



GEOCUBA

investigación y consultoría

AGENCIA DE TELEDETECCIÓN

**PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
RECURSOS NATURALES DE LA ISLA DE LA JUVENTUD**

“PROYECTO TAREA VIDA”.

Jefe del Proyecto:

Dr.C. Lissy Mateo Rego

INFORME DE RESULTADO

INTERPRETACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO
ESPECIAL ISLA DE LA JUVENTUD

Autor del Resultado:

Dr.C. Lissy Mateo Rego

La Habana
2022

Índice

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Título del estudio..... | 3 |
| 2. | Colectivo de autores y tipo de participación..... | 3 |
| 3. | Cliente..... | 3 |
| 4. | Listado de entidades a las que se enviará el resultado del estudio..... | 3 |
| 5. | Objetivos concretos del estudio..... | 4 |
| 6. | Metodología de trabajo | 4 |
| 6.1 | Descripción de los procesos tecnológicos | 5 |
| 6.1.1 | Selección y recopilación de los datos..... | 5 |
| 6.1.2 | Procesamiento digital de imágenes..... | 6 |
| 6.1.3 | Clasificación orientada a objeto y validación. | 10 |
| 6.1.4 | Confección del mapa preliminar de cobertura forestal de la Isla de la juventud para cada año de estudio..... | 11 |
| 6.1.5 | Comparación de los resultados y análisis de los cambios ocurridos en la vegetación..... | 13 |
| 7. | Dinámica hidrológica del municipio especial Isla de la Juventud. | |
| 8. | Conclusiones | 19 |
| 9. | Referencias Bibliográficas..... | 20 |

1. Título del estudio.

Interpretación y clasificación de la vegetación del municipio especial isla de la juventud

2. Colectivo de autores y tipo de participación.

| Nombre | Tipo de Participación | % de participación | Firma |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|-------|
| Lissy Mateo Rego | Autor | | |
| Pavel C Matamoros Fombellida | Coautor | | |
| Juliet Dorén Albarrán | Coautor | | |
| Adrián Pérez García | Coautor | | |
| Kenia Laborit de La Rosa | Coautor | | |
| Ana Batte Hernández | Coautor | | |
| Armando Un Marquéz | Coautor | | |
| Lester Raúl González Acosta | Coautor | | |
| Talía Matheu Pérez | Coautor | | |
| Dayana García Areu | Coautor | | |
| Leyanet Calzada Valdés | | | |

3. Cliente.

Delegación territorial del CITMA en la Isla de la Juventud.

4. Listado de entidades a las que se enviará el resultado del estudio.

Teniendo en cuenta el interés de las instituciones que a continuación se mencionarán se le hará extensivo el resultado a:

- Delegación territorial del CITMA en la Isla de la Juventud
- El Ministerio de la Agricultura.

5. Objetivos concretos del estudio.

- Explicar los procedimientos desarrollados en la interpretación y clasificación de los elementos vegetación existentes en la Isla de la Juventud.
- Realizar un estudio espaciotemporal para definir los cambios ocurridos en la vegetación en el municipio especial Isla de la Juventud.
- Generar la cartografía de los pastos marinos y arrecifes coralinos del Archipiélago de los Canarreros.

6. Metodología de Trabajo.

Para analizar los cambios ocurridos en la vegetación en la Isla de la Juventud, se establecen tres cortes temporales, que coinciden con los años 2016, 2019 y 2022. Se genera la cartografía temática correspondiente a estos periodos, a partir de la interpretación y clasificación de las imágenes de satélite. La clasificación y cartografía de la Isla de la Juventud se basan en metodología para la interpretación y cartografía de la cobertura forestal a escala 1:25 000 de la provincia Ciego de Ávila, adaptada a las características físicas de este municipio especial.

Una vez generada la cartografía temática de los años 2016, 2019 y 2022, se comparan los resultados mediante análisis visual y métodos estadísticos. Los procesos tecnológicos que se desarrollan para el análisis de los cambios en la vegetación se describen en el epígrafe 6.1 del presente informe.

6.1 Descripción de los procesos tecnológicos.

Los procesos tecnológicos se esquematizan a través del siguiente flujograma:

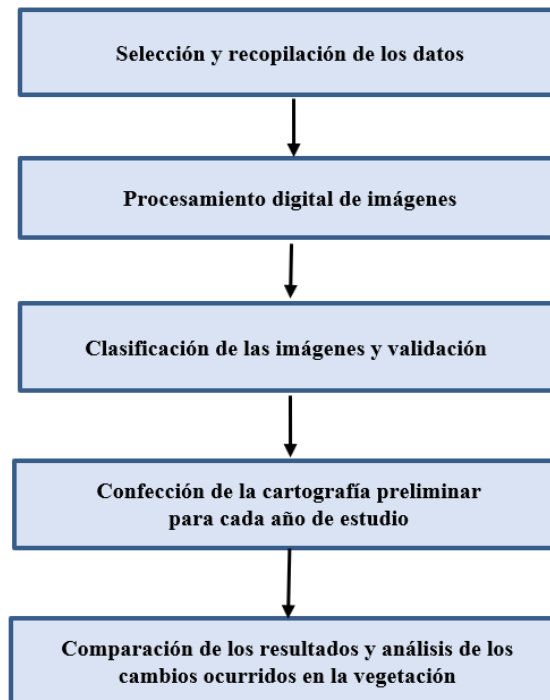


Figura 1. Flujograma de los procesos tecnológicos

6.1.1 Selección y recopilación de los datos

Los procesos tecnológicos descritos en la presente metodología están orientados a detectar los cambios ocurridos en la vegetación del municipio especial Isla de la Juventud, a partir de la interpretación y clasificación de imágenes captadas por el satélite Sentinel 2A.

El satélite europeo Sentinel 2 A forma parte de la familia de misiones de la ESA dentro de su programa espacial Copernicus. La tabla 1 especifica las características principales de este satélite. Se descargaron imágenes de los años 2016, 2019 y 2022, correspondientes a los meses enero, febrero y marzo, meses que coinciden con el periodo de seca.

| Características Principales | |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Fecha de Lanzamiento | 23/06/2015 |
| Altura de la órbita | 786 km |
| Frecuencia de revisita | 10 días |
| Resolución espacial | 10 m |
| Resolución espectral | Banda 2: 490 nm Banda 3: 560 nm Banda 4: 665 nm Banda 8: 842 nm |

Tabla 1. características principales del satélite SENTINEL 2 A.

Entre los materiales cartográficos se debe contar con el mapa topográfico digital de la Isla de la juventud, el mapa geológico, el mapa de suelo y otros materiales que apoyen la post-clasificación como pueden ser el mapa de vegetación y el mapa de uso de suelo.

6.1.3 Procesamiento digital de imágenes

El procesamiento digital se realiza con las imágenes de cada una de los años seleccionados, y va encaminado a efectuar la interpretación, clasificación y posterior cartografía de cada periodo de estudio. Dicho procesamiento se realiza con un enfoque de análisis orientado a objetos, donde las unidades de procesamiento básico son los objetos generados por los algoritmos de segmentación **(Mateo, 2018)**.

Segmentación de la imagen

Los algoritmos de segmentación constituyen una valiosa herramienta que permite refinar los objetos creados para un análisis más detallado **(Mateo 2018)**.

Para la segmentación de las imágenes se deben definir los parámetros: escala (scale), forma (shape) y nivel de compactación (compactness). Estos parámetros representan las medidas utilizadas en la diferenciación del objeto, el rango de definición oscila entre 0.1 y 1, cuanto más cerca de 1 mayor es su representatividad en el modelo. El factor escala representa el grado de

diferenciación entre los objetos, relacionado directamente con el nivel de detalle que se necesite alcanzar en la segmentación; la forma se refiere a las dimensiones de los objetos; el color a la respuesta espectral (el valor de este parámetro depende del valor que el especialista le asigne a la forma) y la compactidad garantiza el nivel de suavizado (redondez) de la segmentación **(Mateo 2018)**.

Se propone un nivel de segmentación con un factor de escala que garantice el nivel de detalle para la cartografía de los elementos de la cobertura forestal; se recomienda otorgar mayor valor al color que a la forma, en aras de efectuar la delimitación de los elementos en función de su respuesta espectral. Para lograr la creación de segmentos con el contorno suavizado se le asigna un alto nivel de compactibilidad (entre 0.5 y 0.8). La tabla 2 indica los parámetros propuestos para la segmentación y la **figura 2** ilustra un ejemplo de segmentación.

Tabla 2. Parámetros propuestos para la segmentación.

| Escala | Forma | Color | Compactibilidad |
|--------|-------|-------|-----------------|
| 20 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |

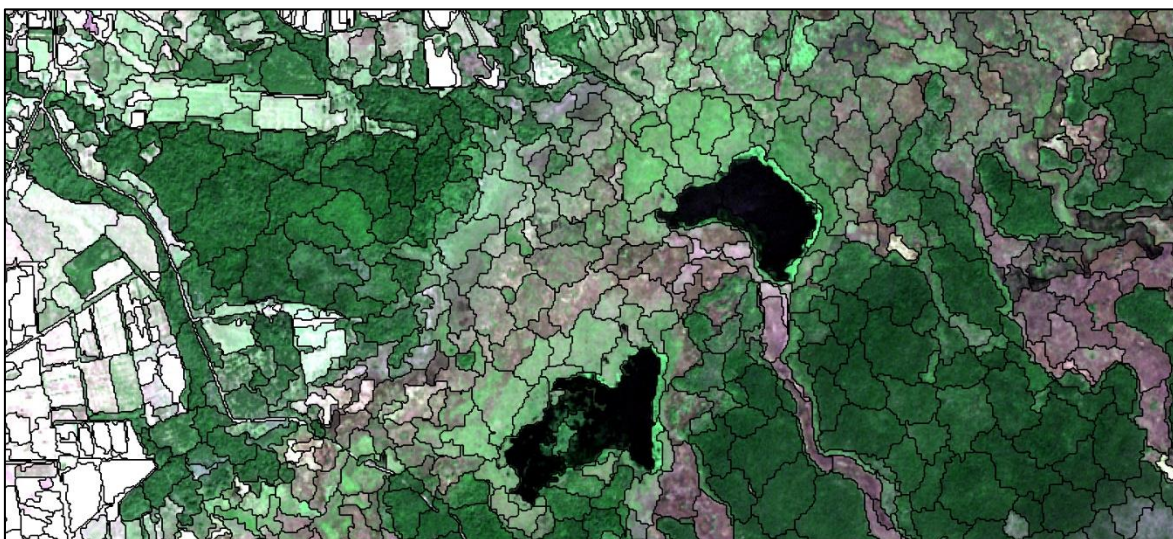


Figura 2. Segmentación realizada con los parámetros de la Tabla 2.

Selección de las clases informacionales y toma de muestras

En función de obtener clasificación que cumpla con los estándares de calidad, es imprescindible realizar una toma de muestra apropiada que garantice la correcta ejecución y eficiencia de resultados.

Una vez efectuada la segmentación y definida la leyenda, se toman las muestras de los elementos en la imagen que corresponden a cada una de las clases informacionales para que garantice la cartografía temática (ver **Figura 3**).

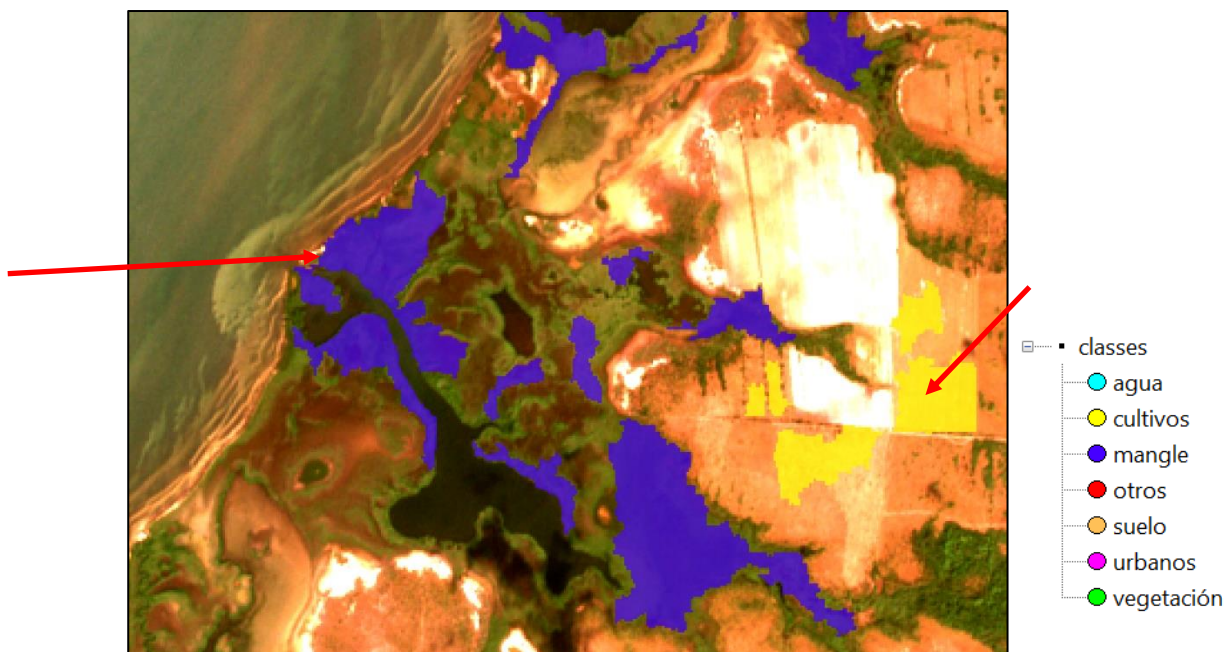


Figura 3. Ejemplo de toma de muestras para las clases mangle y cultivo

Selección de los descriptores

Una vez realizada la toma de muestras, se seleccionan los descriptores que discriminen mejor cada una de las clases informacionales que posteriormente intervendrán en el proceso de clasificación. A cada descriptor se le asigna un modelo probabilístico que define las clases muestreadas. En la **Figura 4** se muestra un ejemplo de selección de descriptores para una clase específica.

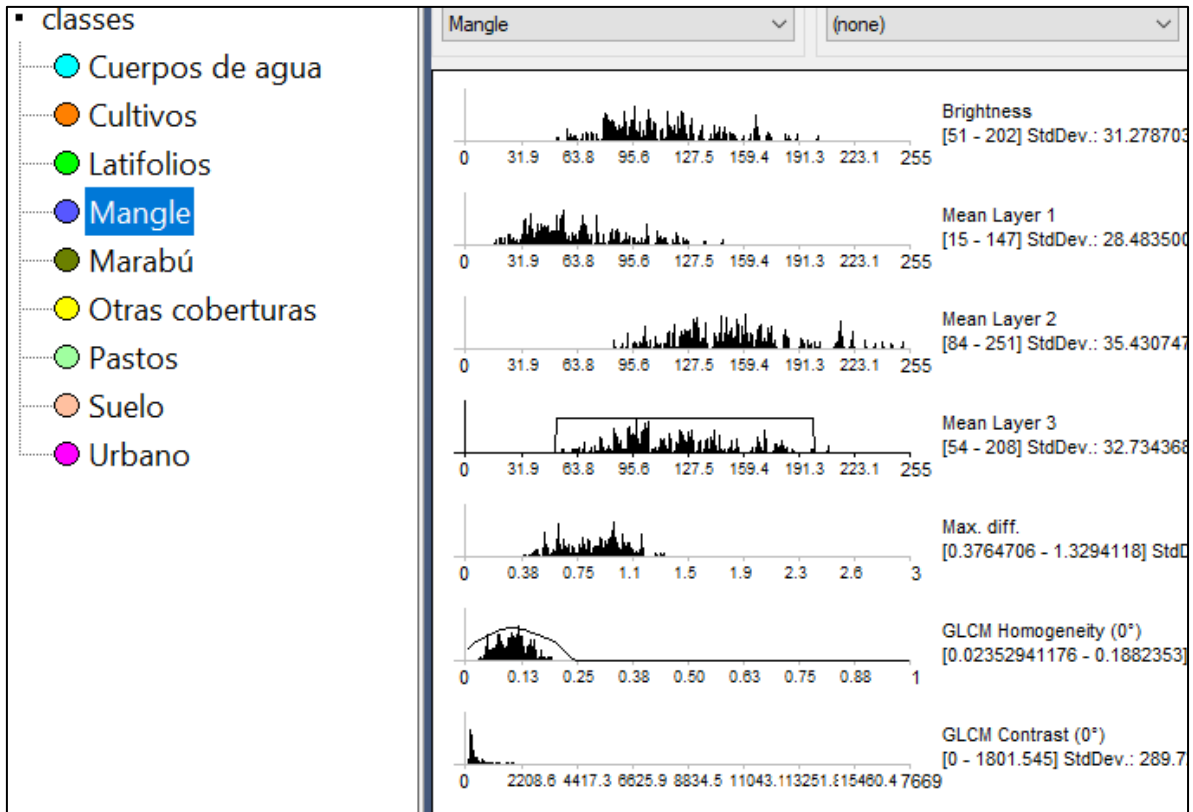


Figura 4 Selección de los descriptores y los modelos probabilísticos para la clase mangle.

6.1.3. Clasificación orientada a objeto y validación.

Después de seleccionar los descriptores con los respectivos modelos probabilísticos, se efectúa la clasificación orientada a objetos.

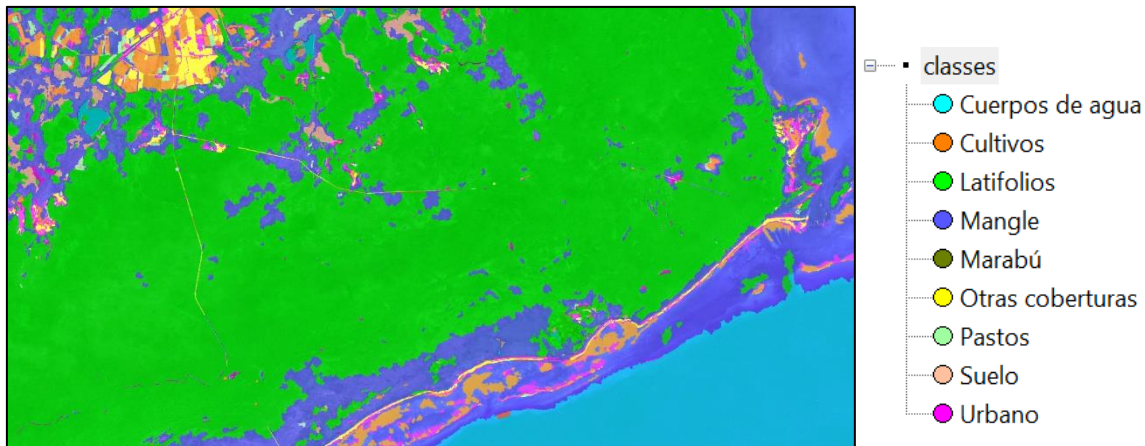


Figura 5. Ejemplo de clasificación orientada a objetos.

Validación de la clasificación

La calidad de la clasificación se comprueba en gabinete, de forma visual y con métodos estadísticos (indicadores: precisión total e índice Kappa).

La matriz de errores es un recurso adecuado para evaluar las clasificaciones, ya que permite la extracción de una serie de medidas de precisión. En esta matriz, las columnas usualmente representan los datos de referencia y las filas, la clasificación obtenida de datos de percepción remota (**Congalton, 1991, en Fortes, 2008**). A partir de la matriz de errores, se evalúan las precisiones individuales de cada categoría por medio de los errores de inclusión (errores de comisión) y de exclusión (errores de omisión). Error de comisión es la inclusión equivocada de un área en una determinada categoría y error de omisión es la exclusión equivocada de un área también en una determinada categoría. Cada error es una omisión de una categoría correcta y una comisión para una categoría incorrecta (**Congalton y Green, 1999 en Fortes, 2008**).

Las matrices de error son útiles también para la aplicación de técnicas estadísticas de análisis, como el análisis categórico multivariante, denominado índice Kappa.

El resultado del análisis Kappa es una estadística que proporciona la medida de concordancia o exactitud, que se basa en la diferencia entre la concordancia en la matriz (diagonal principal) y la probabilidad de concordancia que se indica por los totales en las filas y columnas (**Fortes, 2008**).

Posteriormente, se realiza la comprobación en campo, con el objetivo de esclarecer las dudas que surgen durante y después del proceso, además de elevar la veracidad y calidad de la clasificación.

6.1.4 Confección del mapa preliminar de cobertura forestal de la Isla de la juventud para cada año de estudio.

La imagen clasificada se convertirá de ráster a vector. Estos vectores son exportados a un SIG que puede ser Mapinfo, Arc Gis u otro similar para efectuar la reclasificación manual de la capa a partir de un análisis visual. Esto es un trabajo minucioso que abarca la limpieza, el ajuste y la edición de los vectores. Se confecciona un mapa preliminar que posteriormente será validado en gabinete a partir de la interpretación de forma visual de la imagen de satélite y en campo a partir de levantamiento directo de las parcelas. Además, se utilizarán todas las fuentes secundarias posibles.

Se confeccionó un mapa preliminar por cada periodo de estudio. Por tanto, quedaron cartografiados los elementos de la vegetación de la Isla de la juventud para los años 2016, 2019 y 2022. Las **figuras 6, 7 y 8** muestran los esquemas representativos de cada uno de estos mapas.

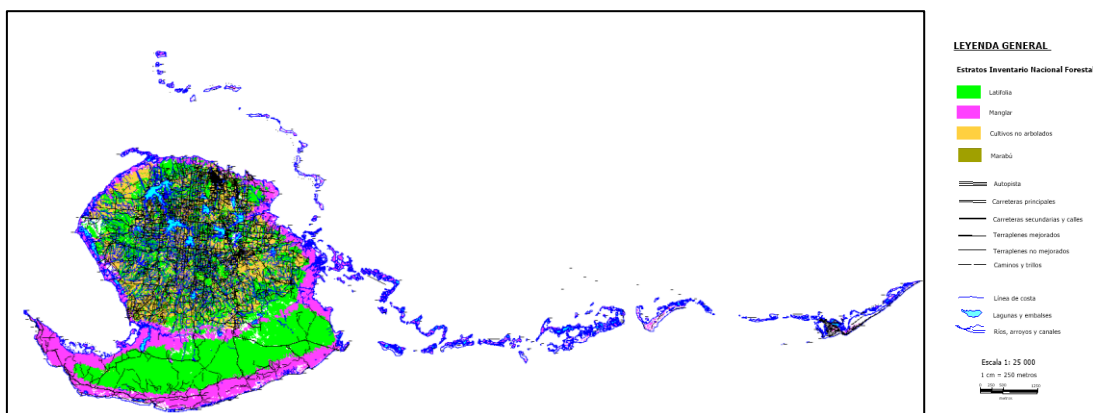


Figura 6. Esquema representativo del Mapa preliminar municipio especial Isla de la Juventud del año 2016.

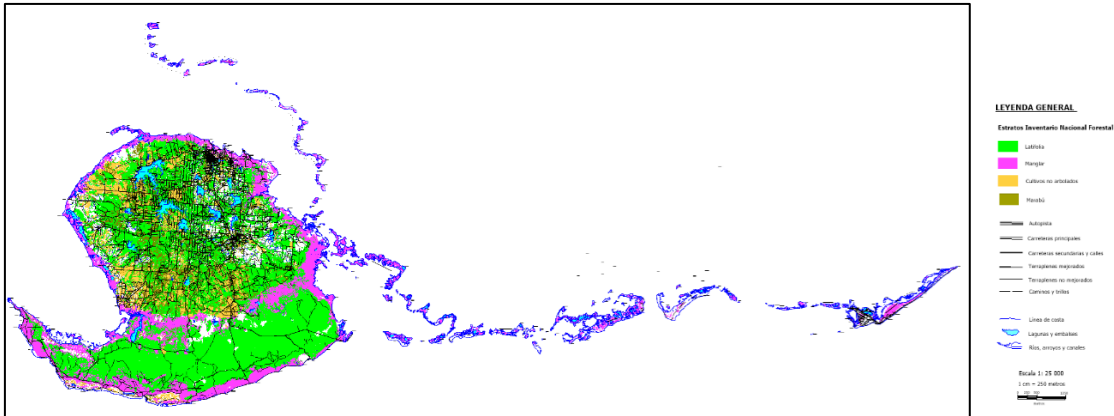


Figura 7. Esquema representativo del Mapa preliminar municipio especial Isla de la Juventud del año 2019.

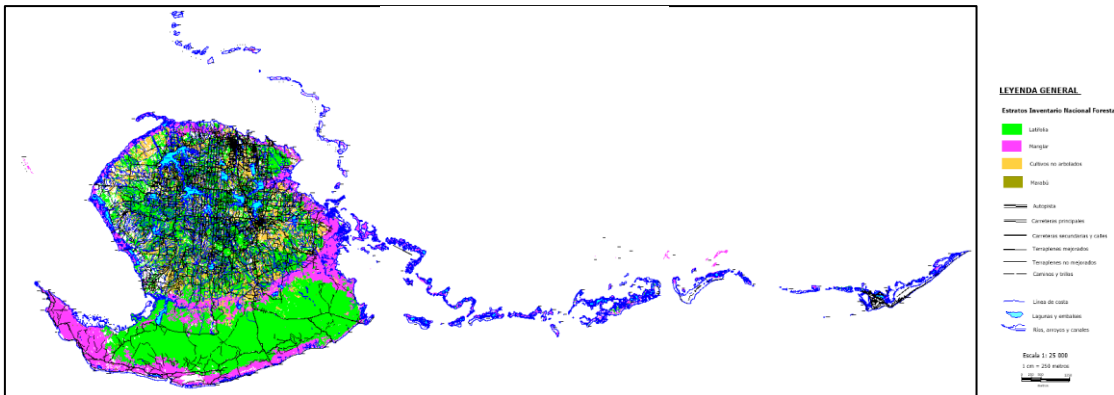


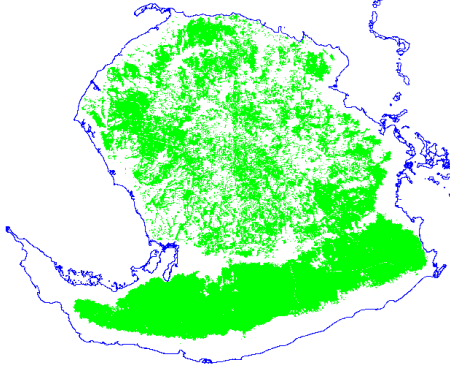
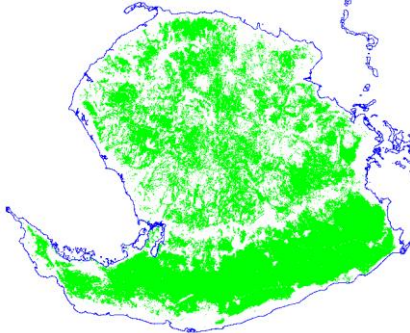
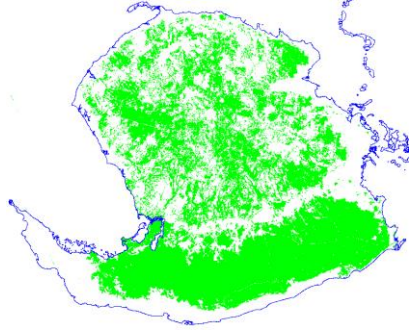
Figura 8. Esquema representativo del Mapa preliminar municipio especial Isla de la Juventud del año 2022.

6.1.5 Comparación de los resultados y análisis de los cambios ocurridos en la vegetación
Tipos de ecosistemas y de vegetación, a través de imágenes satelitales y fotografías aéreas de diferentes años.

La clasificación para los tres periodos estudiados (2016, 2019 y 2022) se realizó a partir de las clases: mangle, áreas de latifolia, marabú y cultivos.

La tabla 2 ilustra las clases marabú y bosques latifoliados, la tabla 3 representa la clase mangle en cada uno de estos años. La tabla 4 representa la cantidad de hectáreas para cada una de estas clases. Estos valores dan la medida de cuanto han aumentado o disminuido estas coberturas.

Tabla 2. Esquema comparativo de las áreas de latifolias y marabú durante los años 2016, 2019 y 2022 de la Isla de la Juventud.

| Esquema representativo de las áreas de latifolia para cada periodo de estudio | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Año 2016 | Año 2019 | Año 2022 |
|  |  |  |

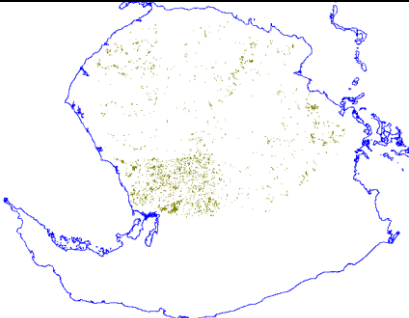
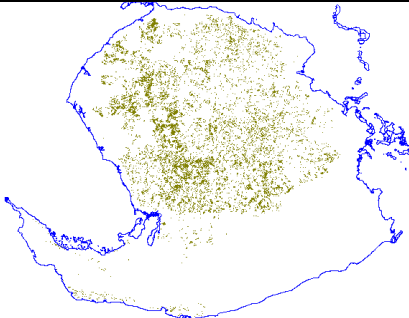
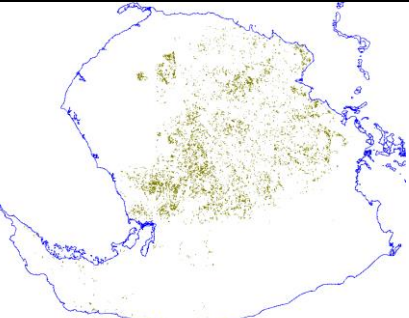
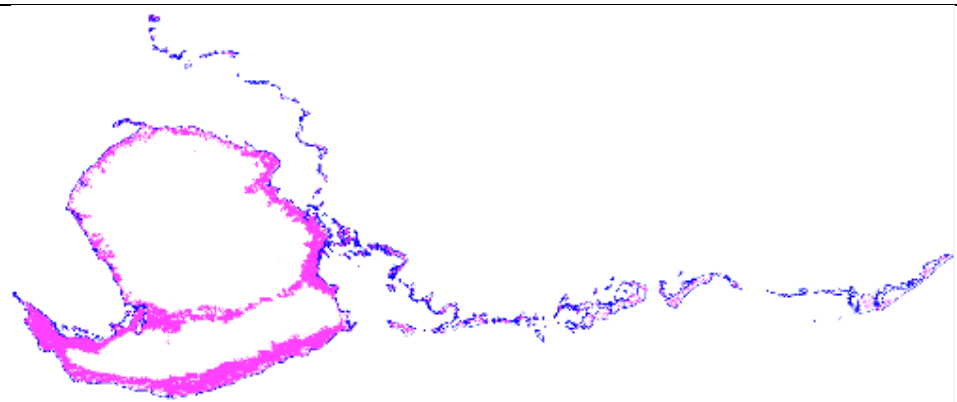
| Esquema representativo de las áreas de marabú para cada periodo de estudio | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Año 2016 | Año 2019 | Año 2022 |
|  |  |  |

Tabla 3. Esquema comparativo de las áreas de mangle durante los años 2016, 2019 y 2022 de la Isla de la Juventud.

| Esquema representativo del mangle para cada periodo de estudio |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Año 2016 |
|  |
| |

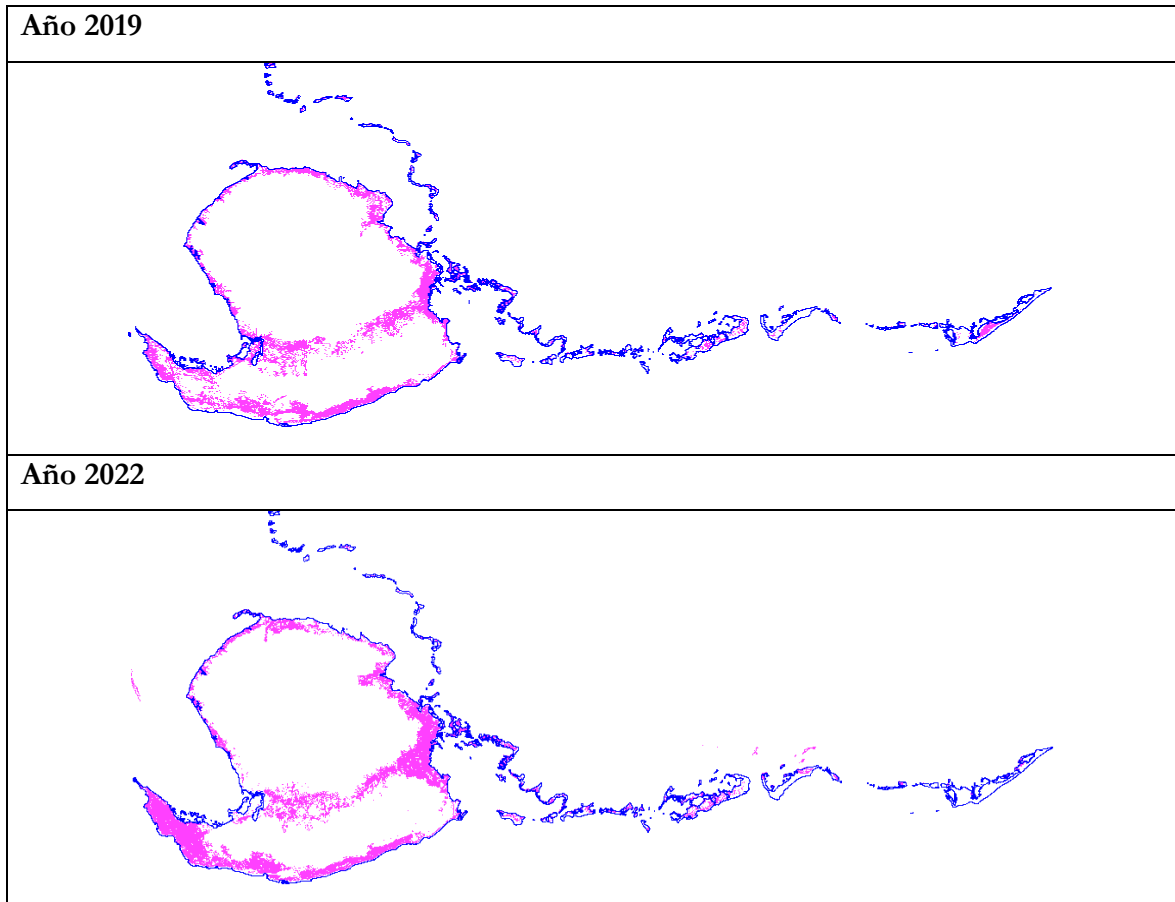


Tabla 4. Cambios ocurridos en las áreas de vegetación del 2016 al 2022 en la Isla de la juventud.

| | Año 2016 | Año 2019 | Año 2022 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Clases | Total (ha) | Total (ha) | Total (ha) |
| Latifolias | 102.338 | 112.630 | 108.230 |
| Manglar | 55.261 | 44.702 | 48.757 |
| Marabú | 3.975 | 17.405 | 9.097 |
| Cultivos no arbolados Y Pastos | 46.086 | 21.117 | 26.7668 |

La clase latifolia en el año 2016 ocupa un área de 102.338 hectáreas que se incrementa en el 2019 a 112. 630 y experimenta una ligera disminución en el 2022. El mangle disminuye considerablemente (en diez veces) entre los años 2016 y 2019, posteriormente (en el 2022) se evidencia una recuperación de esta cobertura. Se nota un incremento en las áreas de marabú en el 2019 (de 3.975 a 17. 405 hectáreas), que disminuye en el 2022, aunque sigue siendo un valor elevado en relación al 2016 (de tres veces su valor).

Las zonas de cultivo no arbolados y pastos también se caracterizan por una disminución considerable de 46.086 en el 2016 a 26.7668 en el año 2022.

7. Dinámica hidrológica en el municipio.

Evidentemente el uso de la Teledetección es una herramienta poderosa en los estudios medioambientales, ya que nos facilita recoger información de extensas áreas inaccesibles además de reemplazar la lenta y costosa recogida de información sobre el terreno, asegurando además que en el proceso las zonas u objetos analizados no se vean alterados.

Para el estudio de la dinámica de la hidrología en el especial Isla de la Juventud se utilizó como base cartográfica la imagen **Sentinel 2A**, y los softwares: **Saga** (extensión de Qgis) para la combinación de bandas, **ENVI** para el procesamiento de la imagen y **Mapinfo** para la Cartografía.

Las bandas seleccionadas y procesadas fueron la 2-3-4-8 correspondientes a los colores verdaderos y al infrarrojo cercano que facilitaría la delimitación entre las fronteras agua-tierra. En la figura siguiente se puede observar una escena de la imagen con las dos combinaciones de bandas que permitieron de manera favorable la determinación de la frontera agua-tierra:

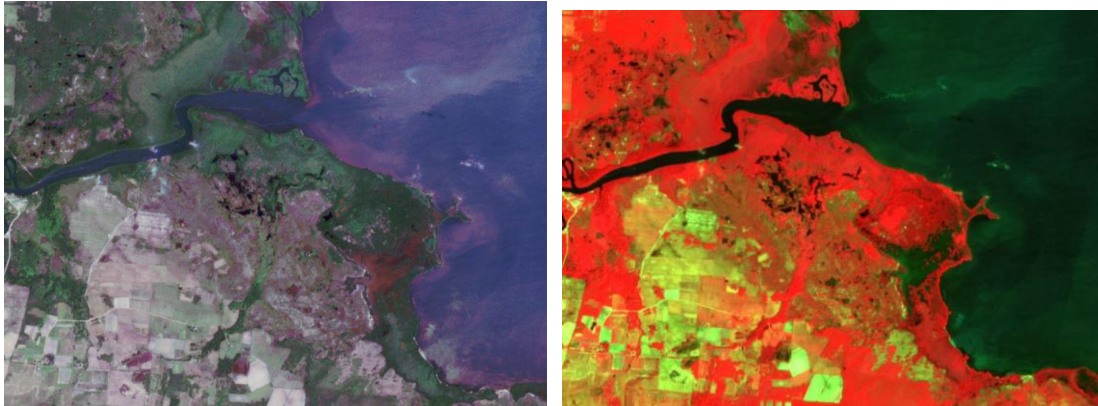
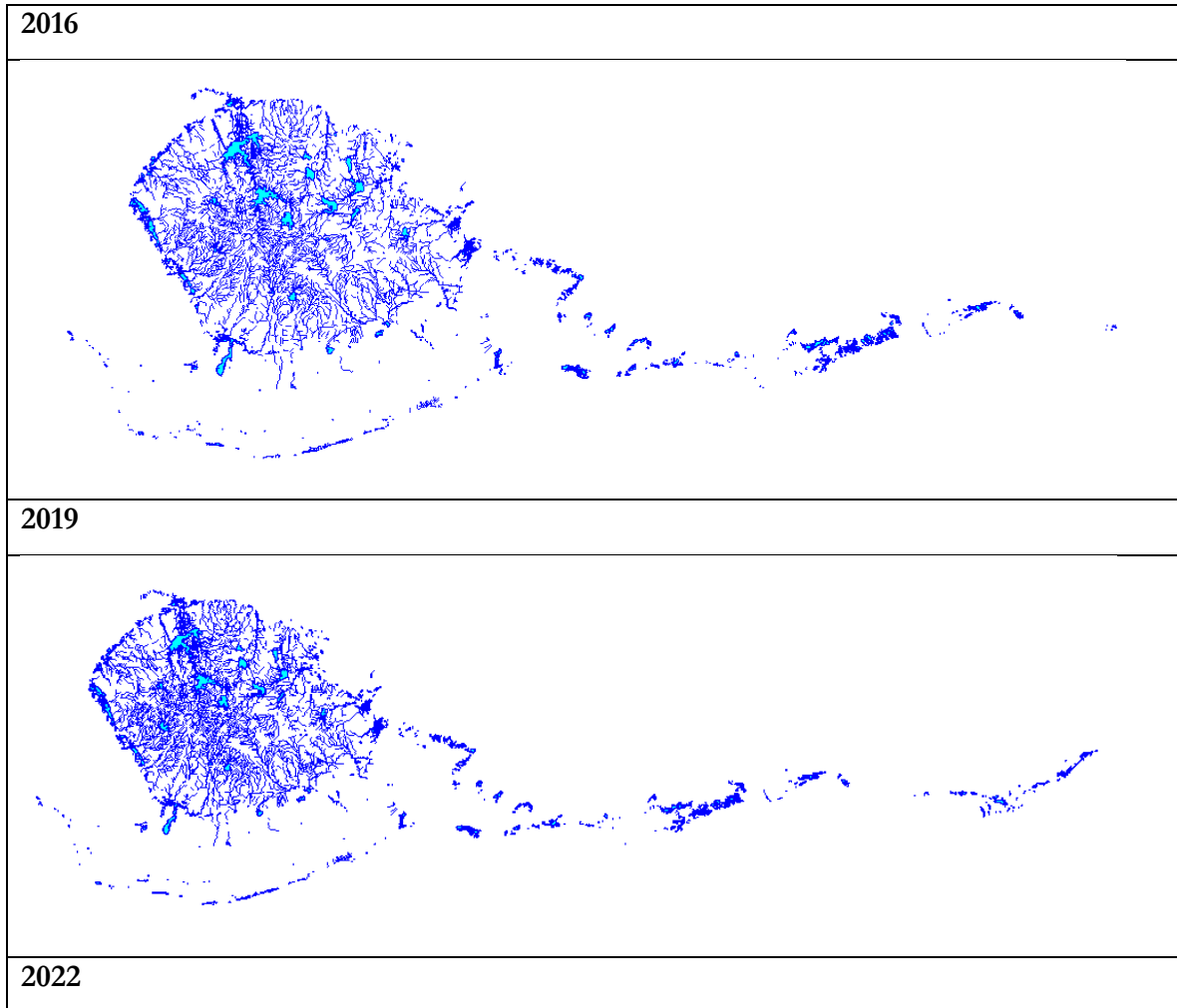
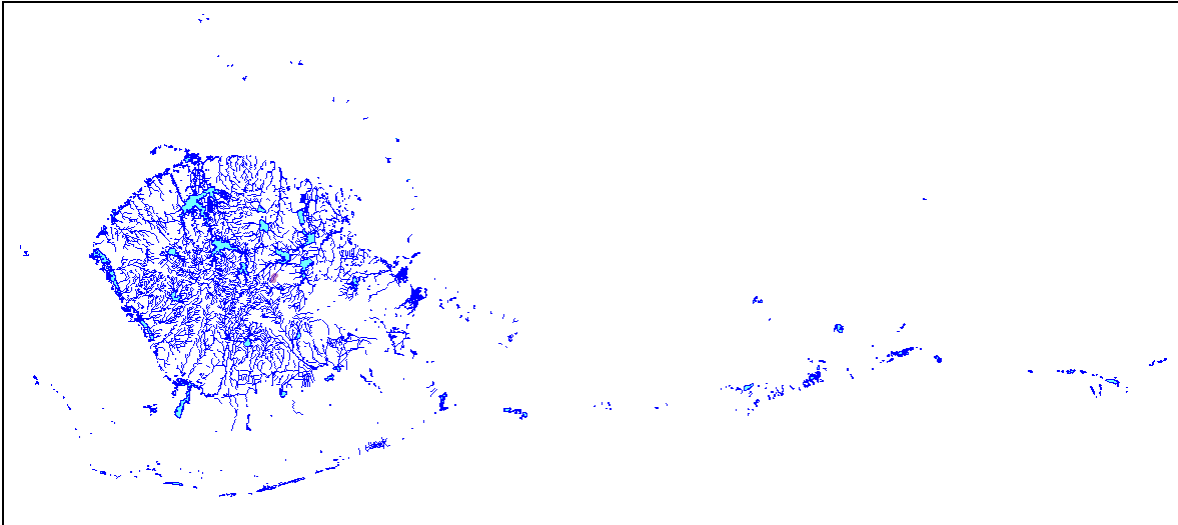


Figura 9. Imagen Sentinel 2A, a la izquierda imagen con combinación de bandas 3-2-1 a la derecha imagen con combinación de bandas 4-3-2.

Como resultado final se obtienen tres mapas hidrológicos correspondiente a los años 2016-2019 y 2022 donde se muestran los ríos, presas, embalses y lagunas del municipio sin cambios considerables.





8. Conclusiones:

Para analizar los cambios ocurridos en la vegetación y en la hidrología en la Isla de la Juventud, se establecieron los cortes temporales en los años: 2016, 2019 y 2022. Se genera la cartografía temática correspondiente a estos períodos, a partir de la interpretación y clasificación de las imágenes de satélite. Estos procesos se fundamentan en la metodología para la interpretación y cartografía de la cobertura forestal a escala 1:25 000 de la provincia Ciego de Ávila, adaptada a las características físicas de este municipio especial.

De los mapas analizados y los valores en hectáreas de cada una de las coberturas se puede concluir que, los bosques de latifolia y marabú experimentan un incremento en el año 2019 que disminuyen en el 2022. Mientras que el mangle y los cultivos no arbolados disminuyen en la primera etapa y luego experimentan una relativa recuperación y el sistema hidrológico se ha mantenido estable en la misma etapa.

9. Referencias Bibliográficas.

1. Albarrana, T. ,2017. Modelos de información de la tierra. Características Técnicas de Sentinel 2A.
2. Cánovas, F., Alonso, F., & Gomariz, F. (2015). Segmentación de imágenes de muy alta resolución espacial: Optimización local del parámetro de escala del algoritmo de segmentación multiresolución. Paper presented at the Conference: XV Congreso de la Asociación Española de Teledetección, At Torrejón de Ardoz (Spain).
3. Colectivo de autores, 2019. Primera aproximación de la propuesta metodológica para el inventario forestal de cuba y su pilotaje en la cuenca del cauto.
4. Estrada, R., Martín, G., Galano, S., Reyes, I., Rodríguez, S. V., Guerra, Y., Batte, A., Mateo, L. y Cabrera, C., 2011. Metodología para la cartografía de la cobertura forestal de la República de Cuba a escala 1:100 000 con el empleo de técnicas de Teledetección. GEOCUBA Investigación y Consultoría.
5. Fortes, F. (2008). Analise orientada a objeto aplicada ao mapeamento de unidades geomorfológicas a partir de dados ASTER/TERRA (Dissertação de Mestrado). São José dos Campos, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Retrieved from <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2008/02.12.12.07>
6. García, E., Páez, M., Álvarez, I. y Castellanos, E., 1995. Manual del curso de Procesamiento Digital de Imágenes de Teledetección. Centro de Investigaciones de Geodesia, Cartografía y Teledetección.
7. Madureira Cruz, C. B. S. V., Raúl; Mendes Cronemberger, Felipe., 2009. Classificação Orientada a Objetos na Geração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra do estado do Rio de Janeiro. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, Brasil; INPE.

8. Mateo, L., Herrero, R., Mantilla, A., Batte, A., Guerra, Y., Estrada, R. y Rodríguez, S. V., 2012. Metodología para la interpretación y cartografía de la cobertura forestal de provincia La Habana mediante técnicas de Teledetección. GEOCUBA Investigación y Consultoría.
9. Mateo L. (2018). Geoprocesamiento para la cartografía de las unidades geoecológicas en el ejemplo de los espacios urbanizados de la habana. (Tesis Doctoral no publicada). Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, Cuba.
10. Rodríguez-Hernández, S. V., Correa-Cobas, R. y Batte-Hernández, A., 2014. Diseño de una propuesta de Base Nacional de Datos Geoespaciales para la gestión de riesgos de desastres en Cuba. En: IX Congreso Internacional sobre Desastres. La Habana, Cuba.
11. Seco, R., 2002. Teledetección Aeroespacial. La Habana, Cuba.