

Análisis cuantitativo de color en Ecosistemas de montaña en Colombia **Quantitative analysis of color in mountain ecosystems in Colombia**

Quijano de Rincón, Olga Amparo (1,2); Kadamani Abiyoma, Samira, (1,2); Gutiérrez-Valderrama, Jorge Enrique (2); Nemocón Farfán, Camilo Andrés (2)

(1) Dpto. de Arquitectura y Diseño, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

(2) Grupo de Investigación Tecnologías ágiles (From Product Desire to service Envy), Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

www.uniandes.edu.co, aquijano@uniandes.edu.co, skadaman@uniandes.edu.co
productos.creativos@uniandes.edu.co, c-nemoco@uniandes.edu.co

Resumen:

A partir de exploraciones académicas surgidas durante varios años al interior del grupo de investigación del Color en el Departamento de Diseño de la Universidad de los Andes, y de ejercicios de reflexión a través del curso “color, color y más color”, se generaron preguntas de investigación acerca de la diversidad del color presente en nuestros ecosistemas representativos, en este caso, los ecosistemas de montaña, a 2600 m.s.n.m.. Se identificó un interés principal en ecosistemas de Montaña, sobre los cuales la biodiversidad es elevada. De esta forma, se generó un protocolo de análisis y valoración cuantitativa del color, dependiente del análisis de imágenes digitales que posteriormente fueron procesadas para identificar su composición RGB y HSB. De allí, se analizó pixel a pixel, para alimentar una base de datos y realizar análisis de prevalencia de cada uno de los colores por imagen. Esta investigación permitió el desarrollo de metodologías de análisis pixel a pixel en series de datos de 1200 por imagen, interpoladas con imágenes HD. Como principal resultado se estableció un patrón de color prevalente en una paleta tetracromática con diversos usos. Algunos de ellos oscilan entre la biomimesis, la composición para diseñadores de interior, estructuras para observación de aves, entre otros. Un acercamiento innovador de la relación entre biodiversidad, ecosistemas relevantes en el país, análisis cuantitativo del color, y ciencia aplicada a diversificar las técnicas para las tecnologías emergentes.

Abstract:

From academic explorations arisen for several years within the research group Color in the Department of Design at the University of the Andes, and reflection exercises throughout the course "color, color and more color", were generated research questions about the diversity of color present in our representative ecosystems, in this case, the mountain ecosystems, at 2600 m. We identified a main interest in mountain ecosystems on which biodiversity is high in Colombia. Thus, we generated a protocol analysis and quantitative assessment color, depending on the analysis of digital images were subsequently processed to identify its composition RGB and HSB. Hence, we analyzed pixel by pixel, to feed a database and prevalence analyzes each image colors. This research allowed to develop life analysis methodologies pixel by pixel in series of 1200 data per image, interpolated with HD images. As main results, we establish a pattern prevalent color in a tetra-cromatic palette with various uses. Some of them range from biomimicry, the composition for interior designers, birding structures, among others. An innovative approach to the relationship between biodiversity, ecosystems in the country relevant, quantitative analysis of color, and applied science to diversify techniques for emerging technologies.

Palabras clave:

Color y ecosistemas, Análisis cuantitativo del color, Ecosistemas colombianos, Biodiversidad.

Keywords:

Color and ecosystems, Quantitative analysis of color, Colombian Ecosystems, Biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Desde las aplicaciones de sistemas de información geográfica, se vienen generando estándares en la transposición de color asociada a cobertura vegetal. Es así, como en el año 2007, los institutos de investigación en Colombia, adscritos al Ministerio de Ambiente, desarrollaron con este tipo de

metodología el mapa de ecosistemas 1:500.000, mediante análisis de imágenes satelitales provenientes de LANSAT y MODIS.

Con este proyecto se pretende optimizar un set de metodologías para la evaluación cuantitativa del color en ecosistemas estratégicos de Colombia, a partir de análisis y comprensión del escenario de diversidad, tomando el color como herramienta perceptual de identificación, que acentúa la comunicación en distintos niveles, y que devela nuevas interpretaciones y códigos para ser aplicados en diversos contextos, a partir del análisis y soporte científico. El color que se presenta en un órgano vegetal, depende del predominio del pigmento (Clorofila A, B, Xantenos y Betacarotenos) o de la combinación en distintas concentraciones de ellos. En las especies vegetales el color que prevalece es el verde, debido a la presencia de los pigmentos clorofila a y b, sin embargo la información genética (a través de las expresiones fenotípicas), la altura del piso térmico en la que se encuentra, la prevalencia de intensidad lumínica y los fenómenos ambientales y de cambio climático complejizan las diversas manifestaciones de tonos de color en diferentes géneros y especies de plantas. A lo anterior, se suma la experiencia perceptual, es decir, la intensidad de luz asociada al observador, la distancia, la altura, entre otras. Es por esto que se generan las siguientes consideraciones:

1. No hay un estudio del arte conocido en Colombia en este ámbito.
2. Se viene desarrollando un estudio de color relacionado con tablas cromáticas de elementos naturales al interior de la Universidad específicamente en el curso de Ciclo Básico Uniandino (CBU: Color, color y más color).
3. Colombia y biodiversidad. Se hace relevante la tipificación de patrones de color por región de interés.
4. Aplicaciones, (Mimesis, Biomimesis y camuflaje, diseño de mobiliario ecológico, etc.).

En los gráficos más simples de arreglo bidimensional de bits, un bit de la memoria del computador representa un píxel. Como un bit sólo puede almacenar uno de dos valores, 0 o 1, el píxel únicamente puede mostrarse en uno de dos colores. A este tipo de gráficos de un bit se les conoce como gráficos monocromáticos, porque las imágenes se dibujan en un color sobre un fondo fijo. Los tonos de grises se simulan con una técnica llamada simulación de colores (dithering), una combinación de píxeles blancos y negros para crear la ilusión de un tono de gris. Los programas de graficación monocromática son eficientes, y es fácil aprender a usarlos, pero tienen limitaciones en cuanto a producir imágenes realistas.

Los gráficos de escala de grises permiten que un píxel aparezca de color blanco, negro o uno de varios tonos de gris. Con un programa de escala de grises que asigna a ocho bits por píxel es posible obtener hasta 256 tonos de gris en pantalla, más de los que puede distinguir el ojo humano.

Hoy en día es corriente que los computadores tengan color de ocho bits. Para el color real se necesitan 24 o 32 bits de memoria por cada píxel (llamado profundidad de píxel) es uno de dos factores tecnológicos que limitan la capacidad del artista/investigador en la creación de imágenes realistas con programas para hacer gráficos con arreglos bidimensionales de bits. El otro factor es la definición (la densidad de los píxeles), que se describe en puntos por pulgada o dpi (dots per inch).

Se presenta así un análisis y desarrollo metodológico que permite identificar procesos de manejo de imagen con el fin de indentificar prevalencias de color en un Ecosistema seleccionado.

MATERIALES Y MÉTODO

Durante el desarrollo de la Investigación, se realizaron los siguientes pasos y procesos:

1. Priorización de zonas: Elaboración de una matriz de priorización de sectores a fotografiar en Alta definición. Las variables seleccionadas son altura, región estratégica, según clasificación del Instituto Alexander Von Humboldt Colombia. Se seleccionan lugares por altura y relevancia asociada a diversidad ecosistémica. (Figura 1).

2. Toma de imágenes HD: En cada punto seleccionado se tomarán imágenes por triplicado, a 100 y 50 metros del spot seleccionado, así como a 50 centímetros, bajo diferentes intensidades lumínicas

entre los 5.000 y 110.000 lux. De esta forma, se evalúa la diferencia perceptual y el efecto de profundidad en la relación cromática en cada caso.

3: Tratamiento de las Imágenes: A través de software especializado (Colormunki), se genera la paleta e inventario de Pantone para cada spot identificado, creando así un inventario por región, un análisis a profundidad de de la paleta en el ecosistema estratégicos identificado.



4: Prueba de Contraste óptico: A través de la prueba mixta Lab/Camp, se establecen criterios de interrupción en los patrones actuales de mimetismo, realizando una sobreposición con los pantones encontrados en el estudio campo, con el fin de reconocer variable tiempo Vs tabla cromática, en la cual se identifica la prevalencia o no de una figura ajena al contexto ecosistémico propuesto. En esta prueba se deduce el índice tiempo en la cual un individuo reconoce el efecto mimético del objeto.

5: Análisis de Datos: A partir del inventario realizado, y las pruebas realizadas a individuos muestra, se genera un análisis cromático por ecosistemas estratégicos con métodos de análisis de correlación.

6: Generación de la propuesta: formulación de nuevas tablas cromáticas en tramas de patrones aplicables a diversos contextos.

Figura 1: Mapa de Ubicación Zona Piloto

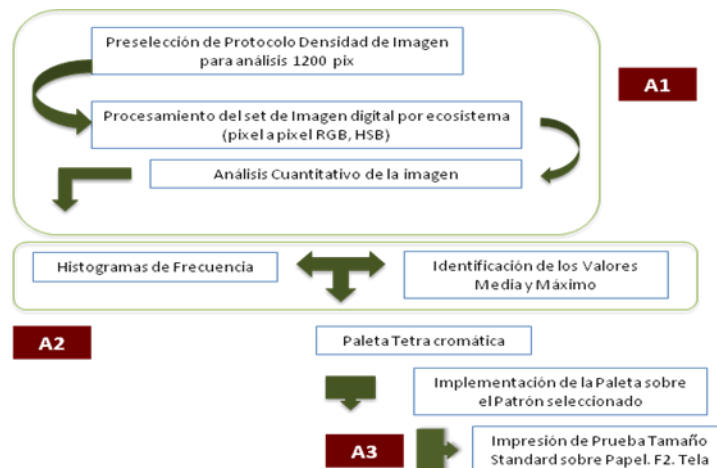


Figura 2. Mapa de procesos

Para el protocolo A1 (Figura 2) de las tomas fotográficas se Se determinan las siguientes distancias (Figura 3):

- a. área corta cada 10m, 20m, 40m, 60m, 80m.
- b. área larga cada 200m, 300m, 400m, 500m.

Con diferentes intensidades de luz, (entre los 5.000 y los 110.000 lux). Se registra igualmente la latitud y hora de la toma fotográfica buscando un ambiente homogéneo con diversos tipos de vegetación.

Se determina que la toma fotográfica se debe realizar en formato tríplico, donde cada foto tiene un enfoque de primer plano y no se maneja zoom. Se registraron 5 escenarios distintos con diversos matices de color, distancias y puntos de luz. Cada escenario se registra en 3 tomas distintas:

- En primer plano,
- Con enfoque en el fondo
- Con enfoque en la zona de mayor iluminación,

Se realizaron un total de 15 tomas fotográficas con resolución de 3872 X 2592 pixeles.

Esta primera fase del proyecto ha arrojado resultados relevantes para la investigación del color e identificación de tablas cromáticas en ecosistemas en Colombia. Inicialmente los procesos y protocolos han sido llevados al campo de investigación aplicada e interdisciplinar en Colombia, comprendiendo los múltiples usos que puede tener en el territorio colombiano. Por esta razón, las fases llevadas a cabo, presentan productos que permiten el análisis complejo de imágenes digitales de cualquier ecosistema colombiano. Los avances de laboratorio digital, han sido complementados con análisis estadísticos y de integridad de datos (alfa de Cronbach: 0,72) que permiten identificar relevancia estadística en los datos obtenidos.

Los productos de la investigación están orientados al estudio de zonas estratégicas para Colombia en relación con los pantones adecuados y contextualizados para las posibles aplicaciones, lo cual implica un desarrollo de patrones y comparaciones de saturación, profundidad e índices de percepción por contraste que conllevan al desarrollo de una propuesta de producto aplicado, con alta sensibilidad colorimétrica.

En la segunda etapa del proyecto, denominada Prueba mixta /LabCamp (consolidación del proyecto), se viene desarrollando la preparación de estudios en un campo de interés en alta montaña, para así proceder a generar la construcción de las tablas cromáticas y patrones bajo métodos de captura de imágenes en alta definición y análisis óptico, que serán aplicados en distintos procesos de diseño.

Lo dispuesto en la siguiente fase, y a partir de la revisión de procesos y procedimientos basados en el Guidelines for biomimesis :Assessment Using Observers (Instructions pour les évaluations faisant appel à des observateurs). dejan dilucidar las múltiples aplicaciones, tanto de las metodologías desarrolladas por el grupo de investigación, como las aplicaciones diversas para cualquier ecosistema del país.

RESULTADOS

FOTO 2

- Distancia 60m.
- Iluminación 7.000 lux
- *Latitud Norte 4°34'28"7*
- Hora 9 20am
- Resolución de 3872 X 2592 pixeles.



FOTO 3

- Distancia 300m.
- Iluminación 7.200 lux
- *Latitud Norte 4°34'10'96*
- Hora 10 13am
- Resolución de 3872 X 2592 pixeles.



FOTO 4

- Distancia 20m.
- Iluminacion 8.500 lux
- *Latitud* Norte 4°35'47"9
- Hora 10 33am
- Resolución de 3872 X 2592 pixeles.



FOTO 5

- Distancia 200m.
- Iluminacion 8.500 lux
- *Latitud* Norte 4°34'17"24
- Hora 11 08am
- Resolución de 3872 X 2592 pixeles.



Figura 3. Muestreo tomas fotográficas.

Se plantearon 3 matrices para el análisis de color de cada una de las tomas fotográficas:

1. **MATRIZ CARACTERÍSTICAS DEL COLOR:** establece las características de cada imagen para compararlas entre ellas y determinar similitudes y diferencias. La prevalencia de las variables de éstas son: claridad, tinte, saturación, contraste, valor de exposición y distancia. (Figuras 4,5,6).

2. **MATRIZ PORCENTAJE DE COLORES:** establece las características de cada imagen para compararlas con los resultados y determinar si son aptas o no para ser aplicadas en propuesta de nuevas tablas cromáticas. Las variables de referencia de éstas son: Luminancia, saturación, promedio de marrón, promedio de verde, promedio de negro, promedio aspecto granito, valor de exposición y distancia.

3. **MATRIZ RGB DOMINANTE:** Establece el RGB dominante de la imagen, con lo cual se especifica que el patrón con mayor área debe poseer este color. (Figura 7).

Esta matriz proporcionara 3 graficas en donde se verán los niveles de azul, verde y rojo que componen la imagen. Las variables de éstas son: R (rojo), G (verde), B (azul), valor de exposición y distancia.



Figura 4. Análisis de pantón e inventario de entramado cromático por eco regiones

Algoritmos de procesamiento de imágenes de 1200 píxeles, de fotografías a una resolución de 320 X 240, obteniendo un reporte de cada uno de los píxeles (entramado de análisis) generados.

```

PROCESSING RGB ROJO, VERDE, AZUL

//recorre la imagen tres (40X30)
for(int i=0 ;i <im.width; i=i+1)
{
  for(int j=0 ;j <im.height; j=j+1)
  {
    //toma el color de cada pixel de la imagen tres
    numPixel = (j*im.width)+i;
    col=im.pixels[numPixel];
    //colorea de ese color el cuadrado tomado de cada pixel
    fill (red(col),green(col),blue(col),alpha(col));
    //crea rectangulos con el color correspondiente a ese color del pixel
    rect(i*8,j*8,6,6);

    rojo[numPixel]=red(col);
    verde[numPixel]=green(col);
    azul[numPixel]=blue(col);
  }
}

```

PIXEL	ROJO	VERDE	AZUL
1	255.0	255.0	250.0
2	253.0	254.0	248.0
3	255.0	255.0	248.0
4	250.0	251.0	245.0
5	251.0	252.0	247.0
6	255.0	255.0	255.0
7	252.0	251.0	255.0
8	255.0	254.0	255.0
9	254.0	255.0	255.0
10	249.0	253.0	252.0
11	251.0	255.0	255.0
12	245.0	254.0	251.0
13	251.0	255.0	255.0
14	249.0	253.0	252.0
15	254.0	255.0	255.0
16	254.0	254.0	254.0
17	255.0	249.0	240.0
18	255.0	254.0	250.0
19	252.0	255.0	255.0
20	233.0	250.0	255.0
21	186.0	212.0	227.0
22	137.0	170.0	189.0
23	109.0	146.0	165.0
24	99.0	136.0	155.0
25	103.0	126.0	144.0
26	95.0	118.0	134.0
27	87.0	110.0	124.0
28	86.0	110.0	122.0
29	78.0	103.0	110.0
30	83.0	108.0	112.0
31	91.0	117.0	118.0
32	73.0	99.0	100.0
33	48.0	73.0	69.0
34	64.0	89.0	85.0
35	88.0	113.0	109.0
36	85.0	108.0	102.0
37	90.0	113.0	107.0
38	81.0	102.0	97.0
39	71.0	92.0	85.0
40	66.0	87.0	80.0
41	252.0	252.0	250.0
42	250.0	250.0	248.0
43	255.0	255.0	251.0
44	255.0	255.0	251.0
45	255.0	255.0	253.0
46	255.0	255.0	255.0
47	248.0	248.0	250.0
48	255.0	254.0	255.0
49	255.0	253.0	255.0
50	255.0	255.0	255.0
51	254.0	255.0	255.0
52	251.0	253.0	252.0
53	254.0	255.0	255.0
54	253.0	255.0	252.0

Figura 5. Resultados de análisis e identificación de colores prevalencias

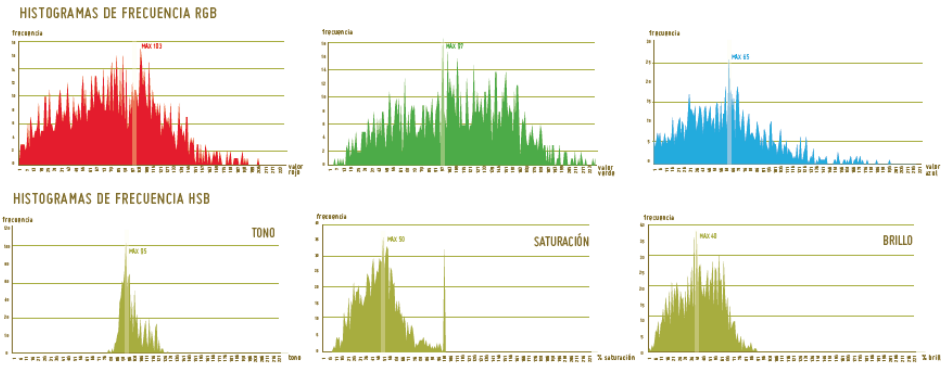
MATRÍZ CARACTERÍSTICAS DEL COLOR

NUM PIXEL	R	G	B	tono	saturacion	brillo	pantone
1	97.0	106.0	77.0	79	27	42	616A4D
2	51.0	62.0	32.0	82	48	24	333E20
3	70.0	81.0	51.0	82	37	32	465133
4	142.0	157.0	126.0	89	20	62	8E9D7E
5	49.0	65.0	36.0	93	45	25	314124
6	99.0	120.0	89.0	101	26	47	637859
7	71.0	94.0	65.0	108	31	37	475E41
8	50.0	77.0	46.0	112	40	30	324D2E
9	103.0	129.0	100.0	114	22	51	678164
10	124.0	153.0	123.0	118	20	60	7C997B
11	110.0	139.0	109.0	118	22	55	6E8B6D
12	101.0	130.0	100.0	118	23	51	658264
13	81.0	110.0	82.0	122	26	43	516E52
14	51.0	80.0	52.0	122	36	31	335034
15	124.0	150.0	123.0	118	18	59	7C967B
16	54.0	80.0	53.0	118	34	31	365035

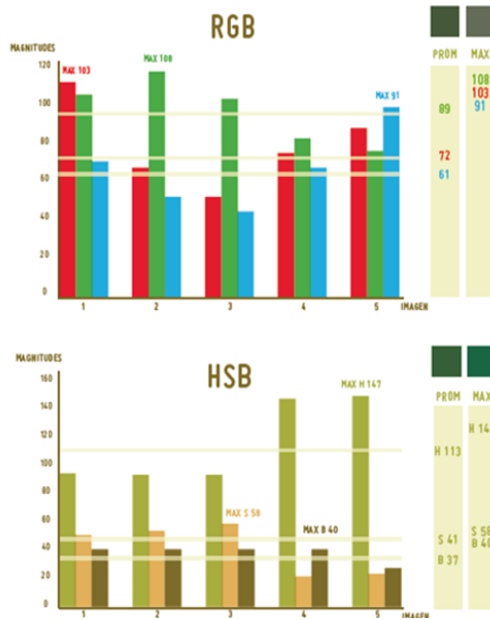
Se determina el RGB y el HSB de la imagen, lo que permite establecer el área que debe tener cada color en el patrón.

Figura 6. Tabla síntesis de resultados en el caso de píxeles de una imagen.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA IMAGEN



IDENTIFICACIÓN DE PROMEDIOS Y MÁXIMOS



A partir de los valores Máximo y Promedio realizados en el documento de Matriz Análisis Color, se plantean los cuatro colores que generan el camuflaje en el ambiente en donde se tomaron las fotografías. Esta nueva paleta tetra cromática surge del valor del Máximo dado por el RGB, el segundo color aparece del valor Promedio de RGB, el tercer color corresponde al Máximo de HSB y el último concierne al Promedio de HSB.

Figura 7: Estadística paramétrica y resultados para RGB, HSB.

La paleta tetra cromática generada por el análisis de las imágenes son:

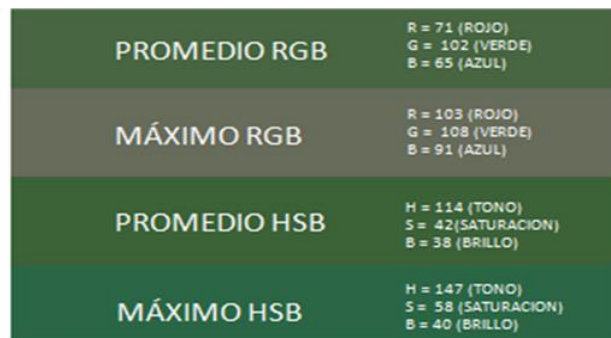


Figura 8. Paleta Tetra cromática, como resultado final.

CONCLUSIONES

De esta manera, el equipo de investigación desarrolló distintas metodologías y protocolos:

1. Metodología de depuración digital de imágenes para análisis pixel a pixel de componentes integrales y atributos de color.
2. Protocolo de Toma de Fotografías para análisis de color en Ecosistemas adaptada para el Territorio Colombiano.
3. Metodología de tamizaje cromático en ecosistemas por frecuencias de componentes y atributos de color a través de Valores medios y máximos.
4. Protocolo general de Análisis: Imagen a Paleta tetra-cromática. (Figura 8).

Por otra parte, es importante comprender, que el aporte realizado puede ser utilizado en distintas aplicaciones tecnológicas y del campo del diseño. En este caso, la metodología permite evaluar cualquier tipo de ecosistema, del cual se puedan extraer imágenes digitales para su análisis.

Las oportunidades de exploración y ajustes de las metodologías quedan abiertas a nuevas generaciones y fases de proyectos de este tipo.

AGRADECIMIENTOS

A la entidad Universidad de los Andes, la Facultad de Arquitectura y Diseño, Departamento de Diseño y a la Facultad de Ingeniería por sus aportes en recursos para poder llevar a cabo la investigación.

REFERENCIAS

- [1] BLAKEY, R.R and LANDON; Measuring color. BTP, Tioxide .Billingham New York, (1978).
- [2] BOYNTON, R.M.; Human color vision, Holt, Rinehart and Winston. New York, (1979).
- [3] COSTA J. Diseñar para los ojos, Semiótica del color . Ed. Design, Bolivia, 2ª edición 2003 ISBN: 99905-0-314-1.
- [4] Etter A. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: Chaves. M. E. y Arango N. (Eds.). 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad – Colombia. Tomo I.. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D. C., Colombia. (1998).
- [5] FAIRCHILD PUBLICATIONS (Ed.) The new Munsell stent color set. New York (1994).
- [6] HARDY. A.C.; Handbook of Colorimetry. Technology Press. Cambridge, Massachusett. (1996).
- [7] GILBERT, E. J. Medida del color , Edita servicio de publicaciones, Universidad Politécnica de Valencia Alcoy, España, ISBN: 84-7721-594-4 (1998).
- [8] IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IGAC – Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Invemar - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés”, Sinchi - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas e IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas. (2007).
- [9] Millenium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and Human Well-being. 4 volumes. Island Press, EE.UU. (2005).
- [10] NATO, Guidelines for camouflage assesment using observers. Hampton, Virginia. USA. (2006).
- [11] BEN FLY, Visuaizing Data., Published. O’Reilly. (2007).
- [12] JOSHUA NOBLE, Programming Interactivity. Published. O’Reilly. (2009).

[13] TOM IGOE, Making Things Talk. Published. O'Reilly. (2007).

[14] JHON WILEY, Interaction design beyond human-computer interaction. Published, Sharp Rogers. (2007).