

# III Informe Preliminar Proyecto BIOMARCC

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN MARINO – COSTERO  
EN LA COSTA PACÍFICA DE COSTA RICA A PARTIR DEL  
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE LOS SENSORES  
REMOTOS RAPID EYE Y WORLDVIEW2

Por encargo de:



Bundesministerium  
für Umwelt Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



**giz**



5 de Julio 2012

## **ANALISTAS**

- Ing. Carlos Campos
- Geog. Ileana Méndez
- Ing. Cornelia Miller, MBA
- Ing. Rodolfo Mora
- Geog. Christian Vargas

## **COLABORADORES**

- PhD. Pablo Arroyo, McGill University
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- MSc. Catalina Benavídez, CIMAR - UCR
- Ing. Arianne Gómez, Consultora
- PhD. Margaret Kalacska, McGill University

## **COMPILADORES**

- Ing. Allan Campos
- Bach. Silvia Ordóñez

## **RESUMEN**

El presente documento es un informe de avance del procesamiento de imágenes y clasificación del proyecto de identificación y clasificación marino – costero en la costa pacífica de Costa Rica, a partir del procesamiento de imágenes de los sensores remotos RapidEye y Worldview – 2, contratado al Programa de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS) del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), con vinculación del CATIE enmarcado en el proyecto “Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático” (BIOMARCC). Se detallan tanto los productos a la fecha como la capacitación impartida por parte de expertos canadienses a personal de las organizaciones participantes en BIOMARCC, acerca del uso, manipulación y análisis de imágenes “Rapideye”.

## Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
1.1.	Antecedentes.....	5
1.2.	Objetivos.....	6
	Objetivo General.....	6
	Objetivos Específicos.....	6
1.3.	Metodología y criterios de Análisis y Clasificación .....	7
1.3.1.	Curso "Sensores Remotos Para El Mapeo De Sistemas Costeros En Costa Rica – Proyecto BIOMARCC":.....	7
1.3.2.	Metodología y criterios de Análisis y Clasificación de Imágenes:..	7
2.	CURSO "SENSORES REMOTOS PARA EL MAPEO DE SISTEMAS COSTEROS EN COSTA RICA – PROYECTO BIOMARCC" .....	11
2.1.	Conceptos básicos de sensores remotos (Teoría):.....	13
2.2.	Características de los datos RapidEye y WorldView-2 (Teoría-Práctica): .....	13
2.3.	Pre-procesamiento de datos RapidEye y WorldView-2 (Teoría-Práctica): .....	14
2.4.	Toma de datos de campo con espectrómetro (Teoría): .....	14
2.5.	Ortorectificación (Teoría-Práctica): .....	14
2.6.	Batimetría y clasificación de sustratos con RapidEye y Worldview-2 (Teoría-Práctica): .....	15
2.7.	Clasificación de imágenes RapidEye y Worldview-2 (Terrestre): .....	15
2.8.	Espectrometría de campo (ASD Handheld II): .....	16
2.9.	Validación:.....	16
2.10.	Generalidades:.....	16
3.	PRODUCTOS A LA FECHA .....	18
4.	EVOLUCIÓN DEL PROYECTO .....	25
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26

## Figuras

Figura 1 Mosaico, curso: "Sensores remotos para el mapeo de sistemas costeros en Costa Rica –Proyecto", Tomadas por Silvia Ordóñez y Carlos Campos, PRIAS-CeNAT.....	17
Figura 2 Participantes del curso "Sensores remotos para el mapeo de sistemas costeros en Costa Rica –Proyecto", Tomada por Pablo Arroyo, McGill University .....	17
Figura 3 Mapa de cobertura de la tierra a partir de imagen RapidEye 3104041_subset1A.....	20
Figura 4 Mapa de cobertura de la tierra a partir de imágenes RapidEye 4797496_subset1.....	21
Figura 5 Mapa de cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye 7408981 .....	22
Figura 6 Mapa de cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye 9399635 .....	23
Figura 7 Mapa de Avance cobertura de la tierra a partir de Imágenes RapidEye .....	24

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Antecedentes**

Tal como se explicó en el II informe preliminar (rendido el 27 de abril, 2012 a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ-), el Proyecto BIOMARCC tiene como objetivos el contribuir al establecimiento de un sistema de áreas protegidas marino-costera que sea representativo ecológicamente, que sea gestionado de forma eficiente y que disponga de financiamiento estable. Basándose en el establecimiento de estructuras de un monitoreo biológico así como a través de la ejecución de análisis de vulnerabilidades de áreas protegidas existentes y nuevas a declarar, se desarrollarán conceptos y estrategias de gestión para adaptar los hábitats marino-costeros ante el cambio climático. Con base en el BIOMARCC, se contrató al PRIAS con vinculación del CATIE como consultores para desarrollar la identificación y clasificación de sistemas marino-costeros en la Costa Pacífica de Costa Rica a partir sensores de remotos (RapidEye y WorldView-2).

En el primer informe, presentado el 15 de diciembre del 2011, se presentaron de forma expositiva los resultados del proceso para la georeferenciación de las imágenes RapidEye; además, se explicó cómo debía ser el muestreo de campo, y los instrumentos que iban a emplearse, como por ejemplo GPS Archer y mira laser, en calidad de préstamo por el CATIE, debido a sus características técnicas.

En el segundo informe, presentado el 27 de abril, 2012, de forma oral y escrita, se detalló la información que se tomó durante las giras de campo realizadas en la costa del Pacífico costarricense en los meses de enero a abril del presente año.

## **1.2. Objetivos**

### **Objetivo General**

Identificar y clasificar sistemas marino-costeros en la costa pacífica de Costa Rica a partir del procesamiento de imágenes de los sensores remotos RapidEye y WorldView-2 y elaborar un set de datos en formato GIS que describan los sistemas encontrados.

### **Objetivos Específicos**

- A partir de la clasificación e interpretación de imágenes RapidEye, definir y mapear los sistemas marino-costeros con base en la geomorfología de la línea costera, el tipo y composición del sustrato presente. Como mínimo se deben incluir tipo de sistemas costeros los estuarios (manglares, playas fangosas), costas abiertas (Zonas rocosas expuestas, zonas rocosas protegidas y playas arenosas).
- A partir de la clasificación e interpretación de imágenes WorldView-2, definir y mapear los hábitat bénticos (corales, pastos marinos, lechos de conchas, sedimentos no consolidados, sustratos consolidados, lechos de macroalgas) y la batimetría.
- Documentar el proceso de elaboración para cada uno de los set de datos (preliminares y finales) utilizando el formato ArcCatalog de ArcGIS.

### **1.3. Metodología y criterios de Análisis y Clasificación**

#### **1.3.1. Curso "Sensores Remotos Para El Mapeo De Sistemas Costeros En Costa Rica – Proyecto BIOMARCC":**

Fue impartido por: PhD. Margaret Kalacska (Profesora principal) PhD. Pablo Arroyo-Mora (Profesor asistente); ambos de McGill University, Departamento de Geografía, Laboratorio Aplicado de Sensores Remotos.

El curso se llevó a cabo del 7 de Mayo al 1 de Junio del 2012 y se focalizó en el análisis de datos RapidEye y Worldview-2. Para ambos sensores se enseñaron temas de pre-procesamiento, clasificación y post-clasificación. Todos los temas fueron cubiertos por la PhD. Margaret Kalacska y el PhD. Pablo Arroyo. La asistente del curso Sienna Svob cubrió el tema de Geobase de datos relacionales.

Para que el curso se llevara a cabo de forma exitosa se prestaron las licencias de ENVI 4.8 y MATLAB al CENAT-PRIAS por parte de los profesores Kalacska y Arroyo-Mora. Además, durante la primera semana del curso se apoyó con tres computadoras de alto rendimiento del laboratorio de la PhD. Kalacska por medio de la herramienta de escritorio remoto.

#### **1.3.2. Metodología y criterios de Análisis y Clasificación de Imágenes:**

Las imágenes colectadas por satélite tienen una serie de distorsiones que hacen necesarias tres correcciones básicas previas a la clasificación, las cuales son:

- Corrección radiométrica

- Corrección atmosférica
- Corrección geométrica

Para trabajar con las imágenes World View – 2 y Rapid Eye se utilizó el software ENVI 4.8 y su extensión de corrección atmosférica FLAASH, además del Berkeley Image Segmentation, MATLAB y EXCEL.

### ***Corrección radiométrica (Conversión a radianza)***

Las imágenes satélite crudas están conformadas por valores numéricos que se conocen con el nombre de niveles digitales (ND) que es la forma en que el satélite almacena la información de la energía recibida. En esta primera etapa se convierten los datos crudos (ND) a radianza lo que significa que se trata de corregir los valores erróneos en algunos píxeles generados por problemas mecánicos del sensor. Finalmente se obtienen los valores de energía recibida.

### ***Corrección Atmosférica (Reflectancia)***

Es necesario aclarar que la radianza que recibe el sensor no es la misma que procede del suelo, lo cual altera de forma sistemática los valores de los píxeles; esto se debe al efecto de la atmósfera. En esta etapa se aplica la corrección atmosférica donde se trata de eliminar las distorsiones introducidas a los datos por la atmósfera.

### ***Corrección geométrica (Ortorrectificación)***

Los aspectos topográficos, particularmente, de zonas montañosas, áreas de sombra, o que la zona de interés no reciba radiación solar, contribuyen a la distorsión radiométrica en los datos de los sensores remotos. Con la aplicación de un Modelo de Elevación Digital (MED) a la

imagen se corrige esta distorsión. En esta etapa además se define el sistema de proyección que para este proyecto es CRTM05.

Para el análisis y clasificación de las imágenes RapidEye y Wordview – 2 correspondientes a las áreas de estudio, se siguió la siguiente metodología específica:

**Rapid Eye**

- Clasificación:

Clasificación Espectral (ENVI)	Segmentación (Berkeley Image Segmentation)
Se utilizan puntos de control	Se extraen clases especiales como manglar, humedal, nubes, ríos, infraestructura, laguna
Aplicación de clasificación supervisada utilizando Maximun likelihood (clasificador probabilístico)	

- Se combinan ambos métodos para unir la clasificación en un árbol de decisión.
- Una vez obtenida la clasificación del árbol se depura mediante filtros y reclasificación de clases que no se hayan asignado bien.
- Finalizado este paso se valida el archivo mediante conjuntos de datos en alta resolución, propiedad de PRIAS, así como datos de campo y se obtiene la clasificación final.
- Se vectoriza esta imagen y se pasa a formato de shp (ArcGIS).

- En ArcCatalog se construye la Geodatabase y se ingresa la información respectiva.

### **Imagen World View-2**

- Productos:

<b>Batimetría relativa (ENVI, MATLAB)</b>	<b>Sustratos (ENVI, EXCEL)</b>
Se aplica una máscara para eliminar la parte continental de la imagen	Se aplica una máscara para eliminar la parte continental de la imagen
Se utiliza el script de IDL llamado <i>deglint</i> por Hedley et al (2005), para quitar el brillo del agua	Se extrae la columna de agua
Se clasifica mediante árbol de decisión para obtener clases batimétricas	Se aplica Índice DII utilizando las bandas 2,3 y 4

- Se clasifican las imágenes utilizando una clasificación supervisada de Maximun likelihood (clasificador probabilístico).
- Se vectoriza esta imagen y se pasa a formato de shp (ArcGIS).
- En ArcCatalog se construye la Geodatabase y se ingresa la información respectiva.

Para apoyar el proceso de depuración y validación, se contrató una profesional en el área de Ingeniería Forestal, a partir de junio del 2012.

## **2. CURSO "SENSORES REMOTOS PARA EL MAPEO DE SISTEMAS COSTEROS EN COSTA RICA – PROYECTO BIOMARCC"**

Uno de los aspectos esenciales de la consultoría contratada es dar un producto de alta calidad y confiabilidad, basado en los más altos estándares internacionales, lo cual se convirtió en todo un reto, dado que las imágenes con las cuales se trabaja en este proyecto son de tecnología muy reciente y de punta, con características de manipulación y análisis prácticamente desconocidas en Costa Rica.

Con base en los convenios de colaboración suscritos entre CeNAT y *McGill University*, de Montreal, Canadá, se gestionó que dos expertos en sensores remotos, los Doctores Margaret Kalacska y Pablo Arroyo Mora, visitaran Costa Rica durante un mes e impartieran un curso específico para las aplicaciones que requiere este proyecto.

Como centro de investigación académico, la intención del PRIAS desde el principio fue expandir al máximo el conocimiento que impartirían los profesores de Canadá, razón por la cual el PRIAS, en conjunto con la dirección técnica del proyecto BIOMARCC y CATIE, seleccionaron un grupo de 13 personas, funcionarios del PRIAS, CATIE, Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (UCR) y Programa de Regularización de Catastro y Registro (PRCR).

Los asistentes fueron:

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
<b>1. Cornelia Miller</b>	CENAT-PRIAS
<b>2. Carlos Campos</b>	CENAT-PRIAS
<b>3. Ileana Méndez</b>	CENAT-PRIAS
<b>4. Christian Vargas</b>	CENAT-PRIAS
<b>5. Mariana Jiménez</b>	SINAC - ACTO
<b>6. Miguel Madrigal</b>	SINAC - ACOSA
<b>7. Sebastián Bonilla</b>	SINAC - ACTO
<b>8. Esteban Herrera</b>	SINAC - ACMIC
<b>9. Carlos Madriz</b>	SINAC - ACOSA
<b>10. Freddy Argotty</b>	CATIE
<b>11. Ney Ríos</b>	CATIE
<b>12. Karla Benavides</b>	PRCR
<b>13. Catalina Benavides</b>	CIMAR-UCR

Previo al curso se realizó una gira de campo para toma de firmas espectrales (ver anexo 1). El curso se llevó a cabo del 7 de Mayo al 1 de Junio del 2012 y se focalizó en el análisis de datos RapidEye y Worldview-2, para ambos sensores se enseñaron temas de pre-procesamiento, clasificación y post-clasificación. Todos los temas fueron cubiertos por la PhD. Margaret Kalacska y el PhD. Pablo Arroyo. La asistente del curso Sienna Svob cubrió el tema de Geobase de datos relacionales.

Cabe destacar que los profesores Kalacska y Arroyo-Mora apoyaron con el préstamo de licencias de ENVI 4.8 y MATLAB; además, durante la primera semana del curso ellos apoyaron con tres computadoras de alto

rendimiento del laboratorio de la PhD. Kalacska, por medio del programa de computación TeamViewer.

Debe recalcar la colaboración, durante el curso, por parte de los instructores, en el pre-procesamiento de imágenes.

El temario del curso fue el siguiente:

### **2.1. Conceptos básicos de sensores remotos (Teoría):**

- Se dio una explicación de conceptos como resolución espacial, espectral y radiométrica. Se explicó la importancia y diferencia entre diferentes sensores multi e hyperespectrales, además de su alcance para diferentes tipos de análisis.
- Se cubrió las características de computadores y software para el manejo de datos de sensores remotos.

### **2.2. Características de los datos RapidEye y WorldView-2 (Teoría-Práctica):**

- Se explicó la estructura de los metadatos para cada sensor y cuales datos son importantes para el pre-procesamiento de las imágenes.
- Se llevó a cabo una práctica en ENVI para abrir datos de los sensores RapidEye y WorldView-2. Los estudiantes adquirieron el conocimiento para trabajar con ENVI.

### **2.3. Pre-procesamiento de datos RapidEye y WorldView-2 (Teoría-Práctica):**

Se cubrieron los conceptos de tipos de datos BSQ, BIL y BIP. Se profundizó en la transformación de los datos de número digital (DN) a radiancia y de radiancia a reflectancia.

- Se explicaron aspectos de corrección atmosférica (FLAASH) y secundaria (para imagen WorldView-2).
- Se explicó el uso del programa MATLAB en corrección secundaria.
- Los estudiantes aplicaron los conceptos teóricos de forma práctica para un set de datos RapidEye y Worldview-2.

### **2.4. Toma de datos de campo con espectrómetro (Teoría):**

- Se dio una charla acerca de la toma de datos con espectrómetro de campo llevada a cabo en la costa pacífica del país.
- Una segunda charla cubrió teoría en geobase de datos para la organización de datos tomados con espectrómetro de campo.

### **2.5. Ortorectificación (Teoría-Práctica):**

- Se explicó el tema de Ortorectificación y se aplicó a ambos tipos de imágenes.

## **2.6. Batimetría y clasificación de sustratos con RapidEye y Worldview-2 (Teoría-Práctica):**

- Se cubrieron los aspectos teóricos para batimetría, remoción de destellos (glint removal) y clasificación de sustratos usando datos de sensores remotos.
- Los estudiantes aprendieron la creación y utilización de máscaras para análisis de imágenes.
- Los estudiantes llevaron a cabo una extensa práctica en batimetría y clasificación de sustratos usando ambos tipos de imágenes.

## **2.7. Clasificación de imágenes RapidEye y Worldview-2 (Terrestre):**

- Se explicaron los conceptos de clases espectrales y clases temáticas.
- Se cubrieron los diferentes clasificadores supervisados en ENVI.
- Los estudiantes llevaron a cabo una extensa práctica en clasificación supervisada de WorldView-2. Los mismos pasos se repitieron para imágenes RapidEye.
- Los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar otras herramientas de clasificación.
- Se cubrió brevemente el tema de clasificación orientada a objetos.

## **2.8. Espectrometría de campo (ASD Handheld II):**

Se llevó a cabo una práctica de campo en el CENAT para demostrar la toma de datos con el espectrómetro de campo ASD Handheld II.

## **2.9. Validación:**

- Se explicaron los conceptos teóricos en la validación de clasificaciones de imágenes de sensores remotos.
- Los estudiantes validaron sus propias clasificaciones de RapidEye y Worldview-2, llevadas a cabo previamente.

## **2.10. Generalidades:**

- Se enseñó a los estudiantes convenciones en el nombramiento de archivos de trabajo, organización de carpetas y manejo de proyectos con imágenes de satélite.

**Ver Anexo 1** (Informe de Curso: Sensores Remotos Para El Mapeo De Sistemas Costeros En Costa Rica – Proyecto Biomarcc)



Figura 1 Mosaico, curso: “Sensores remotos para el mapeo de sistemas costeros en Costa Rica –Proyecto”, Tomadas por Silvia Ordóñez y Carlos Campos, PRIAS-CeNAT.



Figura 2 Participantes del curso “Sensores remotos para el mapeo de sistemas costeros en Costa Rica –Proyecto”, Tomada por Pablo Arroyo, McGill University

### **3. PRODUCTOS A LA FECHA**

A continuación se presentan los productos generados a la fecha, correspondientes a la identificación y clasificación marino – costero en la costa pacífica de Costa Rica, de las áreas en las cuales se suministró imágenes de los sensores remotos RapidEye y/o Worldview – 2, por parte del enlace oficial del proyecto BIOMARCC.

Para el proceso de clasificación se requirió de material corregido, para eso se tomó la decisión de pre-procesar todas las imágenes del proyecto que corresponden al sensor RapidEye; a ellas se les aplicó una ortorectificación y corrección atmosférica. La estructura del material pre-procesado es el siguiente: archivo en radianza, archivo ortorectificada y archivo en reflectancia. Para el caso de las escenas de gran tamaño o no definidas por un tamaño rectangular, se dividieron en Subsets para ejecutar el procesamiento.

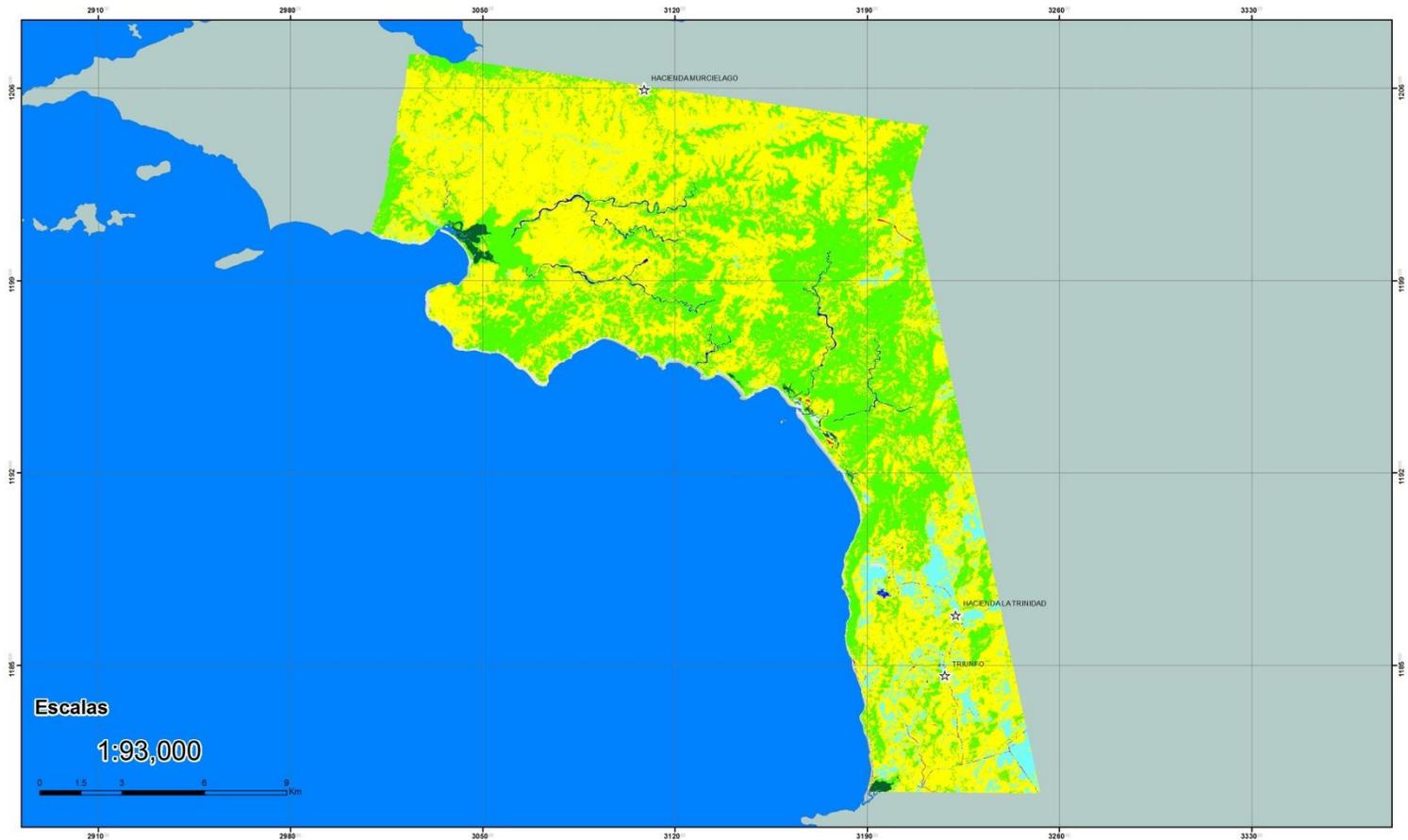
Se están procesando no solamente las zonas marino-costeras, sino que el análisis se extiende 5 km tierra adentro, a partir de la línea de costa, e inclusive más en zonas de interés (Humedal Nacional Térraba – Sierpe y Laguna Corcovado). Esto con el propósito de generar información valiosa para investigación, desarrollo científico y/o publicaciones académicas posteriores por parte de investigadores universitarios.

Cabe denotar los problemas que se han presentado por nubosidad y/o resolución de las imágenes, los cuales han sido subsanados, hasta donde ha sido posible, mediante la información generada por el trabajo de campo y diferentes metodologías de clasificación; además, se complementó con la utilización de material de alta resolución, perteneciente al PRIAS.

A raíz de lo anterior, se modificó la leyenda original que fue planteada por los expertos asociados al proyecto BIOMARCC, delimitando la clasificación a coberturas de la tierra extraíbles confiables, a partir de este tipo de imágenes. (Ver anexo 2: Nueva Leyenda).

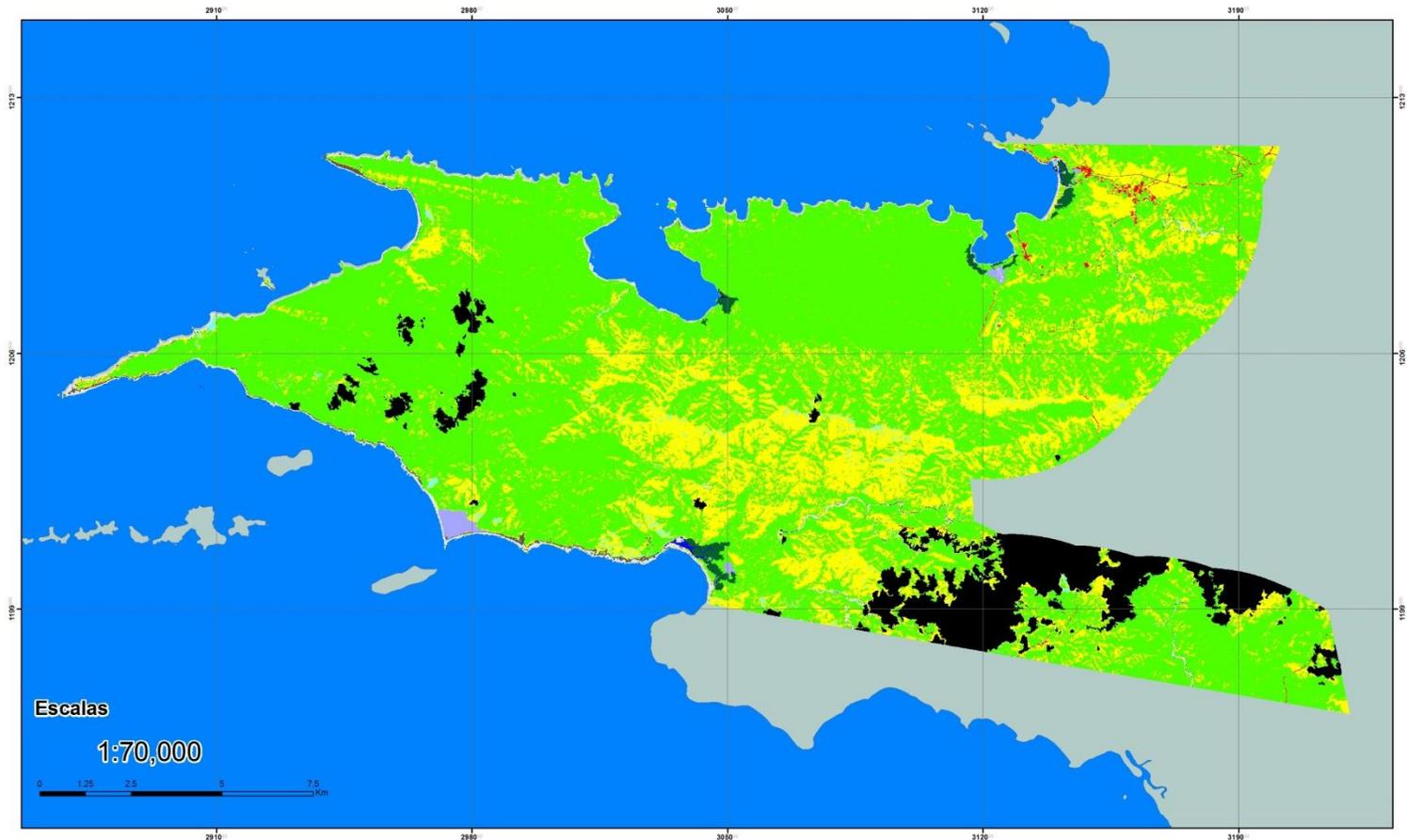
En el caso de las imágenes Worldview-2 pertenecientes a los sectores de Islas Murciélagos, Bahía Santa Elena y Reserva Natural Cabo Blanco y Parque Nacional Manuel Antonio y Parque Nacional Marino Ballena, se encuentran en proceso de depuración, en el caso de las imágenes correspondientes a Islas Murciélagos y Reserva Natural Cabo Blanco están siendo depuradas por parte de expertos del CIMAR.

A continuación se presentan impresos los productos generados a la fecha, actualmente en estado de validación.



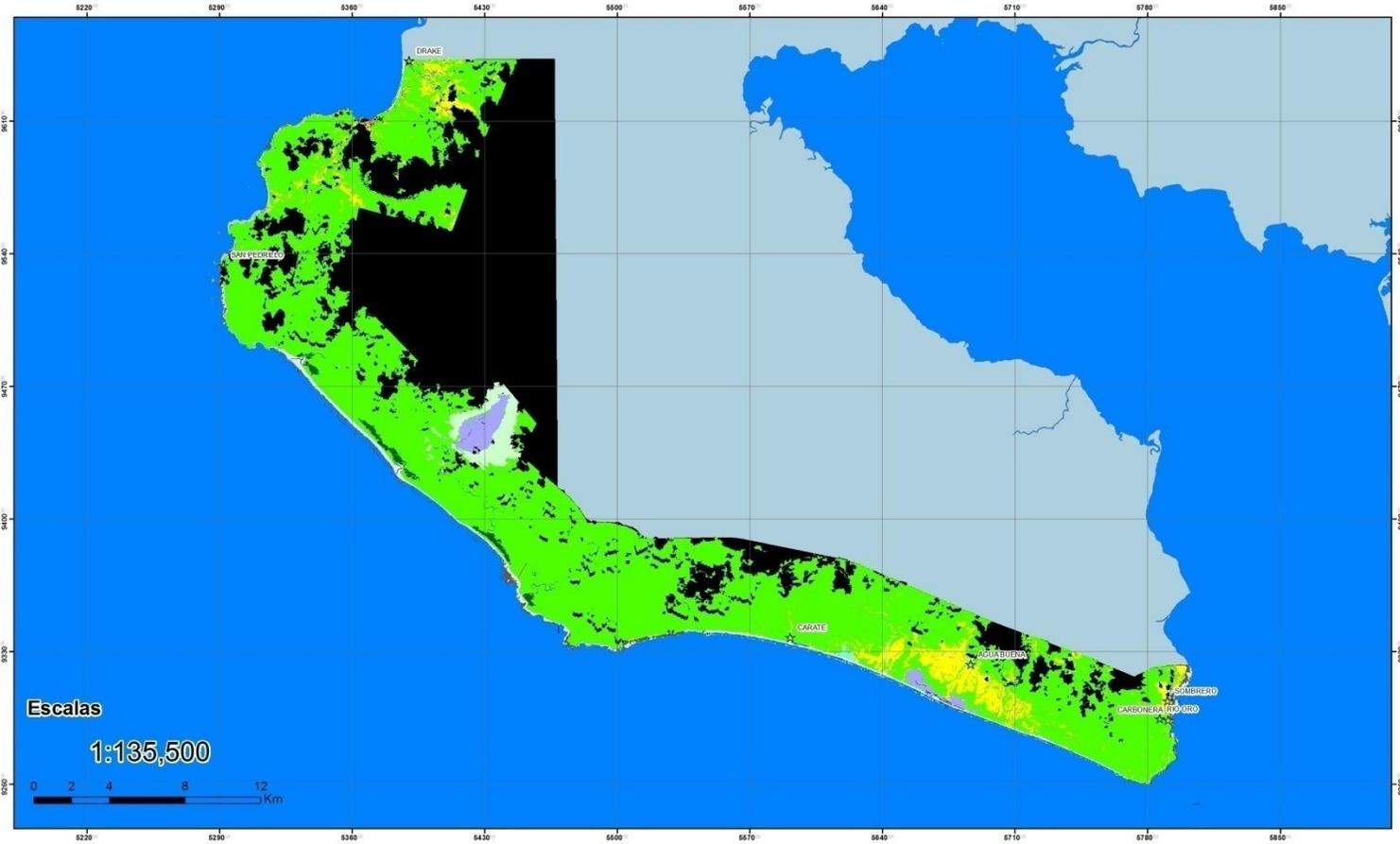
<p><b>Cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye</b></p>	<p>Fuente: Imagen RapidEye 3104041_subset1A          Fecha de imagen: 21/03/2009          Clasificación realizada por: Ileana Méndez          Diseño de mapa: Christian Vargas          Proyección: CRTM05          Fecha del mapa: 2012</p>	<p><b>Leyenda</b></p> <table border="0"> <tr> <td>☆</td> <td>Pobladors</td> <td>Infraestructura</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Clasificación RapidEye</b></td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>Arena</td> <td>Manglar</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>Bosque</td> <td>Pasto</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>Humedal</td> <td>Rio</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td></td> <td>Suelo desnudo</td> </tr> </table>	☆	Pobladors	Infraestructura	<b>Clasificación RapidEye</b>			■	Arena	Manglar	■	Bosque	Pasto	■	Humedal	Rio	■		Suelo desnudo	<p><b>Diagrama de Ubicación</b></p>
☆	Pobladors	Infraestructura																			
<b>Clasificación RapidEye</b>																					
■	Arena	Manglar																			
■	Bosque	Pasto																			
■	Humedal	Rio																			
■		Suelo desnudo																			

Figura 3 Mapa de cobertura de la tierra a partir de imagen RapidEye 3104041\_subset1A



<p><b>Cobertura de la tierra a partir de Imágenes RapidEye</b></p>	<p>Fuente: Imagen RapidEye 4797496_subset1          Fecha de imagen: 15/11/2010          Clasificación realizada por: Carlos Campos          Diseño de mapa: Christian Vargas          Proyección: CRTM05          Fecha del mapa: 2012</p>	<p><b>Leyenda</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Clasificación RapidEye</td> <td>Manglar</td> </tr> <tr> <td>Clase</td> <td>Pasto</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>Rio</td> </tr> <tr> <td>Bosque</td> <td>Roca</td> </tr> <tr> <td>Humedal</td> <td>Suelo desnudo</td> </tr> <tr> <td>Infraestructura</td> <td>ND</td> </tr> </table>	Clasificación RapidEye	Manglar	Clase	Pasto	Arena	Rio	Bosque	Roca	Humedal	Suelo desnudo	Infraestructura	ND	<p><b>Diagrama de Ubicación</b></p>
Clasificación RapidEye	Manglar														
Clase	Pasto														
Arena	Rio														
Bosque	Roca														
Humedal	Suelo desnudo														
Infraestructura	ND														

Figura 4 Mapa de cobertura de la tierra a partir de imágenes RapidEye 4797496\_subset1



<p><b>Cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye</b></p>	<p>Fuente: Imagen RapidEye 7408981          Fecha de imagen: 17/02/2011          Clasificación realizada por: Carlos Campos          Diseño de mapa: Christian Vargas          Proyección: CRTM05          Fecha del mapa: 2012</p>	<p><b>Leyenda</b></p> <table border="0"> <tr> <td>☆ Poblados</td> <td>Infraestructura</td> <td>Roca</td> </tr> <tr> <td>Clasificación RapidEye</td> <td>Lago y laguna</td> <td>Suelo desnudo</td> </tr> <tr> <td><b>Clase</b></td> <td>Manglar</td> <td>Yolillo</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>Pasto</td> <td>ND</td> </tr> <tr> <td>Bosque</td> <td>Rio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humedal</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	☆ Poblados	Infraestructura	Roca	Clasificación RapidEye	Lago y laguna	Suelo desnudo	<b>Clase</b>	Manglar	Yolillo	Arena	Pasto	ND	Bosque	Rio		Humedal			<p>Diagrama de Ubicación</p>
☆ Poblados	Infraestructura	Roca																			
Clasificación RapidEye	Lago y laguna	Suelo desnudo																			
<b>Clase</b>	Manglar	Yolillo																			
Arena	Pasto	ND																			
Bosque	Rio																				
Humedal																					

Figura 5 Mapa de cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye 7408981

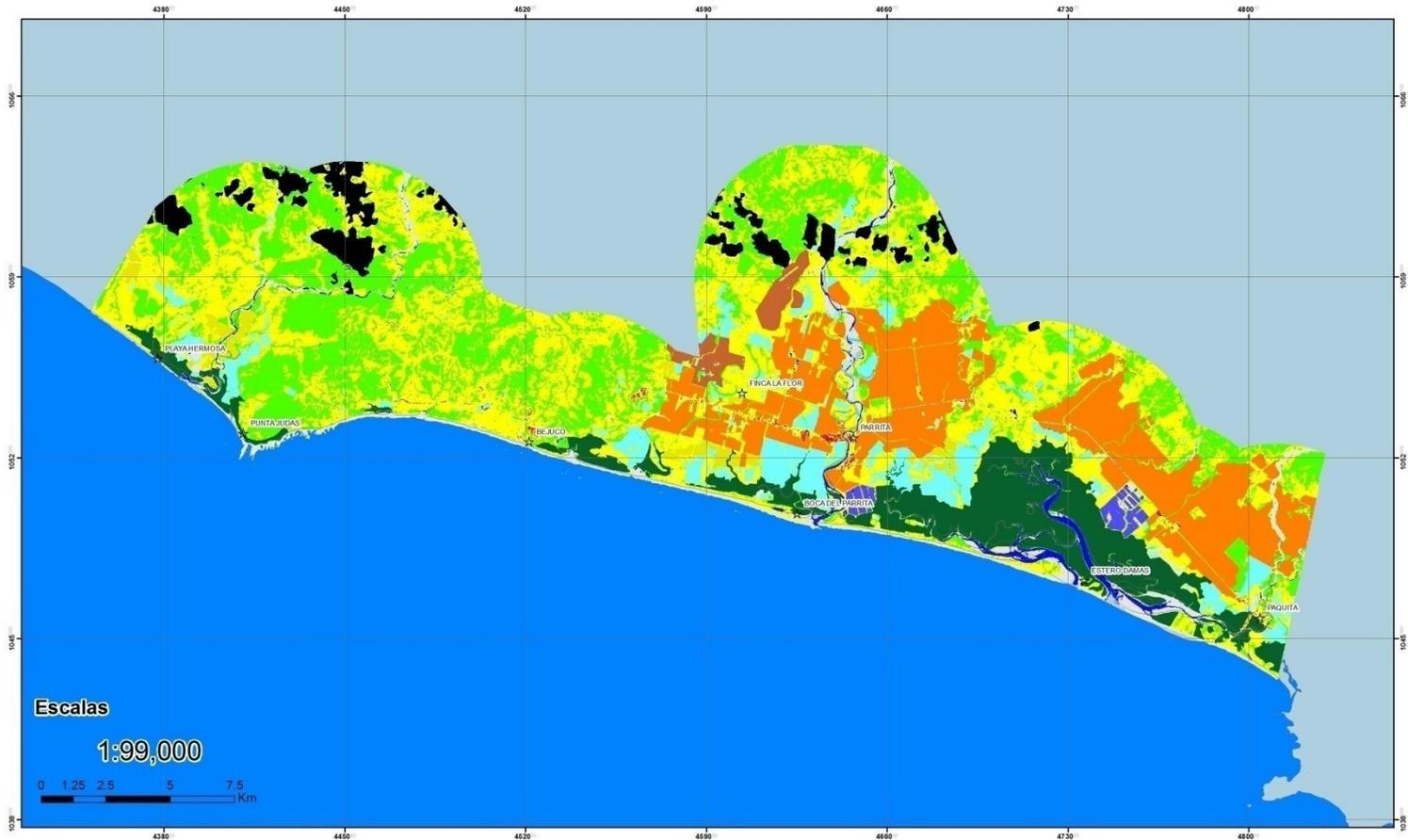


Figura 6 Mapa de cobertura de la tierra a partir de Imagen RapidEye 9399635

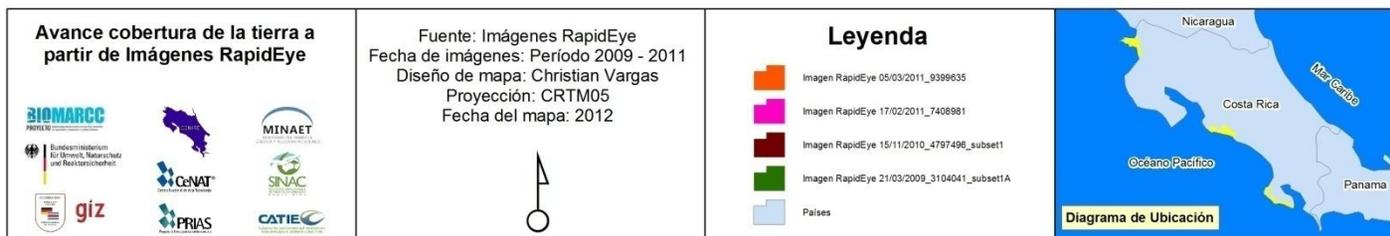


Figura 7 Mapa de Avance cobertura de la tierra a partir de Imágenes RapidEye

#### 4. EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Debido a la capacitación y desarrollo de los procesos de clasificación y análisis, se presenta el siguiente esquema de trabajo, actualizando fechas de cumplimiento, según lo acordado con el enlace oficial de GIZ para el proyecto BIOMARCC (Mtro. Lenín Corrales).

Etapas	Actividad	Fecha prevista	Cumplimiento	Proyección	Observación
Plan de trabajo	Marco conceptual de trabajo, alcances y metodología	15 diciembre 2011	✓	-	Se envía leyenda para aprobación de expertos e integración de otras categorías a tomar en campo.
I Informe	Descripción del proceso de georeferenciación imágenes RapidEye y WorldView-2	31 enero 2012	✓		Se georeferencian las imágenes RapidEye y posteriormente se les extrae la nubosidad.
I Informe	Leyenda desarrollada	31 enero 2012	✓	-	Con colaboración de expertos se finaliza la leyenda para la toma de puntos en campo.
I Informe	Diseño y muestreo de campo	31 enero 2012	✓		Se empleó la estrategia de muestreo aleatorio estratificado, de acuerdo con el criterio experto para la toma de puntos en campo.
I Informe	Resultados de trabajo de campo	31 enero 2012	-	30 abril 2012	El trabajo de campo se desarrolló desde enero hasta marzo del 2012.
I Informe	Resultados de evaluación de técnicas más adecuadas para clasificación de imágenes	31 enero 2012	-	30 junio 2012	Se tiene programado para el mes de mayo un curso con expertos de Canadá para realizar la clasificación de las imágenes.
II Informe	Mapas resultantes de la clasificación del área 1 (Zona norte) y sitios Bahía Santa Elena, Islas Murciélagos y Manuel Antonio	30 abril 2012	-	28 setiembre 2012	Se espera generar las imágenes de Manuel Antonio durante el curso, debido al acuerdo mutuo con la GIZ para facilitarles la información para el plan de manejo que ellos están desarrollando en este lugar.
III Informe	Mapas resultantes de la clasificación del área 2 (Zona Sur) y sitio Ballena	30 junio 2012	-	28 setiembre 2012	Se entregarán los mapas resultantes de las áreas 1 y 2, además de los sitios que cubren las imágenes del sensor WorldView-2.
Geodatabase	Metadatos de cada uno de los archivos (coberturas, GRID)	30 junio 2012	-	28 setiembre 2012	Se entregara un metadato en formato gdb para programa ArcGis
Informe Final	Informe técnico (digital e impreso) sobre los alcances y resultados finales de la consultoría	31 julio 2012	-	setiembre 2012	

Debe recalarse que se extendió el plazo de entrega de los productos finales y cierre de proyecto, por la solicitud expresa del Sr. Corrales, de extender el análisis hasta 5 km tierra adentro, por las razones ya indicadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Parques Nacionales, Sistema de Información Biodiversidad. 2005. Protocolo para el procesamiento de imágenes satelitales Landsat para aplicaciones de la Administración en Parques Nacionales. Buenos Aires: Autor Recuperado de: [http://www.sib.gov.ar/archivos/Protocolo\\_Landsat\\_anexo\\_01.pdf](http://www.sib.gov.ar/archivos/Protocolo_Landsat_anexo_01.pdf)
- Hedley, J. D., Harborne A. R. & Mumby, P. J. (2005). Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water benthos. *International Journal of Remote Sensing*, may 26(10), p 2107-2112. DOI: 10.1080/0431160500034086
- Universidad de Murcia, SIG y teledetección, Licenciatura Geografía. 2003. Correcciones a las imágenes de satélite. Teledetección (pp 79-88). Murcia, Esp: SIGmur. Recuperado de: <http://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema07.pdf>

# Anexos

---