

ESTUDIO MULTITEMPORAL DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO DEL SECTOR BAJO ALTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Multitemporal Study Soil Use and Coverage Under the Sector High in El Oro Province Using GIS

Andrea Elina Fuentes Ubilla¹, Betty Muzzio Aroca²

Recibido el 2 de junio de 2012; recibido en forma revisada 10 de septiembre 2012, aceptado 20 de noviembre 2012

Resumen

El presente estudio comprende el análisis cuantitativo del uso de la tierra y el cambio de cobertura del suelo en la zona de Bajo Alto en la provincia de El Oro en 1977, 2003 y 2010, utilizando tecnologías de sensores remotos.

La cobertura del suelo más afectada fue el manglar, gravemente deforestada por el “boom camaronero de 1977”. Manglar lideraba la tabla de distribución de la tierra en 1977 con 59% y en el 2010 tan solo representa el 18% del total de clases. Existió un accionar por parte de la comunidad en cuanto a preservación y reforestación del manglar en el período 2003 – 2010, ya que esta cobertura incrementó un 2%. Además cabe mencionar que la principal amenaza de los manglares ha sido y sigue siendo el uso del suelo en la construcción de camarónicas, esta capa lidera dentro de la distribución total del 2003 y 2010 con 76% y 77%, respectivamente.

Dentro de los cálculos se determinó que el crecimiento paulatino que Bajo Alto presenta en la capa asentamientos, se ha generado mayoritariamente por el fenómeno de El Niño y la Planta de licuefacción de Petroecuador, que genera empleos para la comuna.

Palabras claves: Manglares, asentamientos, licuefacción, sensores remotos, preservación.

Abstract

This study examines the use of GIS and Remote Sensing techniques to detect land use /cover change in Bajo Alto in the province of El Oro in 1977, 2003 and 2010.

The more significant affected coverage was mangrove, it was severely deforested, this may suggest that was caused by the "shrimp's farming boom" of 1977. Mangrove led the table of land distribution in 1977 with 59% and in 2010 only represents 18% of classes. The community has been interested in the preservation of the mangrove in the period 2003 – 2010, the evidence is presented with the increase of 2% of mangrove coverage. Also is worth to mention that the main threat to mangroves has been and still remains, the construction of shrimp pools, this layer leads in the total distribution of 2003 and 2010 with 76% and 77% respectively.

Basic statistics were used to determine the growth percent of the layer settlements, these results were related to the Gas (GLP) plant of Petro Ecuador which have been generating job opportunities to the community and moreover.

Key words: Mangroves, settlements, liquefaction, remote sensing, preservation.

¹ Egresado de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Especialista en Estudios de Impactos Ambientales, Químico y Farmacéutico, Directora Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

1. Introducción

Dentro del análisis de múltiples estudios se ha demostrado que sólo quedan pocos paisajes en la Tierra que aún se encuentran en estado natural, ya debido a las actividades antropogénicas, la superficie de la Tierra está siendo alterada de manera significativa.

El uso y cobertura del suelo de una región es el resultado de la presencia de los recursos naturales, socio – económicos y su utilización por el hombre en el tiempo y el espacio. El suelo se está convirtiendo en un recurso escaso debido a la enorme presión demográfica y agrícola. Por lo tanto, la información sobre el uso y cobertura del suelo es esencial para la selección, planificación y ejecución de planes de uso de la tierra para satisfacer la creciente demanda de las necesidades humanas básicas y el bienestar.

Teledetección o percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG) están proporcionando nuevas herramientas para la gestión del ambiente. La recolección de datos de sensores remotos facilita el análisis sinóptico de la Tierra, patrones y cambios a escala local, regional y mundial a través del tiempo. Estos datos también proporcionan un importante vínculo entre investigaciones ecológicas, la conservación y gestión de la diversidad biológica (1).

El sector de Bajo Alto en la actualidad presenta características propias de ecosistema intervenido en donde la riqueza en biodiversidad de la zona, ha sido afectada por la constante intervención humana sobre los paisajes naturales. La falta de estrategias y decisiones acertadas por parte de autoridades se ha visto reflejado mayoritariamente en el uso que se le ha dado al suelo.

El cultivo de camarón en piscinas, la pesca, la construcción y expansión de la Planta de licuefacción del Bloque 3 “Campo Amistad”, la construcción de viviendas, negocios son actividades que ejercen presión sobre la cobertura terrestre de Bajo Alto. Actualmente, desde la plataforma del Campo Amistad se producen 35 millones de pies cúbicos de gas natural por día, los cuales sirven para generar

electricidad en una planta termoeléctrica estatal en Bajo Alto. (2) La planta prevé distribuir gas para todo el sector, mejorando la infraestructura y servicios.

El cultivo de camarón en piscinas se ha desarrollado a través de los años generando ingresos económicos a Bajo Alto, pero en la otra cara de la moneda esta actividad ha ido deforestando el bosque de manglar, el cual aloja un sin número de especies propias como los bivalvos, crustáceos y otros que requieren del manglar para su reproducción y subsistencia. Esta y otras actividades han dado lugar al aumento en el consumo de la tierra, además de las alteraciones en el estado de la cubierta vegetal del suelo en el tiempo. Esto se suma a la falta de investigaciones sobre Bajo Alto con lo que respecta a sensores remotos y SIG. Investigaciones que se vuelven indispensables para evaluar cambios en el tiempo y también en la prevención de las posibles variaciones en la cubierta terrestre que pueden ocurrir.

Estudios como éste son una herramienta básica para los gestores en la planificación, al revisar esta información tendrán una fuente útil en la toma de decisiones, para mitigar los problemas ambientales, sociales y económicos asociados con el crecimiento y expansión. El presente estudio analiza el estado de la cobertura y uso del suelo de Bajo Alto en 1977, 2003 y 2010, detectando áreas que están expuestas a mayor presión y analizando en ellas la evolución de fenómenos a través del tiempo.

Justificación

De hecho, en Bajo Alto se han tratado de documentar aspectos como geología marina (4), Propuestas de equipamiento turístico (5) en el pasado. En los últimos tiempos, la dinámica de la cobertura de suelo y el uso que a éste se le ha dado, ha conllevado a efectos como en particular la deforestación del manglar. Cobertura que requiere de un sistema más poderoso y sofisticado como el SIG y los datos de percepción remota para su determinación. Estos sistemas además proporcionan una visión holística de todas las coberturas analizadas, a partir de ellos es factible

realizar estudios multitemporales que generan información fiable sobre Bajo Alto a través del tiempo.

Tomando en cuenta que el proceso de análisis en los SIG es de bajo costo y ahorro de tiempo/trabajo. Esta información generada se puede convertir en una valiosa herramienta para la planificación y toma de decisiones por parte de las autoridades, en lo que respecta a Bajo Alto.

Hipótesis

Mediante el uso de tecnologías como sistemas de información geográfica y sensores remotos se determinarán cambios en el uso y cobertura del suelo de Bajo Alto en 1977, 2003 y 2010.

Objetivos

Objetivo General

1. Determinar cambios en el uso y cobertura del suelo del sector Bajo Alto en la provincia de El Oro en 1977, 2003 y 2010, utilizando sistemas de información geográfica y tecnologías de sensores remotos como imágenes de satélite Landsat 7, WorldView 1 y fotografías aéreas.

Objetivos específicos

1. Determinar la naturaleza, la ubicación y magnitud del cambio de uso del suelo en el sector.
2. Generar un esquema de clasificación para determinar el uso y cobertura del suelo del sector.
3. Generar un mapa temático de los resultados obtenidos.
4. Emitir recomendaciones para el manejo apropiado de las áreas en donde se han encontrado mayor variabilidad y deterioro ambiental.

2. Materiales y Métodos

Área de Estudio

El área de estudio fue escogida tomando en cuenta la disponibilidad de imágenes e incluye principalmente la comuna Bajo Alto, perteneciente a la parroquia rural Tendales del cantón El Guabo en la provincia de El Oro. El cantón se ubica aproximadamente a 18 km de la ciudad capital Machala. Bajo Alto Está ubicado a 14 millas de la isla Puná, al sur-sureste del Golfo de Guayaquil, en el borde continental del Canal de Jambelí. Se encuentra en las coordenadas UTM 622236, 9656307 (5).

Adquisición de la información

Para el estudio, se adquirieron las imágenes del satélite WorldView 1 en el 2010, en el 2003 se utilizó una composición de Landsat 7 y fotografía aérea (se utilizó un recorte de Landsat 7 para completar el área que faltaba de la zona), en 1977 se utilizó solo una fotografía aérea (proporcionadas por el IGM) (47). Se adquirió un conjunto de shapefiles (48) correspondientes a la zona como; población, curvas de nivel, límites cantonales y provinciales proporcionados por IGM datos del 2010 a escala 1:25.000.

A continuación, en la tabla 5 se presenta las características de la información:

Tabla 5. Detalle de la Información

DETALLE/ AÑO	1977	2003		2010
Tipo de la imagen	Fotografía aérea	Landsat 7	Fotografía aérea	WorldView 1
	N/A	ETM+	N/A	Pancromática
Resolución espacial	N/A	30 metros	N/A	50 cm
Bandas	N/A	B/N *	N/A	Blanco y Negro
Fecha de la imagen	20 Junio de 1977	16 Febrero del 2003	6 febrero de 1977	11 Junio del 2010

ETM+ Enhanced Thematic Mapper plus

* Se utilizó solo blanco y negro para la composición con la fotografía aérea

Pre - Campo

En agosto del 2010 se realizó la primera visita de campo a Bajo Alto en donde se realizó el reconocimiento del área. Se tomaron límites, información base y medularmente se realizó la encuesta de tesis (ANEXO 4), que consistió en un conjunto de preguntas (del ámbito social,

ambiental y económico) enfocadas al uso del suelo que se ha desarrollado en Bajo Alto. Se incluyeron preguntas sobre zonas que el encuestado ha notado que han cambiado, entre otras. Hay que resaltar que esta encuesta fue realizada a personas de cuarenta años en adelante (ANEXO 5).

Integración de la información a las plataformas

Para integrar la información a las plataformas primero fue necesario crear un shapefile de tipo polígono el cual encerró Bajo Alto, se lo denominó como **ÁREA DE ESTUDIO**.

Con ayuda de este shapefile se recortó cada una de las imágenes utilizando el SOFTWARE ERDAS IMAGINE 9.2, se obtuvo 3 SUBESCENAS denominadas AOI, correspondientes a la fotografía aérea de 1977, y las imágenes satelitales 2003 y 2010. De esta manera se obtuvo AOI_77, AOI_03, AOI_10. Todos los archivos fueron guardados en una sola carpeta en el disco C.

La rectificación como proceso en sí, fue desarrollada en primera instancia con la selección de puntos de control (por sus siglas en inglés GCPs), estos ya habían sido brevemente reconocidos en la primera salida de campo. Fueron escogidos dentro de estructuras propias de camaroneras, vías, rasgos que no han variado significativamente en el tiempo.

La georeferenciación estuvo basada en coordenadas obtenidas en GOOGLE EARTH 6 sobre Bajo Alto, fue desarrollada sobre la plataforma ArcGIS 9.2. El error RMS (root mean square error) fue de 0.32 para 1977, de 0.35 y 0.25 para 2003 y 0.29 para 2010. Toda la información fue llevada a la proyección Universal Transversal Mercator en la zona 17 Sur.

Software utilizado

- Erdas Imagine 9.3: Recorte de imágenes.
- ArcGIS 9.2: Clasificación, procesamiento de datos, creación y presentación de cartografía e imágenes.
- Microsoft Word y Power Point: se utilizó básicamente para la presentación de la investigación.

- Microsoft Excel: elaboración de gráficos y cálculos (regla de tres, suma, etc.).

Mejoramiento de la información

Antes de la clasificación inicial se consultaron técnicas que fueran útiles tanto para fotografías aéreas como para imágenes satelitales, técnicas que ayuden a realzar rasgos que no son muy claros en la imagen o fotografía original.

Se aplicó a una copia del AOI_77 un HISTOGRAMA ECUALIZADO, se comparó con la foto original, y se identificaron rasgos como esteros, cursos hídricos en general. Principalmente para encontrar el beneficio de este proceso en la detección del uso y cobertura del suelo en la fotografía aérea de 1977. La figura 5 muestra la aplicación del histograma ecualizado sobre la fotografía aérea de 1977, en la parte derecha se aprecia con poca claridad el curso hídrico, así como también no se da la posibilidad de reconocer el manglar en las cercanías de estos cursos.

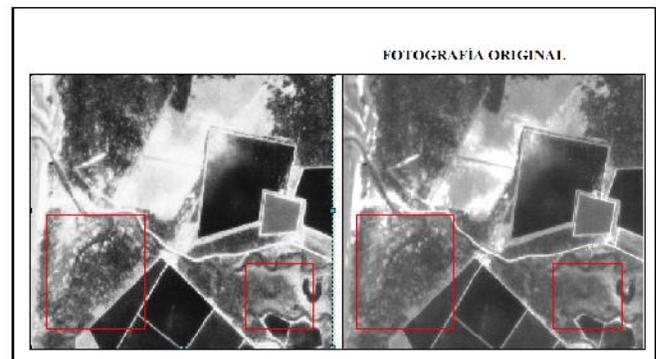


Figura 5. Aplicación de Histograma Ecualizado En Aoi_77

Clasificación inicial del uso y cobertura del suelo

En esta etapa se resalta que se realizó una clasificación inicial directa sobre la imagen, considerando que se conocía el área con anterioridad. Identificando coberturas como vegetación y arenal que presentaba patrones de referencia, para lo cual fueron útiles una serie de criterios de clasificación como tonos y texturas. Esa misma identificación del patrón previamente definido, se lo realizó sobre las restantes reproducciones gráficas, identificando uso del suelo para camaroneras y asentamientos. Con la ayuda de histogramas y clasificación automática.

En AOI 2003, se aplicó una clasificación por píxeles con 6 categorías como guía para la confirmación de patrones propios como arenal o áreas salinas que aparecen en tonos claros, áreas que han sido clasificadas en tonos oscuros pueden representar presencia de agua, como esteros en donde a su vez es probable encontrar vegetación de manglar a sus alrededores. En la figura 6, sobre la fotografía original se distingue a breves rasgos una zona de arenal y casi ningún aparente rasgo de un cuerpo hídrico, sin embargo en la zona clasificada es muy probable distinguir estas dos áreas, nótese con un recuadro rojo, tipo de estero con tono gris oscuro y en la fotografía original aparentemente solo vegetación.

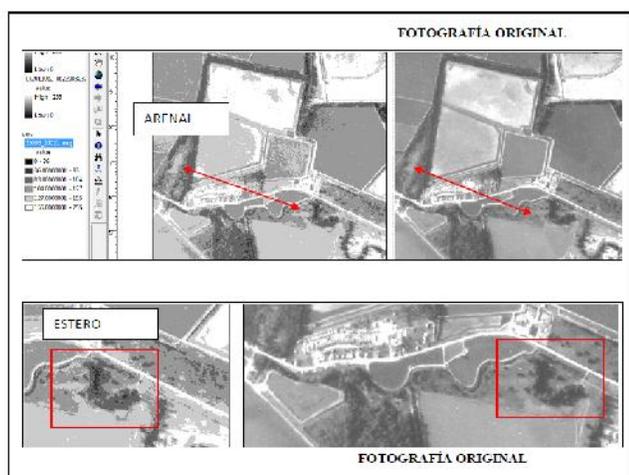


Figura 6. Clasificación por Píxeles AOI 2003

Clasificación

Se realizó una clasificación directa sobre la imagen, identificando cada cubierta con un patrón de referencia, para lo cual fueron útiles una serie de criterios de clasificación como tono, textura, forma, disposición, etc. Esa misma identificación del patrón previamente definido se aplicó a todas las imágenes. Se asignó a cada categoría, determinados uso del suelo en función de la semejanza de éstas con el patrón tipo identificado previamente, asignación que fue necesario verificar sobre el terreno e información revisada.

Esquema de clasificación

El esquema de la clasificación fue definido utilizando fuentes de información (ANEXO 6),

basado en el conocimiento a priori de la zona de estudio y encuestas (15) (ANEXO 5). Se seleccionaron las categorías que se pudieran encontrar en la zona de estudio desde 1977 hasta la actualidad. Posteriormente se revisaron mapas del Ecuador

2010 como vegetación protegida, patrimonio forestal. Para tener un antecedente de la zona en cuanto a vegetación, divisiones cantonales y parroquiales. Luego de revisar bibliografía de Anderson (40) se concluyó con la tabla 6, la cual muestra las clases utilizadas son su respectivo significado para este estudio.

Tabla 6. Clasificación

No. DE CLASE	CLASE	DESCRIPCIÓN
1	LÍNEA COSTERA	Línea intermedia entre la tierra firme y espacio marítimo, medida en la más alta marea en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la tierra.
2	BOSQUE SECO	Comprende formaciones de árboles, en asociación con otras especies acompañantes, producto de un proceso biológico natural, en este estudio comprende el bosque seco deceduo de tierras bajas
3	MANGLAR	Se trata de árboles y arbustos con raíces adaptadas para crecer sobre pantanos tropicales de agua salobre
4	ARENAL	Extensión grande de terreno arenoso
5	ASENTAMIENTOS	Zonas de vivienda, comerciales e industriales
6	CAMARONERAS	Formación de piscinas dedicadas a la actividad de la acuicultura (camarón).

Métodos de Análisis de Datos

Dos principales métodos de análisis de los datos se adoptaron en este estudio. (a) Mediciones de la Franja costera (b) Cálculo de la superficie (en Ha) de los tipos de tierra resultantes del Análisis de la cobertura y uso del suelo, para cada año de estudio y posteriormente comparación de los resultados. Para el método (a) se comparó la posición más actualizada de la línea de costa del 2010 con la posición de la línea de costa correspondiente a los años 1977 y 2003.

Se tomaron puntos de medición de la LÍNEA COSTERA con dirección Norte y Sur del área de estudio para los años 2003 y 2010, siendo el año

1977 el punto de partida. Se utilizaron herramientas de medición del ARCGIS 9.2 para obtener los datos que fueron posteriormente ingresados a EXCEL para la obtención de cuadros comparativos.

Los productos finales del método(a):

Se ingresaron los datos a Excel y se obtuvo una tabla indicando los valores en kilómetros de la distancia entre las líneas costeras de cada año y el detalle de retroceso o avance de las mismas. Para lograr una comparación holística de las estadísticas de uso y cobertura del suelo para los períodos estudiados.

3. Resultados y Discusión

Análisis de Datos

Introducción

El objetivo de este estudio es la base de todo el análisis realizado en este capítulo. Los resultados se presentan en forma de mapas, gráficos y cuadros estadísticos.

Distribución del uso y cobertura de la Tierra

La distribución de la tierra en Bajo Alto por cada año de estudio como se desprende de los mapas generados se presenta en la siguiente tabla 7, los resultados de las mediciones obtenidas en la línea costera no se incluyen en esta tabla por tener una distinta metodología (4.8).

Tabla 7. Distribución del Uso y Cobertura de la Tierra en el Área de Estudio

No. Clase	USO Y COBERTURA DEL SUELO CATEGORÍAS	1977		2003		2010	
		ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)	ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)	ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)
		2	BOSQUE SECO	0.00	0.00	0.00	0.00
3	MANGLAR	306.50	58.93	84.05	16.16	92.00	17.69
4	ARENAL	18.59	3.58	24.90	4.79	12.00	2.31
5	ASENTAMIENTOS	0.91	0.18	15.16	2.91	16.00	3.08
6	CAMARONERAS	194.11	37.32	396.00	76.14	398.00	76.52
TOTAL		520.11	100	520.11	100	520.11	100

Variabilidad en la línea costera

Las variaciones en la LÍNEA COSTERA son causadas principalmente por la presencia del

fenómeno de El Niño registrado como moderado en los años 1976-1977, para el periodo de 1997-1998 fue destructivo, causando migración de la comunidad de Bajo Alto hacia el Nuevo Bajo Alto en 1997.

En la figura 20 se aprecia en tonos rojos y celestes las zonas inundadas a través de los años, Bajo Alto ha tolerado severas inundaciones por la influencia muy marcada de El Niño.

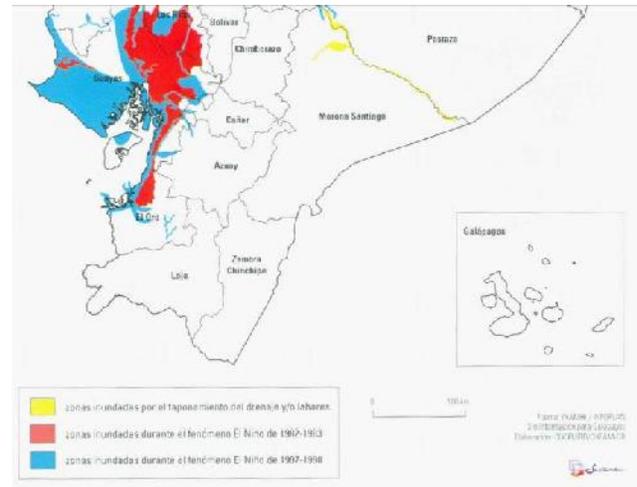


Figura 20. Zonas Inundadas Por El Fenómeno Del Niño.

Gran parte de la planicie costera de la provincia de El Oro ha estado influenciada por el Río Jubones, debido a la cantidad de sedimentos que ha aportado y como los ha distribuido a lo largo de su historia de cambio de cauces. En cada sitio que ha desembocado el Río Jubones ha formado grandes deltas de morfología lobular, los mismos que han tenido una influencia directa sobre el área de estudio por ser uno de los principales aportantes de sedimentos y por haber desembocado a principios del siglo veinte en Bajo Alto (4).

En el presente estudio se evidencia que durante los años ha cambiado la dinámica litoral y la línea de costa gracias a los continuos aportes sedimentarios del Río Jubones, además del cambio continuo en la desembocadura del mismo, las estructuras presentes como piscinas camaroneras han detenido el avance del mismo funcionando como muros de contención improvisados.

Detalle de los resultados obtenidos en las mediciones de línea costera se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Variabilidad En La Línea Costera

PERÍODO	SECTOR	1977 - 2003	2003 - 2010	1977- 2010
DISTANCIA EN KM	NORTE	0.25 AVANCE	0.14 AVANCE	0.11 AVANCE
	SUR	0.024 RETROCESO	0.10 AVANCE	0.37 AVANCE

En el período 1977- 2003, los valores obtenidos en las mediciones de la LÍNEA COSTERA muestran mayor avance hacia el sector Norte del área de estudio con 0.25 km. En el período 2003 -2010, la línea costera siguió avanzando al norte con 0.14 km y 0.10 al sur. Sin embargo en el período 1977- 2010, la línea costera avanzó 0.37 km. hacia el sur, es decir en los últimos 33 años la franja sur es la que mayores cambios ha tenido.

La línea sur está sufriendo procesos erosivos que en muchos casos ha obligado a abandonar estructuras como camaroneras que debido a la destrucción que causa el poder del mar en ellas, ya no ha sido posible su uso y hoy en día se han convertido en muros de contención. La erosión de la línea costera también ha generado que la población cierre y reinstale sus negocios, sobre todo los que están cerca del borde costero, debido a los frecuentes avances del mar y el peligro que conlleva a la comuna Bajo Alto. La fotografía 14 muestra el muro de contención de rocas en las orillas de la playa en Bajo Alto.



Fotografía 14. Muro de Contención

En la figura 21 se ilustra un ejemplo del proceso de erosión costera sobre una piscina camaronera, la fuerza del mar ha venido destruyendo el muro de esta camaronera que en la actualidad es Arenal. La fotografía 15 ilustra la línea o borde costero considerado en este estudio.

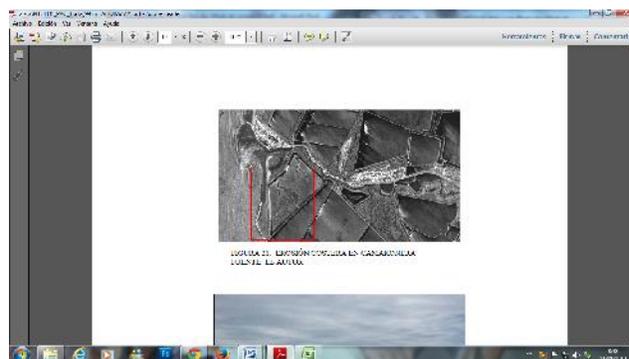


Figura 21. Erosión Costera en Camaronera



Fotografía 15. Línea Costera en Bajo Alto

La figura 22 presenta el detalle de la línea costera delimitada para 1977, 2003 y 2010

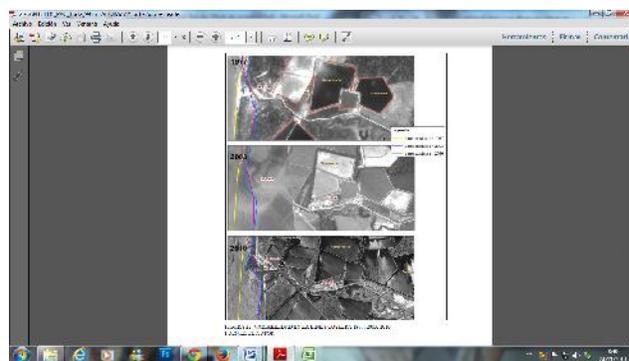


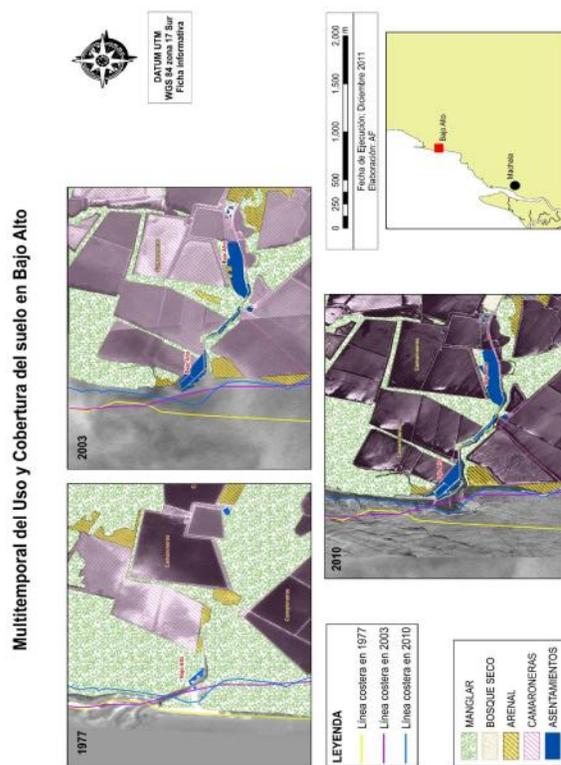
Figura 22. Variabilidad en la Línea Costera 1977, 2003, 2010

Impactos ambientales significativos en la cobertura del suelo

En este estudio multitemporal, se analizaron seis categorías a través de los años, mediante los valores obtenidos en la tabla *Distribución del uso y cobertura de la tierra en el área de estudio* y el análisis de cada una de las clases, se identificó que mayoritariamente el uso de suelo destinado a CAMARONERAS, es la capa que contiene valores más altos que reflejan el cambio. Lo cual significa que en Bajo Alto dentro del uso del suelo (antrópico), CAMARONERAS es la capa que posiblemente con mayoría ha afectado al resto. MANGLAR, ARENAL, BOSQUE SECO, son coberturas que en este estudio han sido afectadas por esta actividad antrópica, que además produce impactos ambientales.

Mapa del Análisis Multitemporal del Uso y Cobertura del suelo en Bajo Alto

En base a la información rectificada con la visita de campo, también con la información sobre las distintas clases en 1977, 2003 y 2010. A continuación se presenta a escala 1:20.000, un mapa titulado : *Multitemporal del Uso y Cobertura del suelo en Bajo Alto*, el cual presenta toda la información creada y explicada en este estudio, a manera cartográfica y sintetizada, catalogada como *ficha informativa*.



4. Conclusiones

1. Este estudio multitemporal (1977, 2003, 2010) ha determinado el uso y cobertura del suelo en Bajo Alto para los años fijados.
2. Los sensores remotos y sistemas de información geográfica son una herramienta vital para la observación continua y la cuantificación de los fenómenos que han ocurrido en Bajo Alto a través de diversas escalas, espaciales y temporales, lo que no es posible obtener mediante técnicas de cartografía convencional.
3. Los cambios producidos durante el período 1977 – 2010, son notorios como reacción ante las diferentes políticas de desarrollo ejecutadas en la provincia de El Oro, y son de incidencia directamente en Bajo Alto con lo que respecta al sector camaronero, que lidera los porcentajes en

la distribución total de áreas con 76% y 77% en el 2003 y 2010 respectivamente.

4. El Análisis Multitemporal de la línea costera revela condiciones particulares que pueden estar relacionadas con el fenómeno El Niño, el cual ha aportado en procesos de sedimentación y erosión, cambios en la desembocadura de cursos hídricos entre otros. En las mediciones obtenidas en el período 1977 –2003 mayoritariamente la línea costera sur avanzó con 0.024 km. Se considera que los procesos relacionados con la dinámica del Río Jubones y las actividades antrópicas (camaroneras) también han influido en esta variabilidad.
5. La dinámica de la cobertura arenal en muchos casos es producida por la deforestación del manglar, por el abandono o construcción de camaroneras, en otros casos estas áreas son reducidas por el crecimiento de vegetación.
6. La cobertura Bosque seco no figuraba en 1977 y la aparición del mismo se muestra en el período 2003 – 2010. La comunidad introdujo especies que posiblemente no existían en la zona.
7. La capa Asentamientos registró 0.18% en 1977, 3% en el 2010, este incremento de población es relacionado a dos fenómenos. El Fenómeno de El Niño de 1997, el cual obligó a las personas que habitaban en orillas y comunas cercanas a emigrar hacia el Nuevo Bajo Alto, y a la construcción-expansión de la Planta de Licuefacción de Petroecuador que ha generado empleos. Además el hecho de que los pobladores desarrollen todo tipo de negocios para atender las necesidades de esta planta, el turismo que es un campo nuevo y actualmente explorándose en la comuna Bajo Alto son factores que nos llevan a concluir que estos porcentajes incrementarían en siguientes décadas.
8. Las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general, tienen en la

teledetección y los sistemas de información geográfica aplicados a la gestión ambiental y desarrollo social, una excelente herramienta para una planificación de un desarrollo sustentable.

5. Recomendaciones

1. Impulsar el manejo de Sistemas de Información Geográfica para detectar cambios en uso y cobertura de suelo, en zonas de evidente afectación en el país.
2. Realizar monitoreos basados en sistemas de información geográfica sobre las áreas aquí analizadas que evidencian grandes cambios (camaroneras y manglares).
3. Realizar levantamientos periódicos de información en el campo (GPS) sobre datos geológicos que indiquen cambios en la morfología de la costa, como línea costera.
4. Realizar levantamientos de información costera relacionada a fenómenos climáticos propios del país.
5. Establecer políticas ambientales correctivas y de ordenamiento territorial, a corto y largo plazo, en las que la que se beneficie a la comunidad de Bajo Alto.

Referencias

- [1] Wilkie, D.S., and Finn, J.T. (1996). Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring. Columbia University Press, New York. p.295.
- [2] Directiva comunal de Bajo Alto. (2005). Comuna Bajo Alto: En sus 41 años de aniversario. Folleto Informativo
- [3] Martillo. (2002). Geología marina en el área de Bajo Alto Provincia de El Oro, y su aplicación al Manejo Costero. Tesis de grado
- [4] Bastidas, Romero, Solórzano. (2003). Propuesta de Equipamiento turístico en la comuna de Bajo Alto. Tesis de grado
- [5] Calidad Ambiental. (2008). Estudio de Impacto ambiental EXPOST de la estación base celular "Bajo Alto"
- [6] Calle, M. (2003). Plan de Manejo Integrado y Participativo del manglar de Bajo Alto y La

- Puntilla. Tesis de Ingeniería no publicada, EDC-UAE.
- [7] INOCAR. (2005). Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador. Publicación - 4ta Edición.
- [8] Información según registros entre 1978 y 1999. Calle, M. (2003). Plan de Manejo Integrado y Participativo del manglar de Bajo Alto y La Puntilla. Tesis de Ingeniería no publicada, EDC-UAE.
- [9] Sierra, R., Cerón, C., Palacios W. y Valencia, R. (1999). Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- [10] INEC. (2001). VI Censo de Población y V de Vivienda Resultados definitivos: Provincia de El Oro. Tomo II.P.57 y 48 informativo
- [11] Zubair. (2006). Change detection in land use and land cover using remote sensing data and Gis. Dep of geography University of Ibadan Publications. Msc Thesis.
- [12] Patillo, C. G. (1992). Guía de Estudio en Percepción Remota. Pontificia Universidad
- [13] Católica de Chile. Programa Percepción Remota y SIG. Santiago, Chile. pp. 95
- [14] Dimiyati, M., Mizuno, K., Kitamura., T. (1996). An Analysis of Land Use/Cover Change using the combination of MSS Landsat and Land Use Map: A Case Study in Yogyakarta, Indonesia: International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(5), p. 931 - 944: http://pdfserve.informaworld.com/477282_731196607_777908829.pdf, [Accessed 03/09/2010].
- [15] Longley, P., Donnay, J., Barnsley, M. (2001). Remote Sensing and Urban Analysis Taylor and Francis, London, p.117.
- [16] Jensen, J. (2007). Remote Sensing of the Environment: An earth Resource Perspective (2nd Edition), p.450, Pearson Education, Inc.
- [17] Riebsame, W.E., Meyer, W.B., and Turner, B.L. II. (1994). Modeling Land-use and Cover as Part of Global Environmental Change. Climate Change. Vol. 28. p. 45.
- [18] Meyer, W.B. (1995). Past and Present Land-use and Land-cover in the U.S.A. Consequences.p.24-33.
- [19] Olorunfemi J.F (1983). Monitoring Urban Land – Use in Developed Countries – An aerial photographic approach, Environmental Int.9, 27 – 32
- [20] Angel Luque & Bernat Amengual (?)TELEDETECCIÓN: APLICACIONES METEOROLÓGICAS. Curs d'especialista universitari en Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció, Grup de Meteorologia. Departament de Física Universitat de les Illes Balears. <http://www.uib.es/depart/dfs/meteorologia/web-grup/teledeteccio/SIG/APLI-MET-SIG-2007.pdf>
- [21] Robert A. Schowengerdt. (2007). Remote Sensing: Models And Methods for Image Processing. 3rd edition. <http://tutorial-percepcion-remota-satelital.blogspot.cz/2011/04/el-realce-procesamiento-de-las-imagenes.html>
- [22] Cuartero, A., Felicísimo, A. M. (2003): "Rectificación y ortorrectificación de imágenes de satélite: análisis comparativo y discusión", GeoFocus (Artículos), nº 3, 2003, p. 45-
- [23] Pennington, R.T., D.E. Prado & C.A. Pendry. (2000). Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography 27: 261-273.
- [24] Zhofre Aguirre M. Lars Peter Kvist & Orlando Sánchez T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Botánica Económica de los Andes Centrales. <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2011.pdf>
- [25] CLIRSEN-PMRC. (2006). Actualización del Estudio Multitemporal de Manglares, Camaroneras y Áreas salinas en la Costa continental Ecuatoriana al año 2006.
- [26] Tobey, J.; Clay, J; Vergne, P. (1998). Manteniendo un Balance: Impactos Económicos, Ambientales y Sociales del Cultivo de Camarón en Latinoamérica. Reporte de Manejo Costero No 2202. Proyecto de Manejo Costero II. USAID – Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. FAO, 68.