ha (14%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Lechuguilla en 2003 (35,563.72 ha)



Bahía Lechuguilla

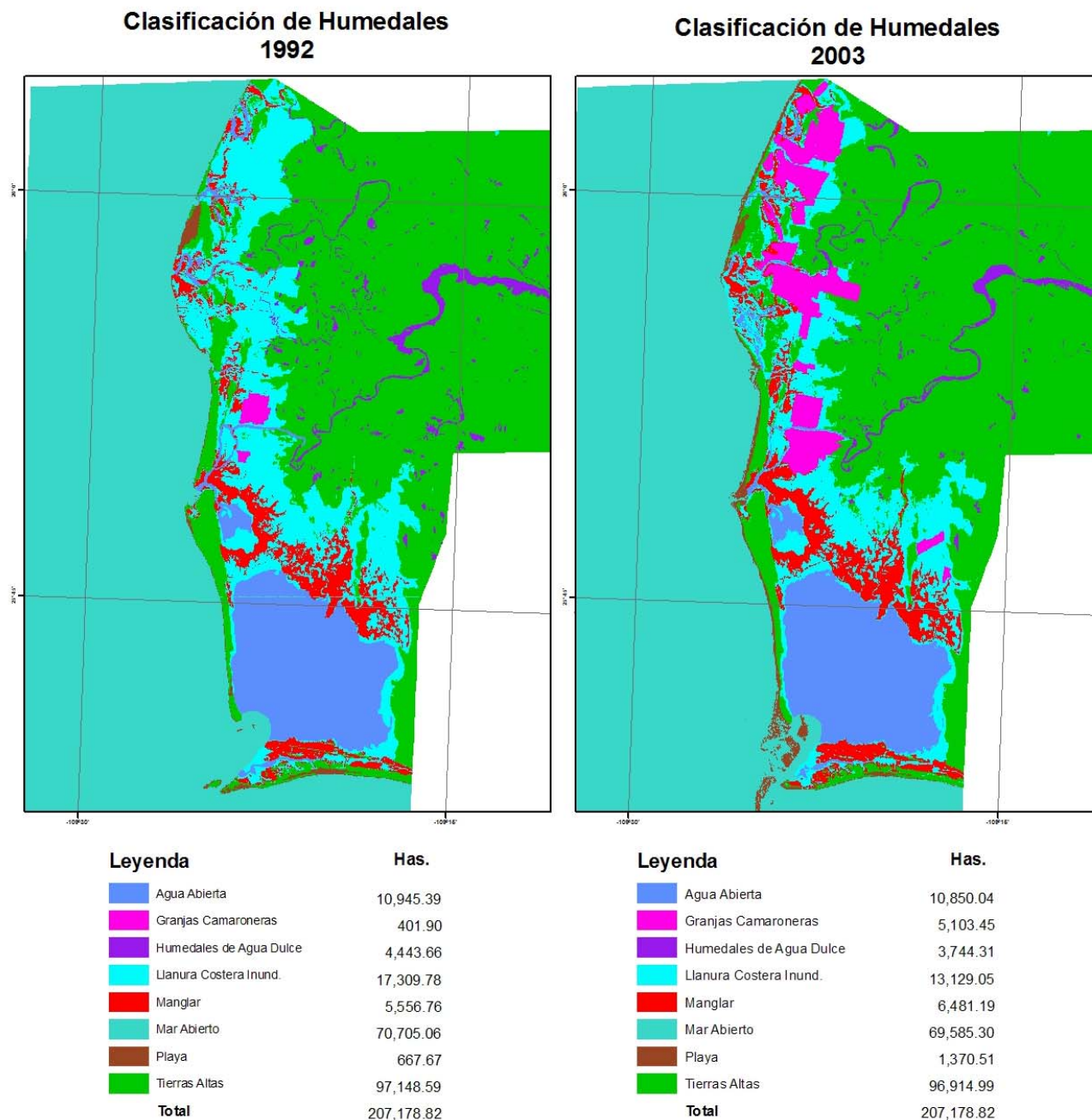


Figura 55. Clasificación de umedales en bahía Lechuguilla en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en bahía Lechuguilla, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de la bahía Lechuguilla durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

	1992								Total
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	
2003 Agua Abierta	10,380.23	374.61	22.50	0.16	10.56	0.89	5.52	55.56	10,850.04
Llan. Costera	409.78	10,429.86	588.56	10.48	1,493.89	85.37	39.07	72.05	13,129.05
Manglar	83.82	1,476.59	4,732.74	0.16	168.62	0.16	2.19	16.89	6,481.19
Granja Camaronera	24.37	4,193.97	116.88	390.85	370.30	7.07	-	-	5,103.45
Tierra Alta	13.16	804.21	71.48	0.24	93,609.78	1,998.30	273.40	144.42	96,914.99
Hum. Agua Dulce	14.46	11.70	-	-	1,367.26	2,350.90	-	-	3,744.31
Playa	0.97	5.93	15.27	-	75.05	-	226.78	1,046.50	1,370.51
Mar Abierto	18.60	12.91	9.34	-	53.12	0.97	120.70	69,369.64	69,585.30
Total	10,945.39	17,309.78	5,556.76	401.90	97,148.59	4,443.66	667.67	70,705.06	207,178.82
EL (%)	94.84	60.25	85.17	97.25	96.36	52.90	33.97	98.11	
ER (%)	-0.87	-24.15	16.64	1,169.83	-0.24	-15.74	105.27	-1.58	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 27. Cambio de uso del suelo en bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Clase	Bahía Lechuguilla			
	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	10,945.39	10,850.04	-95.36	-0.87
Llanura Costera Inund.	17,309.78	13,129.05	-4,180.73	-24.15
Manglar	5,556.76	6,481.19	924.42	16.64
Granjas Camaroneras	401.90	5,103.45	4,701.55	1,169.83
Total	34,213.84	35,563.72		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 28. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Lechuguilla.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 17,310 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 13,129 ha. En este período, 10,430 ha (60%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 27) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -24 % (-4,181 ha) (Ver Tabla 28).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 4,194 ha por la construcción de granjas camaroneras y 804 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,477 ha de manglar (Ver Figura 56).

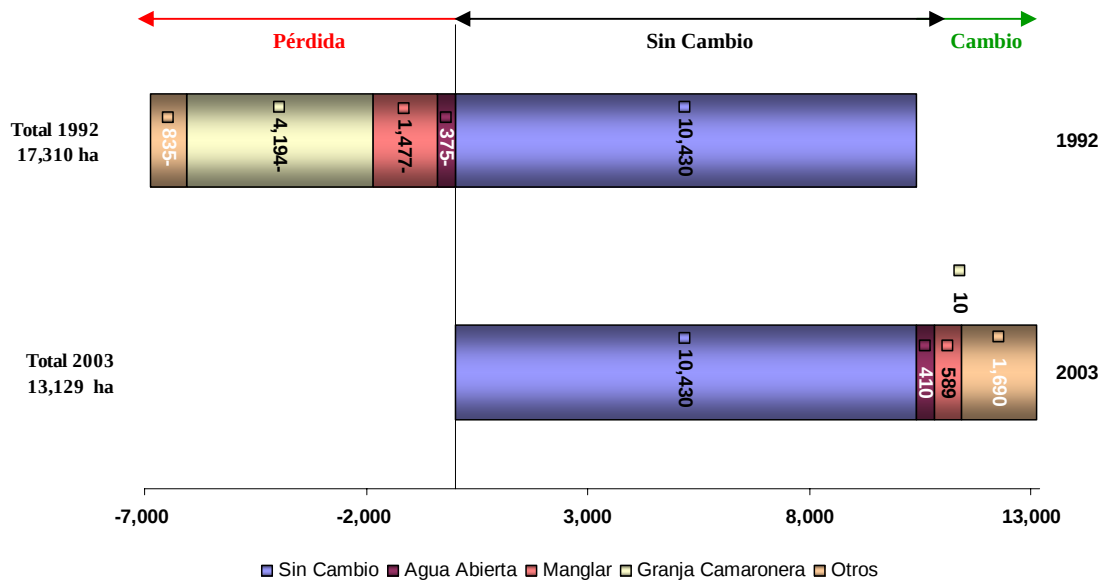


Figura 56. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía Lechuquilla, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 5,557 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 6,481 ha. En este período de 11 años, 4,733 ha (85%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 27), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este periodo fue del 1.36%. Por otro lado dentro del mismo periodo hubo una tasa de crecimiento neto del 17% (924 ha) (Ver Tabla 28).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período fue de 824 ha (Ver Figura 57), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 7,305 ha de vegetación de manglar en la zona costera de la bahía. Esta información nos conduce a estimar que en la zona costera de la bahía Lechuquilla hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 1,748 ha, que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.45%.

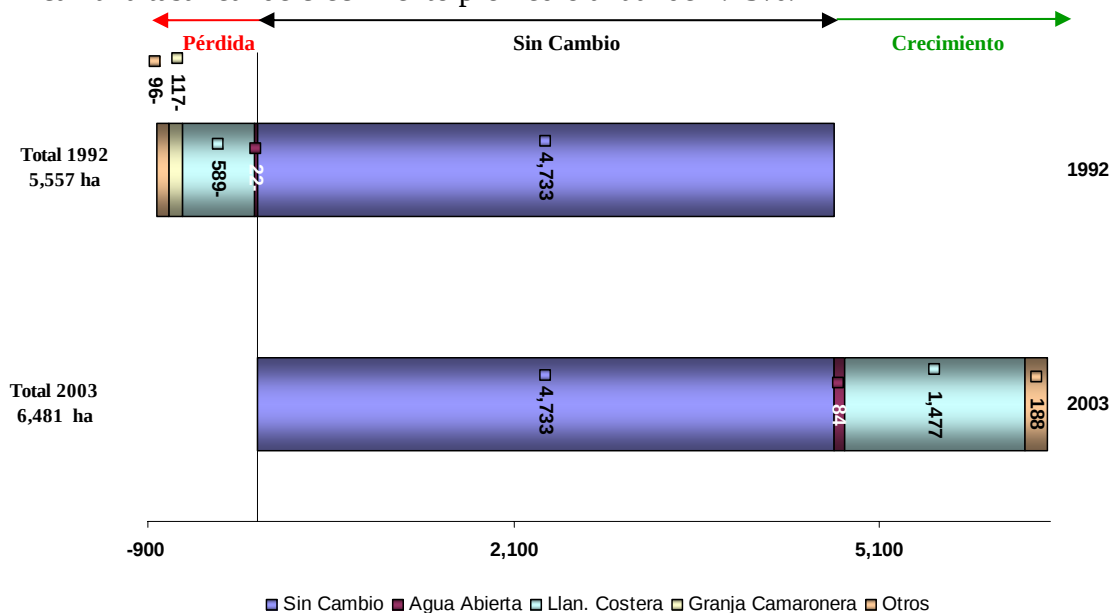


Figura 57. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Lechuquilla, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

De la información obtenida en 1992 un total de 402 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 5,103 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 391 ha (97%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 27), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 1,170% (4,702 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 28).

Dentro del análisis, destaca que 89% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 58). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 611 ha de manglar y la pérdida indirecta de 728 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 57).

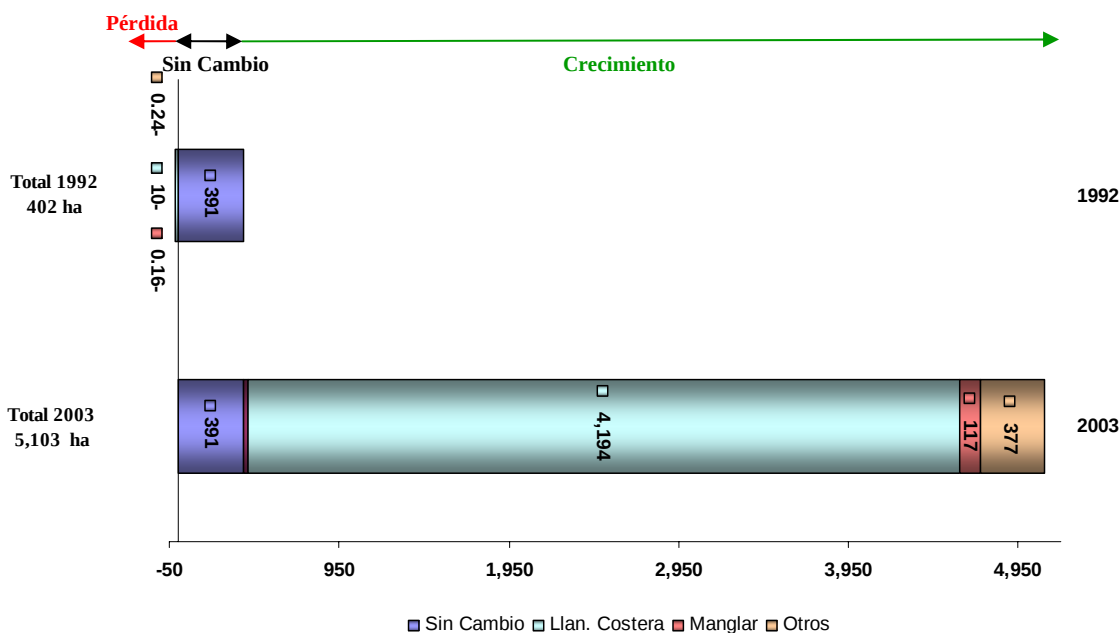


Figura 58. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Lechuquilla, durante el periodo 1992-2003.

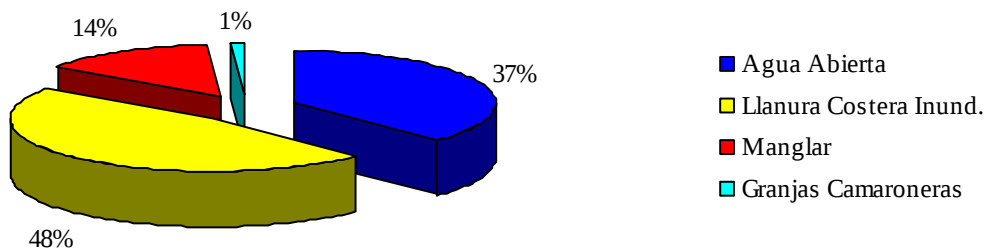
3. Bahías Topolobampo y Navachiste (incluye a las Bahías de Santa María, Topolobampo, Ohuira, San Ignacio y Navachiste).

a. Situación de la zona costera de las bahías Topolobampo y Navachiste durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	48,742.23	37.40
Llanura Costera Inund.	62,059.56	47.61
Manglar	18,196.11	13.96
Granjas Camaroneras	1,342.97	1.03
Total	130,340.86	100.00

Durante 1992 una extensión total de 130,341 ha de humedales costeros fueron clasificadas. De estos humedales, 48,742 ha (37%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 62,060 ha (48%) correspondieron a la llanura costera inundable; 18,196 ha (14%) a los humedales con vegetación de manglar y 1,343 ha (1%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Topolobampo y Navachiste en 1992 (130,340.86 ha)

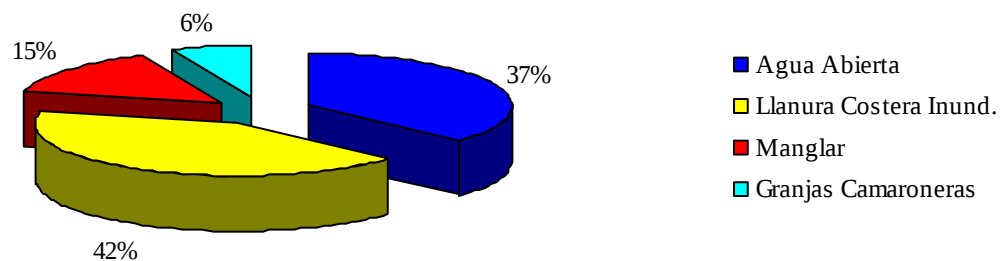


b. Situación de la zona costera de las bahías Topolobampo y Navachiste en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	47,695.73	36.80
Llanura Costera Inund.	54,028.51	41.68
Manglar	19,728.01	15.22
Granjas Camaroneras	8,162.63	6.30
Total	129,614.87	100

Para el 2003 una extensión total de 129,615 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 47,696 (37%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 54,029 ha (42%) corresponden a la llanura costera inundable; 18,728 ha (15%) a vegetación de manglar y 8,163 ha (6%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Topolobampo y Navachiste en 2003 (129,614.87 ha)



Bahías de Topolobampo y Navachiste

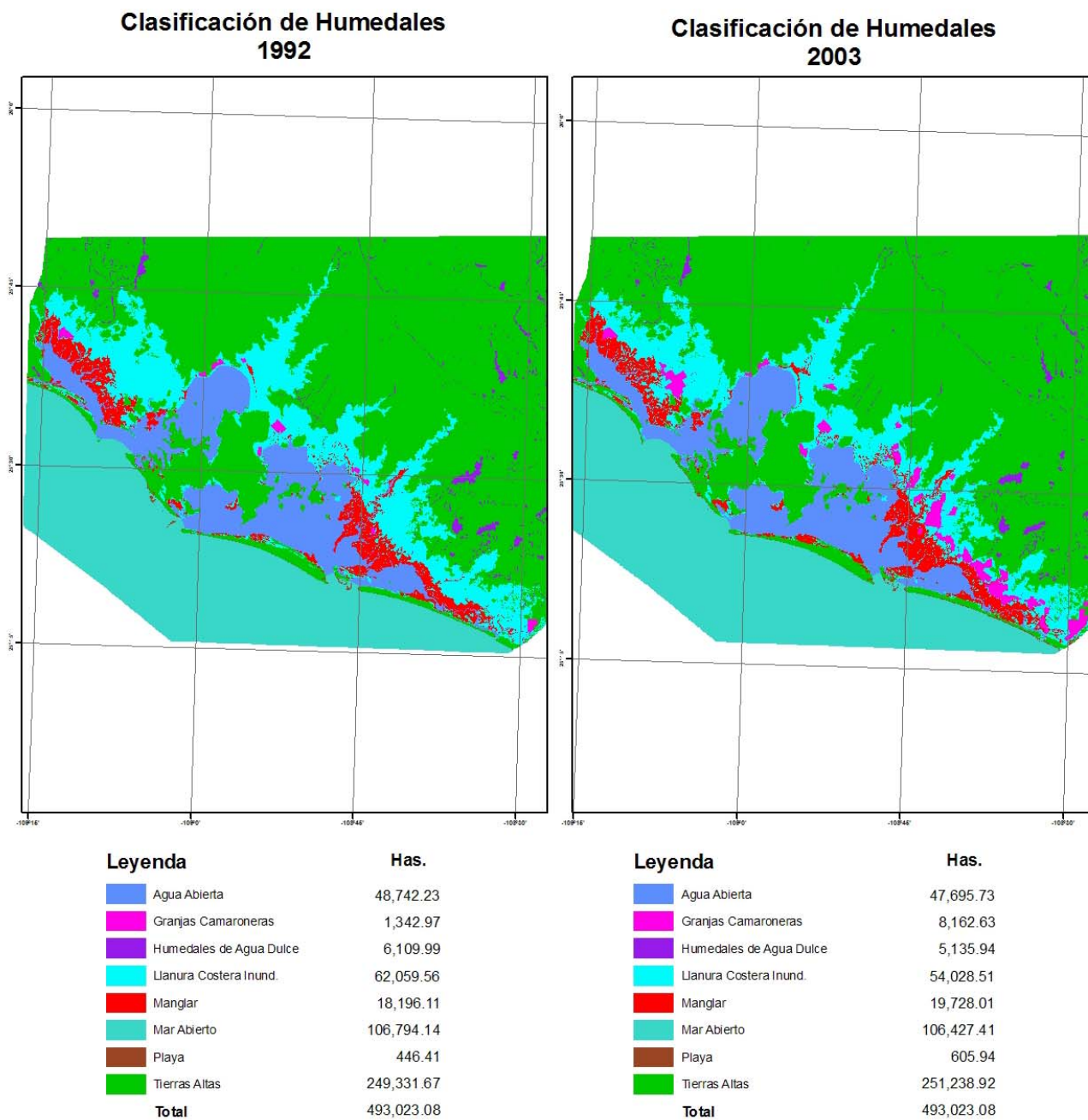


Figura 59. Clasificación de humedales en las bahías de Topolobampo y Navachiste en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en las bahías Topolobampo y Navachiste, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de la bahía Lechuguilla durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	46,649.95	578.57	245.62	1.06	194.62	-	8.85	17.06	47,695.73
	Llan. Costera	1,104.50	49,008.97	1,851.12	213.46	1,786.22	48.90	9.75	5.60	54,028.51
	Manglar	688.95	2,709.26	15,913.03	9.67	402.96	0.73	2.44	0.97	19,728.01
	Granja Camaronera	0.16	6,605.79	45.00	1,088.58	347.56	75.54	-	-	8,162.63
	Tierra Alta	291.76	3,118.15	136.70	30.22	245,072.88	2,299.97	117.86	171.38	251,238.92
	Hum. Agua Dulce	-	31.19	0.08	-	1,419.81	3,684.85	-	-	5,135.94
	Playa	-	-	-	-	73.91	-	178.29	353.73	605.94
	Mar Abierto	6.90	7.64	4.55	-	33.71	-	129.23	106,245.39	106,427.41
Total	48,742.23	62,059.56	18,196.11	1,342.97	249,331.67	6,109.99	446.41	106,794.14	493,023.08	
EL (%)	95.71	78.97	87.45	81.06	98.29	60.31	39.94	99.49		
ER (%)	-2.15	-12.94	8.42	507.80	0.76	-15.94	35.74	-0.34		

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 29. Cambio de uso del suelo en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la bahía Lechuguilla, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Bahía Topolobampo y Navachiste				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	48,742.23	47,695.73	-1,046.50	-2.15
Llanura Costera Inund.	62,059.56	54,028.51	-8,031.04	-12.94
Manglar	18,196.11	19,728.01	1,531.90	8.42
Granjas Camaroneras	1,342.97	8,162.63	6,819.65	507.80
Total	130,340.86	129,614.87		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 30. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de las bahías Topolobampo y Navachiste.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 62,060 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 54,029 ha. En este período, 49,009 ha (79%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 29) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -13 % (-8,031 ha) (Ver Tabla 30).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 6,606 ha por la construcción de granjas camaroneras y 3,118 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 2,709 ha de manglar (Ver Figura 60).

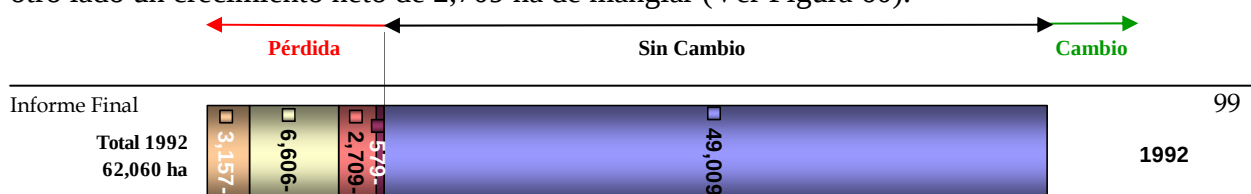


Figura 60. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 18,196 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 19,728 ha. En este período de 11 años, 15,913 ha (87%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 29), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.18%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto fue del 8% (1,532 ha) (Ver Tabla 30).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período, fue de 2,283 ha (Ver Figura 61), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 22,011 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. La información obtenida en este estudio nos conduce a estimar que en la zona costera de la bahía Lechuguilla hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 3,815 ha que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 1.76%.

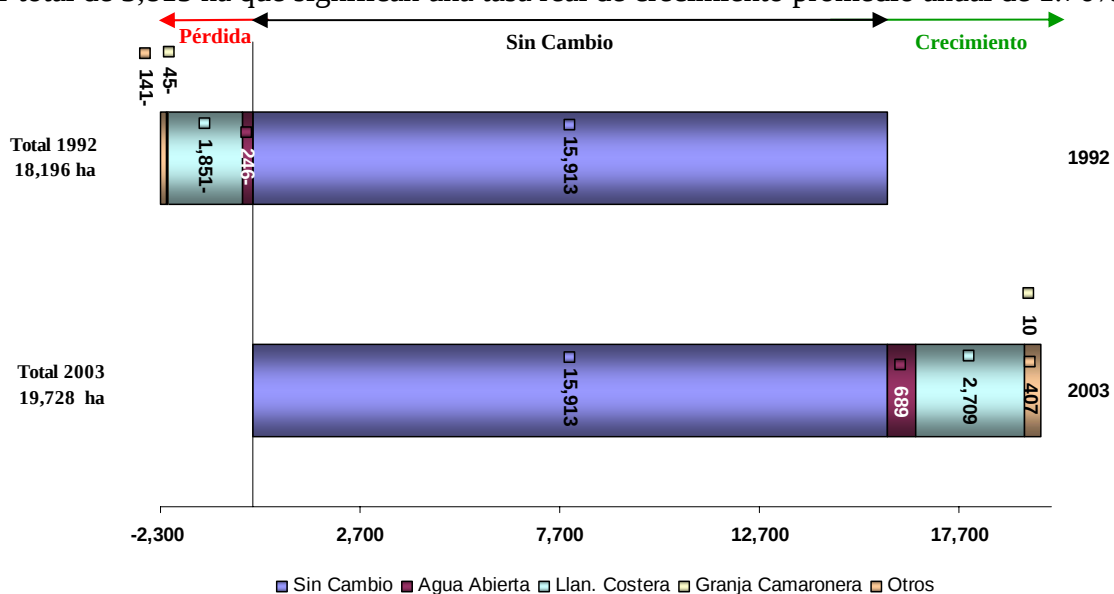


Figura 61. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 1,343 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 8,163 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,089 ha (81%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 29), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 508% (6,820 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 30).

Dentro del análisis, destaca que 93% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 62). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 45 ha de manglar y la pérdida indirecta de 2,097 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 61).

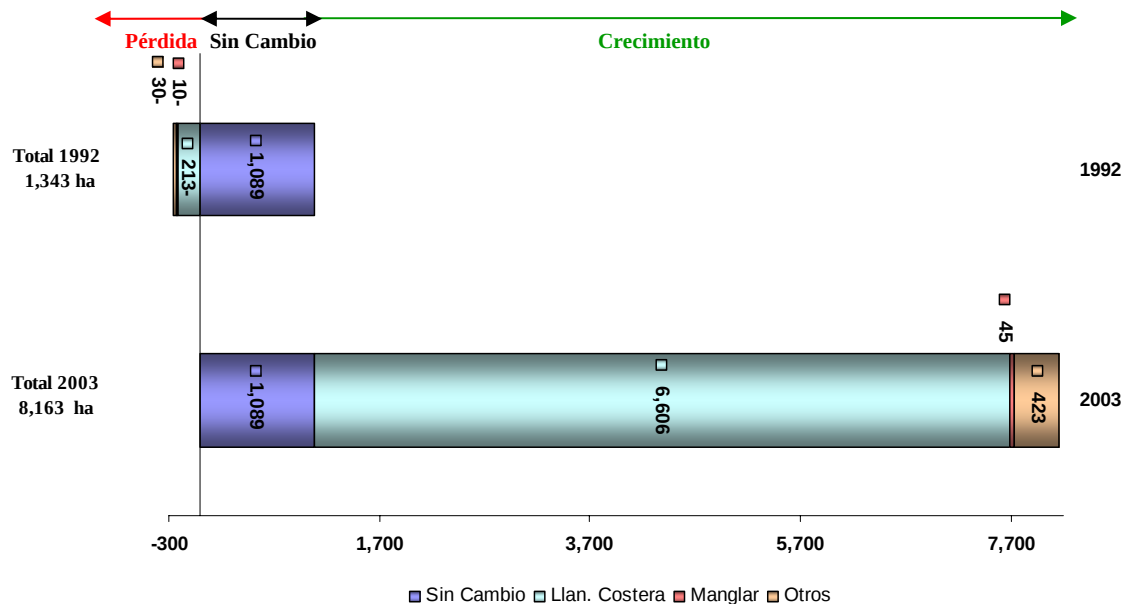


Figura 62. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en las bahías Topolobampo y Navachiste, durante el período 1992-2003.

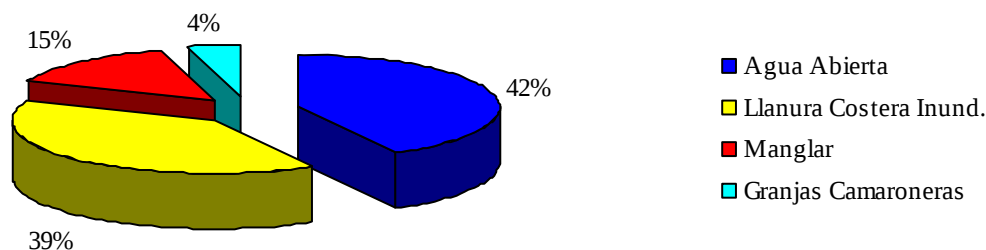
4. Bahía de Santa María (incluye las Bahías Playa Colorada y Santa María).

a. Situación de zona costera de Bahía Santa María durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	55,741.79	41.84
Llanura Costera Inund.	52,383.71	39.32
Manglar	19,466.06	14.61
Granjas Camaroneras	5,621.91	4.22
	133,213.47	100.00

Durante 1992 una extensión total de 133,213 ha fueron clasificadas en la zona costera de la Bahía de Santa María. De estos humedales, 55,742 ha (42%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 52,384 ha (39%) correspondieron a la llanura costera inundable; 19,466 ha (15%) a los humedales con vegetación de manglar y 5,622 ha (4%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Santa María en 1992 (133,213.47 ha)

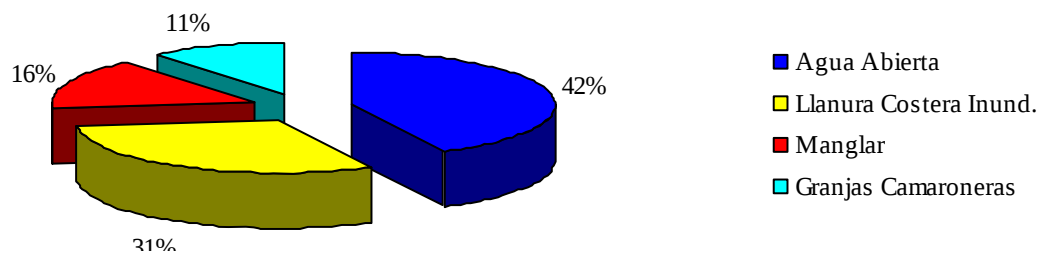


b. Situación de la zona costera de Bahía Santa María en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	57,064.46	42.58
Llanura Costera Inund.	41,382.68	30.88
Manglar	21,185.75	15.81
Granjas Camaroneras	14,396.73	10.74
	134,029.62	100

Para este año una extensión total de 134,030 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 57,064 (42%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 41,383 ha (31%) corresponden a la llanura costera inundable; 21,186 ha (16%) a vegetación de manglar y 14,394 ha (11%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Santa María en 2003 (134,029.62 ha)



Bahía Santa María

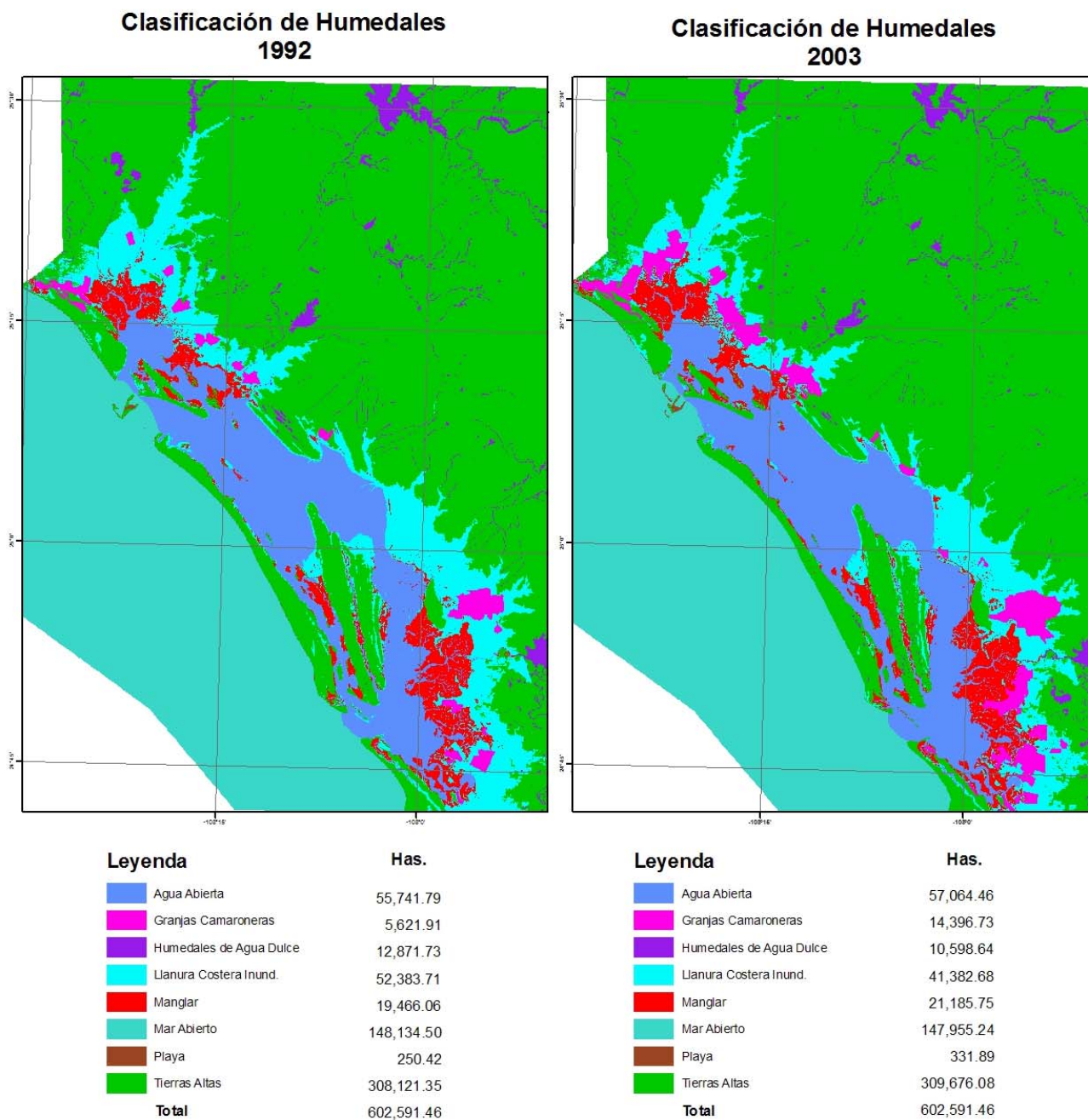


Figura 63. Clasificación de humedales en bahía Santa María en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en Bahía Santa María, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de bahía Santa María durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

	1992								
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total
2003 Agua Abierta	53,885.23	1,905.94	924.42	1.54	333.59	0.08	1.30	12.35	57,064.46
Llan. Costera	734.52	37,710.01	996.55	211.02	1,633.03	84.96	3.25	9.34	41,382.68
Manglar	990.95	2,250.50	17,261.45	21.77	659.06	2.03	-	-	21,185.75
Granja Camaronera	3.49	8,415.88	91.46	5,248.84	553.63	83.42	-	-	14,396.73
Tierra Alta	87.24	2,069.21	156.20	138.73	301,872.55	4,910.29	86.59	355.28	309,676.08
Hum. Agua Dulce	19.41	32.17	35.98	-	2,720.14	7,790.94	-	-	10,598.64
Playa	0.16	-	-	-	102.91	-	64.74	164.07	331.89
Mar Abierto	20.79	-	-	-	246.44	-	94.55	147,593.46	147,955.24
Total	55,741.79	52,383.71	19,466.06	5,621.91	308,121.35	12,871.73	250.42	148,134.50	602,591.46
EL (%)	96.67	71.99	88.67	93.36	97.97	60.53	25.85	99.63	
ER (%)	2.37	-21.00	8.83	156.08	0.50	-17.66	32.53	-0.12	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 31. Cambio de uso del suelo en bahía Santa María, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en bahía Santa María, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Bahía Santa María					
Clase	1992	2003	Cambio*	%	
Agua Abierta	55,741.79	57,064.46	1,322.67	2.37	
Llanura Costera Inund.	52,383.71	41,382.68	-11,001.03	-21.00	
Manglar	19,466.06	21,185.75	1,719.70	8.83	
Granjas Camaroneras	5,621.91	14,396.73	8,774.82	156.08	
Total	133,213.47	134,029.62			

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 32. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Santa María.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 52,384 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 41,383 ha. En este período, 37,710 ha (72%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 31) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -21 % (-11,001 ha) (Ver Tabla 32).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 8,416 ha por la construcción de granjas camaroneras y 2,069 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 2,250 ha de manglar (Ver Figura 64).

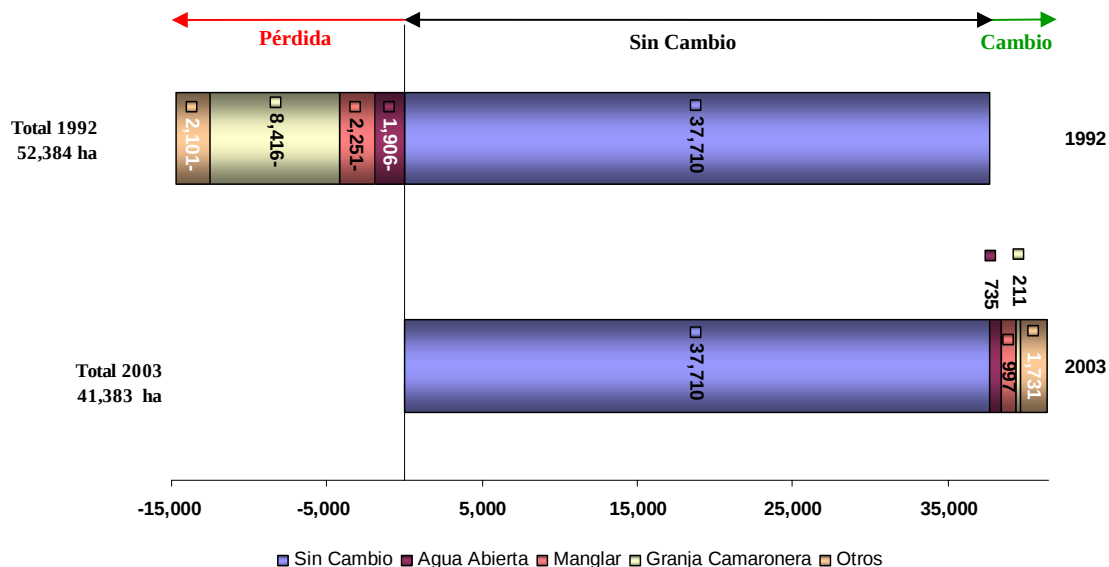


Figura 64. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable de bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 19,466 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 21,186 ha. En este período de 11 años, 17,261 ha (89%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 31), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 9% (1,720 ha). (Ver Tabla 32).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este período, fue de 2,205 ha (Ver Figura 65), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 23,390 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Esta información nos da como resultado que en bahía Santa María, hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 3,924 ha, durante 1992-2003, que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 1.68%.

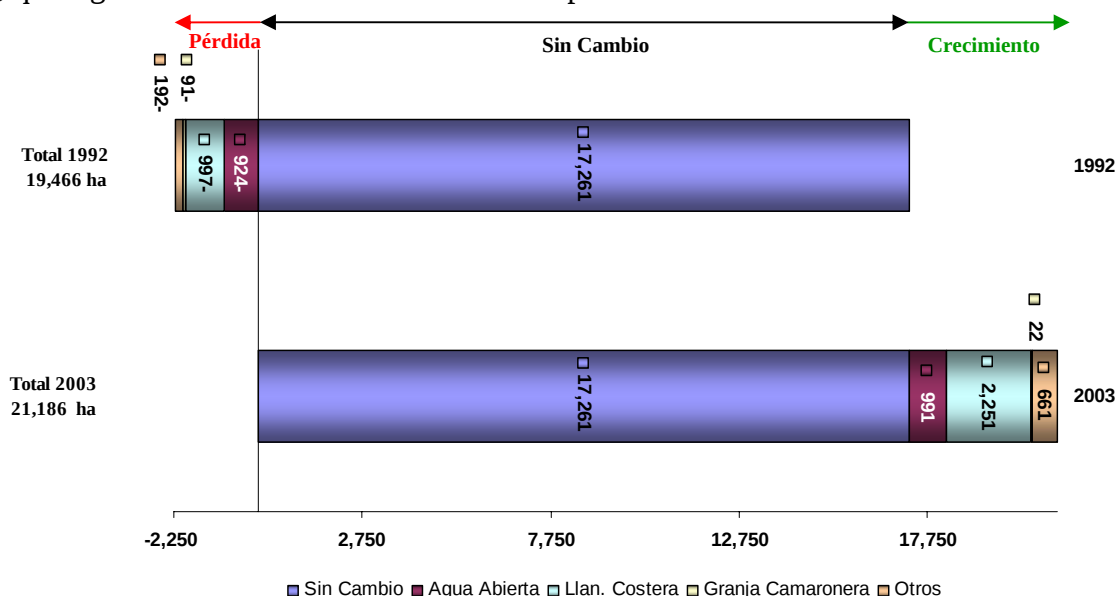


Figura 65. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 5,622 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 14,397 ha. De las granjas registradas en 1992 un total de 5,249 ha (93%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 31), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 156% (8,775 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 32).

Dentro del análisis, destaca que 92% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 66). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 91 ha de manglar y la pérdida indirecta de 1,921 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 65).

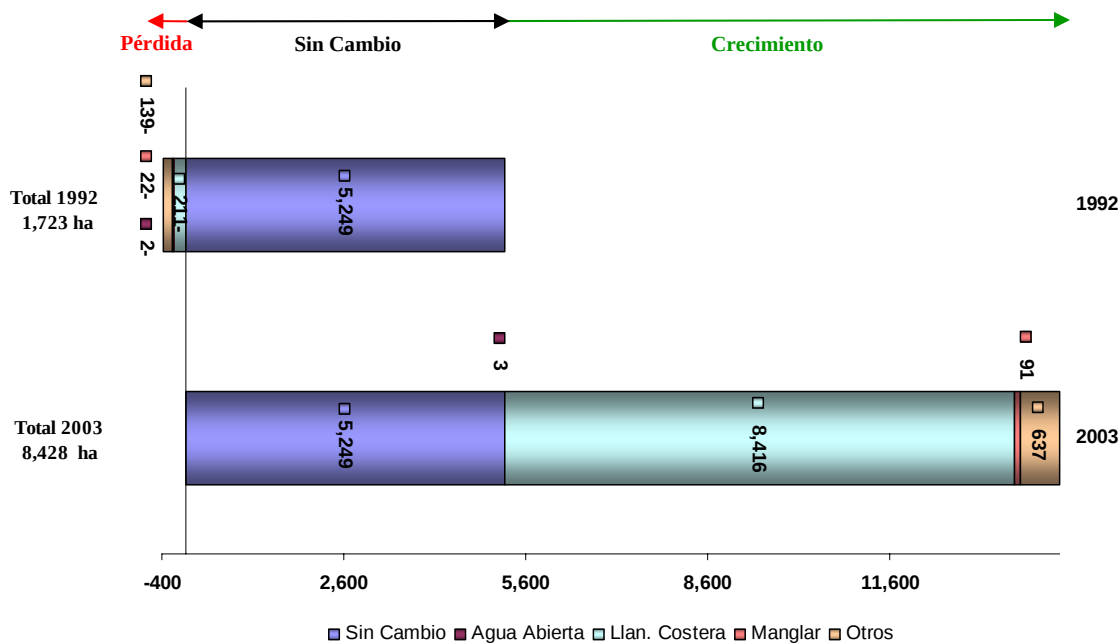


Figura 66. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Santa María, durante el período 1992-2003.

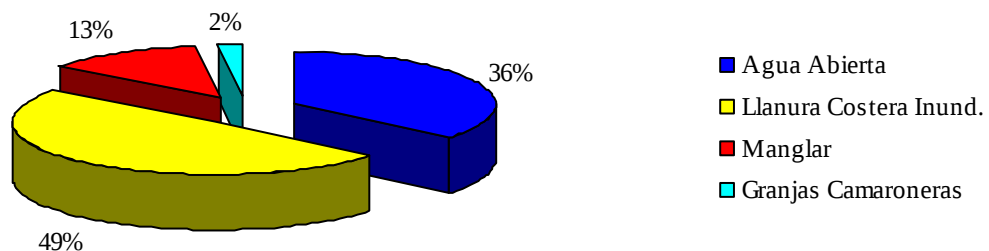
5. Bahía Pabellones (incluye a las bahías de Altata y Pabellones).

a. Situación de zona costera de Bahía Pabellones durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	31,084.89	36.13
Llanura Costera Inund.	42,195.82	49.04
Manglar	11,065.85	12.86
Granjas Camaroneras	1,691.51	1.97
	86,038.07	100.00

Durante 1992 una extensión total de 86,038 ha fueron clasificadas en la zona costera de la bahía de Pabellones. De estos humedales, 31,085 ha (36%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 42,196 ha (49%) correspondieron a la llanura costera inundable; 11,066 ha (13%) a los humedales con vegetación de manglar y 1,692 ha (2%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Pabellones en 1992 (86,038.07 ha)

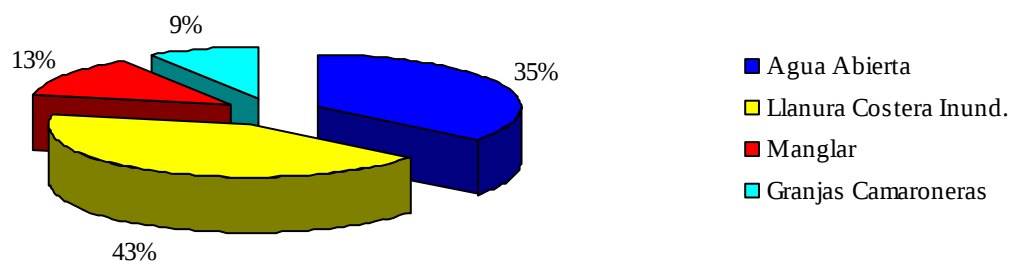


b. Situación de la zona costera de Bahía Pabellones en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	30,621.26	35.43
Llanura Costera Inund.	37,162.63	43.00
Manglar	11,042.78	12.78
Granjas Camaroneras	7,602.50	8.80
	86,429.17	100

Para este año una extensión total de 86,429 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 30,621 (35%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 37,162 ha (43%) corresponden a la llanura costera inundable; 11,043 ha (13%) a vegetación de manglar y 7,602 ha (9%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía Pabellones en 2003 (86,429.17 ha)



Bahía Pabellones

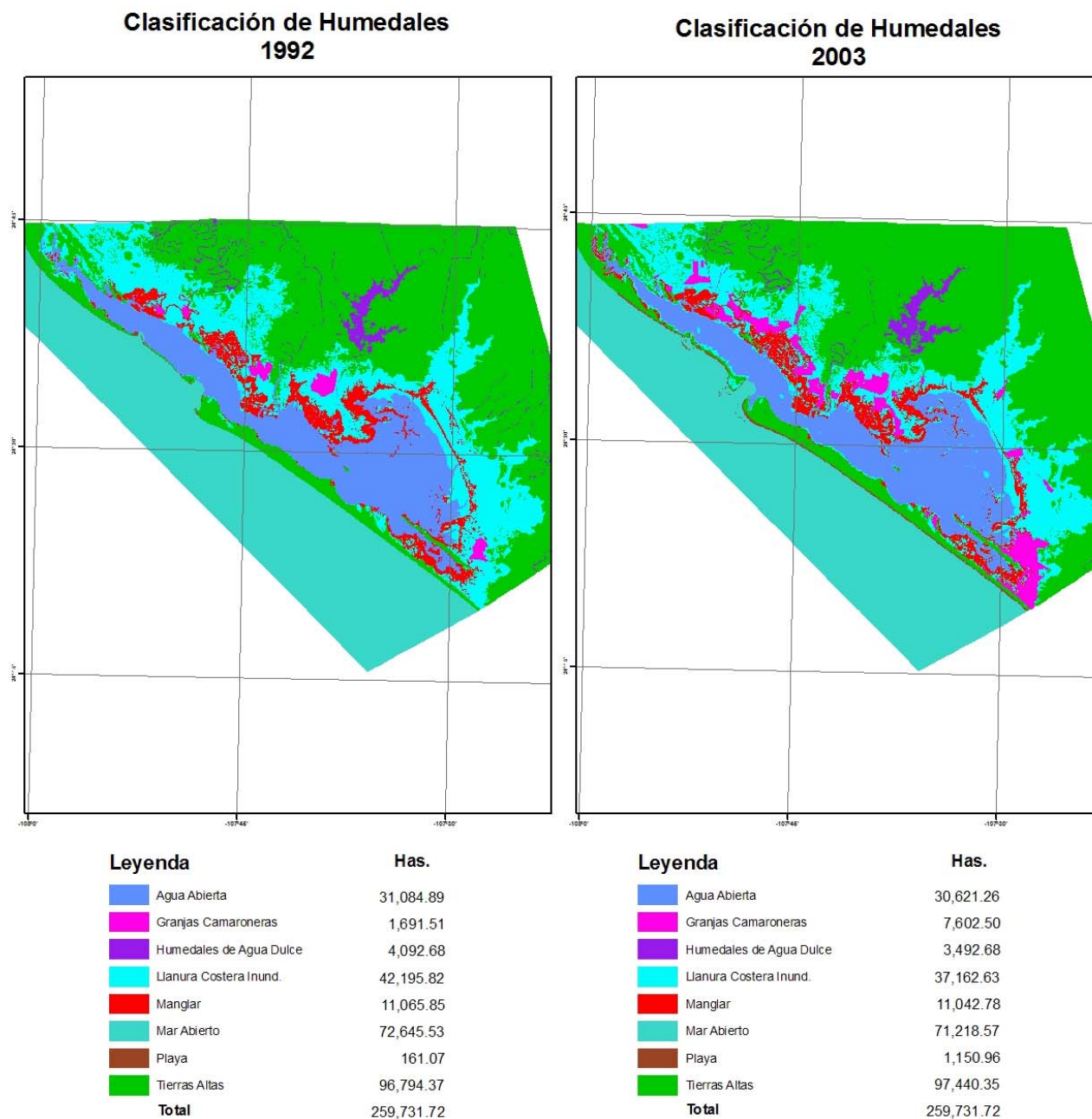


Figura 67. Clasificación de humedales en bahía Pabellones en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en bahía Pabellones, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de bahía Pabellones durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	29,208.10	1,104.74	153.60	-	56.70	6.34	16.00	75.78	30,621.26
	Llan. Costera	1,432.32	31,852.87	1,890.35	355.60	1,464.49	36.06	9.91	121.03	37,162.63
	Manglar	244.16	1,820.74	8,759.47	17.38	200.87	-	0.16	-	11,042.78
	Granja Camaronera	4.63	5,979.70	197.54	1,317.71	102.51	0.41	-	-	7,602.50
	Tierra Alta	173.33	1,406.17	63.27	0.81	93,719.11	1,634.82	78.14	364.70	97,440.35
	Hum. Agua Dulce	-	29.73	-	-	1,047.88	2,415.06	-	-	3,492.68
	Playa	17.22	1.62	1.62	-	181.46	-	36.31	912.73	1,150.96
	Mar Abierto	5.12	0.24	-	-	21.36	-	20.55	71,171.29	71,218.57
Total	31,084.89	42,195.82	11,065.85	1,691.51	96,794.37	4,092.68	161.07	72,645.53	259,731.72	
EL (%)	93.96	75.49	79.16	77.90	96.82	59.01	22.54	97.97		
ER (%)	-1.49	-11.93	-0.21	349.45	0.67	-14.66	614.57	-1.96		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 33. Cambio de uso del suelo en bahía Pabellones durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Bahía Pabellones				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	31,084.89	30,621.26	-463.63	-1.49
Llanura Costera Inund.	42,195.82	37,162.63	-5,033.19	-11.93
Manglar	11,065.85	11,042.78	-23.07	-0.21
Granjas Camaroneras	1,691.51	7,602.50	5,910.99	349.45
Total	86,038.07	86,429.17		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 34. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía Pabellones.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 42,196 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 37,163 ha. En este período, 31,853 ha (75%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 33) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -12 % (-5,033 ha) (Ver Tabla 34).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 5,980 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,406 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 1,821 ha de manglar (Ver Figura 68).

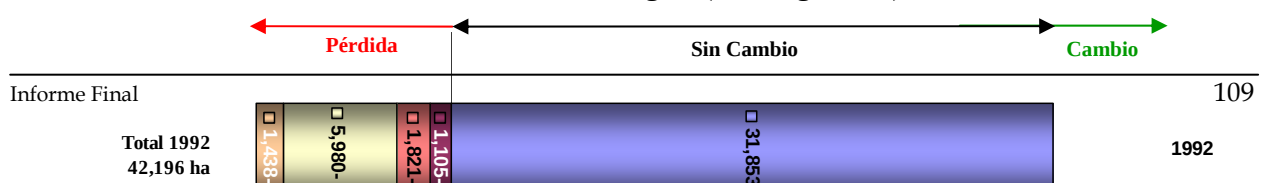


Figura 68. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 11,066 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 11,043 ha. En este período de 11 años, 8,759 ha (79%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 33), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.90%. Por otro lado, de manera adicional se presentó una tasa de pérdida neta de -0.21% (-23 ha) dentro del mismo período (Ver Tabla 34).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área, durante el período 1992 – 2003 fue de 2,306 ha (Ver Figura 69), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 13,349 ha de vegetación de manglar en la zona costera del municipio. Esta información permite estimar que en la zona costera de la bahía Pabellones hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 2,283 ha que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 1.88%.

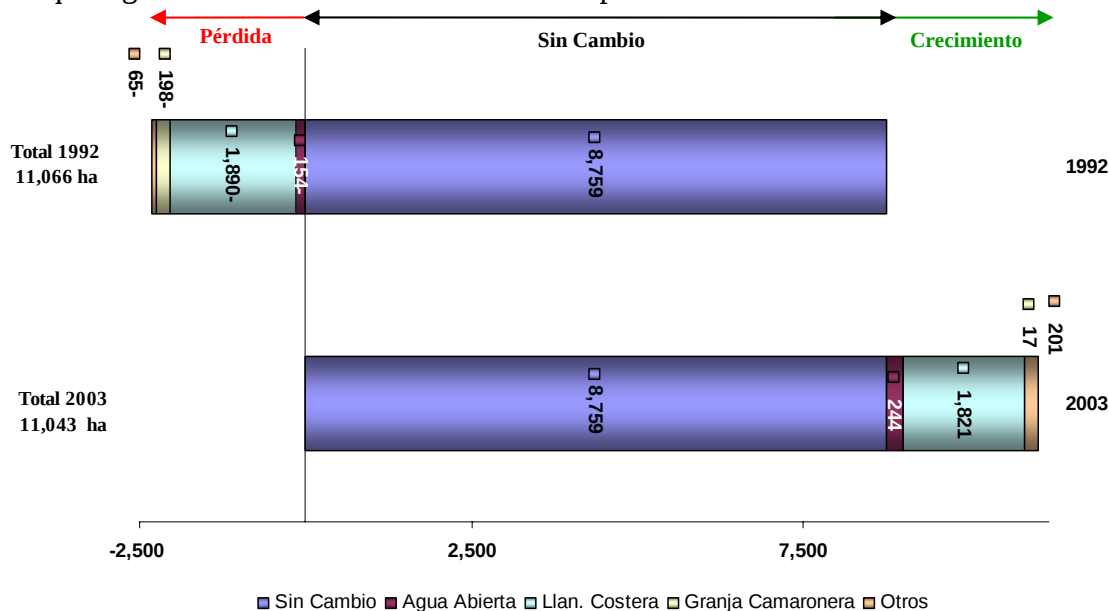


Figura 69. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 1,692 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 7,602 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,318 ha (78%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 33), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 349% (5,911 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 34).

Dentro del análisis, destaca que 95% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 70). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 198 ha de manglar y la pérdida indirecta de 2,044 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 69).

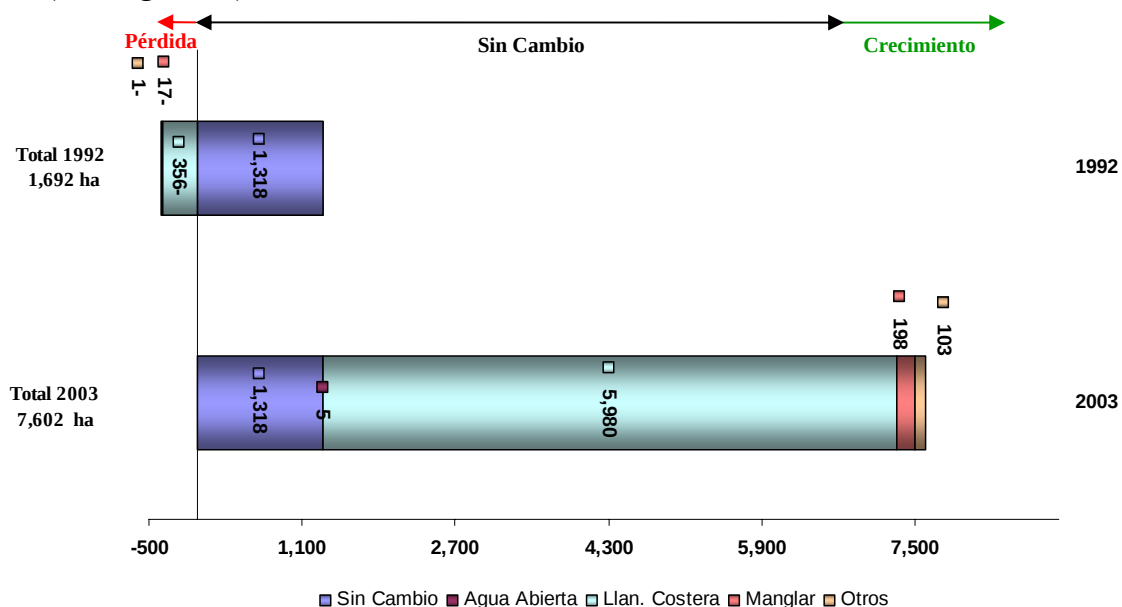


Figura 70. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía Pabellones, durante el período 1992-2003.

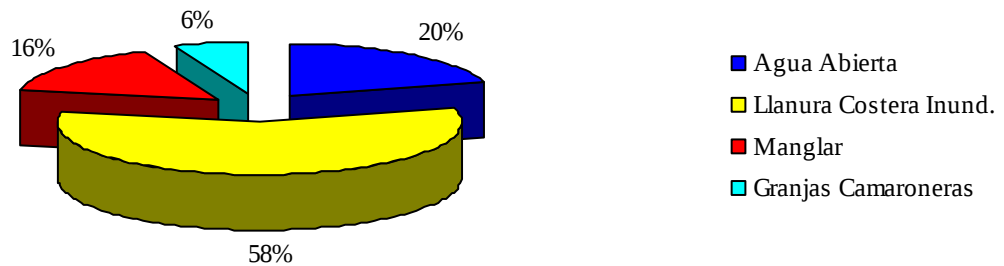
6. Bahía La Guadalupeana (incluye desde el Dorado a Playa Ceuta).

a. Situación de zona costera de Bahía La Guadalupeana durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	6,401.50	20.47
Llanura Costera Inund.	18,093.52	57.87
Manglar	4,939.45	15.80
Granjas Camaroneras	1,830.73	5.86
Total	31,265.21	100.00

En 1992 se clasificó una extensión total de 31,265 ha de humedales costeros. De estos humedales 6,401 ha (20%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 18,094 ha (58%) correspondieron a la llanura costera inundable; 4,939 ha (16%) a los humedales con vegetación de manglar y 1,831 ha (6%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía La Guadalupeana en 1992
(31,265.21 ha)

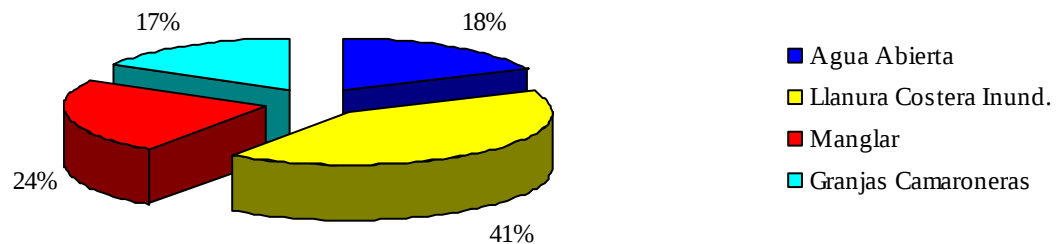


b. Situación de la zona costera de Bahía La Guadalupeana en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	5,831.87	18.23
Llanura Costera Inund.	13,290.03	41.54
Manglar	7,547.83	23.59
Granjas Camaroneras	5,322.59	16.64
Total	31,992.33	100

Para el 2003 una extensión total de 31,992 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 5,832 ha (18%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 13,290 ha (42%) corresponden a la llanura costera inundable; 7,548 ha (24%) a vegetación de manglar y 5,323 ha (17%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino en Bahía La Guadalupeana en 2003
(31,992.33 ha)



Bahía La Guadalupeana

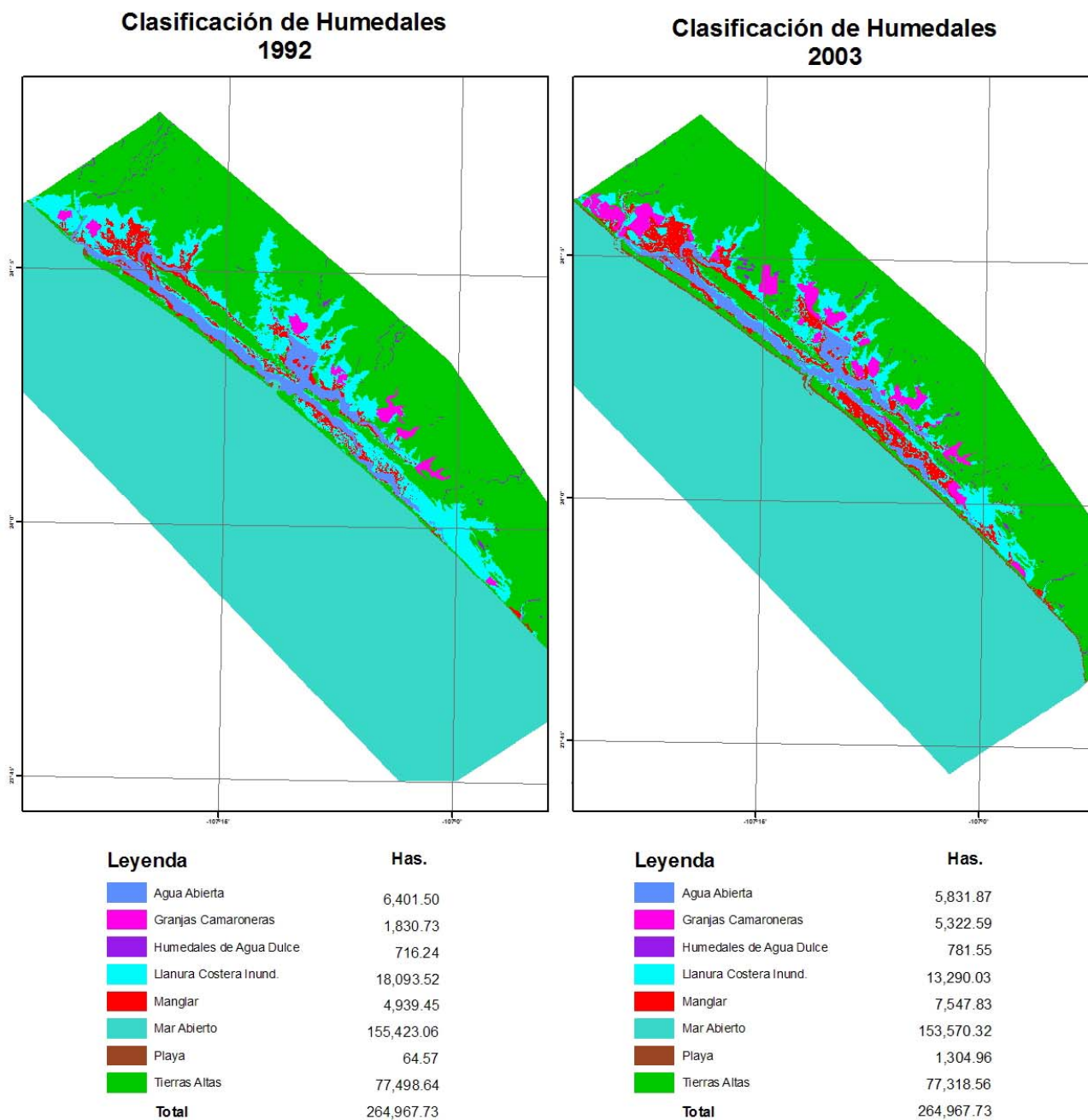


Figura 71. Clasificación de humedales en bahía La Guadalupeana en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en Bahía La Guadalupeana, entre 1992 y 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de bahía La Guadalupeana durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	5,557.17	126.06	58.32	-	11.45	-	8.12	70.75	5,831.87
	Llan. Costera	648.26	10,765.89	542.26	346.67	968.36	1.71	4.63	12.26	13,290.03
	Manglar	154.65	3,009.22	4,089.35	21.04	258.13	-	0.16	15.27	7,547.83
	Granja Camaronera	1.38	3,040.09	113.88	1,312.92	852.29	2.03	-	-	5,322.59
	Tierra Alta	35.82	1,123.34	135.24	134.67	74,751.61	538.60	43.13	556.15	77,318.56
	Hum. Agua Dulce	-	24.77	-	15.43	567.28	173.90	-	0.16	781.55
	Playa	1.62	1.06	0.08	-	84.15	-	6.99	1,211.06	1,304.96
	Mar Abierto	2.60	3.09	0.32	-	5.36	-	1.54	153,557.41	153,570.32
Total	6,401.50	18,093.52	4,939.45	1,830.73	77,498.64	716.24	64.57	155,423.06	264,967.73	
EL (%)	86.81	59.50	82.79	71.72	96.46	24.28	10.82	98.80		
ER (%)	-8.90	-26.55	52.81	190.74	-0.23	9.12	1920.88	-1.19		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

Tabla 35. Cambio de uso del suelo en bahía La Guadalupeana, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en bahía La Guadalupeana, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Bahía La Guadalupeana					
Clase	1992	2003	Cambio*	%	
Agua Abierta	6,401.50	5,831.87	-569.63	-8.90	
Llanura Costera Inund.	18,093.52	13,290.03	-4,803.48	-26.55	
Manglar	4,939.45	7,547.83	2,608.38	52.81	
Granjas Camaroneras	1,830.73	5,322.59	3,491.86	190.74	
Total	31,265.21	31,992.33			

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 36. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de bahía La Guadalupeana.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 18,094 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 13,290 ha. En este período, 10,766 ha (59%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 35) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -27 % (-4,803 ha) (Ver Tabla 36).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 3,040 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,123 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 3,009 ha de manglar (Ver Figura 72).

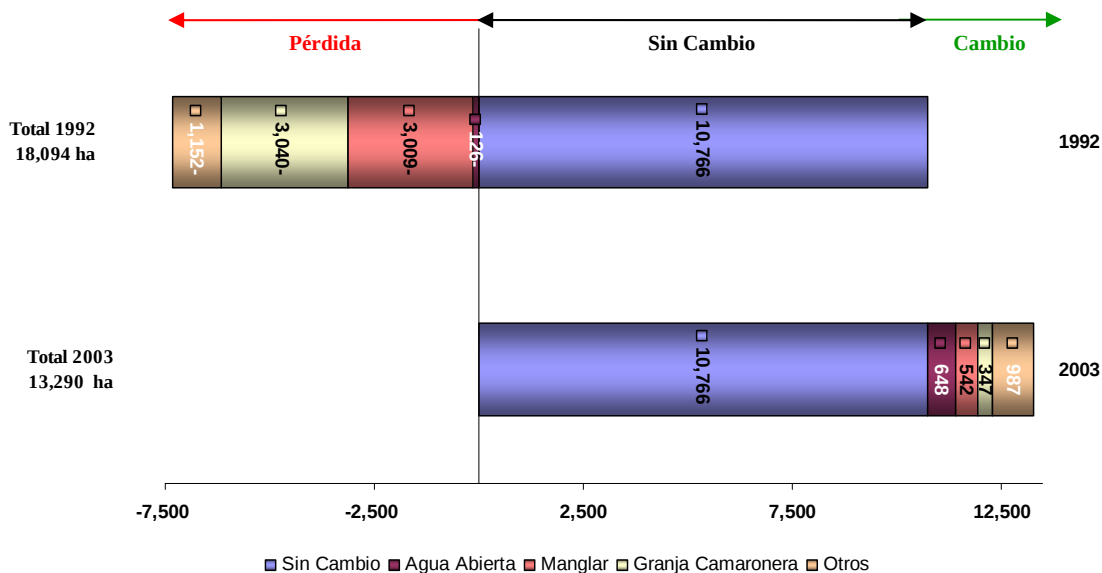


Figura 72. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en bahía La Guadalupe, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 4,939 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 7,548 ha. En este período de 11 años, 4,089 ha (83%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 35), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.54%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 53% (2,608 ha) (Ver Tabla 36).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en esta área durante este periodo fue de 850 ha (Ver Figura 73), que de no haberse perdido, en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 8,398 ha de vegetación de manglar en la zona costera de bahía La Guadalupe. Esta información nos da como resultado que en la bahía La Guadalupe hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 3,458 ha, durante este período de 11 años, que significa una tasa real de crecimiento promedio anual de 4.17%.

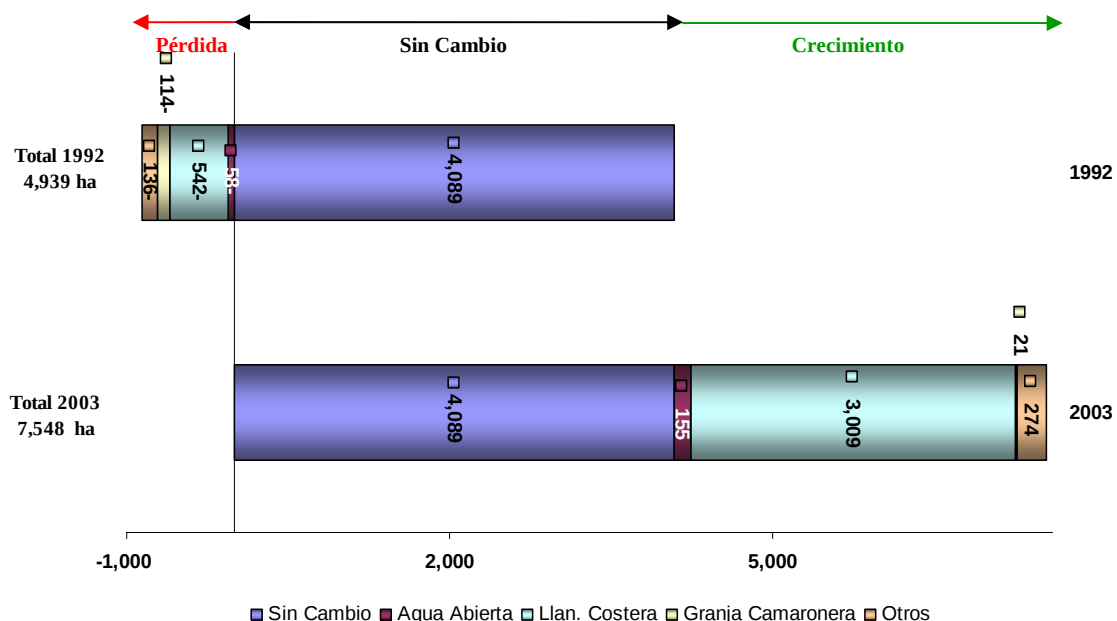


Figura 73. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en bahía La Guadalupe, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 1,831 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 5,323 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,313 ha (72%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 35), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 191% (3,492 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 36).

Dentro del análisis, destaca que 76% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 74). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 114 ha de manglar y la pérdida indirecta de 601 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 73).

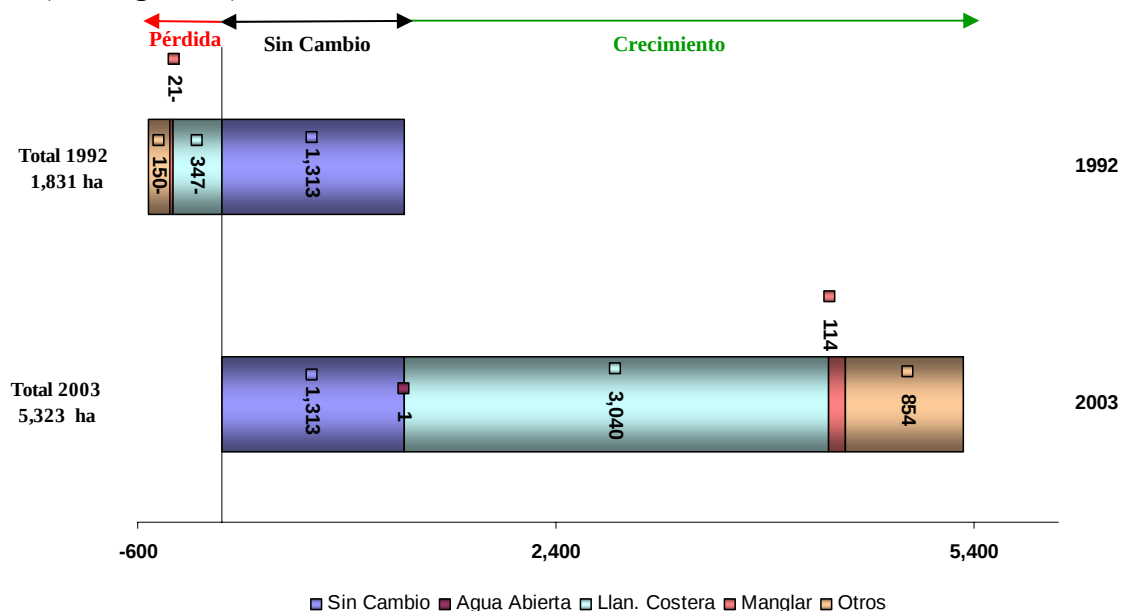


Figura 74. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en bahía La Guadalupeana, durante el período 1992-2003.

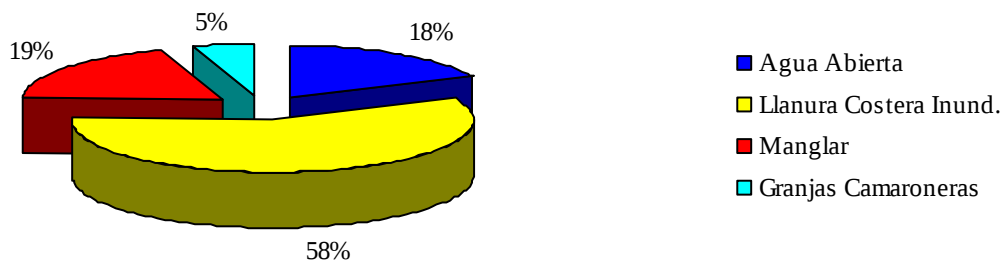
7. Dimas a Mazatlán.

a. Situación de la zona costera de Dimas a Mazatlán durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	1,112.70	18.27
Llanura Costera Inund.	3,506.00	57.56
Manglar	1,164.36	19.12
Granjas Camaroneras	307.76	5.05
Total	6,090.82	100.00

Durante 1992 se clasificó una extensión total de 6,091 ha de humedales costeros. De estos humedales 1,113 ha (18%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 3,506 ha (58%) correspondieron a la llanura costera inundable; 1,164 ha (19%) a los humedales con vegetación de manglar y 308 ha (5%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino de Dimas a Mazatlán en 1992 (6,090.82 ha)

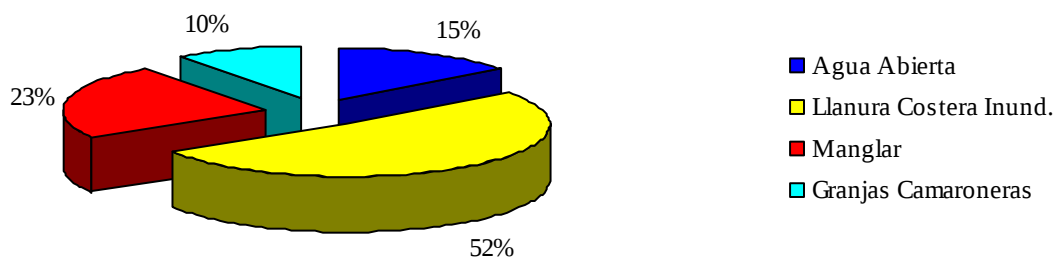


b. Situación de la zona costera de Dimas a Mazatlán en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	925.15	14.79
Llanura Costera Inund.	3,226.99	51.58
Manglar	1,454.17	23.25
Granjas Camaroneras	649.39	10.38
Total	6,255.71	100

Para el 2003 una extensión total de 6,226 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 925 ha (15%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 3,227 ha (52%) corresponden a la llanura costera inundable; 1,454 ha (23%) a vegetación de manglar y 649 ha (10%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camaroneras.

Composición del Sistema Estuarino de Dimas a Mazatlán en 2003 (6,255.71 ha)



Zona Costera de Dimas a Mazatlán

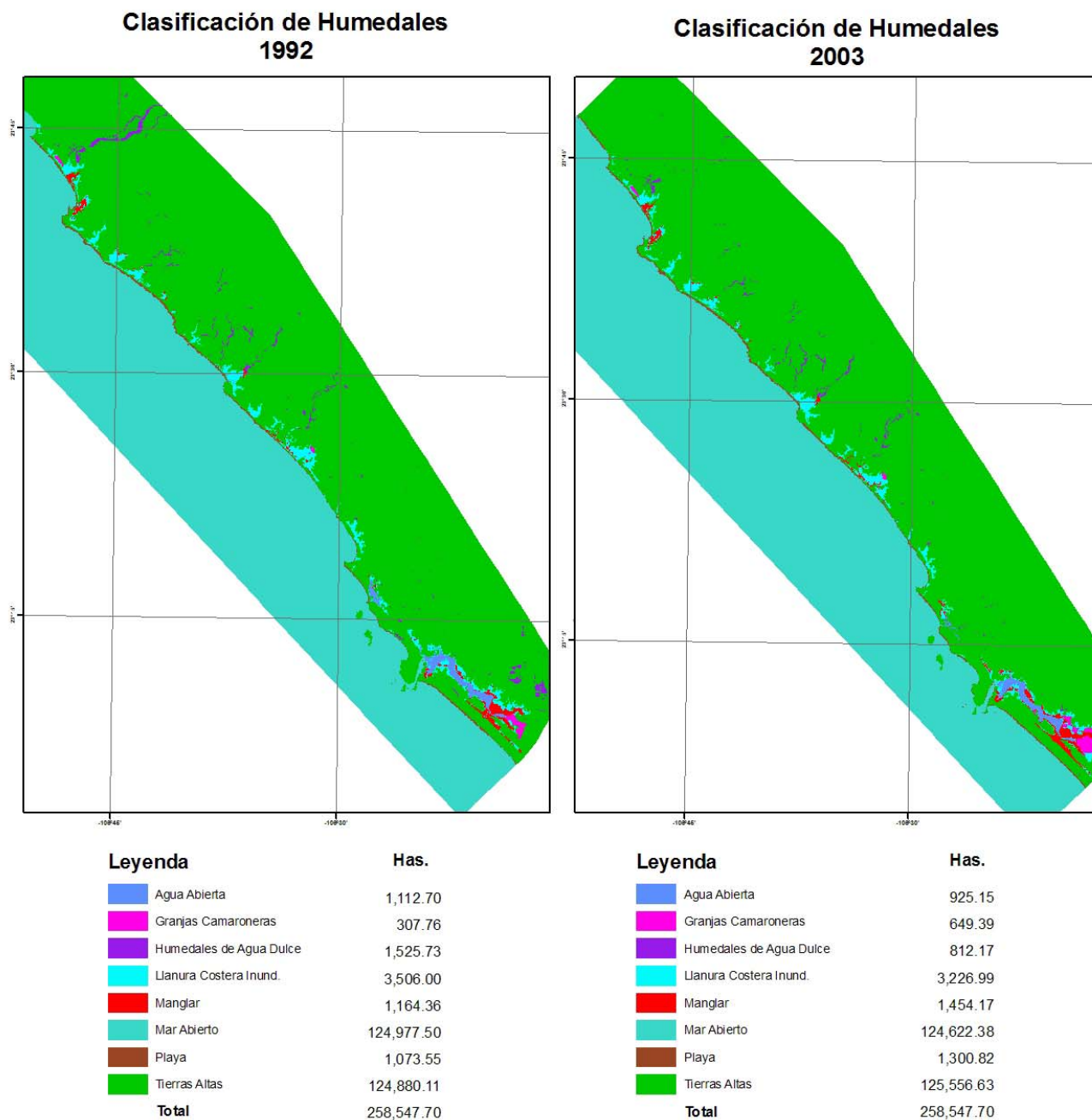


Figura 75. Clasificación de humedales en la zona costera de Dimas a Mazatlán en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera de Dimas a Mazatlán, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de Dimas a Mazatlán durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	840.84	63.03	7.88	-	12.67	-	-	0.73	925.15
	Llan. Costera	163.75	2,489.87	82.85	69.69	405.88	4.55	8.28	2.11	3,226.99
	Manglar	42.24	294.85	1,013.28	3.82	94.95	4.14	0.89	-	1,454.17
	Granja Camaronera	0.24	185.19	10.72	230.68	222.56	-	-	-	649.39
	Tierra Alta	52.39	452.18	46.62	3.57	123,734.35	967.39	160.99	139.14	125,556.63
	Hum. Agua Dulce	-	7.80	2.84	-	251.88	549.65	-	-	812.17
	Playa	-	11.86	0.16	-	53.77	-	863.02	372.01	1,300.82
	Mar Abierto	13.24	1.22	-	-	104.05	-	40.37	124,463.50	124,622.38
Total	1,112.70	3,506.00	1,164.36	307.76	124,880.11	1,525.73	1,073.55	124,977.50	258,547.70	
EL (%)	75.57	71.02	87.02	74.95	99.08	36.03	80.39	99.59		
ER (%)	-16.86	-7.96	24.89	111.01	0.54	-46.77	21.17	-0.28		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 37. Cambio de uso del suelo en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Zona Costera de Dimas a Mazatlán				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	1,112.70	925.15	-187.55	-16.86
Llanura Costera Inund.	3,506.00	3,226.99	-279.01	-7.96
Manglar	1,164.36	1,454.17	289.81	24.89
Granjas Camaroneras	307.76	649.39	341.63	111.01
Total	6,090.82	6,255.71		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 38. Tasa neta de cambio/pérdida en los humedales de la zona costera de Dimas a Mazatlán.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 3,506 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 3,227 ha. En este período, 2,490 ha (71%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 37) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -8 % (-279 ha) (Ver Tabla 38).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 185 ha por la construcción de granjas camaroneras y 452 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 295 ha de manglar (Ver Figura 76).

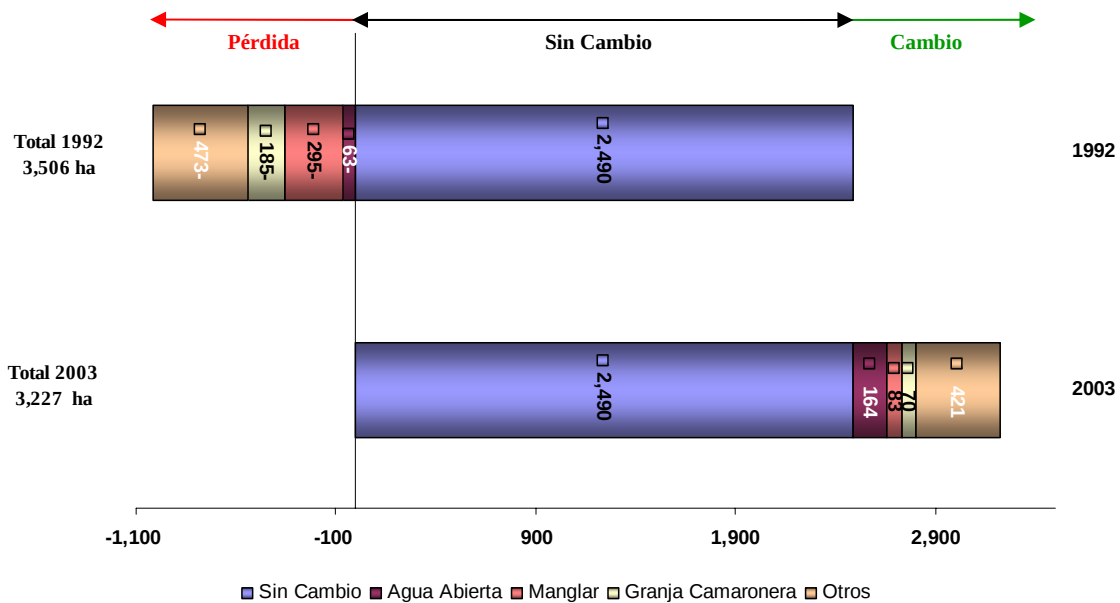


Figura 76. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera inundable en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 1,664 ha, y para el 2003 se cuantificaron un total de 1,454 ha. En este período de 11 años, 1,013 ha (87%) permanecieron sin cambio, por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.18%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 25% (290 ha) (Ver Tabla X – la primera).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en el área durante este periodo fue de 151 ha (Ver Figura 77), que de no haberse perdido en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 1,605 ha de vegetación de manglar en la zona costera de la zona costera de Dimas a Mazatlán. Esta información nos da como resultado que en la zona costera de Dimas a Mazatlán hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 441 ha, durante este período de 11 años, que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.76%.

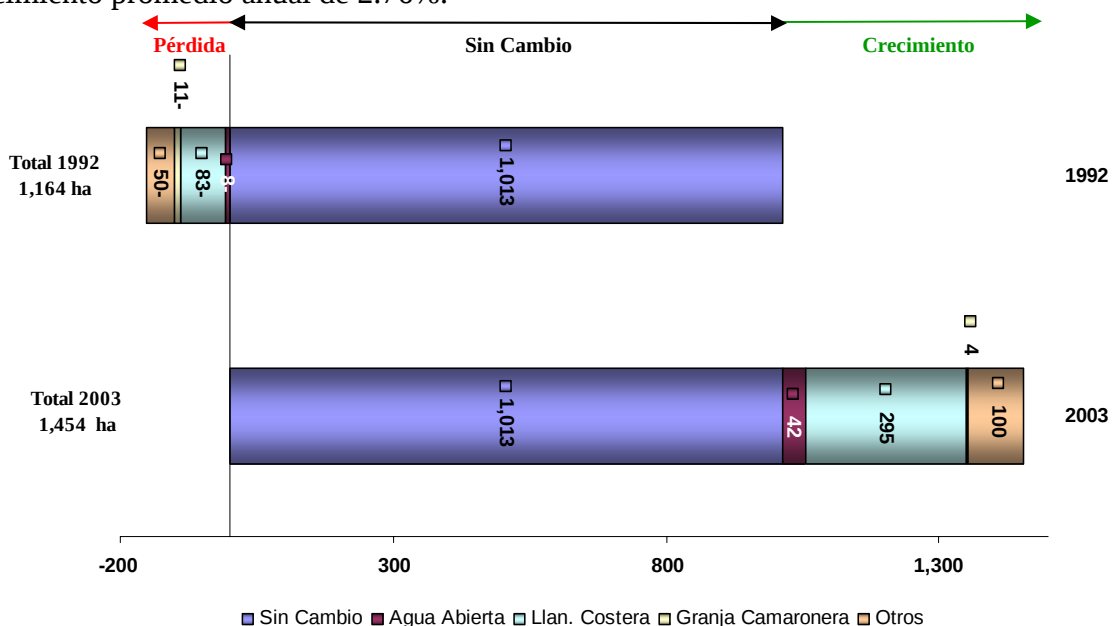


Figura 77. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 308 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 649 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 231 ha (75%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 37), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 111% (342 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 38).

Dentro del análisis, destaca que 44% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 78). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 11 ha de manglar y la pérdida indirecta de 91 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 77).

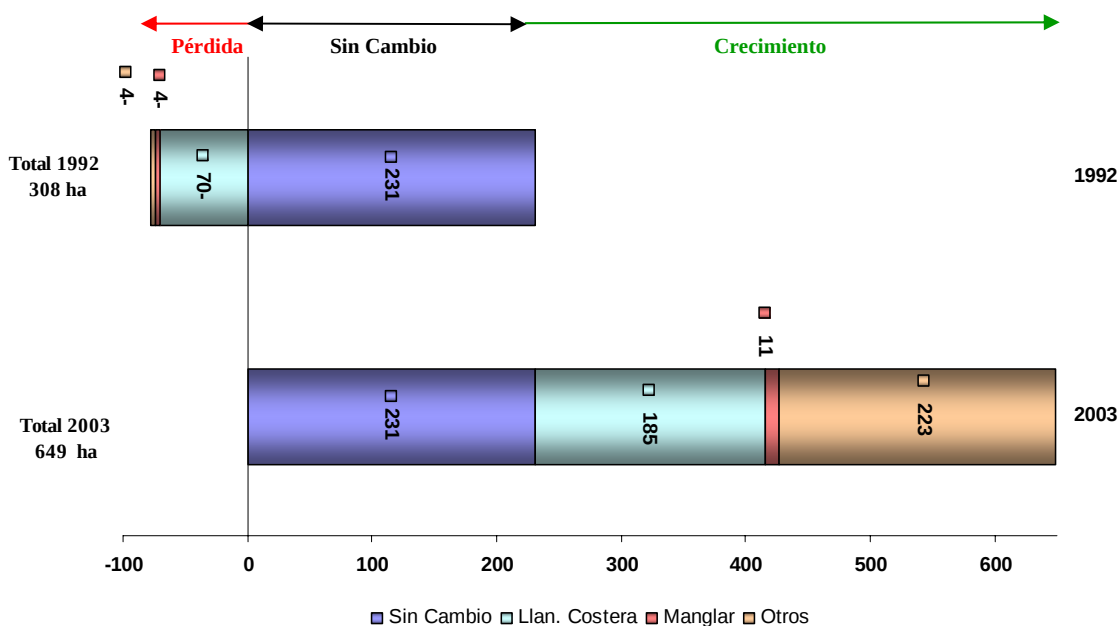


Figura 78. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en la zona costera de Dimas a Mazatlán, durante el período 1992-2003.

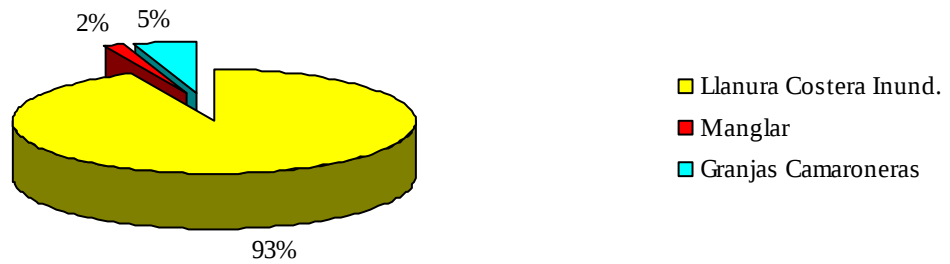
8. Sistema Lagunar Huizache-Caimanero

a. Situación del sistema lagunar Huizache-Caimanero durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	-	-
Llanura Costera Inund.	18,517.76	93.37
Manglar	306.95	1.55
Granjas Camaroneras	1,008.98	5.09
Total	19,833.68	100.00

Durante 1992 se clasificó una extensión total de 19,834 ha de humedales costeros. De estos humedales 18,518 ha (93%) correspondieron a la llanura costera inundable; 307 ha (2%) a los humedales con vegetación de manglar y 1,009 ha (5%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino en Huizache-Caimanero en 1992 (19,833.68 ha)

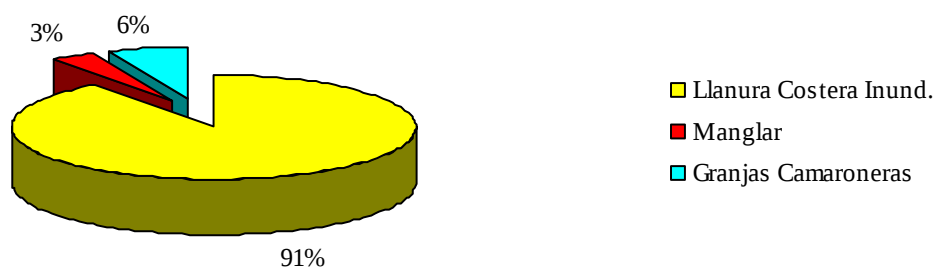


b. Situación del sistema lagunar Huizache-Caimanero en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	0.24	0.00
Llanura Costera Inund.	18,027.08	90.03
Manglar	696.18	3.48
Granjas Camaroneras	1,300.74	6.50
Total	20,024.24	100

Para el 2003 una extensión total de 20,024 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 18,027 ha (90%) corresponden a la llanura costera inundable; 696 ha (3%) a vegetación de manglar y 1,301 ha (6%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino en Huizache-Caimanero en 2003 (20,024.24 ha)



Sistema Lagunar Huizache-Caimanero

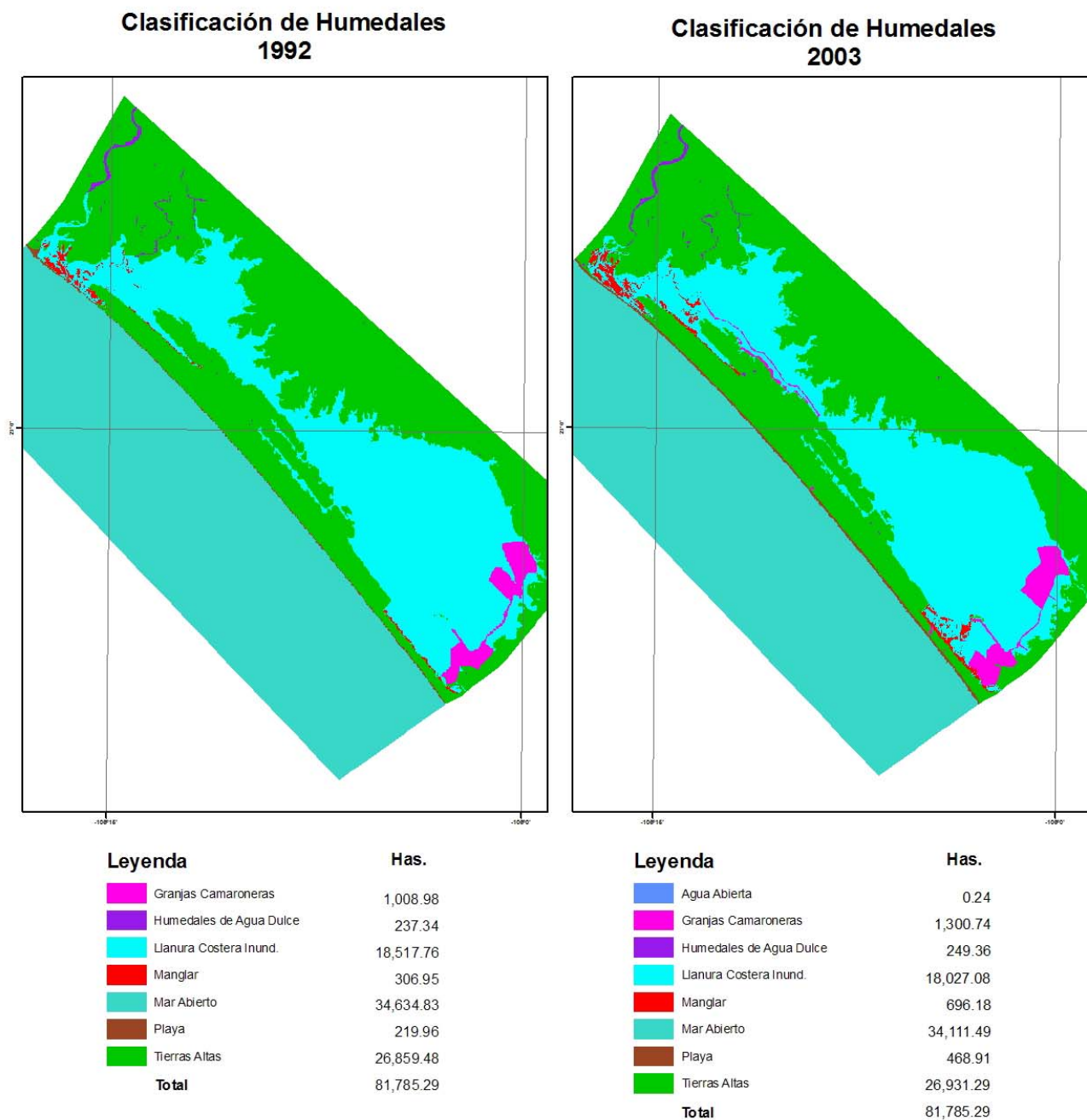


Figura 79. Clasificación de humedales en el sistema lagunar Huizache-Caimanero en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en el sistema lagunar Huizache-Caimanero durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

2003	1992									
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total	
	Agua Abierta	-	0.16	0.08	-	-	-	-	-	0.24
	Llan. Costera	-	17,264.62	73.43	164.48	501.56	1.14	18.03	3.82	18,027.08
	Manglar	-	411.40	216.22	-	63.19	0.24	5.12	-	696.18
	Granja Camaronera	-	416.44	1.62	813.96	67.01	0.16	1.54	-	1,300.74
	Tierra Alta	-	415.71	13.48	30.54	26,133.66	91.87	165.94	80.09	26,931.29
	Hum. Agua Dulce	-	8.37	2.03	-	93.17	143.93	1.87	-	249.36
	Playa	-	1.06	0.08	-	0.89	-	27.45	439.43	468.91
	Mar Abierto	-	-	-	-	-	-	-	34,111.49	34,111.49
Total	-	18,517.76	306.95	1,008.98	26,859.48	237.34	219.96	34,634.83	81,785.29	
EL (%)	0.00	93.23	70.44	80.67	97.30	60.64	12.48	98.49		
ER (%)	0.00	-2.65	126.81	28.92	0.27	5.07	113.18	-1.51		
EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)										
ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)										

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 39. Cambio de uso del suelo en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en el sistema lagunar Huizache-Caimanero durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Sistema Lagunar Huizache-Caimanero				
Clase	1992	2003	Cambio*	%
Agua Abierta	-	0.24	0.24	0.00
Llanura Costera Inund.	18,517.76	18,027.08	-490.68	-2.65
Manglar	306.95	696.18	389.23	126.81
Granjas Camaroneras	1,008.98	1,300.74	291.76	28.92
Total	19,833.68	20,024.24		

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 40. Tasa neta de cambio/pérdida en el sistema lagunar Huizache-Caimanero.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 18,518 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 18,027 ha. En este período, 17,265 ha (93%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 39) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -3 % (-491 ha) (Ver Tabla 40).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 416 ha por la construcción de granjas camaroneras y 416 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 411 ha de manglar (Ver Figura 80).

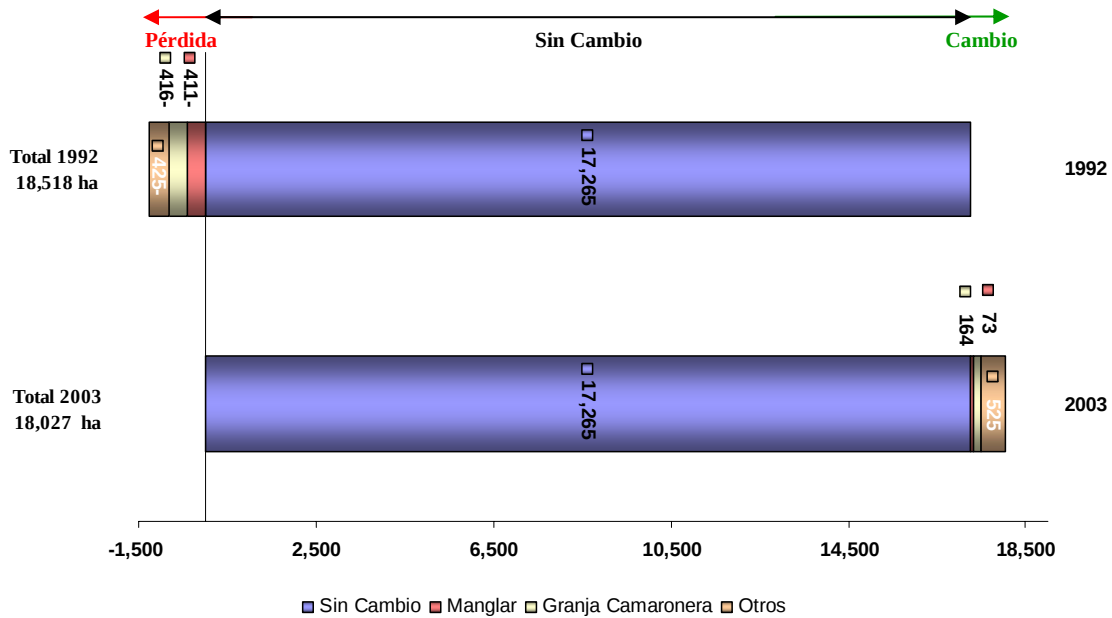


Figura 80. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 307, y para el 2003 se cuantificaron un total de 696 ha. En este período de 11 años, 216 ha (70%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 39), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 2.72%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 127% (389 ha) (Ver Tabla 40).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en el área durante este periodo, fue de 91 ha (Ver Figura 81), que de no haberse perdido, en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 787 ha de vegetación de manglar en la zona costera de la zona costera de Dimas a Mazatlán. Esta información nos da como resultado que en la zona costera de Dimas a Mazatlán hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 480 ha, durante este período de 11 años, que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 6.27%.

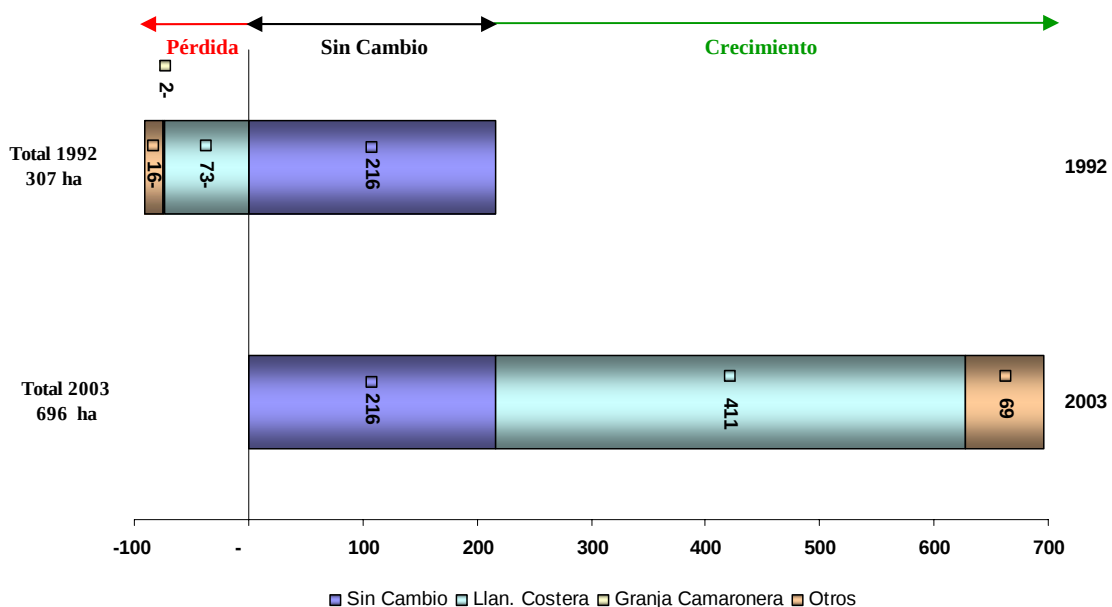


Figura 81. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 1,009 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 1,301 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 814 ha (81%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 39), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 29% (292 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 40).

Dentro del análisis, destaca que 86% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 82). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 2 ha de manglar y la pérdida indirecta de 73 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 81).

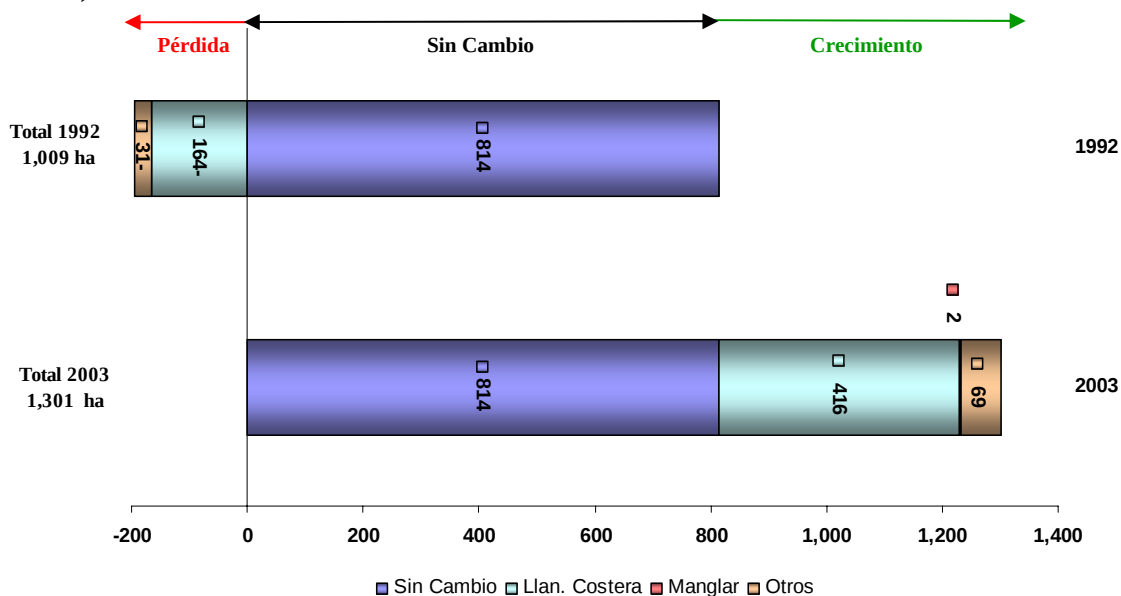


Figura 82. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, durante el período 1992-2003.

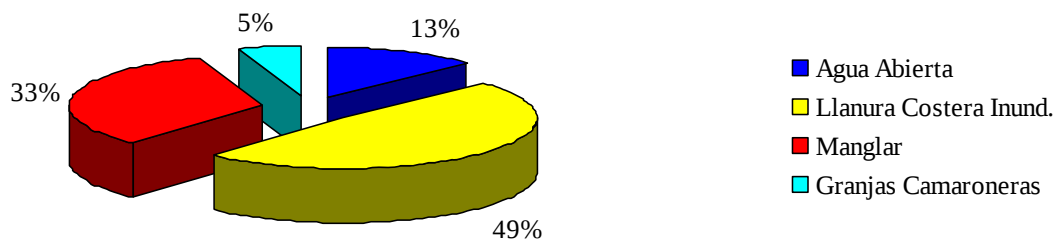
9. Río Baluarte a Teacapán.

a. Situación de la zona costera del Río Baluarte a Teacapán durante 1992.

Sistema Estuarino - 1992		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	5,136.10	12.84
Llanura Costera Inund.	19,503.42	48.75
Manglar	13,210.60	33.02
Granjas Camaroneras	2,153.19	5.38
Total	40,003.31	100.00

Para 1992 se clasificaron una extensión total de 40,003 ha de humedales costeros. De estos humedales 5,136 ha (13%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 19,503 ha (49%) a la llanura costera inundable; 13,211 ha (33%) a los humedales con vegetación de manglar y 2,153 ha (5%) a los humedales que fueron modificados por la construcción de granjas para la producción de camarón.

Composición del Sistema Estuarino de Río Baluarte a Teacapán en 1992 (40,003.31 ha)

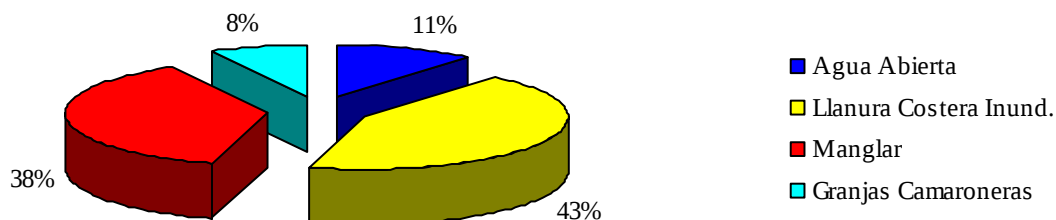


b. Situación de la zona costera del Río Baluarte a Teacapán en el 2003.

Sistema Estuarino - 2003		
Clase	Ha	%
Agua Abierta	4,368.61	11.11
Llanura Costera Inund.	17,080.32	43.43
Manglar	14,842.49	37.74
Granjas Camaroneras	3,040.33	7.73
Total	39,331.74	100

Para el 2003 una extensión total de 39,332 ha fueron clasificadas. De estos humedales, 4,369 ha (11%) correspondieron a la clase estuarino submareal agua abierta; 17,080 ha (43%) corresponden a la llanura costera inundable; 14,842 ha (38%) a vegetación de manglar y 3,040 ha (8%) a los humedales que han sido modificados por la construcción de granjas camarónicas.

Composición del Sistema Estuarino de Río Baluarte a Teacapán en 2003 (39,331.74 ha)



Zona Costera del Río Baluarte a Teacapán

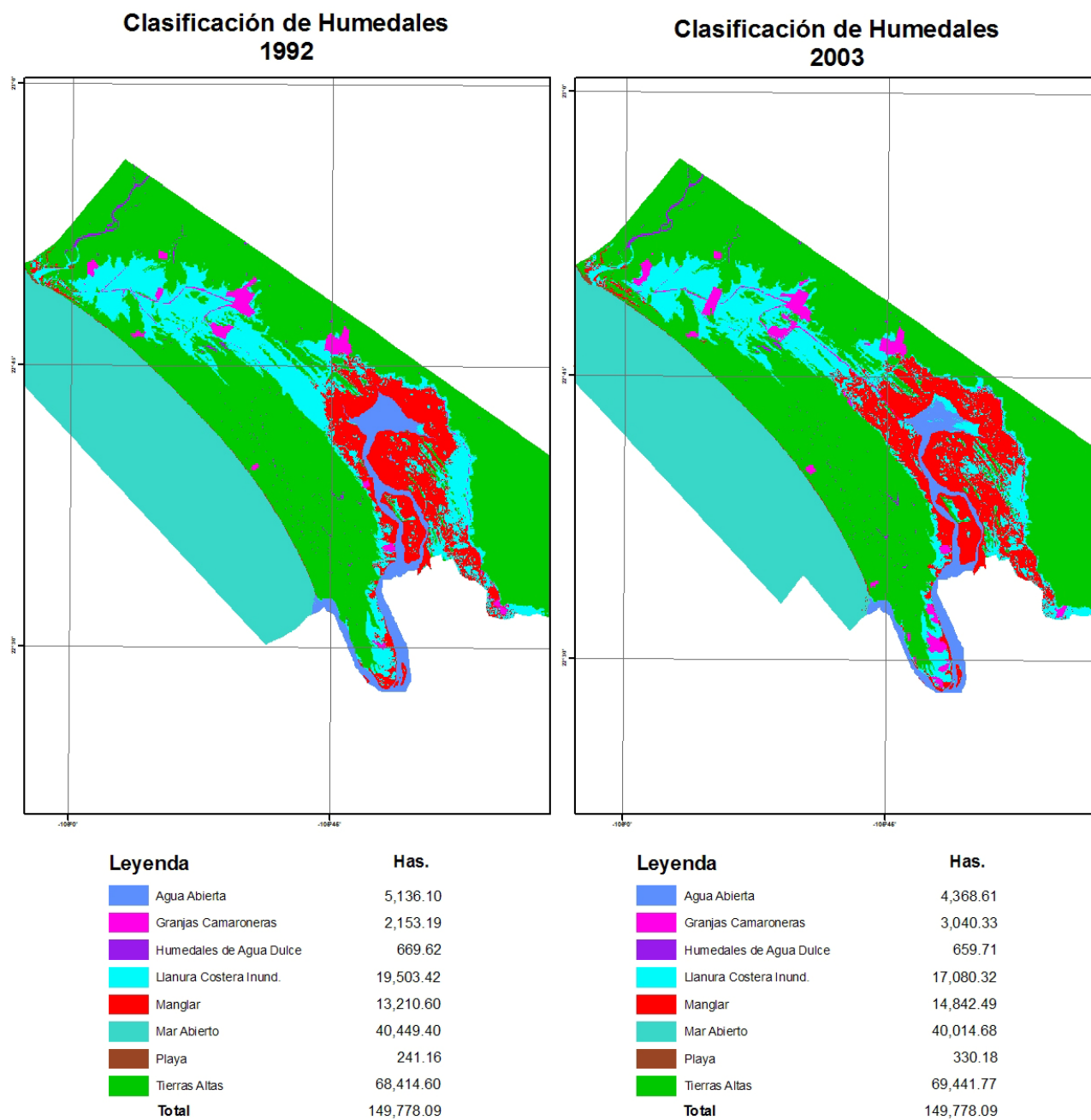


Figura 83. Clasificación de humedales en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán en 1992 y 2003

c. Análisis general del cambio de uso del suelo en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, entre 1992 - 2003.

En la siguiente tabla se presentan la matriz general de detección de cambios en el uso del suelo, que se dieron en la zona costera de Río Baluarte a Teacapán durante el período de 11 años, de 1992 a 2003. La nomenclatura que se presenta en esta tabla está tomando como base el inventario y clasificación de humedales que realizó DUMAC en 1992 y la información que se produjo a partir de la clasificación de imágenes del 2003 en la misma zona.

	1992								
	Agua Abierta	Llan. Costera	Manglar	Granja Camaronera	Tierra Alta	Hum. Agua Dulce	Playa	Mar Abierto	Total
2003 Agua Abierta	4,233.37	11.78	117.13	-	0.57	-	0.08	5.69	4,368.61
Llan. Costera	457.38	13,256.41	1,720.75	478.66	1,155.18	3.98	4.47	3.49	17,080.32
Manglar	401.17	3,243.15	10,900.88	77.00	216.87	0.32	2.44	0.65	14,842.49
Granja Camaronera	-	1,154.21	196.73	1,491.94	192.83	3.33	0.24	1.06	3,040.33
Tierra Alta	42.32	1,833.17	274.05	105.59	66,456.18	391.42	202.09	136.95	69,441.77
Hum. Agua Dulce	-	1.38	-	-	387.77	270.56	-	-	659.71
Playa	0.41	3.33	1.06	-	5.20	-	31.76	288.43	330.18
Mar Abierto	1.46	-	-	-	-	-	0.08	40,013.14	40,014.68
Total	5,136.10	19,503.42	13,210.60	2,153.19	68,414.60	669.62	241.16	40,449.40	149,778.09
EL (%)	82.42	67.97	82.52	69.29	97.14	40.41	13.17	98.92	
ER (%)	-14.94	-12.42	12.35	41.20	1.50	-1.48	36.91	-1.07	

EL= Estabilidad de Localización (% de permanencia)

ER= Estabilidad de Residencia (% de cambio)

Tabla 41. Cambio de uso del suelo en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003 (hectáreas).

d. Análisis de los cambios en las clases dentro del sistema estuarino.

A continuación se presenta un resumen general por clase, de los cambios en el paisaje y las pérdidas de hábitat que se han dado en la zona costera de Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003, además del análisis por clase de dichos cambios.

Zona Costera del Río Baluarte a Teacapán					
Clase	1992	2003	Cambio*	%	
Agua Abierta	5,136.10	4,368.61	-767.50	-14.94	
Llanura Costera Inund.	19,503.42	17,080.32	-2,423.10	-12.42	
Manglar	13,210.60	14,842.49	1,631.89	12.35	
Granjas Camaroneras	2,153.19	3,040.33	887.14	41.20	
Total	40,003.31	39,331.74			

*Pérdida(-) Ganancia (+)

Tabla 42. Tasa neta de cambio/pérdida en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán.

1. Llanura Costera Inundable.

Durante 1992 la llanura costera inundable contaba con una extensión de 19,505 ha y para el 2003 la llanura costera estaba constituida por 17,082 ha. En este período, 13,256 ha (58%) permaneció sin cambio/pérdida (Ver Tabla 41) y las áreas que sufrieron modificación representaron una tasa de pérdida neta de -12 % (-2,423 ha) (Ver Tabla 42).

Por otro lado dentro de este mismo período se presentaron otros cambios/pérdidas en la estructura del paisaje en la llanura costera dentro de los cuales resaltan, una pérdida neta de 1,154 ha por la construcción de granjas camaroneras y 1,833 ha por el crecimiento de la frontera agrícola, y por otro lado un crecimiento neto de 3,243 ha de manglar (Ver Figura 84).

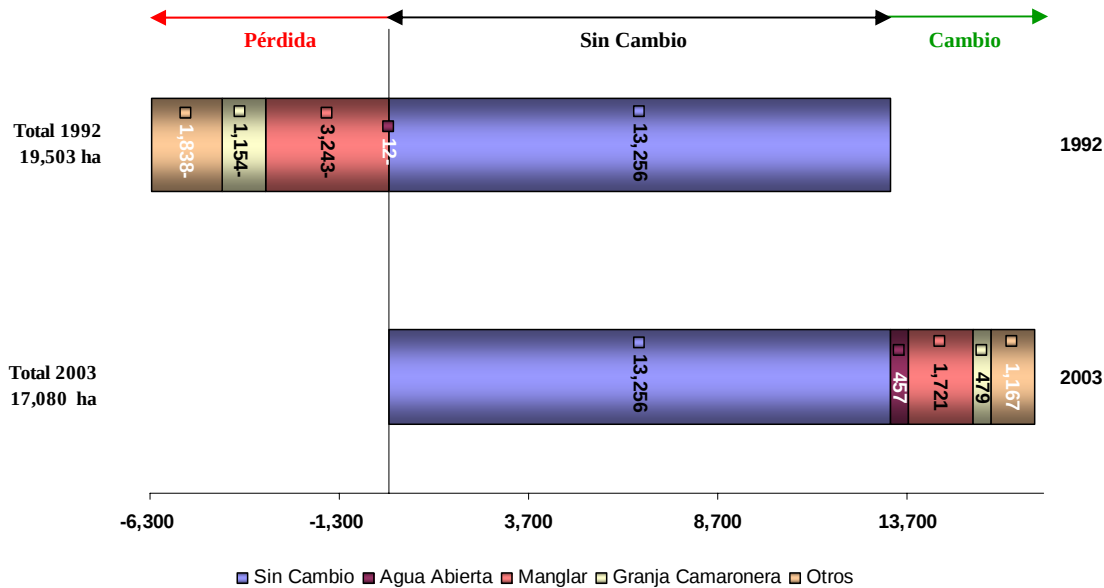


Figura 84. Cambios en la estructura del paisaje en la llanura costera en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

2. Manglar.

En 1992 la vegetación de manglar cubría una extensión total de 13,211, y para el 2003 se cuantificaron un total de 14,842 ha. En este período de 11 años, 10,901 ha (83%) permanecieron sin cambio (Ver Tabla 41), por lo que la tasa de pérdida anual dentro de este período fue de 1.54%. Por otro lado dentro del mismo período, hubo una tasa de crecimiento neto de 12% (1,632 ha) (Ver Tabla 42).

La pérdida de vegetación de manglar que se dio en el área durante este periodo fue de 2,310 ha (Ver Figura 85), que de no haberse perdido, en su mayoría por los efectos directos e indirectos de la construcción de granjas camaroneras, tendríamos un total de 17,152 ha de vegetación de manglar en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán. Esta información nos da como resultado que en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán hubo un crecimiento de vegetación de manglar total de 3,942 ha, durante este período de 11 años, que significan una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.41%.

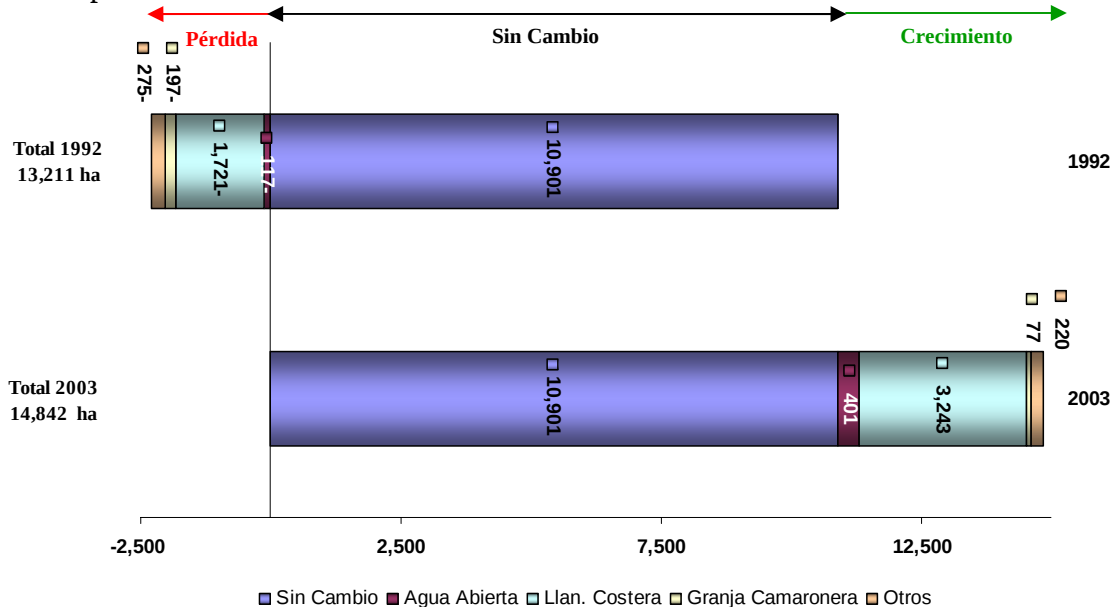


Figura 85. Cambios en la estructura del paisaje en la vegetación de manglar en la zona costera del Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

3. Granjas Camaroneras.

En 1992 un total de 2,153 ha de granjas camaroneras habían sido construidas, y para el 2003 se cuantificaron un total de 3,040 ha con este tipo de desarrollo. De las granjas registradas en 1992 un total de 1,492 ha (69%) permanecieron como granjas activas (Ver Tabla 41), mientras que por el otro lado en el periodo de 1992 a 2003, hubo una tasa de crecimiento neto del 41% (887 ha) de granjas para la producción de camarón (Ver Tabla 42).

Dentro del análisis, destaca que 75% de las granjas camaroneras se construyeron en la llanura costera inundable (Ver Figura 86). Este mismo desarrollo causó la pérdida directa de 197 ha de manglar y la pérdida indirecta de 1,838 ha de manglar que por las modificaciones que se dieron en la cobertura vegetal, pasaron a ser consideradas dentro de otras clases dentro del sistema estuarino (Ver Figura 85).

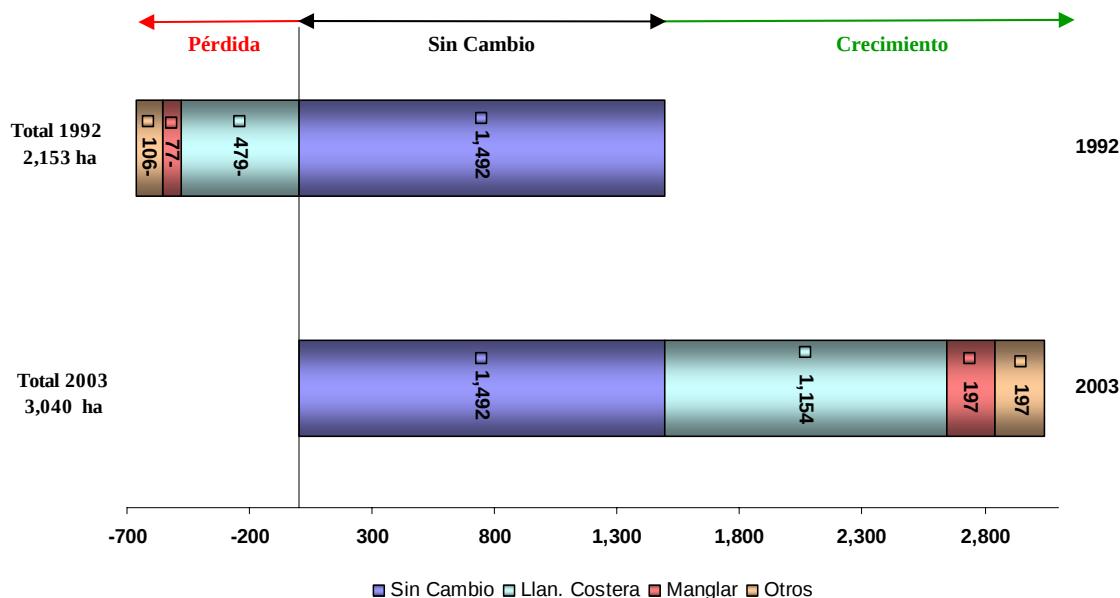


Figura 86. Cambios en la composición del paisaje por la construcción de granjas camaroneras en la zona costera de Río Baluarte a Teacapán, durante el período 1992-2003.

Análisis de los resultados del cambio de uso del suelo en las unidades de paisaje, dentro de la zona costera del estado de Sinaloa.

En este apartado se presentan los datos finales de los cambios de uso del suelo que se dieron en las unidades del paisaje en las que se dividió la zona costera del estado de Sinaloa, para efectos de este estudio. La información se muestra en una tabla, en la que se presenta para cada una de las tres clases la extensión real de pérdida y de cambio que se dio en el período de 11 años que comprende de 1992 a 2003, para cada una de las unidades del paisaje.

Extensión de pérdida/cambio real para el periodo 1992-2003, por unidad de paisaje en la zona costera del estado de Sinaloa. (Hectáreas)

Unidad de Paisaje	Llanura Costera		Manglar		Granja Camaronera	
	Pérdida	Cambio	Pérdida	Crecimiento	Pérdida	Crecimiento
Bacorehuis/Jitzamuri	-3,058.5	2,188.6	-393.6	872.5	-434.3	1,284.3
Lechuguilla	-6,879.9	2,699.2	-824.0	1,748.4	-11.0	4,712.6
Topolobampo/Navachiste	-13,050.6	5,019.5	-2,283.1	3,815.0	-254.4	7,074.0
Santa María	-14,673.7	3,672.7	-2,204.6	3,924.3	-373.1	9,147.9
Pabellones	-10,342.9	5,309.8	-2,306.4	2,283.3	-373.8	6,284.8
La Guadalupana	-7,327.6	2,524.1	-850.1	3,458.5	-517.8	4,009.7
Dimas/Mazatlán	-1,016.1	737.1	-151.1	440.9	-77.1	418.7
Huizache/Caimanero	-1,253.1	762.5	-90.7	480.0	-195.0	486.8
R.Baluart/Teacapán	-6,247.0	3,823.9	-2,309.7	3,941.6	-661.3	1,548.4

Tabla 43. Resultados generales de los cambios en el uso del suelo por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa

Los resultados del cambio de uso del suelo muestran que la llanura costera inundable fue la clase en la se presentaron las mayores pérdidas. Del cambio de uso del suelo observado en las unidades del paisaje, es la bahía de Santa María en donde se presenta la mayor pérdida real de llanura costera inundable con 14,674 ha, seguida por las bahías de Topolobampo y Navachiste con 13,051 ha y la bahía Pabellones con 10,343 ha (Ver Tabla 43). Estas extensiones representan el 28%, 21% y 24% respectivamente de la superficie total de llanura costera inundable con que contaba cada una de estas unidades del paisaje (Ver Figura 87), que fue perdida principalmente por la construcción de granjas para la producción de camarón, la expansión de la frontera agrícola y por los cambios que se dieron en algunas zonas de la llanura costera por el crecimiento de la vegetación de manglar.

Tal y como fue explicado en la sección que habla de los resultados en los municipios, la parte que se refiere a los cambios que se dieron en la llanura costera inundable, se refiere básicamente a aquellos cambios provenientes de la expansión de frontera agrícola y pérdida de manglar en su gran mayoría. Pero su interpretación debe de estar dada en la variación de la frontera agrícola, en donde para la fecha inicial del estudio, existían áreas dentro de la llanura costera que estaban siendo utilizadas para la agricultura, y para el final del período, dichas áreas ya habían sido abandonada por la actividad y se reincorporaron a su vocación natural dentro del sistema de llanura costera inundable. Por otro lado, hubo áreas en donde originalmente existía una cobertura de manglar, pero para el 2003 habían sido ya sea desmontadas o perdidas por causas naturales o efectos indirectos de las granjas camaroneras y para el final del período se identificaron como llanura costera inundable.

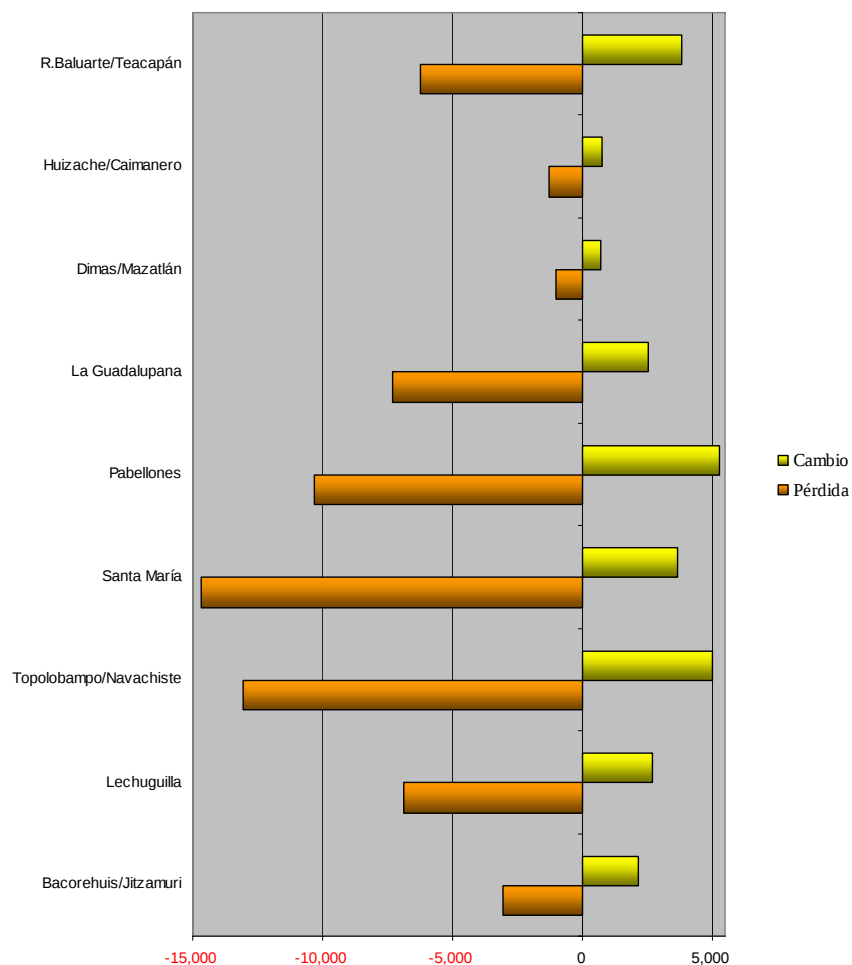


Figura 87. Cambios por unidad de paisaje en la llanura costera inundable, durante el período 1992 a 2003

Las unidades del paisaje que presentaron mayor pérdida de vegetación de manglar, fueron el área del Río Baluarte a Teacapán con una pérdida real de 2,310 ha, seguida por la bahía Pabelones con 2,306 ha, las bahías de Topolobampo y Navachiste con 2,283 ha y la bahía de Santa María con 2,205 ha (Ver Tabla 43). Dentro de esta misma clase, también es importante mencionar que las unidades de paisaje en donde se presentó un mayor crecimiento real de vegetación de manglar, fue en el área del Río Baluarte a Teacapán con 3,942 ha, seguida por bahía Santa María con 3,924 ha, las bahías Topolobampo y Navachiste con 3,815 ha y bahía La Guadalupeana con 3,458 ha (Ver Figura 88).

Es importante mencionar que este dato solo hace referencia a las hectáreas de vegetación de manglar que crecieron de manera natural a lo largo de las unidades de paisaje, sin dar mayor información al respecto de aspectos de su estructura. Este punto en particular es muy importante, ya que no se debe de interpretar la información en el sentido de que hay una pérdida importante de manglar y por el otro lado un crecimiento que pudiera compensar esta pérdida. Esto es ya que las pérdidas de vegetación de manglar que se están dando en la zona costera en su mayoría está afectando a manglar mejor desarrollado (altura mayor a 3 m), que aquel que apenas se está estableciendo en la zona costera y que en su mayoría es el que está representado en la tabla como crecimiento de manglar.

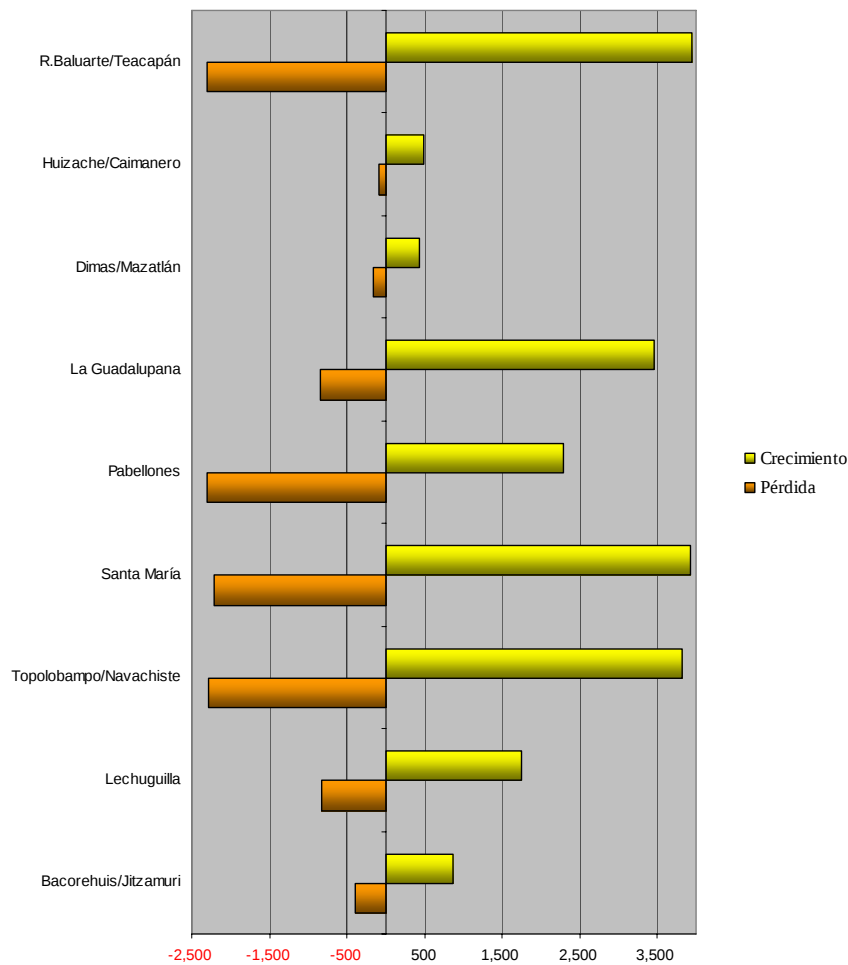


Figura 88. Cambios en la vegetación de manglar por unidad de paisaje, durante el período de 1992 a 2003

El análisis del cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, nos permite señalar que la principal causa de pérdida/cambio en los elementos del paisaje de esta zona, está representado por la construcción de granjas para la producción de camarón. Las unidades del paisaje en las que se presentó mayor crecimiento de granjas camaroneras fueron la bahía Santa María con 14,397 ha, que implicó un crecimiento real de 9,148 ha durante el período de 1992 a 2003. Ésta es seguida por las bahías Topolobampo y Navachiste con una extensión desarrollada de 8,163 ha, de las que 7,074 ha se desarrollaron durante el período. La bahía Pabellones terminó en el 2003 con un total de 7,603 ha desarrolladas por granjas camaroneras, de las cuales 6,285 ha se desarrollaron durante el período (Ver Tabla 43 y Figuras 89 y 90).

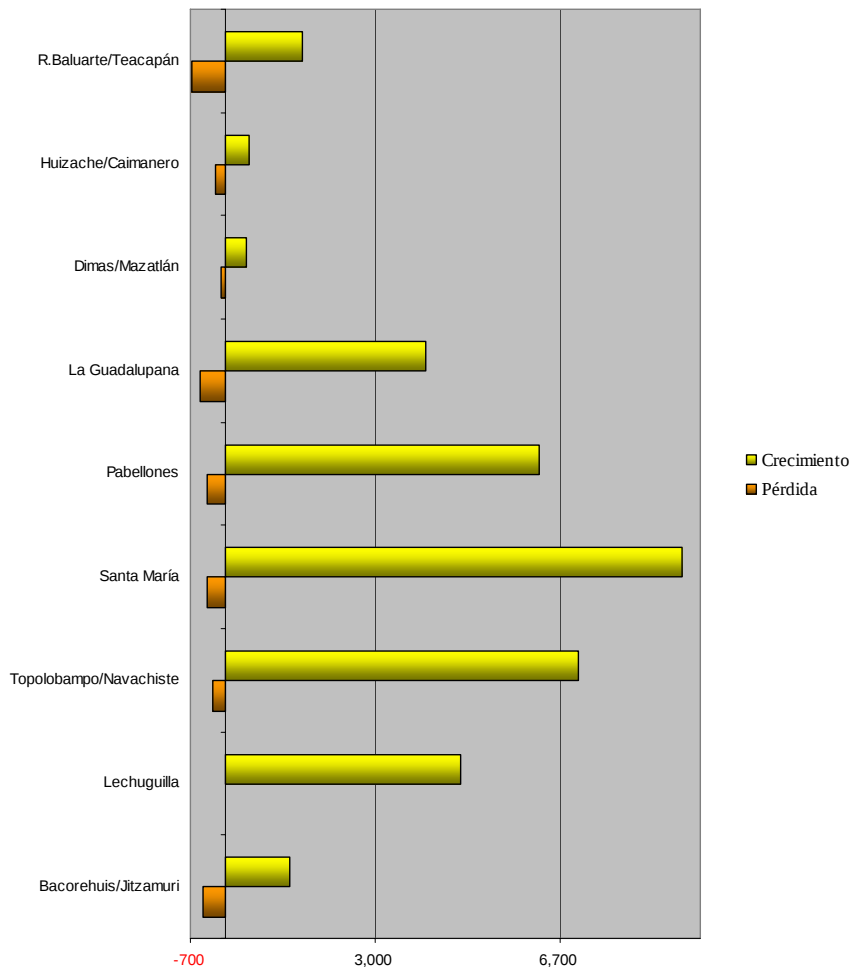


Figura 89. Crecimiento de granjas camaroneras por unidad de paisaje, durante el periodo de 1992 a 2003.

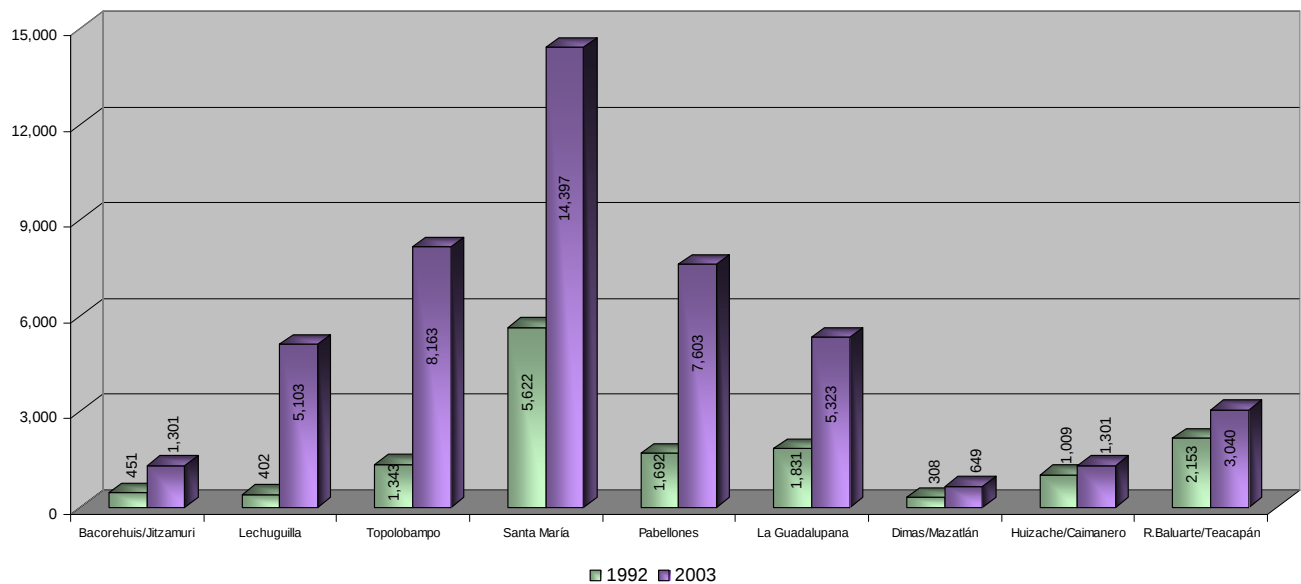


Figura 90. Comparación del crecimiento de granjas camaroneras por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa, entre 1992 – 2003.

Conclusiones

Los resultados del análisis de cambio de uso del suelo que se llevó a cabo en la costa del estado de Sinaloa, nos permitió determinar que durante el período de 11 años que comprendió este trabajo hubo cambios significativos a lo largo de la zona costera del estado. Estos cambios son más evidentes cuando se ven los resultados que se obtuvieron en la llanura costera inundable, en la vegetación de manglar y por otro lado, el crecimiento de granjas para la producción de camarón que se ha dado en la zona costera y que ha sido el principal factor de pérdida/cambio en los elementos del paisaje.

Para analizar el cambio de uso del suelo, se utilizaron imágenes de satélite Landsat TM y el agrupamiento de los elementos del paisaje de la zona costera, en cuatro clases principales para facilitar su análisis. Este agrupamiento de clases, estuvo basado en el sistema de clasificación de humedales de Cowardin *et al* (1979) y que es el mismo sistema que se utilizó por DUMAC para clasificar en 1992 la zona costera del estado y que fue la información que sirvió como base para comparar los cambios ocurridos en este período de 11 años.

Considerando la complejidad de los diferentes elementos del paisaje distribuidos en la zona costera, la decisión de agrupar estos elementos en cuatro categorías principales, permitió identificar y medir de una manera más fácil los cambios que el área sujeta a análisis ha tenido a través el tiempo.

Para el final del período de análisis de cambio de uso del suelo, la zona costera del estado de Sinaloa ocupaba una extensión de 512,140 ha, las cuales estaban constituidas por 166,051 ha de agua abierta, 214,294 ha de llanura costera inundable, 84,913 ha de vegetación de manglar y 46,882 ha desarrolladas por granjas camaroneras.

Dentro del análisis de cambio de uso del suelo destaca la pérdida real del 25% (63,849 ha) de la extensión total de la llanura costera del estado durante el período de 1992 al 2003. De ésta, 49% de las pérdidas son atribuidas al crecimiento de granjas camaroneras que se ha dado en los últimos años en la zona costera, 19% debido a la expansión de la frontera agrícola dentro del sistema y finalmente un 19% que aunque está contabilizado como una pérdida de llanura costera, más bien se refiere a cambios en la composición del paisaje por el crecimiento de vegetación de manglar (Ver figura 91).

Por otro lado el análisis nos permitió determinar que en la zona costera del estado hubo una pérdida real de una extensión total de 11,413 ha de vegetación de manglar. Esta pérdida se debió principalmente a los efectos directos e indirectos del crecimiento de las granjas camaroneras y la expansión de la frontera agrícola (Ver Figura 91). Cabe destacar que los resultados además nos mostraron que en algunas áreas de la zona costera, hubo un crecimiento real de vegetación de manglar de 20,961 ha que equivale a una tasa promedio anual de crecimiento real de 2.24%. Por otro lado si consideramos los resultados que se observaron en la zona costera de pérdidas y crecimiento de manglar, la tasa promedio anual de crecimiento neto resultante para la zona costera del estado de Sinaloa fue de 1.02%, dentro del período de 1992 a 2003.

Con respecto a la construcción de granjas camaroneras, una extensión total de 46,882 ha de granjas fueron cuantificadas para el 2003. Considerando el análisis de cambio de uso del suelo, los resultados nos indican que dentro del período de 1992 a 2003, la zona costera del estado de Sinaloa presentó un crecimiento real de 34,970 ha de granjas camaroneras (Ver Figura 91). De las

granjas desarrolladas 89% fueron construidas en la llanura costera inundable y por otro lado, este desarrollo ocasionó una pérdida directa e indirecta de una extensión total de 10,393 ha de vegetación de manglar. Considerando tanto la expansión de granjas camaroneras a lo largo de la zona costera del estado, así como las pérdidas que se dieron producto del abandono de algunas de éstas, obtenemos una tasa de crecimiento neto del 216% de granjas ca,aroneras durante el período.

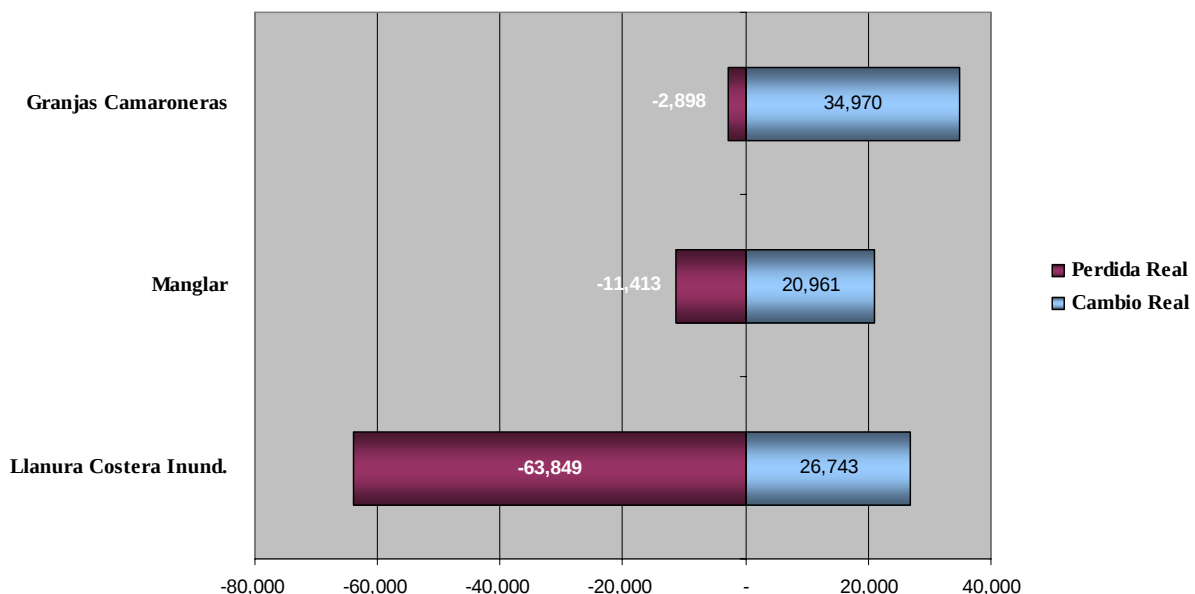


Figura 91. Cambio de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, durante el período de 1992 a 2003.

Los municipios que presentaron los cambios en el uso del suelo más importantes en la llanura costera inundable, fueron Ahome, Navolato y Guasave con 14,024 ha, 13,074 ha y 11,478 ha respectivamente. Estos datos significan una tasa real de pérdida/cambio de 22%, 27% y 26% respectivamente, de la extensión de la llanura costera de cada uno de los municipios mencionados. Estos cambios se debieron principalmente a la construcción de granjas camaroneras, la expansión de la frontera agrícola y por los cambios que se dieron en algunas zonas de la llanura costera por el crecimiento de la vegetación de manglar. Por otro lado considerando los cambios que se dieron en el período por pérdidas y cambios, nos indica que los municipios que presentaron una mayor pérdida neta, fueron Guasave, Navolato y Ahome con 8,358 ha, 7,564 ha y 6,819 ha respectivamente (Ver Figura 92).

Por otro lado, los municipios que presentaron mayor pérdida real de vegetación de manglar fueron Ahome con una pérdida total de 2,491 ha, Navolato con 2,312 ha, Escuinapa 2,197 ha, Culiacán con 1,358 ha y Guasave con 1,271 ha. Asimismo los resultados del análisis nos permitió determinar que los municipios en donde se presentó un mayor crecimiento real de vegetación de manglar, fueron los municipios de Ahome con 3,976 ha, seguido de Escuinapa con 3,738 ha y Guasave con 3,353 ha, que equivalen a una tasa de crecimiento promedio anual de 2.26%, 2.35% y 1.65% respectivamente.

Los municipios que presentaron las mayores tasas real de crecimiento promedio anual de vegetación de manglar fueron Elota (6.28%), El Rosario (6.03%) y Mazatlán (3.92%). Estos datos de crecimiento de manglar solo hacen referencia a las hectáreas de vegetación de manglar que crecieron de manera natural a lo largo de los municipios costeros, sin hacer mayor referencia

de información al respecto de aspectos de su estructura. Este punto en particular es muy importante, ya que no se debe de interpretar la información en el sentido de que hay una pérdida importante de manglar y por el otro lado un crecimiento que pudiera compensar esta pérdida. Las pérdidas de vegetación de manglar que se están dando en la zona costera en su mayoría está afectando a manglar mejor desarrollado (altura mayor a 3 m), que aquel que apenas se está estableciendo en la zona costera y que en su mayoría es el que está representado en la información como crecimiento de manglar.

Con respecto a los cambios netos que se dieron en la vegetación de manglar, se tiene que los municipios con un mayor crecimiento neto fueron Guasave con 2,082 ha, Escuinapa con 1,541 ha, Ahome con 1,484 ha, Elota con 1,406 ha y Angostura con 1,042 ha (Ver Figura 92).

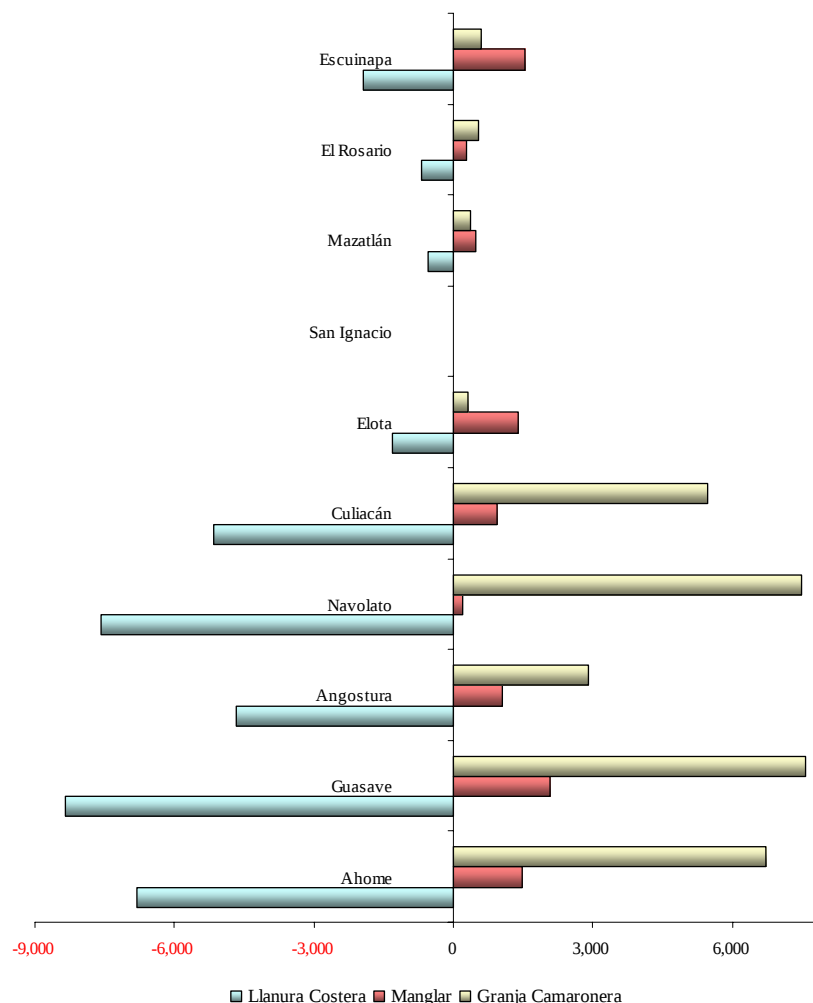


Figura 92. Cambio de uso del suelo en los municipios costeros del estado de Sinaloa 1992-2003

Como sucedió para la zona costera del estado, la principal causa de pérdida/cambio en los elementos del paisaje de los municipios costeros, está representado por la construcción de granjas camaroneras. Los municipios con mayor extensión desarrollada por esta actividad fueron Navolato con 11,446 ha desarrolladas, que implicó un incremento real de 228 % durante el período de 1992 a 2003. Este es seguido por Guasave con una extensión total de 9,197 ha desarrolladas que representa un crecimiento real de 541% en el período. Ahome terminó con una

extensión de 8,428 ha, que implicó un crecimiento real de 640 % y Culiacán con una extensión total de 6,666 ha, que representa un crecimiento real de 522 %. Por otro lado, los municipios que presentaron un mayor crecimiento neto fueron Guasave, con 7,572 ha, Navolato con 7,501 ha, Ahome con 6,705 ha y Culiacán con 5,478 ha (Ver Figura 92).

En general, de los 10 municipios que conforman la zona costera del estado, cinco de ellos presentaron la mayor cantidad de cambios, tanto de pérdida de llanura costera inundable, así como de crecimiento de granjas camaroneras, siendo en orden de importancia los municipios de Guasave, Navolato, Ahome, Culiacán y Angostura (Ver Figura 92).

Las unidades de paisaje que mostraron las mayores pérdidas reales en la llanura costera inundable, fueron la bahía de Santa María, en donde se presenta la mayor pérdida real de llanura costera con 14,674 ha, seguida por las bahías de Topolobampo y Navachiste con 13,051 ha y la bahía de Pabellones con 10,343 ha. Estas extensiones representan el 28%, 21% y 24% respectivamente de la superficie total de llanura costera inundable con que contaba cada una de estas unidades del paisaje. Al igual que para la zona costera del estado y los municipios, estos cambios se debieron principalmente a la construcción de granjas camaroneras, la expansión de la frontera agrícola y por los cambios que se dieron en algunas zonas de la llanura costera por el crecimiento de la vegetación de manglar. Por otro lado considerando los cambios que se dieron en el período por pérdidas y cambios, nos indica que los municipios que presentaron una mayor pérdida neta, fueron la bahía de Santa María con 11,001 ha, seguida por las bahías de Topolobampo y Navachiste con 8,031 ha, la bahía Pabellones con 5,033 ha y la bahía La Guadalupana con 4,803 ha (Ver Figura 93).

Las unidades del paisaje que destacan por haber presentado una mayor pérdida real de vegetación de manglar, fueron el área del Río Baluarte a Teacapán con una pérdida real de 2,310 ha, seguida por la bahía Pabellones con 2,306 ha, las bahías de Topolobampo y Navachiste con 2,283 ha y la bahía de Santa María con 2,205 ha. Por otro lado las unidades de paisaje en donde se presentaron un mayor crecimiento real de vegetación de manglar, fueron el área del Río Baluarte a Teacapán con 3,942 ha, seguida por la bahía de Santa María con 3,924 ha, las bahías de Topolobampo y Navachiste con 3,815 ha y la bahía La Guadalupana con 3,458 ha. Este crecimiento corresponde a una tasa real de crecimiento promedio anual de 2.41%, 1.68%, 1.76% y 4.17% respectivamente.

En las unidades de paisaje que presentaron un mayor crecimiento neto de vegetación de manglar, fueron bahía La Guadalupana con 2,608 ha, seguida por la bahía de Santa María con 1,720 ha, el área de Río Baluarte a Teacapán con 1,632 ha y las bahías de Topolobampo y Navachiste con 1,532 ha (Ver Figura 93).

Al igual que para la zona costera del estado y los municipios, el análisis de cambio de uso del suelo en las unidades de paisaje nos indicó que la principal causa de pérdida/cambio en los elementos del paisaje de esta zona, está representado por la construcción de granjas camaroneras. Las unidades del paisaje que presentaron mayor crecimiento real de granjas camaroneras, fueron la bahía de Santa María con 14,397 ha, que implicó un crecimiento real de 174% durante el período de 1992 a 2003. Ésta es seguida por las bahías de Topolobampo y Navachiste con una extensión desarrollada de 8,163 ha, que representa un crecimiento real de 650 % durante el período. La bahía Pabellones terminó en el 2003 con un total de 7,603 ha desarrolladas por granjas camaroneras, que representó 477 % durante el período. Por otro lado, los municipios que presentaron un mayor crecimiento neto fueron Guasave, con 7,572 ha, Navolato con 7,501 ha, Ahome con 6,705 ha y Culiacán con 5,478 ha (Ver Figura 93).

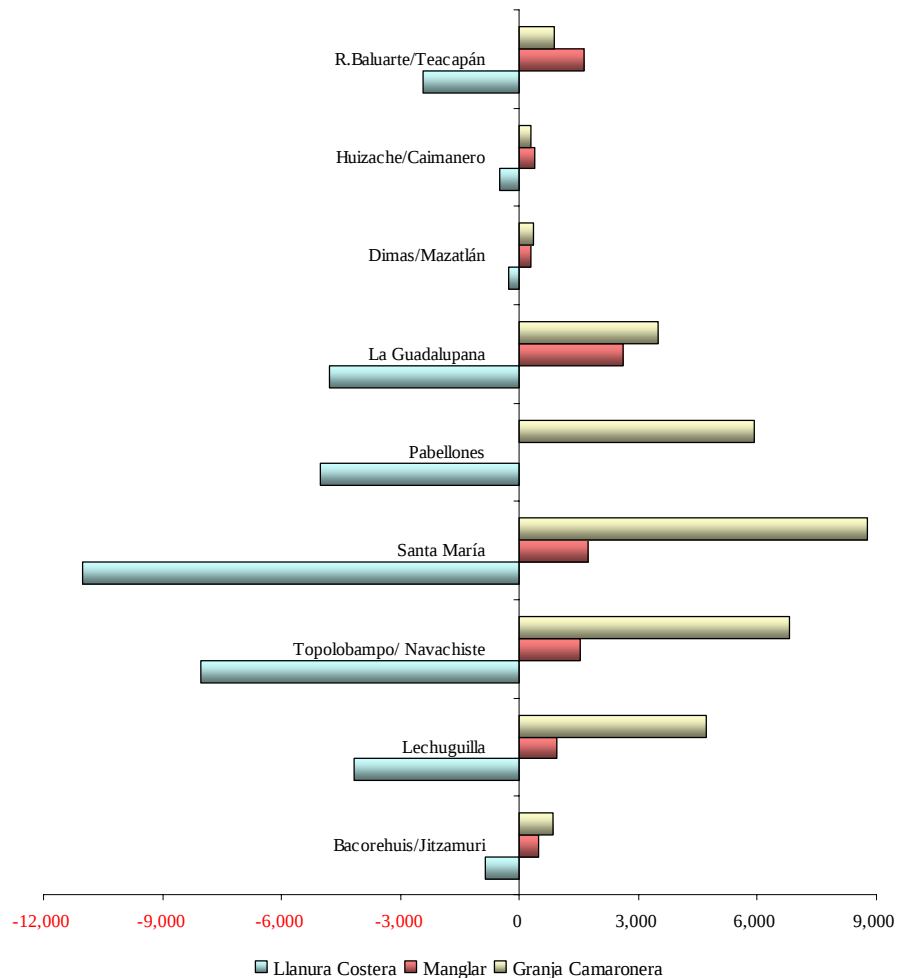


Figura 93. Cambio de uso del suelo por unidad de paisaje en el estado de Sinaloa 1992-2003

Las granjas camaroneras y los ecosistemas de manglar.

El análisis de 11 años de los cambios de uso del suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, sirvió para determinar que la principal causa de pérdida/cambio en los diferentes elementos del paisaje dentro de la zona costera, estuvo representado por la construcción de granjas (piscinas) para la producción de camarón y que son por otro lado la infraestructura más conspicua que se observa como el elemento ajeno al paisaje físico natural de la zona costera del estado.

Por otro lado fue evidente que uno de los elementos del paisaje que fue más afectado, han sido los bosques de manglar.

Por la importancia que revisten los ecosistemas de manglar y con el afán de dar una panorámica general de los daños que se le atribuyen a las granjas camaroneras en la zona costera, se presenta este apartado con la intención de motivar a las autoridades de gobierno a la adopción de criterios de manejo costero integrado, que son necesarios como el marco general que el gobierno necesita integrar en sus procesos de planeación en apoyo a la toma de decisiones. La adopción de este concepto es muy importante para poder avanzar hacia una acuacultura sustentable del camarón, dada la naturaleza multidimensional de este problema, misma que requiere de una aproximación integrada para el desarrollo económico, social y ambiental de la zona costera del país.

México es uno de los tres países que está considerado con un mayor desarrollo de granjas para la producción de camarón en América Latina, con 20,000 ha (Tobey et al, 1998). Si consideramos los resultados que se obtuvieron en este análisis, en donde para el 2003 se registraron 46,882 ha solamente para la zona costera del estado de Sinaloa, estaríamos hablando que tan solo en este estado esta actividad ha crecido 134% de lo estimado por este autor para 1998. Este dato es verdaderamente revelador del desarrollo que esta actividad ha tenido en los últimos años en México.

De la misma manera y como es mencionado por otros autores, la ubicación de las granjas camaroneras se han construido en hábitats frágiles dentro de la zona costera, lo que ha causado la pérdida de 11,413 ha de bosques de manglar dentro del período de 1992 al 2003.

NOM-022-SEMARNAT-2003

El principal instrumento con el que se cuenta en México, que establece las especificaciones necesarias que se deben de considerar para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, es la Norma Oficial Mexicana: NOM-022-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT, 2003). Esta norma fue modificada en base al acuerdo de adición de la especificación 4.43 de fecha 7 de Mayo de 2004 (SEMARNAT, 2004). En este sentido las adiciones a las que este acuerdo hace referencia, le dan cabida a acciones que pueden resultar en perjuicio de la vegetación de manglar, que se encontraban con un mayor nivel de protección como originalmente era el espíritu establecido en la NOM-022 del 2003, ya que esta adición hace referencia a la prohibición de obras y actividades desarrolladas sobre o adyacentes a la vegetación de manglar y al establecimiento de límites entre dichas actividades y esta vegetación, que se mencionan en los numerales 4.14, 4.16, 4.4 y 4.22, y que ahora podrán exceptuarse todos estos siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan las medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso del suelo correspondiente (SEMARNAT, 2003).

Por lo que se pudo observar en los resultados de este análisis, la mayoría de las construcciones de granjas camaroneras han sido colocadas inmediatamente adyacentes o incluso en algunos casos sobre los bosques de manglar. Por otro lado estas construcciones han favorecido la pérdida directa de vegetación de manglar, así como la pérdida indirecta de esta vegetación producto de las obras adicionales de bordos, canales y drenes que son necesarios para la operación de las mismas. De manera oficial se mencionan para 2002 un total de 28,181 ha de granjas camaroneras para Sinaloa (ISA, 2003), y para el año en el que concluyó este análisis se obtuvo un registro de 46,882 ha desarrolladas por la actividad. Esta información supondría un crecimiento de granjas camaroneras del 66% de un año al otro, pero lo que verdaderamente evidencia este dato es la falta de un programa de planeación para la zona costera del estado que tienda a regular y registrar todos y cada uno de los desarrollos que en ella se están llevando a cabo y por otro lado sirva como el marco de referencia para la autorización de aquellos con viabilidad y evite el sobre desarrollo de este o cualquier otra construcción que afecte la zona costera en el marco de un desarrollo sustentable. Más aún, evidencia el hecho de que no existe un cumplimiento de los numerales establecidos en la NOM-022 y las adiciones hechas a ésta.

Existen adicionalmente otros numerales dentro de la NOM-022 del 2003 que están siendo incumplidos cuando se refieren a lo que está sucediendo en la zona costera del estado de Sinaloa. Este hecho se refleja principalmente en numerales como el 4.21 el cual prohíbe la instalación de

granjas camaroneras en zonas de manglar y establece que éstas no deben exceder el equivalente al 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes. A este respecto, según los resultados obtenidos del estudio de cambio de uso del suelo a lo largo de la zona costera del estado, se identificó que tres de los diez municipios costeros, exceden el límite establecido los Municipios de Elota con el 14.81% de su superficie costera; Culiacán con el 14.45% y Navolato con el 12.76% (Ver Figura 94).

Por otro lado, para el 2003 los municipios de Guasave y El Rosario estaban muy cercanos al 10% establecido, con un total del 9.49% y 9.47% respectivamente. Cabe mencionar que desde 1992, el municipio de Elota ya rebasaba este límite al contar con 11.84% de su superficie costera desarrollada y a pesar de lo establecido en la NOM-022, continuó el crecimiento de granjas al punto que actualmente es el municipio con la mayor proporción de su superficie costera desarrollada.

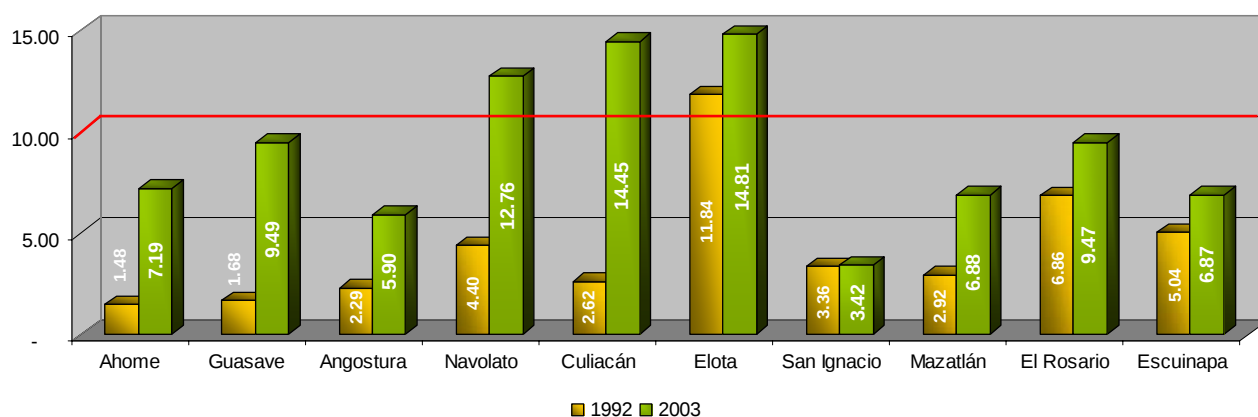


Figura 94. Porcentaje de la zona costera desarrollada por granjas camaroneras durante 1992 y 2003 por municipio.

Por lo que respecta al incumplimiento de este numeral y referido ahora a la extensión que cubren las granjas camaroneras por unidad de paisaje, las que desde el 2003 sobrepasan el límite de desarrollo establecido son bahía La Guadalupana con el 16.64%, bahía Lechuguilla con el 14.35%, bahía Santa María con el 10.74% y la zona de Dimas a Mazatlán con el 10.38%.

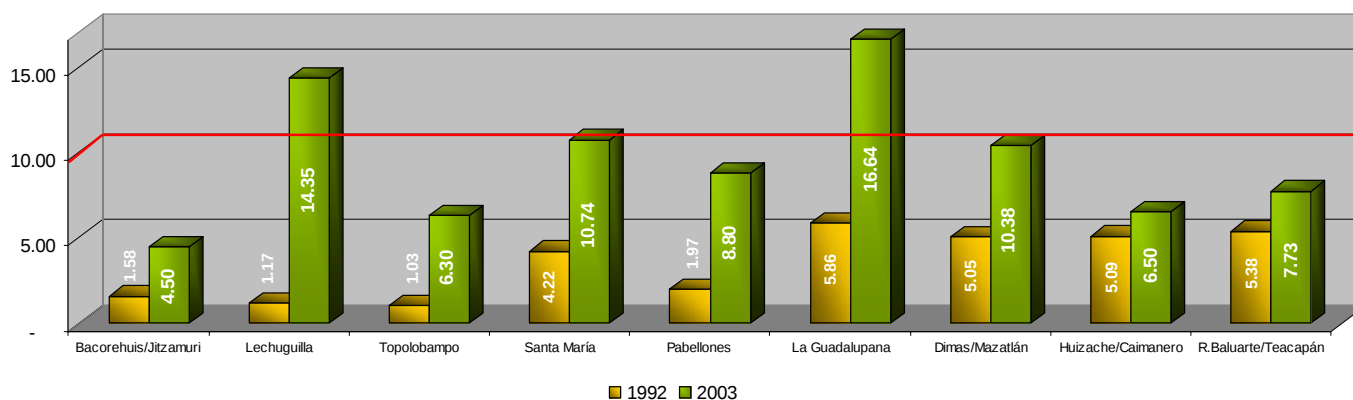


Figura 95. Porcentaje de la zona costera desarrollada por granjas camaroneras, durante 1992 y 2003 por unidad de paisaje.

Esto denota una evidente falta de regulación y vigilancia para el cumplimiento de lo establecido en la NOM-022 en el numeral 4.21, por lo que la necesidad de generar marcos legales que provean los mecanismos de gobierno necesarios para prevenir el sobre-desarrollo de una industria del camarón, no planteada ni regulada y por otro lado el cuidado que se debe de tener en otras

actividades humanas que se desarrollan en las zonas estuarinas y áreas próximas a la costa, son puntos importantes que se deberán de cuidar para garantizar la sustentabilidad económica y ambiental de la industria camaronera y de la zona costera del país.

El análisis de cambio de uso de suelo en la zona costera del estado de Sinaloa, nos ha permitido determinar que esta búsqueda de sustentabilidad, está siendo dramáticamente afectada por los cambios que se están dando en la zona costera y sus áreas adyacentes, por los efectos directos e indirectos que se han generado por la construcción de una industria mal planeada, que de seguir adelante sin ninguna regulación o planeación futura, causarán daños irreparables a la zona costera y a los bienes y servicios que ésta genera para la sociedad y las especies de fauna silvestre que dependen de ella. Esto es más evidente cuando la Dirección General de Pesca del Gobierno del Estado señala que existen en la zona costera del estado, 200,000 ha susceptibles para el desarrollo de la industria camaronera. Si se tomara en consideración esta proyección implicaría utilizar el 93% del total de la llanura costera inundable del estado y la probable destrucción de una parte importante de la vegetación de manglar.

Bibliografía

- Bodero, A. y D. Robadue. 1995. "Strategies for Managing Mangrove Ecosystems". In Robadue, D. (ed.), *Eight Tears in Ecuador: the Road to Integrated Coastal Management*. Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett, Rhode Island, USA, September 1995. pp. 41-70.
- Carrera E. y G. de la Fuente. 1994. *Inventario y Clasificación de humedales en México: Costa de Sinaloa*. Ducks Unlimited de México, A.C. Reporte Final para el PEW Cheritable Trust y Ducks Unlimited Inc. Documento Inédito.
- Carrera, E. y G. de la Fuente. 2003. *Inventario y Clasificación de Humedales en México. Parte I*. Ducks Unlimited de México, A. C. México. 239 pp.
- Clay, J. 1996. *Markets potentials for redressing the environmental impacts of wild captured and pond produced shrimp*, Manuscript, World Wildlife Fund, Washington, D.C. 188 pp.
- CNA, 1992. *Ordenamiento Ecológico en el estado de Sinaloa*. Documento Inédito.
- CNA, 1998. *Programa Estatal Hidráulico 1995-2000*. Gerencia Estatal de Sinaloa, Unidad de Programación.
- Congalton, R.G. y K. Green. 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Lewis Publishers, Florida, 137 pp.
- Coro A. M. y L. Márquez (eds). [2000]. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México*. CIPAMEX, México. 440 pp.
- Cowardin, L.M., V. Carter, F.C. Golet and E.T. La Roe. 1979. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. U.S. Department of the Interior. FWS/OBS-79/31.
- Dale, V:H:, A.W. King, L.K. Mann, R.A. Washington-Allen y R.A. McCord. 1998. *Assessing land-use impacts on natural resources*. *Environmental Management* 22, 2:203-211.
- DeWalt, B. P. Vergne y M. Hardin. 1996. "Shrimp Aquaculture development and the Environment: People, Mangroves and Fisheries in the Gulf of Fonseca". *World Development*. Vol. 24, No. 7.
- Dirección de Pesca, Gobierno del Estado, 1999. *Indices económicos. Pesca y Acuicultura*. www.sinaloa.gob.mx/invirtiendo/indices.pesca.htm.
- Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas – INE, Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial - SEMARNAT y Dirección General de Desarrollo Territorial – SEDESOL. 2005. *Términos de referencia para la elaboración del programa municipal de ordenamiento ecológico y territorial (PMOET)*. INE, SEMARNAT y SEDESOL
- Ducks Unlimited Inc. 1998. *Earth Cover Classification System Report*. 54 pp

Engilis A. Jr., L. W. Oring, E. Carrera, J. W. Nelson y A. Martinez. 1998. Shorebird Survey in Ensenada Pabellones and Bahia Santa Maria, Sinaloa, Mexico: Critical wintering habitats for Pacific Flyway Shorebirds. In: Wilson Bulletin. 110: 332-341.

Gobierno del estado de Sinaloa. 1992. Plan Estatal de Ordenamiento Ecológico de Sinaloa. Documento Inédito.

Gobierno del estado de Sinaloa. 2004. Plan Estatal de Desarrollo 1994-2004.

Icaza P. 1997. Ponencia presentada en el IV Congreso de Acuicultura de Ecuador, Organizada por la Cámara Nacional de Acuicultura y CENAIM. Octubre 22-27, 1997. Guayaquil, Ecuador.

INEGI. 1993. Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:1,000,000. México.

Instituto Sinaloense de Acuicultura. 2003. Anuario Acuícola 2003. Instituto Sinaloense de Acuicultura, Gobierno del Estado de Sinaloa. 87 pp.

Lillesand, T. And R. Kiefer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Wiley and Sons, Inc., New York. 750 pp

NACA (Network of Aquaculture Center in Asia-Pacific). 1994. Draft Report: Workshop on Environmental Assesment and Management of Aquaculture Development. Sixth Meeting of the Governing Council, GCM-& / REF 03, Beijing, China.

Phillips, M., C. Lin y M. Beveridge. 1999. "Shrimp Culture and the Environment: Lesson from the World's Most Rapidly Expanding Warmwater Aquaculture Sector", in R. Pullin, H. Rosenthal, y J. maclean (eds.), Environment and Aquaculture in Developing Countries. ICLARM, Bangkok, pp. 171-197.

Quarto A. Mangrove Action Project: About the Mangrove Action Project. www.earthisland.org/map/index.htm.

Ramsey III, E. W. , G.A. Nelson y S.K. Sapkota. 2001. Coastal Change Analysis Program Implemented in Louisiana. Journal of Coastal Research 17, 1:53-71.

Secteratía de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana 022-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. D.O.F. 10 de Abril de 2003, México.

Secteratía de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Modificación a la Norma Oficial Mexicana 022-SEMARNAT-2003 que adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar . D.O.F. 7 de Mayo de 2004, México.

Story, M. and R.G. Congalton. 1986. Accuracy Assesment: A User's Perspective. Photogrametric Engineering and Remote Sensing. Vol. 16, No. 5, pp 529-535.

Tobey, J. y J. Clay y Ph. Vergne. 1998. Impactos Económicos, Ambientales y Sociales del Cultivo del Camarón en Latinoamérica. 1998. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Road Island: Reporte de Manejo Costero No. 2202, Junio 1998. 62 pp.

Velázquez, A., J. F. Mas y J. L. Palacio. 2002. Análisis del cambio de uso del suelo, Mapas del Análisis del cambio de uso del suelo. Instituto de Geografía, UNAM.

Anexo Cartográfico

